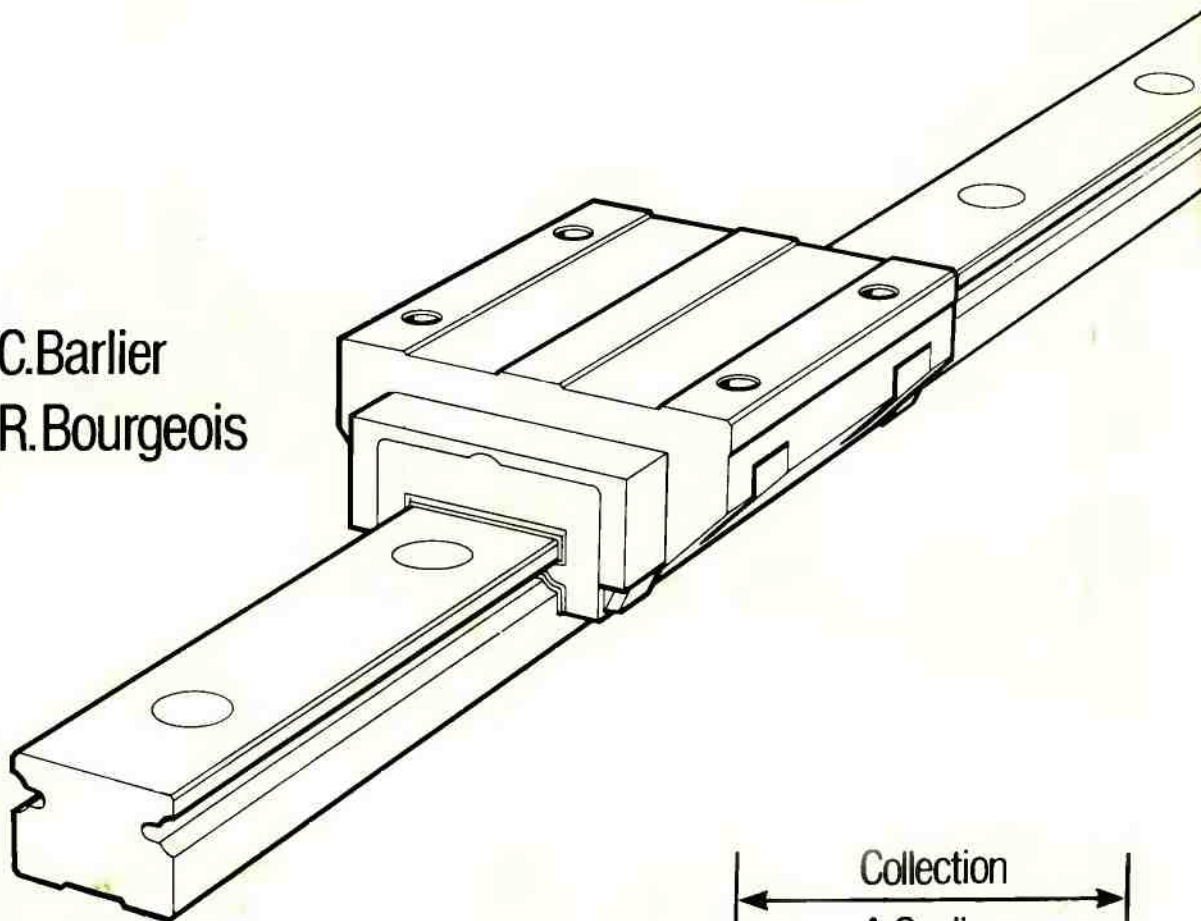


mémotech

Productique

conception
et dessin

C.Barlier
R.Bourgeois



Collection
A.Capliez

Claude BARLIER

Professeur

Agrégé de génie mécanique

Docteur en génie industriel

René BOURGEOIS

Inspecteur Pédagogique Régional

Inspecteur d'Académie

avec la participation
de

Lionel GIRARDIN

Professeur Technique

MEMOTECH

PRODUCTIQUE

conception et dessin

Troisième édition

Collection
A. Capliez



Editions CASTEILLA, 25, rue Monge - 75 005 PARIS

PREFACE

Une partie importante de la productique : la conception et le dessin des produits industriels fait souvent appel à l'assistance de l'ordinateur. La C.A.O. (Conception Assistée par Ordinateur) est largement utilisée et le sera de plus en plus; les logiciels sur ces sujets se multiplient et se perfectionnent constamment.

Mais parallèlement, et ce phénomène est singulier, jamais la documentation écrite n'a été aussi abondante. C'est la preuve que la masse des connaissances nécessaires est de plus en plus grande et que tous les moyens sont indispensables pour alléger les tâches des individus.

Les concepteurs ont besoin de disposer d'ouvrages aussi complets que possible, où ils trouvent en temps réel les éléments nécessaires aux décisions qu'ils ont à prendre. C'est le cas de ce mémotech "Productique, conception et dessin", complément indispensable de la C.A.O.

Ce livre est imprégné de la démarche productique, il propose une maîtrise de la conception par l'utilisation de "pages démarche", de "guides de choix", de "fiches de calculs", autour d'une véritable base de données industrielle.

En rédigeant cet ouvrage avec clarté, logique et méthode, les auteurs ont assuré sa complémentarité avec l'informatique; ainsi, plusieurs progiciels "base de données, sélection et calcul" permettent à partir des éléments mis en place dans ce mémotech, de recourir à des formes de calculs que seul l'ordinateur permet d'appréhender rapidement.

Cette troisième édition revue et augmentée confirme son succès tant dans l'enseignement technologique que dans l'industrie.

Claude BARLIER, agrégé de génie mécanique, docteur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, est Professeur de Chaire Supérieure en Mathématiques Spéciales Technologiques à Henri Loritz à NANCY, il est également Professeur à l'ESSTIN (Ecole Supérieure des Sciences et Technologies de L'Ingénieur de NANCY, Université de NANCY1.), où il est responsable des enseignements en "projet industriel" et où il dirige l'équipe de recherche "mécanique et production" du laboratoire ERIN. Plus récemment, il a créé et dirige le CIRTES (Centre d'Ingénierie de Recherche et de Transfert de l'ESSTIN à Saint-Dié-des-Vosges).

René BOURGEOIS, Inspecteur d'Académie, est Inspecteur Pédagogique Régional dans l'Académie de Nancy-Metz, il a été dessinateur-projeteur dans l'industrie.

Lionel GIRARDIN est Professeur Technique au lycée Henri Loritz à NANCY, où il enseigne en classe de STS productique et en classe de STS CPI depuis de nombreuses années.

Nous les remercions pour la grande qualité de cet ouvrage, fruit d'une compétence pédagogique et professionnelle reconnue de tous .

A. CAPLIEZ
Inspecteur Général Honoraire
de l'Education Nationale

Table des sommaires de chapitres

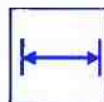
1. Règles générales du dessin technique

7



2. Cotation

25



3. Etats de surface

61



4. Visserie

75



5. Eléments de manœuvre

123



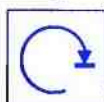
6. Eléments de machine

129



7. Eléments d'arrêt en rotation

135



8. Eléments d'arrêt en translation

149



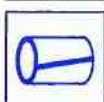
9. Guidage en rotation: roulements

153



10. Coussinets - bagues

225



11. Composants de guidage en translation

235



12. Articulations - rotules

269



Table des sommaires de chapitres

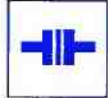
13. Etanchéité

283



14. Transmission de puissance

297



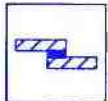
15. Eléments d'assemblage et de fixation mécanique par obstacles

339



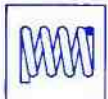
16. Eléments d'assemblage chimique: le collage

349



17. Ressorts

365



18. Matériaux

377



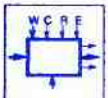
19. Outils de conception

437



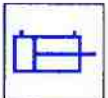
20. Commandes de systèmes

441



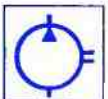
21. Les actionneurs

457



22. Symboles et conventions

531



Annexes

554



Index des références et Index alphabétique

556



1. Règles générales du dessin technique



Banque de
DONNEES

1. 1. Généralités sur les normes	8
1. 2. L'écriture	9
1. 3. Les formats de dessin	
1. 4. Eléments graphiques	10
1. 5. Le pliage des formats	11
1. 6. Le cartouche d'inscription	12
1. 7. La nomenclature de définition	
1. 8. Les échelles	13
1. 9. Les repères des éléments	
1.10. Les dispositions des vues	14
1.11. Les traits	15
1.12. Les coupes et les sections	16
1.13. Les hachures conventionnelles	18
1.14. Les intersections	19
1.15. Les raccordements	20
1.16. Les congés, chanfreins, dégagements	21
1.17. Les vues éclatées	22
1.18. Les perspectives	23
1.19. Désignation des formes mécaniques usuelles	24

1.1. Généralités sur les normes



Classement des normes par secteur d'activité

- | | |
|---|---|
| A : Métallurgie. | M : Combustible |
| B : Carrières. Céramique. Verre. Réfractaires. Bois.
Liège. | P : Bâtiment et génie civil |
| C : Electricité. | Q : Papiers et cartons. Technologie graphique. |
| D : Economie domestique. Hôtellerie. Ameublement.
Aménagement. | R : Automobile. Motocycle. Cycle. |
| E : Mécanique. | S : Industries diverses. |
| F : Chemin de fer. | T : Industries. Industries chimiques. |
| G : Textiles et cuirs. | U : Matières et objets utilisés en agriculture. |
| H : Emballage. Manutention. Transport. | V : Produits de l'agriculture, de la pêche et des
industries alimentaires. |
| J : Construction et industries navales. | X : Normes fondamentales. Normes générales. |
| K : Banque. Valeurs mobilières. Assurances. | Z : Administration. Commerce. Documentation.
Traitement de l'information. |
| L : Aéronautique et espace. | |

<p>- Norme Française homologuée. ou - Norme Française enregistrée. ou - Extrait de norme. ou - Fascicule de documentation ou - Norme expérimentale.</p>	<p>Organisme éditeur</p>	<p>Perçage conforme à la NF Q09-001.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Norme Française homologuée</td> <td style="width: 33%;">Dessins Techniques - Principes généraux Principes de représentation</td> <td style="width: 33%;">NF E 04-520 Décembre 1984</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Avant propos</td> </tr> <tr> <td colspan="3">La présente norme est en concordance technique avec la norme internationale ISO 128 mais elle présente une organisation différente des chapitres en vue d'en faciliter l'approche pédagogiques.</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sommaire</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Objet et domaine d'application.....</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Références.....</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Vues.....</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3.1</td> <td>Dénomination des vues.....</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3.2</td> <td>Choix des vues.....</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3.3</td> <td>Positions relatives des vues.....</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3.4</td> <td>Vues particulières.....</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3.5</td> <td>Vues partielles.....</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3.6</td> <td>Vues locales.....</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Traits.....</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>4.1</td> <td>Nature des traits.....</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>4.2</td> <td>Espacement des traits.....</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>4.3</td> <td>Coincidence des traits.....</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>4.4</td> <td>Lignes de repère.....</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Coupes et sections.....</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>5.1</td> <td>Généralités sur les coupes et les sections.....</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>5.2</td> <td>Généralités sur les hachures.....</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>5.3</td> <td>Cas particuliers.....</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Représentations particulières.....</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>6.1</td> <td>Demi-rabattement.....</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>6.2</td> <td>Parties contigües.....</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>6.3</td> <td>Intersections.....</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>6.4</td> <td>Surfaces planes.....</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>6.5</td> <td>Parties situées en avant du plan de coupe.....</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>6.6</td> <td>Vues des pièces symétriques.....</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>6.7</td> <td>Vues interrompues.....</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>6.8</td> <td>Représentation simplifiée d'éléments répétitifs.....</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>6.9</td> <td>Détails représentés à plus grande échelle.....</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>6.10</td> <td>Contour primitif de pièce.....</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>6.11</td> <td>Utilisation de couleurs.....</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>6.12</td> <td>Objets transparents.....</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bibliographie.....</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Annexe.....</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="font-size: small;"> Homologuée par décision du 1984-11-30 effet le 1984-12-30 </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="font-size: small;"> La présente norme remplace la norme enregistrée de même indice de septembre 1978 </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="font-size: small;"> © aInor 1984 Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays </td> </tr> </table>	Norme Française homologuée	Dessins Techniques - Principes généraux Principes de représentation	NF E 04-520 Décembre 1984	Avant propos			La présente norme est en concordance technique avec la norme internationale ISO 128 mais elle présente une organisation différente des chapitres en vue d'en faciliter l'approche pédagogiques.			Sommaire			1	Objet et domaine d'application	2	2	Références	2	3	Vues	2	3.1	Dénomination des vues.....	2	3.2	Choix des vues.....	3	3.3	Positions relatives des vues.....	3	3.4	Vues particulières.....	4	3.5	Vues partielles.....	5	3.6	Vues locales.....	5	4	Traits	5	4.1	Nature des traits.....	5	4.2	Espacement des traits.....	8	4.3	Coincidence des traits.....	8	4.4	Lignes de repère.....	8	5	Coupes et sections	9	5.1	Généralités sur les coupes et les sections.....	9	5.2	Généralités sur les hachures.....	10	5.3	Cas particuliers.....	12	6	Représentations particulières	16	6.1	Demi-rabattement.....	16	6.2	Parties contigües.....	17	6.3	Intersections.....	17	6.4	Surfaces planes.....	19	6.5	Parties situées en avant du plan de coupe.....	19	6.6	Vues des pièces symétriques.....	19	6.7	Vues interrompues.....	20	6.8	Représentation simplifiée d'éléments répétitifs.....	21	6.9	Détails représentés à plus grande échelle.....	21	6.10	Contour primitif de pièce.....	22	6.11	Utilisation de couleurs.....	22	6.12	Objets transparents.....	22		Bibliographie	22		Annexe	23	Homologuée par décision du 1984-11-30 effet le 1984-12-30			La présente norme remplace la norme enregistrée de même indice de septembre 1978			© aInor 1984 Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays			<p>Le titre</p> <p>NF : Normalisation Française. E : Indice de la classe. 04 : Indice de la sous-classe. 520 : Numéro d'ordre. Mois et année de publication.</p>
Norme Française homologuée	Dessins Techniques - Principes généraux Principes de représentation	NF E 04-520 Décembre 1984																																																																																																																										
Avant propos																																																																																																																												
La présente norme est en concordance technique avec la norme internationale ISO 128 mais elle présente une organisation différente des chapitres en vue d'en faciliter l'approche pédagogiques.																																																																																																																												
Sommaire																																																																																																																												
1	Objet et domaine d'application	2																																																																																																																										
2	Références	2																																																																																																																										
3	Vues	2																																																																																																																										
3.1	Dénomination des vues.....	2																																																																																																																										
3.2	Choix des vues.....	3																																																																																																																										
3.3	Positions relatives des vues.....	3																																																																																																																										
3.4	Vues particulières.....	4																																																																																																																										
3.5	Vues partielles.....	5																																																																																																																										
3.6	Vues locales.....	5																																																																																																																										
4	Traits	5																																																																																																																										
4.1	Nature des traits.....	5																																																																																																																										
4.2	Espacement des traits.....	8																																																																																																																										
4.3	Coincidence des traits.....	8																																																																																																																										
4.4	Lignes de repère.....	8																																																																																																																										
5	Coupes et sections	9																																																																																																																										
5.1	Généralités sur les coupes et les sections.....	9																																																																																																																										
5.2	Généralités sur les hachures.....	10																																																																																																																										
5.3	Cas particuliers.....	12																																																																																																																										
6	Représentations particulières	16																																																																																																																										
6.1	Demi-rabattement.....	16																																																																																																																										
6.2	Parties contigües.....	17																																																																																																																										
6.3	Intersections.....	17																																																																																																																										
6.4	Surfaces planes.....	19																																																																																																																										
6.5	Parties situées en avant du plan de coupe.....	19																																																																																																																										
6.6	Vues des pièces symétriques.....	19																																																																																																																										
6.7	Vues interrompues.....	20																																																																																																																										
6.8	Représentation simplifiée d'éléments répétitifs.....	21																																																																																																																										
6.9	Détails représentés à plus grande échelle.....	21																																																																																																																										
6.10	Contour primitif de pièce.....	22																																																																																																																										
6.11	Utilisation de couleurs.....	22																																																																																																																										
6.12	Objets transparents.....	22																																																																																																																										
	Bibliographie	22																																																																																																																										
	Annexe	23																																																																																																																										
Homologuée par décision du 1984-11-30 effet le 1984-12-30																																																																																																																												
La présente norme remplace la norme enregistrée de même indice de septembre 1978																																																																																																																												
© aInor 1984 Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays																																																																																																																												
<p>Date de l'arrêt d'homologation</p>	<p>Mentions diverses</p>	<p>Note : L'indice et la date d'une norme en vigueur doivent être conformes à ceux qui figure dans le catalogue.</p>																																																																																																																										
<p>Numéro et date du tirage</p>			<p>Titre de la norme en anglais et en allemand.</p>																																																																																																																									

aInor 04520

NFE 04-520 1er tirage 04-12

Technical drawings - General principles - Principes of presentation - Technische Zeichnungsbegriffe - Allgemeine Prinzipien - Grundregeln der Darstellung

1.2. L'écriture

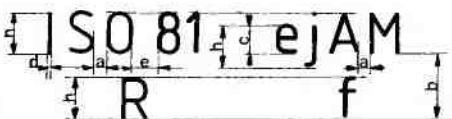
NF E 04-505



- Le choix des dimensions des écritures dépend du format utilisé pour le dessin, en conséquence, prendre comme dimensions nominales les valeurs suivantes :
 - Formats A4 - A3 - A2: - Écriture de 2,5.
 - Formats A1 - A0 - et formats allongés (NF E 04-502): - Écriture de 3,5.
- Les accents ou les trémas peuvent ne pas être mis sur les majuscules, sauf dans le cas où il y a risque d'ambiguïté.
- L'écriture doit être en priorité DROITE, elle peut être exceptionnellement penchée (inclinée à 15°).

Écriture B droite

ABCDEFGHIJKLMN O P
 QRSTUVWXYZ ;: Æ Ø
 à à ou ò ò abc de è è é f g h i j k
 l m n o p q r s t u û v w x y z
 æ ø ß & ? ! € \$ () = ~ « » » ~
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



Nota : les caractères ci-dessus sont issus de la norme NF E04-505. Toutefois, d'autres modèles de caractères sont actuellement imposés par les traceurs des stations D.A.O./C.A.O.

Écriture B penchée

ABCDEFGHIJKLMN O
 PQRSTUVWXYZ ;: Æ Ø
 à à ou ò ò abc de è è é f g h i j
 k l m n o p q r s t u û v w x y z
 æ ø ß & ? ! € \$ () = ~ « » » ~
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

	Dimensions	Dimensions mm							
		(10/10)h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
h	Dimension nominale Hauteur des majuscules (ou chiffres)	(10/10)h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
c	Hauteur des minuscules (sans hampes ni queues)	(7/10)h	1,8*	2,5	3,5	5	7	10	14
a	Espace entre les caractères	(2/10)h	0,5	0,7	0,7	1,4	2	2,8	4
b	Espace minimale entre les lignes (appui d'écriture à l'intérieur)	(14/10)h	3,5	5	5	10	14	20	28
e	Espace minimal entre les mots	(6/10)h	1,5	2,1	2,1	4,2	6	8,4	12
d	Largeur de trait	(1/10)h	0,2	0,35	0,35	0,7	1	1,4	2

Nota : pour la juxtaposition de certains caractères, l'espace (a) peut être réduit afin d'améliorer l'effet visuel, comme par exemple, LA, TV, VA.

1.3. Les formats de dessin

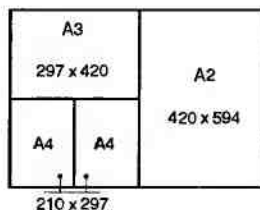
NF E 04-502

Formats série A (1^{er} choix)

- Tous les formats de cette série ont des dimensions dans le rapport $\sqrt{2}$ et se déduisent les uns des autres par subdivision par moitié, parallèlement au petit côté, à partir du format de base de 1m².

Formats normaux Formats allongés spéciaux

A0 : 841 x 1189	A3 x 3 : 420 x 891
A1 : 594 x 841	A3 x 4 : 420 x 1189
A2 : 420 x 594	A4 x 3 : 297 x 630
A3 : 297 x 420	A4 x 4 : 297 x 841
A4 : 210 x 297	A4 x 5 : 297 x 1051



Format A1 (594 x 841)

Format A0 (841 x 1189)



Cadre (marge)

- Il doit être matérialisé par un trait continu de 0,5mm. La marge doit être de 20mm pour les formats A0 et A1, et de 10mm pour les formats A2, A3, A4.

Repères de centrage

- Facilitent la reproduction sur machine et la microcopie des dessins.

Repères d'orientation

- Deux repères sous forme de flèches doivent figurer sur les supports pré-imprimés dans la marge. L'une des deux flèches doit être dirigée vers le dessinateur, l'autre supprimée. Dans le cas d'un support non imprimé, le dessinateur dessine la flèche qui détermine le sens de lecture du dessin.

Emplacement du cartouche d'inscription

- Quand le support est vu en hauteur pour les formats pairs (A0, A2, A4) et en largeur pour les formats impairs (A1, A3) le cartouche doit se trouver dans sa position de lecture, en bas et à droite.

Coordonnées

- Imprimées dans la marge, elles permettent la localisation rapide des détails, des additions, des modifications...

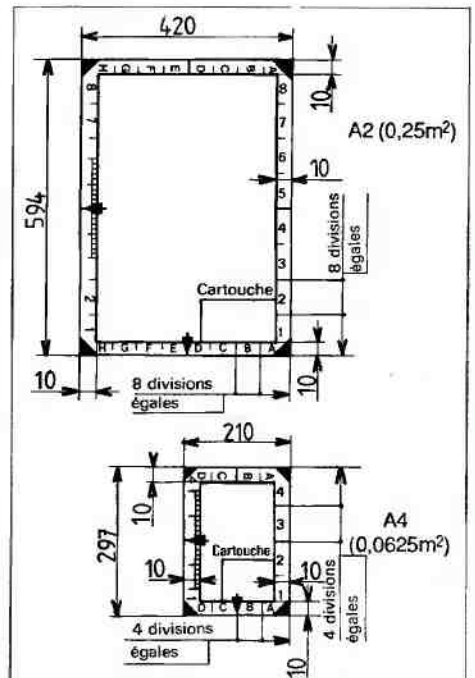
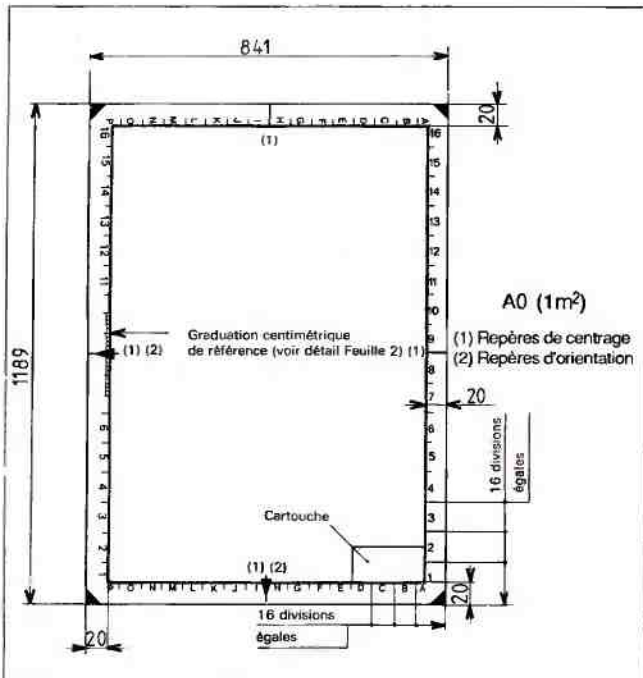
Graduation centimétrique de référence

- Non chiffrée, d'une longueur minimale de 200mm et d'une largeur maximale de 5mm, elle doit figurer dans la marge, près du cache. Elle doit être disposée symétriquement par rapport au repère de centrage situé sur le grand côté du format.

Onglets de coupe

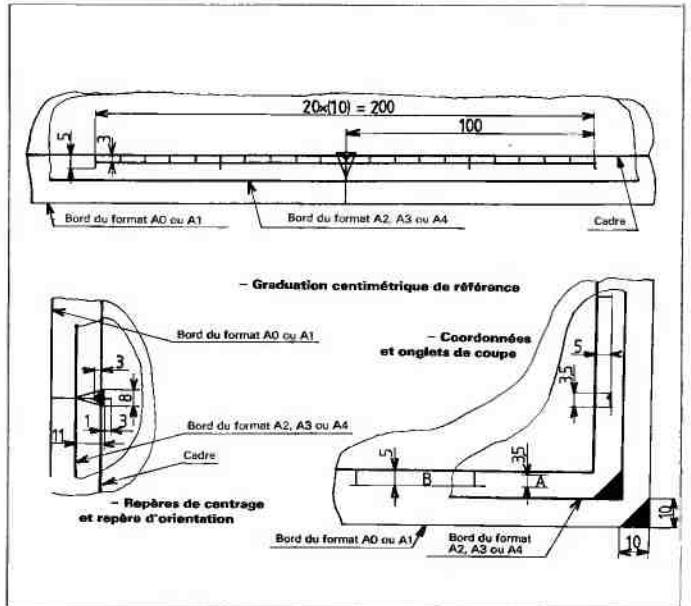
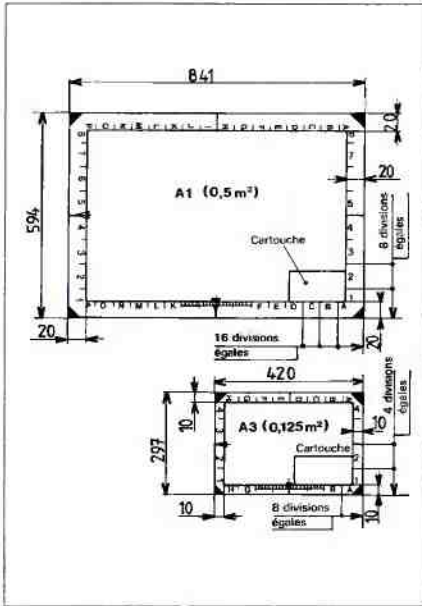
- Afin de faciliter la découpe des reproductions en format, il est recommandé de prévoir des onglets dans la marge, aux quatre coins du format fini. (triangles rectangles isocèles dont les deux côtés de l'angle droit auront 10mm).

Formats pairs



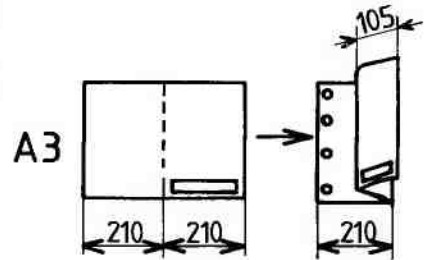
Formats impairs

Repères de centrage et d'orientation
Coordonnées et onglets de coupe
Graduation centimétrique de référence.



1.5. Le pliage des formats NF E 04-507

-La mise sous reliure nécessite l'emploi d'une bande adhésive perforée suivant NF E Q 09-001.
-Toutefois les formats A3 et A4 peuvent être perforés directement dans la marge (qui peut être agrandie) et pliés comme indiqué ci-contre.



Formats	Position du cartouche	1 ^{ère} Phase Pliage sur 297	2 ^{ème} Phase pliage sur 210
A0			
A1			
A2			
A3			Phase unique

1.6. Le cartouche d'inscription

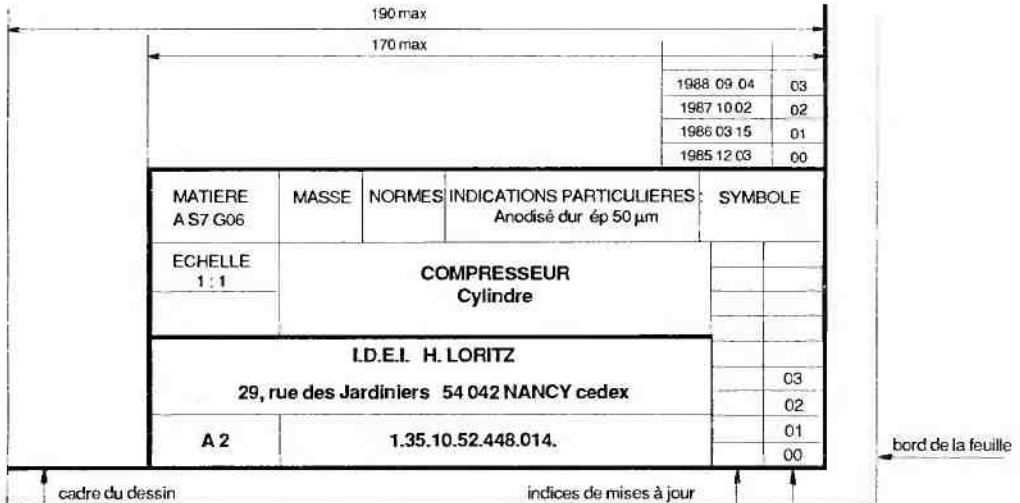
NF E 04-503



- **Emplacement** : Lorsque la feuille support du dessin est examinée en hauteur pour les formats pairs (A0, A2, A4) et en largeur pour les formats impairs (A1, A3) le cartouche d'inscriptions doit toujours se trouver, en sa position de lecture, en bas et à droite, accolé au cadre extérieur du dessin (NF E 04-502).

- **Dimensions** : Le cartouche ne doit jamais dépasser en largeur 190mm et en hauteur 277mm.

- **Dispositions et contenu** :

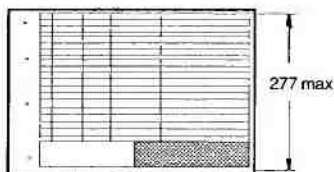


	Dates	Noms	Etablissements A.D.D.A
	Dessiné		88 - VITTEL
	Vérifié		2 345678
	Homologué		
			MANIPULATEUR Bras
04			04
03			03
02			02
01			01
00			00
	MISES A JOUR		2-100-2587-321

1.7. La nomenclature de définition

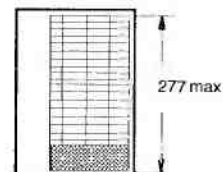
- Elle peut être disposée sur une feuille indépendante ou sur le dessin lui-même. Elle peut contenir autant de renseignements qu'il est jugé utile d'y porter.

Format A3



perforations
(facultatives)
selon la norme
NF Q 09-001

Format A4



1.8. Les échelles

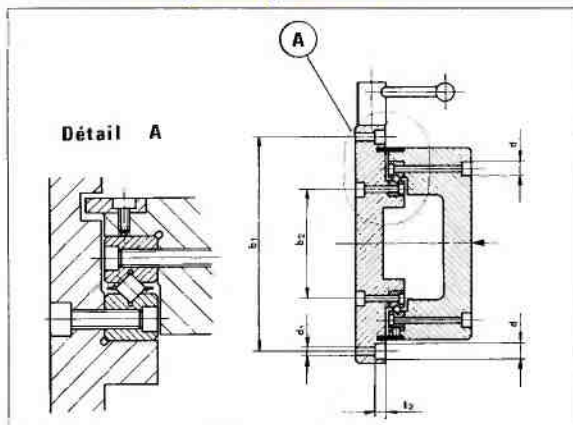
NF E 04-506



Désignation : Echelle 1 : 1 pour la vraie grandeur
Echelle X : 1 pour l'agrandissement
Echelle 1 : X pour la réduction
Le mot échelle peut être supprimé si aucune confusion n'est à craindre

Inscription : Indiquer toujours l'échelle à l'emplacement prévu dans le cartouche.

Désignation particulière



Echelles recommandées

Catégorie	Indication			
	200 : 1	250 : 1	500 : 1	1 000 : 1
Echelles d'agrandissement	20 : 1	25 : 1	50 : 1	100 : 1
	2 : 1(*)	2,5 : 1	5 : 1	10 : 1
	Vraie grandeur (échelle recommandée) 1 : 1			
Echelle de réduction	1 : 2(*)	1 : 2,5	1 : 5	1 : 10
	1 : 20	1 : 25	1 : 50	1 : 100
	1 : 200	1 : 250	1 : 500	1 : 1 000
	1 : 2 000	1 : 2 500	1 : 5 000	1 : 10 000

(*) Ces échelles ne sont pas recommandées car elles peuvent donner lieu à des impressions trompeuses à la conception

Note : 1 - Seules les échelles en caractères gras ont été retenues à l'ISO.

2 - Pour les dessins s'incorporant à des bâtiments, se référer à la norme NF P 02-002

1.9. Les repères des éléments

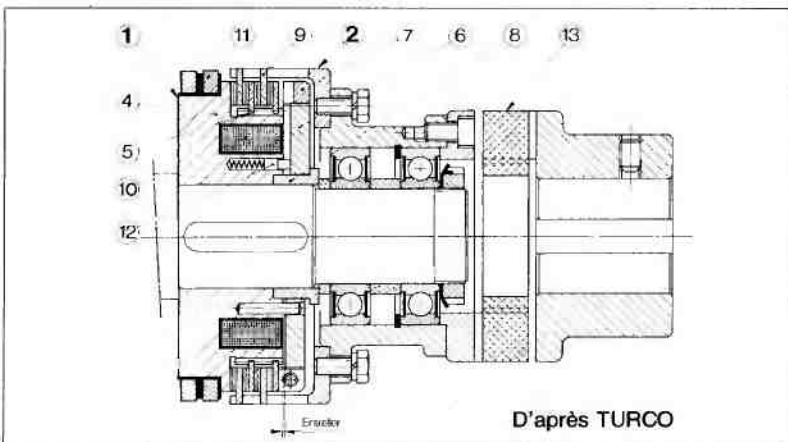
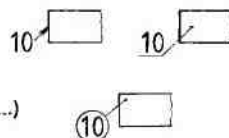
NF E 04-522

- Spécifications générales

- Les repères sont attribués de façon successive à chacun des éléments composant un ensemble.
- Tous les éléments identiques d'un même ensemble doivent être identifiés par un même repère.

- Représentation

- Les repères sont composés de chiffres arabes, ils peuvent être complétés par une lettre majuscule (8A, 8B, 8C...).
- Utiliser des caractères de plus grande hauteur d'écriture que celle utilisée pour la cotation par exemple.
- Inscire chaque repère à l'intérieur d'un cercle. (ou comme indiqué ci-contre)
- Disposer les repères en dehors du tracé général des éléments concernés.
- Adopter un ordre déterminant :
 - ordre numérique
 - ordre de montage possible
 - ordre d'importance (sous-ensemble, pièces principales, pièces secondaires...)
 - tout autre ordre logique.

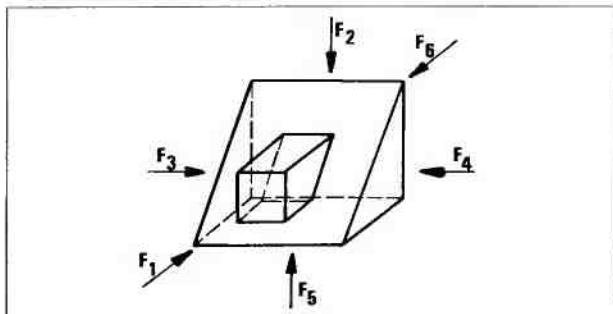


1. Partie motrice
2. Cloche d'embrayage
4. Electro-aimant
5. Disques intérieurs
6. Armature mobile
7. Ecrou de réglage
8. Fourrure amagnétique
9. Disques extérieurs
10. Bobine fixe
11. Bagues collectrices
12. Poussoirs de rappel
13. Accouplement élastique

Dénomination des vues

Méthode de projection du premier dièdre :

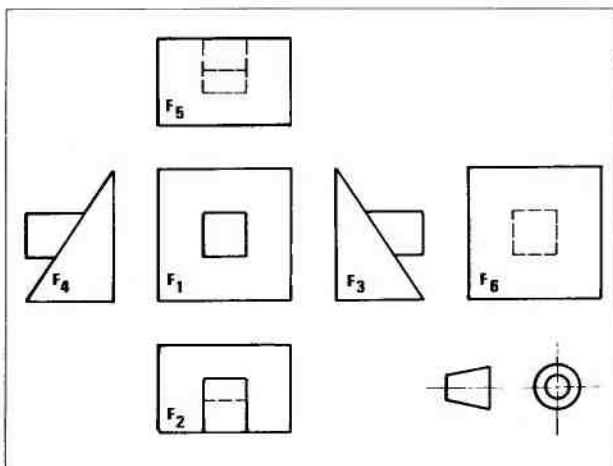
- Vue suivant F1 = vue de face
- Vue suivant F2 = vue de dessus
- Vue suivant F3 = vue de gauche
- Vue suivant F4 = vue de droite
- Vue suivant F5 = vue de dessous
- Vue suivant F6 = vue d'arrière



Positions relatives des vues

Par rapport à la vue de face (F1), les autres vues sont disposées comme suit :

- celle de dessus (F2), au-dessus
- celle de dessous (F5), au-dessous
- celle de gauche (F3), à droite
- celle de droite (F4), à gauche
- celle d'arrière (F6), peut être disposée à droite de (F3) ou à gauche de (F4), indifféremment.

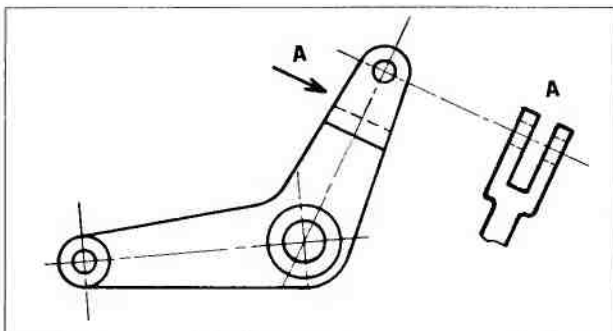


Vues particulières

- La flèche indique le sens d'observation du dessin. (par exemple lorsqu'une vue ne peut être disposée dans sa position normale).

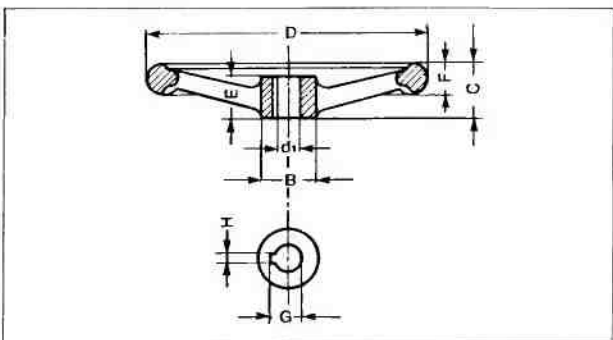
Vues partielles

- Si dans une vue, la représentation de la totalité d'un élément n'est pas indispensable à la compréhension du dessin, la vue entière peut être remplacée par une vue incomplète (voir dessin de la biellette ci-contre).



Vues locales

- A condition que la représentation ne soit pas ambiguë il est permis de se limiter à une vue locale à la place d'une vue complète.
- Les vues locales doivent être dessinées en trait continu fort et doivent être reliées à la vue principale au moyen d'un trait mixte fin.

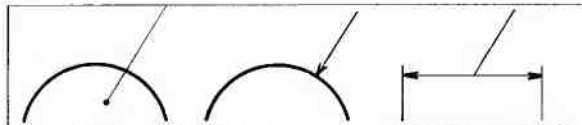


Largeur des traits

- Deux largeurs de traits, fort et fin, sont utilisées . Le rapport entre ces largeurs doit être supérieur ou égal à 2.
- Gamme de traits : 0,18 - 0,25 - 0,35 - 0,50 - 0,70 - 1 - 1,40 - 2 mm.

Lignes de repère (voir NF E 04-522)

- Les lignes de repère doivent être inclinées par rapport aux lignes du dessin environnant.
- Variantes (voir figure ci-contre).



Les types de traits

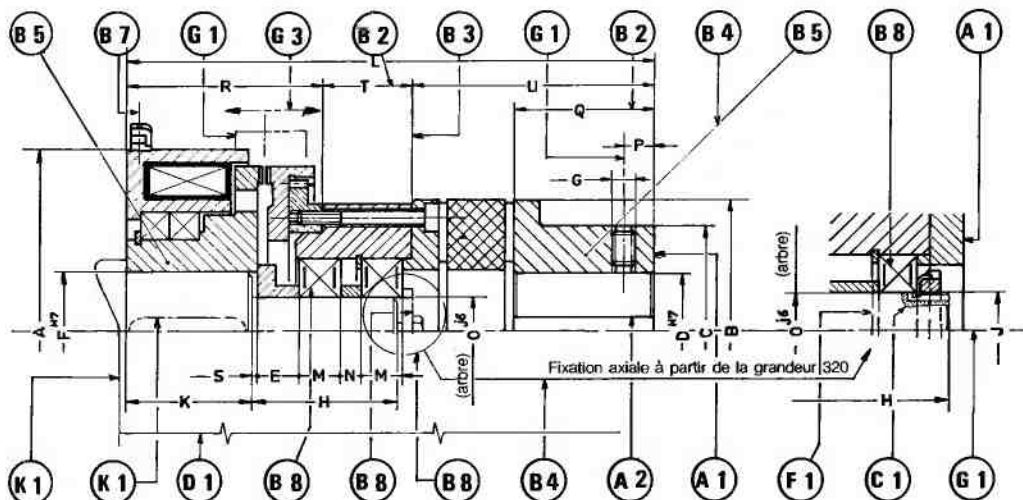
Trait	Désignation	Applicables générales et autres figures indiquées
A	Continu fort	A1 Contours vus A2 Arêtes vues
B	Continu fin (aux instruments)	B1 Arêtes fictives vues B2 Lignes de cote B3 Lignes d'attache B4 Lignes de repère B5 Hachures B6 Contours de section rabattues sur place B7 Axes courts B8 Constructions géométriques vues
C D	Continu fin (1) à main levée Continu fin (1) (droit avec zigzags) (2)	C1 Limites de vues ou coupes, partielles ou interrompues, si ces limites ne sont pas des traits mixtes fins D1
E	interrompu (1) fort	E1 Contours cachés E2 Arêtes cachées
F	interrompu (1) fin	F1 Contours cachés F2 Arêtes cachées
G	Mixte fin (3)	F3 Constructions géométriques cachées G1 Axes de révolution G2 Traces de plans de symétrie G3 Trajectoires
H	Mixte fin, avec éléments long forts aux extrémités et aux changements de plans de coupe	H1 Traces de plans de coupe
J	Mixte fort (3)	J1 Indication de lignes ou de surfaces faisant l'objet de spécifications particulières
K	Mixte fin à deux tirets (3)	K1 Contours de pièces voisines K2 Positions intermédiaires et extrêmes de pièces mobiles K3 Lignes des centres de gravité K4 Contours initiaux modifiés par façonnage K5 Parties situées en avant d'un plan de coupe K6 Demi-rabattement

(1) Sur un même dessin, il est recommandé de n'utiliser qu'une seule des deux possibilités offertes.

(2) Ce type de trait est utilisé en particulier pour les dessins exécutés d'une façon automatisée. Il est souhaitable de le faire légèrement dépasser de la pièce.

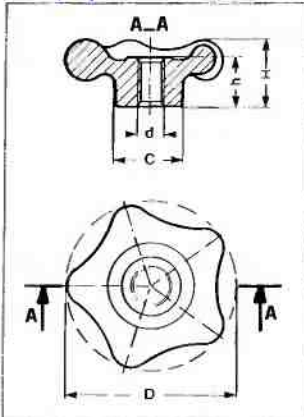
(3) Un trait mixte commence et se termine de préférence par un élément long.

Applications caractéristiques des différents types de traits

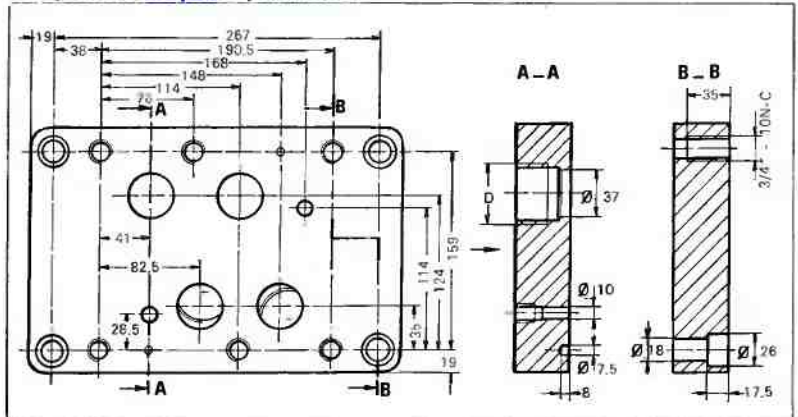




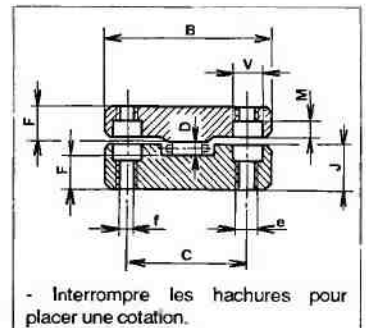
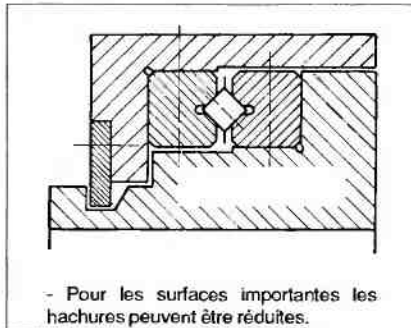
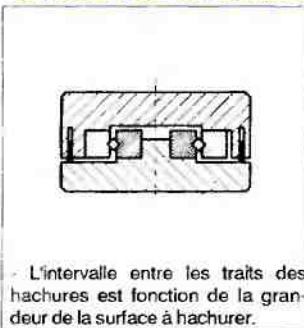
Coupe par un seul plan



Coupe brisée à plans parallèles



Généralités sur les hachures

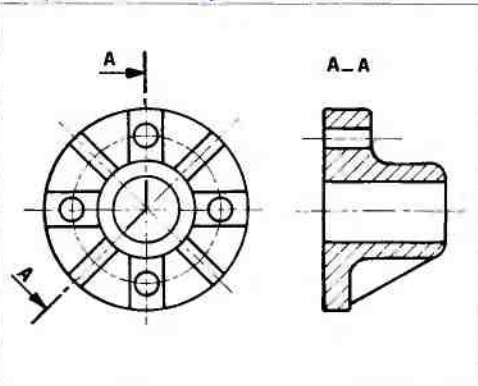


Sections de faible épaisseur

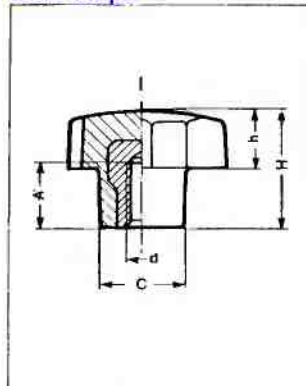
- Les sections de faible épaisseur peuvent être noircies ou grisées entièrement. Ménager entre plusieurs sections contigües noircies un espace blanc



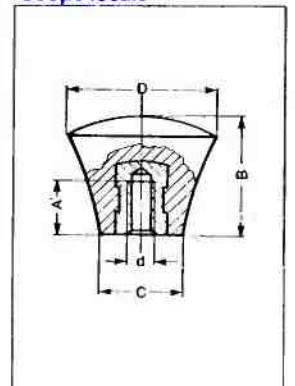
Coupe brisée à deux plans concourants



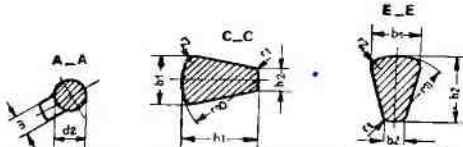
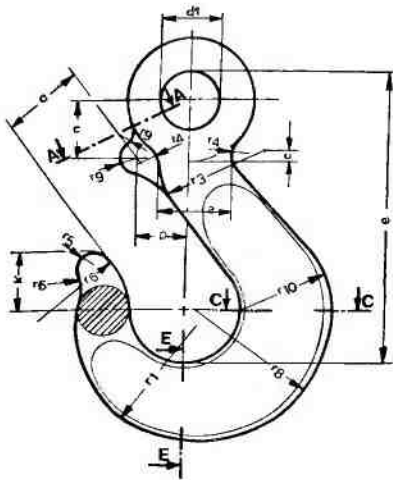
Demi-coupe



Coupe locale

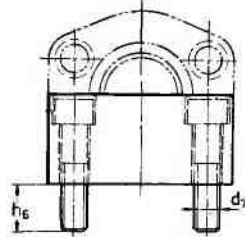


Sections rabattues sur place ou sorties



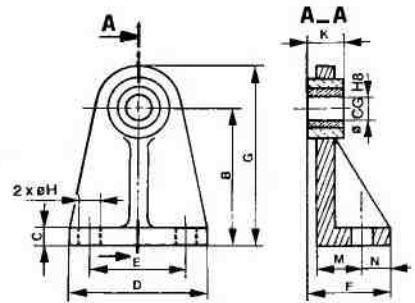
La section rabattue sur place doit être tracée en trait fin continu.

Demi-rabattement



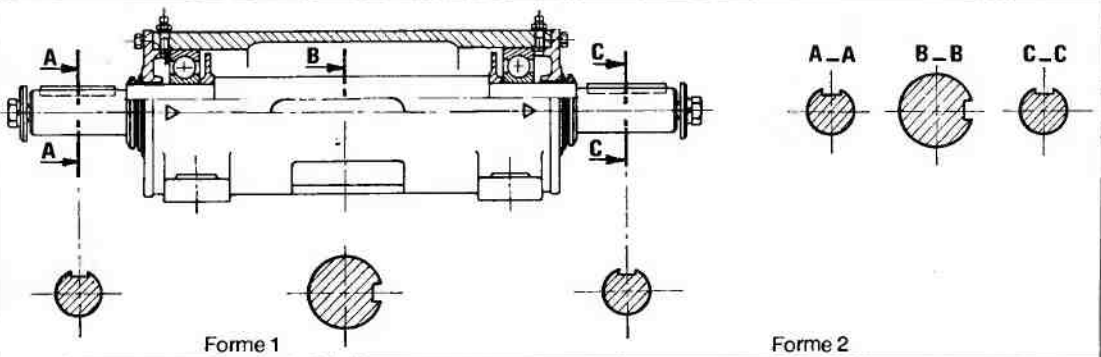
Exécuté en trait mixte fin à deux tirets.

Pièce nervurée



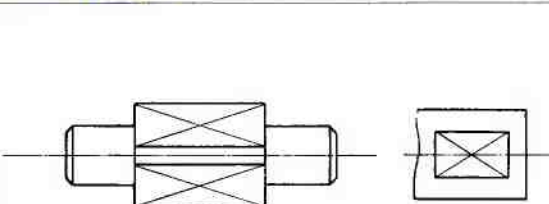
Coupe dans l'épaisseur de la nervure mais non hachurée.

Sections sorties successives (forme 1 ou forme 2)



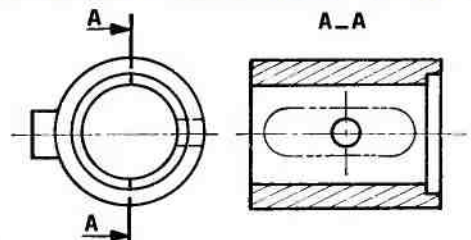
Surfaces planes

Parties situées en avant du plan de coupe



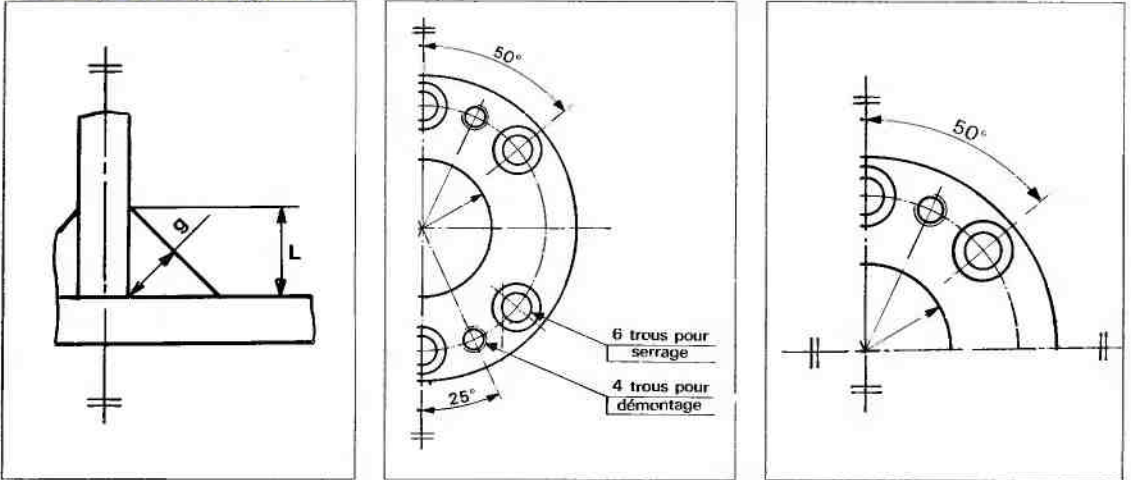
Surfaces planes en général

Méplat sur cylindre



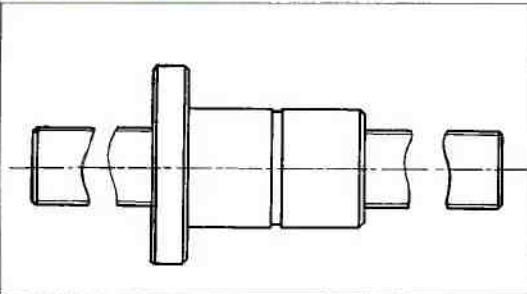
- Si la représentation de parties se trouvant en avant du plan de coupe est nécessaire, les dessiner en trait mixte fin à deux tirets.

Vues de pièces symétriques



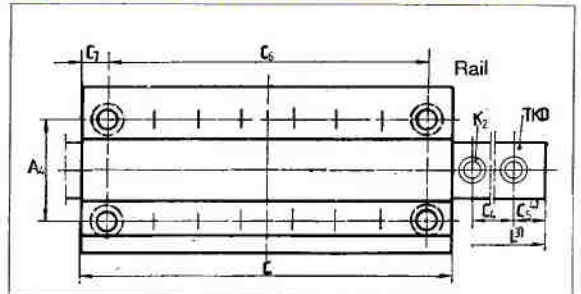
Dans le but de gagner du temps et de la place, on peut représenter les pièces par une fraction de leur vue complète. La trace du plan de symétrie doit être repérée à chacune de ses extrémités par deux petits traits fins parallèles, perpendiculaires à l'axe.

Vues interrompues



- Pour gagner de la place, on peut ne représenter que les parties d'une pièce longue qui suffisent à la définir.













Représentation simplifiée d'éléments répétitifs



Position des usinages

1.13. Les hachures conventionnelles

NF E 04-520

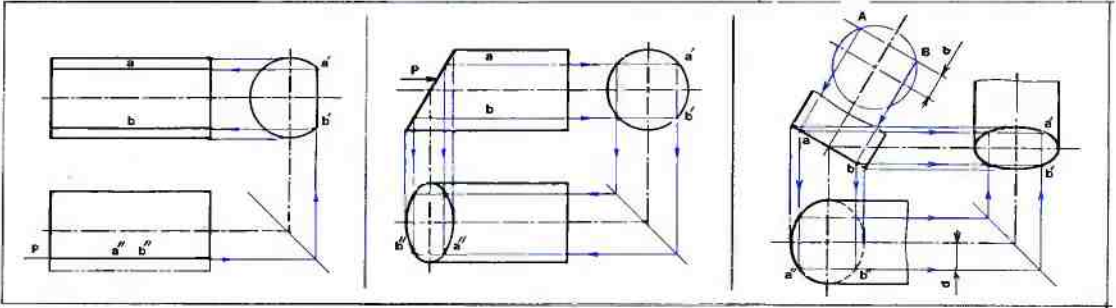
	Tous matériaux et alliages, sauf éventuellement ceux prévus ci-dessous.		Bois en coupe longitudinale.
	Cuivre et alliages de cuivre.		Isolant thermique.
	Métaux, alliages légers et maçonnerie creuse.		Béton de masse ou de propreté.
	Antifriction et de façon générale toutes matières coulées sur une pièce.		Sol naturel (meuble).
	Plastiques, isolations et garnitures.		Pièces d'optique (voir norme NF S 10-008)
	Bois en coupe transversale.		Verre fritté (voir norme NF E 04-117).

- Pour la représentation notamment des liquides, du sol naturel (roche), du sol aménagé, de la mousse de calfeutrement, voir NF P 02-001.

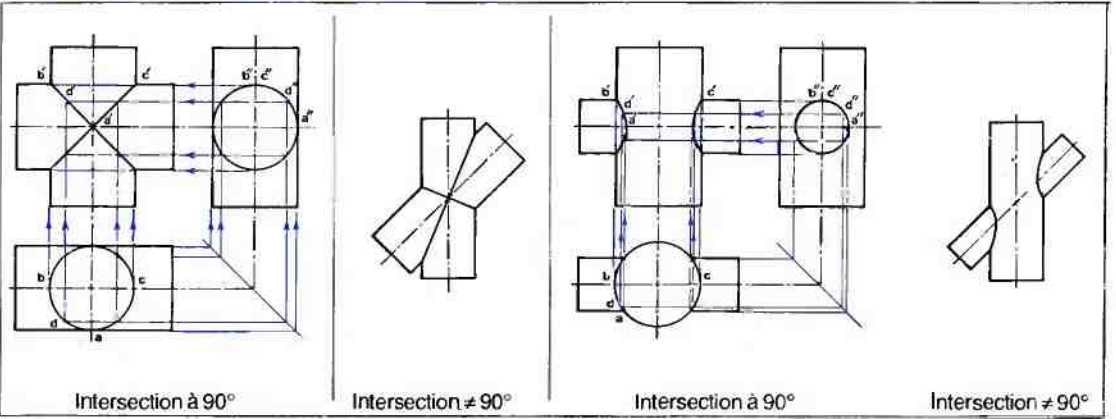
1.14. Les intersections



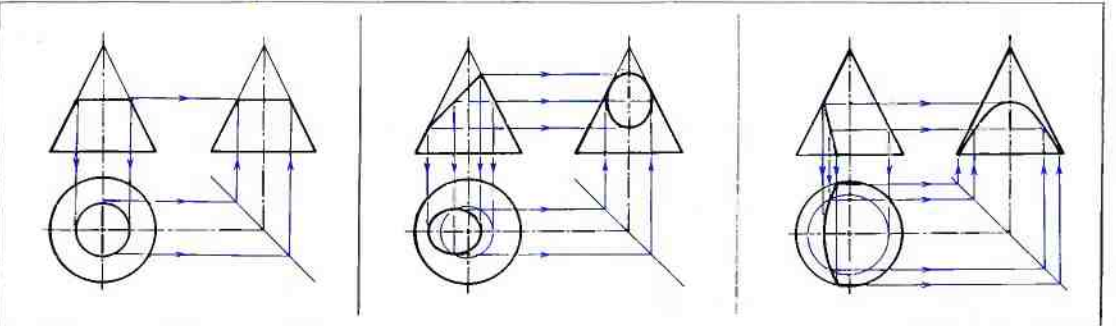
Intersection d'un cylindre par un plan



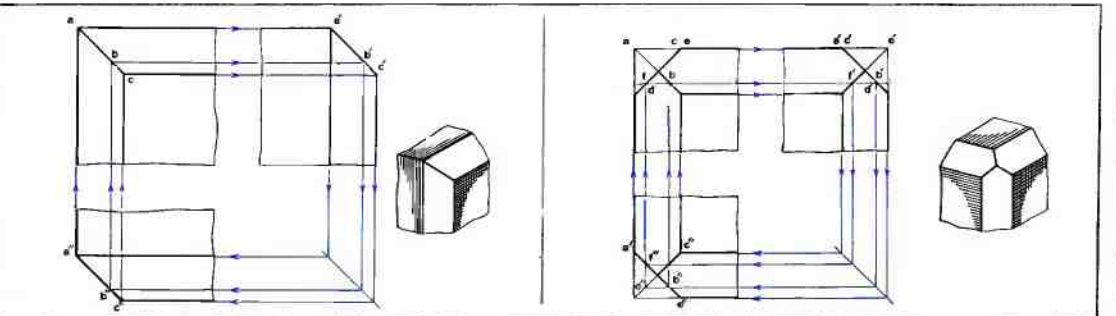
Intersection de cylindres à axes concourants



Intersection d'un cône par un plan



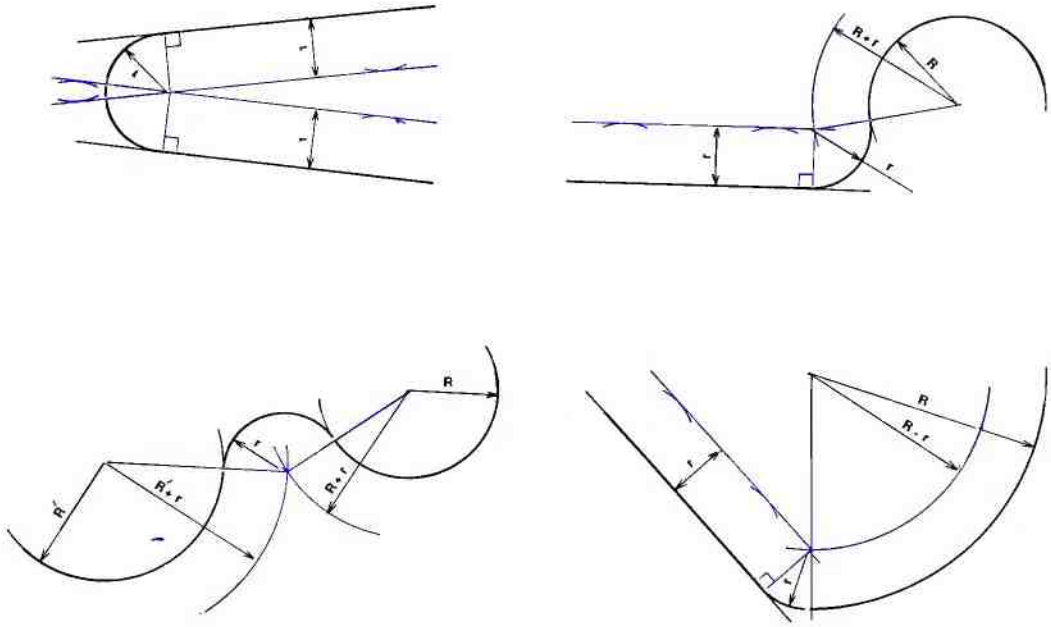
Intersection de plans



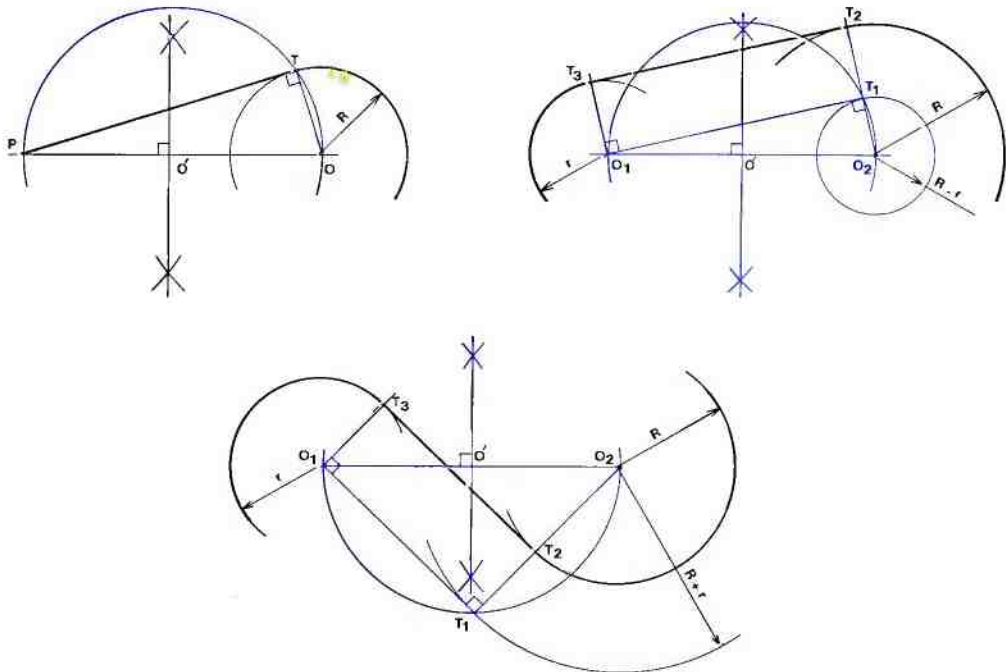
1.15. Les raccordements



Raccordements de droites ou de circonférences de rayon (R) par une circonférence de rayon (r).



Raccordement de circonférences par une droite (tangente)



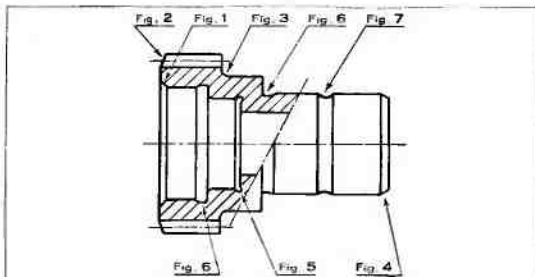
Nota : - en bleu construction, en noir trait fin droites ou circonférences à raccorder, en noir trait gras construction finale.
 - pour le tracé définitif, terminer par les parties droites.



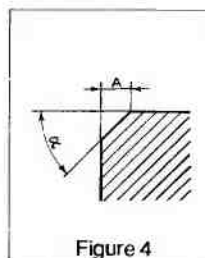
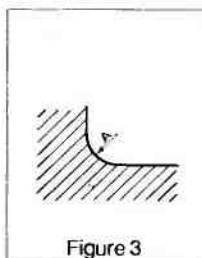
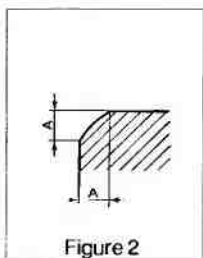
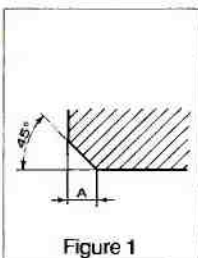
Congés - Chanfreins

- Les congés évitent les amorces de rupture (suppression des arêtes vives) et permettent le passage progressif d'une dimensions à une autre.
- Les chanfreins permettent d'éliminer les bavures (meilleure finition) et facilitent l'introduction des pièces l'une dans l'autre.
- Pour des raccords complexes comportant plusieurs éléments consécutifs à profil circulaire ou rectiligne, prendre les paramètres dans le tableau récapitulatif ci-dessous, en évitant d'utiliser les valeurs entre parenthèses.

Tolérance sur congés et chanfreins				
valeurs de A(mm)	0,25-0,4-0,6-(0,8)-1-(1,2)-1,6-(2)	2,5-3	4-(5)-6	(8)-10-(12)-16
Tolérances Arbres	0 -0,4	0 -0,5	0 -1,0	0 -0,2
Alésages (mm)	+0,4 0	+0,5 0	+1,0 0	+2,0 0



- Les congés et les chanfreins doivent être conformes aux dessins ci-dessous :



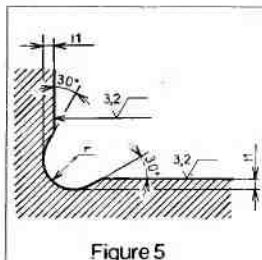
$\alpha = 45^\circ$
pour les ébavurages

$20^\circ < \alpha < 30^\circ$
pour les entrées de pièces.

Dégagement de rectification

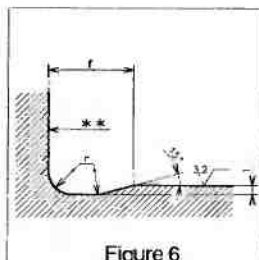
Dimensions suivant figure 5	
r	f
0,8 *	0,3 *
(1,0)	(0,4) *
1,2	0,4

* Les valeurs entre parenthèses sont conservées à titre transitoire.



Dimensions suivant figure 6		
r	0,1	f
0,4	0,2	1,7
(0,6) *	(0,25) *	(2,7) *
0,8	0,3	2,7

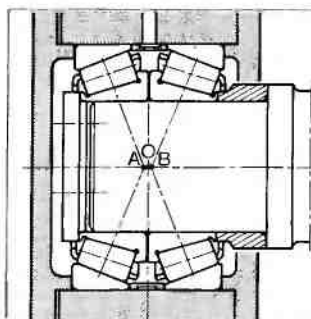
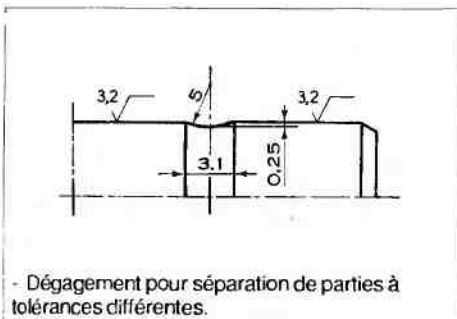
* Les valeurs entre parenthèses sont conservées à titre transitoire.



- Pour les alésages et arbres avec dressage de face.

- Pour les alésages et arbres sans dressage de face.

Note : Si nécessaire, la surface perpendiculaire à l'axe peut être dévoilée par reprise en rectification.



Exemple de montage d'un roulement avec rondelle d'appui chanfreinée.

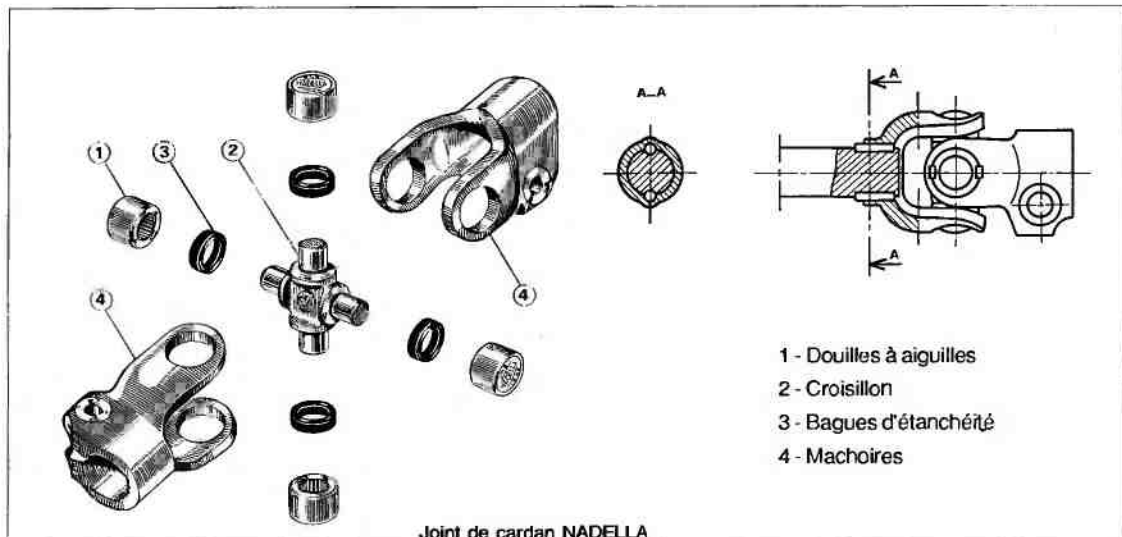
Le rayon de raccordement (fig.8) est parfois nécessaire pour des arbres fortement chargés travaillant en flexion. Il est utile de prévoir une rondelle intermédiaire chanfreinée.

- Dégagement pour séparation de parties à tolérances différentes.

1.17. Les vues éclatées



- Ce mode de représentation, bien que non normalisé, est très utilisé comme dessins techniques de catalogues, de guides d'entretien, de guides de montage, de notices explicatives, ou de publicités.
- Cette représentation difficile est très souvent l'œuvre de spécialistes, car chaque pièce doit être reconnaissable par ses formes et sa position de montage. La D.A.O. facilite largement cette démarche.
- Cette représentation est le plus souvent dessinée en projection axonométrique- trimétrique.
- Cette représentation est souvent accompagnée de repères et d'une légende.



Vues éclatées en ligne

- Ces vues en perspective facilitent la compréhension des montages et les différentes possibilités d'assemblage.

Type	Bague extérieure	Bague intérieure	Eléments roulants	Cage		
				Matière synthétique	Tôle emboutie	Massive usinée
Roulement à billes SNR						
Roulement à rouleaux SNR						

1.18. Les perspectives

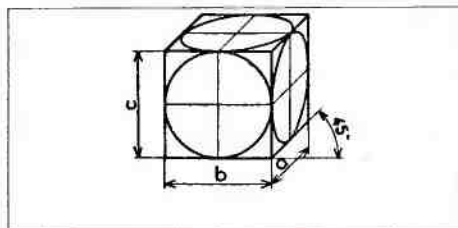
NF E 04-108



- Choisir toujours la projection la plus simple compatible avec le résultat recherché.

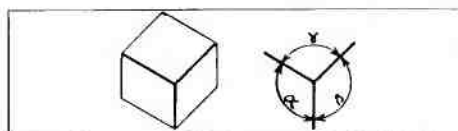
Projection cavalière courante (pour croquis rapide).

- Projection oblique parallèlement à une direction donnée sur un plan de projection parallèle à l'une des faces du cube de référence : $b = c = 1$, $a = 0,5$.



Projection axométrique

- Projection orthogonale de l'objet sur un plan de projection oblique défini par les angles que font entre elles les projections sur ce plan des trois arêtes concourantes, indiquées en traits forts, du cube de référence.



Projection isométrique

- Projection axonométrique dont les angles sont tous égaux.

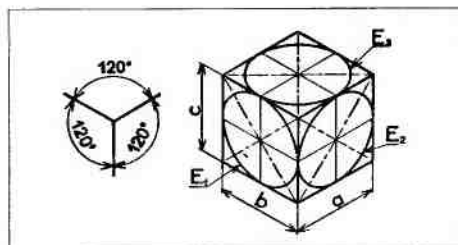
$$\alpha = \beta = \gamma = 120^\circ$$

$$a = b = c = 0,82$$

- grands axes, E_1 , E_2 , E_3 perpendiculaires respectivement aux arêtes a , b et c .

- petits axes égaux à 0,58.

- projection utilisée pour les exécutions simples.



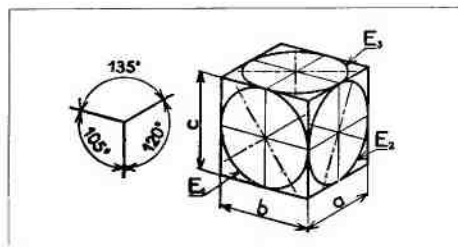
Projection trimétrique à 105 et 120°

- $a = 0,65$, $b = 0,86$, $c = 0,92$

- axes des ellipses E_1 , E_2 , $E_3 = 1$ et perpendiculaires aux arêtes a , b , et c .

- petits axes respectivement égaux à : 0,76 - 0,52 - 0,40

- projection utilisée pour représentation séparant au maximum les projections d'arêtes.



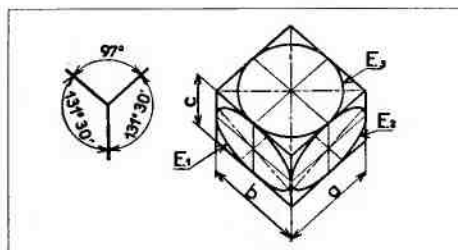
Projection dimétrique usuelle

- $a = b = 0,94$, $c = a/2 = B/2 = 0,47$

- axes des ellipses E_1 , E_2 , $E_3 = 1$ et respectivement perpendiculaires aux arêtes a , b , et c .

- petits axes respectivement égaux à 0,33 - 0,33 - 0,88

- projection utilisée pour la représentation des pièces ayant une face prépondérante.



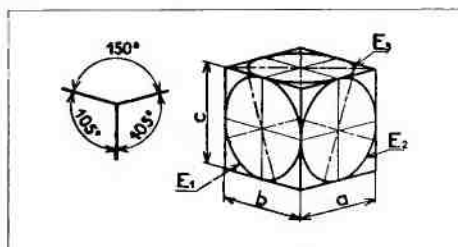
Projection dimétrique redressée

- $a = b = 0,73$, $c = 0,96$

- axes des ellipses E_1 , E_2 , $E_3 = 1$ et respectivement perpendiculaires aux arêtes a , b , et c .

- petits axes respectivement égaux à 0,68 - 0,68 - 0,27.

- projection utilisée pour la représentation des pièces allongées.



Inscription des cotes

- si des cotes doivent figurer sur une représentation en perspective, appliquer aux lignes de cotes et aux lignes d'attaches les mêmes règles de projection qu'à l'objet lui-même.

1.19. Désignation des formes mécaniques usuelles



<p>Chanfrein (2 à 45°)</p> <p>2 à 45°</p>	<p>Chanfrein (2 à 45°)</p> <p>2 à 45°</p> <p>d</p> <p>L</p>	<p>Arrondi r</p> <p>r</p>	<p>Bossage (d1 x e)</p> <p>d1</p> <p>d2</p> <p>e</p>
<p>Alésage (d)</p> <p>Trou borgne (d1 x p1)</p> <p>d1</p> <p>d2</p> <p>p1</p> <p>d2</p>	<p>Arbre (d x L)</p> <p>Collerette (d1 x e1)</p> <p>d1</p> <p>d2</p> <p>e1</p>	<p>Congé r</p> <p>Bouts arrondis ou rectangulaires</p> <p>L</p>	<p>Lamage (d2 x p)</p> <p>Collet (d1 x e)</p> <p>d1</p> <p>d2</p> <p>e</p>
<p>Evidement (d2 x p2)</p> <p>Ergot</p> <p>d2</p> <p>p2</p>	<p>Embase (d2 x e2)</p> <p>Goutte de suif (h)</p> <p>d2</p> <p>h</p>	<p>Boutonnière (L x l)</p> <p>ou Lumière ou Trou oblong</p> <p>Méplat (l1 x h1)</p> <p>L</p> <p>l</p> <p>d2</p> <p>l2</p> <p>h1</p> <p>l1</p>	<p>Epaulement (d2)</p> <p>Fraisure (F)</p> <p>d2</p> <p>F</p>
<p>Dégagement (r)</p> <p>r</p>	<p>Gorge (d x l)</p> <p>d</p> <p>l</p>	<p>Téton (d2 x l2)</p> <p>Locating (d2)</p> <p>(positionnement)</p> <p>d2</p> <p>l2</p>	<p>Embrèvement (e) Fente (f)</p> <p>Rainure (h x h)</p> <p>h</p> <p>h</p>
<p>Mortaise (L x l)</p> <p>L</p> <p>l</p>	<p>Tenon (L x l)</p> <p>L</p> <p>l</p>	<p>Macaron (d1) (centrage)</p> <p>d1</p>	<p>Semelle (a x b)</p> <p>h</p> <p>a</p> <p>b</p>
<p>Saignées (h x l)</p> <p>h</p> <p>l</p>	<p>Languettes (h x h)</p> <p>h</p> <p>h</p>	<p>Nervure (e)</p> <p>e</p> <p>a</p>	<p>Ailes (a x b)</p> <p>c</p> <p>a</p> <p>b</p>
<p>Entaille (a x b)</p> <p>a</p> <p>b</p>	<p>Lumière (h x L)</p> <p>h</p> <p>L</p>	<p>Profilé (a x b)</p> <p>p</p> <p>a</p>	<p>Goussets (c x d x e)</p> <p>c</p> <p>d</p> <p>e</p>
<p>Décrochement (a x b)</p> <p>a</p> <p>b</p>	<p>Evidement circulaire (d x l)</p> <p>d</p> <p>l</p>	<p>Chambrage (d x L)</p> <p>d</p> <p>L</p>	<p>Dents (l x h)</p> <p>l</p> <p>h</p>

2. Cotation



Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX



Fiche de
CALCULS

	Page		Page
2.1. Inscription des tolérances dimensionnelles et géométriques.			
2.1.1.	Eléments constituant les cotes	26	
2.1.2.	Position et inscription des cotes	27	
2.1.3.	Inscription des valeurs et symboles des cotes	28	
2.1.4.	Inscription des cotes géométriques	29	
2.1.5.	Inscription des références géométriques	30	
2.2. Tolérances et ajustements			
2.2.1.	Utilisation des dimensions linéaires nominales	31	
2.2.2.	Dimensions linéaires nominales		
2.2.3.	Ecart, définitions	32	
2.2.4.	Position des écarts - limites		
2.2.5.	Positions des écarts donnés par les tableaux		
2.2.6.	Tolérances des pièces lisses - qualité		
2.2.7.	Ecart fondamental des arbres	33	
2.2.8.	Ecart fondamental des alésages		
2.2.9.	Ajustements couramment utilisés en mécanique	34	
2.2.10.	Alésages usuels		
2.2.11.	Arbres usuels		
2.2.12.	Systèmes d'ajustement		
2.2.13.	Valeurs calculées des principaux ajustements	35	
2.3. Tolérances géométriques			
2.3.1.	Principe de l'enveloppe	36	
2.3.2.	Principe de Taylor		
2.3.3.	Principe de l'indépendance	37	
2.3.4.	Principe du maximum de matière		
2.3.5.	Etat virtuel		
2.3.6.	Tolérances géométriques de rectitude	38	
2.3.7.	Tolérances géométriques de circularité		
2.3.8.	Tolérances géométriques de cylindricité	39	
2.3.9.	Tolérances géométriques de planéité		
2.3.10.	Tolérance de forme d'une ligne quelconque		
2.3.11.	Tolérance de forme d'une surface quelconque		
2.3.12.	Tolérances géométriques de parallélisme	40	
2.3.13.	Tolérances géométriques de perpendicularité	41	
2.3.14.	Tolérances géométriques d'inclinaison	42	
2.3.15.	Tolérances géométriques de localisation	43	
2.3.16.	Tolérances géométriques de symétrie	45	
2.3.17.	Tolérances géométriques de concentricité		
2.3.18.	Tolérances géométriques de coaxialité		
2.3.19.	Tolérances géométriques de battement simple radial	46	
2.3.20.	Tolérances géométriques de battement simple axial		
2.3.21.	Tolérances géométriques de battement simple oblique		
2.3.22.	Tolérances géométriques de battement total radial	47	
2.3.23.	Tolérances géométriques de battement total axial		
2.3.24.	Tolérances géométriques de battement total oblique		
2.3.25.	Tolérancement des pièces déformables	48	
2.3.26.	Tolérancement des profils		
2.3.27.	Références géométriques	49	
2.3.28.	Interprétation des indications géométriques pour le contrôle	50	
2.4. Cotation fonctionnelle			
2.4.1.	Méthode de résolution des chaînes de cotes	51	
2.4.2.	Tracé et résolution des chaînes de cotes	52	
2.4.3.	Chaîne avec condition négative (serrage)	53	
2.4.4.	Chaîne avec jeu incertain		
2.4.5.	Chaîne avec condition dépendant d'un jeu	54	
2.4.5.1.	Résolution par simulation		
2.4.5.2.	Résolution par les cotes fictives		
2.4.6.	Chaîne comportant un maillon d'excentration	55	
2.4.6.1.	Cotation d'assemblage avec maillons d'excentration (coaxialité au maximum de matière)		
2.4.6.2.	Cotation de fonctionnement avec maillons d'excentration		
2.4.7.	Cotation des assemblages coniques	56	
2.4.8.	Cotation des assemblages prismatiques	57	
2.4.9.	Cotation géométrique d'assemblage : maximum de matière	58	
2.4.10.	Cotation d'une perpendicularité au maximum de matière		
2.4.11.	Cotation d'une position au maximum de matière	59	
2.4.12.	Cotation par résolution graphique	60	

2.1. Inscription des cotes dimensionnelles et géométriques

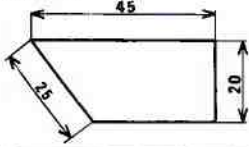


2.1.1. Eléments constituant les cotes

<p>Généralités</p> <p>Valeur de la cote 11</p>	<p>Les cotes doivent être placées sur les vues ou coupes qui représentent le plus clairement les éléments correspondants.</p> <p>Les éléments pouvant constituer la cote comprennent les lignes d'attache, de cote, de repère, l'extrémité de la ligne de cote, l'indication d'origine, la valeur de la cote, la tolérance et éventuellement un symbole particulier.</p> <p>Les lignes d'attache, de cote, de repère sont des traits continus fins.</p> <p>Les lignes de cote doivent être parallèles à l'élément coté; elles ne doivent jamais coïncider avec une autre représentation graphique.</p>
<p>Lignes d'attache, de cote et de repère</p>	<p>Les lignes d'attache doivent être tracées perpendiculairement à l'élément à coté; en cas de nécessité elles peuvent être tracées obliquement, parallèles entre elles.</p> <p>Les lignes de cote se référant à un élément représenté en vue interrompue sont tracées sans interruption.</p> <p>Les lignes d'attache doivent être prolongées légèrement au-delà des lignes de cote. Un petit espace peut éventuellement séparer le contour de la ligne d'attache.</p> <p>Les lignes d'épure concourantes et la ligne d'attache passant par leur intersection doivent être prolongées légèrement au-delà de leur point d'intersection.</p> <p>Un axe peut être utilisé comme ligne d'attache; son prolongement peut être tracé comme une ligne d'attache.</p> <p>Les intersections de lignes de cote doivent être évitées. Toutefois, en cas d'impossibilité, elles ne doivent pas être interrompues.</p>
<p>Cotation des rayons</p>	<p>Pour coter un rayon, on doit tracer une ligne de cote ayant pour direction le rayon et terminée par une flèche pointée sur l'arc de cercle. Ligne et flèche sont normalement situées à l'intérieur du cercle. Quand il s'agit d'une valeur faible de rayon, ligne et flèche sont situées à l'extérieur.</p> <p>Lorsque le centre d'un arc se trouve en dehors des limites de l'espace disponible, la ligne de cote du rayon doit être brisée ou interrompue, selon qu'il est ou non nécessaire de situer le centre.</p>
<p>Cotation des diamètres</p>	<p>Pour coter un diamètre, on peut utiliser l'une quelconque des dispositions présentées sur les figures ci-contre.</p>
<p>Extrémités des cotes</p>	<p>Les flèches doivent être représentées à l'intérieur des lignes de cote. Par manque de place, elles peuvent être reportées à l'extérieur.</p> <p>Un même type d'extrémité (flèche ou barre) doit être utilisé sur un même dessin. Toutefois, un dessin comportant une cotation à cotés superposées, laquelle impose des flèches, pourra comporter des barres obliques pour d'autres lignes de cote.</p> <p>Dans le cas d'une cotation en série, les barres ou les flèches situées à la jonction de deux cotes peuvent être, si l'espace est très limité, remplacées par des points.</p> <p>Quatre types d'extrémités:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la flèche. - le point - la barre oblique. - le cercle d'origine commune.

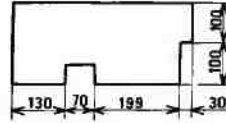
2.1.2. Position et inscription des cotes

Méthode

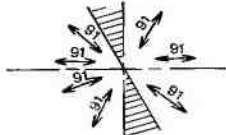


Les valeurs sont disposées parallèlement à leur ligne de cote, et de préférence au milieu, au dessus, légèrement espacées de celles-ci.

Cotation en série

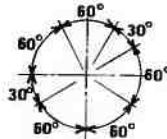


Coter sur une même ligne plusieurs dimensions se suivant sans se chevaucher.



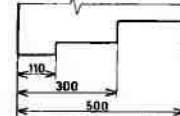
Les valeurs doivent être inscrites depuis le bas ou depuis la droite du dessin.

Les valeurs angulaires peuvent être orientées conformément aux deux figures ci-dessous.



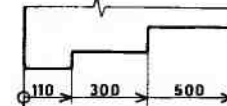
Cotation à partir d'une même ligne d'attache

Cotation en parallèle



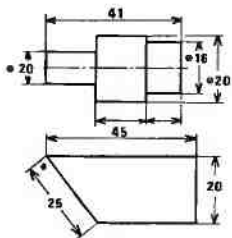
Coter sur des lignes parallèles plusieurs dimensions ayant même direction à partir d'une origine commune.

Cotation à cotes superposées



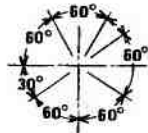
L'origine doit être indiquée par un cercle et l'autre extrémité de chaque ligne de cote est terminée par une flèche.

Autre méthode d'inscription aidant à la lisibilité

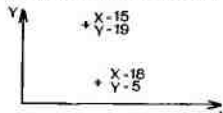


Les valeurs sont inscrites pour être lues depuis le bas de la feuille.

Les lignes de cote non horizontales sont interrompues vers le milieu pour l'insertion de la valeur.

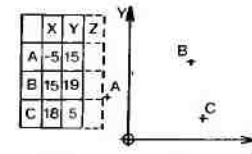


Cotation en coordonnées cartésiennes



Les coordonnées des cotes peuvent être inscrites à proximité de la représentation ponctuelle de chaque point.

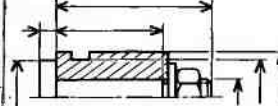
L'orientation des axes doit être précisée.



Les coordonnées des cotes peuvent être regroupées dans un tableau.

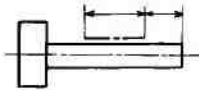
Si l'intersection de leur tracé correspond à l'origine commune, celle-ci doit être matérialisée par le cercle d'origine commun.

Autres formes de disposition et d'indication des cotes



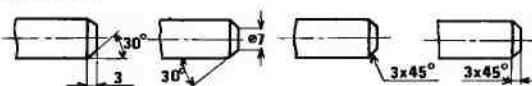
Lorsque exceptionnellement sur un dessin d'ensemble, une cotation est envisagée, les cotes relatives à chaque pièce doivent être groupées.

Zone de spécification particulière



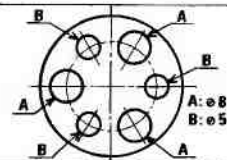
Si la position et les dimensions ressortent clairement, il n'est pas nécessaire de les coter.

Chanfreins

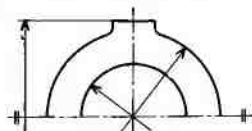


Angle différent de 45°.

Angle à 45°.



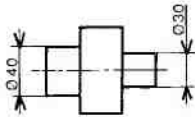
Pour éviter de répéter la même cote ou d'avoir de longues lignes d'attache, des lettres de référence peuvent être utilisées en les associant avec un tableau explicatif ou une note.



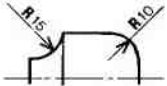
Dans les vues ou les coupes de pièces symétriques partiellement dessinées, on doit prolonger légèrement au-delà de l'axe de symétrie la partie conservée des lignes de cote, la deuxième flèche étant supprimée.

2.1.3. Inscription des valeurs et symboles des cotes

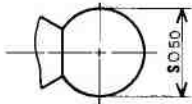
Symboles de forme



Ø
Diamètre
ou D



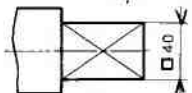
R
Rayon



S Ø
Sphère
de diamètre



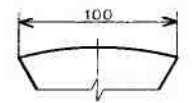
SR
Sphère
de rayon



□
Carré



()
Arc

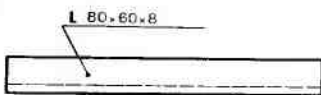


Corde



Angle

Barres et profilés



Pour une section en U



Pour une section en I



Pour une section en T



Pour une section en Z



Pour une section en Ω



Pour une section ronde



Pour une section carrée



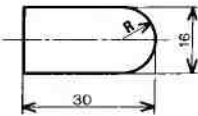
Pour une section rectangulaire



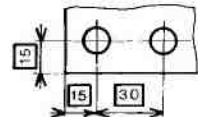
Pour une cornière



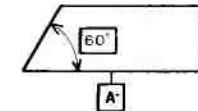
Indications spéciales



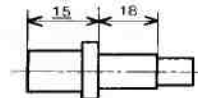
R
Rayon
deductible
directement



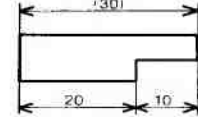
30
Cote
encadrée
pour dimension
de référence



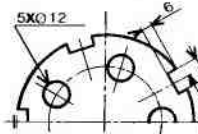
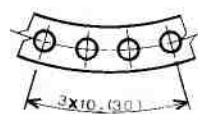
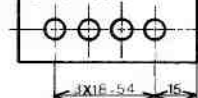
15
Cote
soulignée
cote non à l'échelle



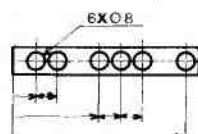
(30)
Cote
auxiliaire
(pour information)



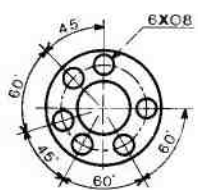
x
Éléments
équidistants



Les intervalles
circulaires et
angulaires
peuvent être
déduits.

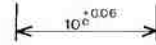
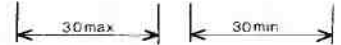


x
éléments
répétitifs

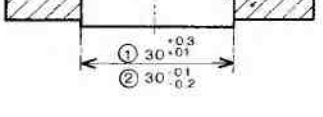
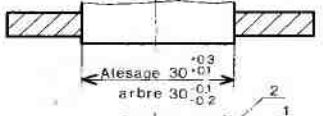
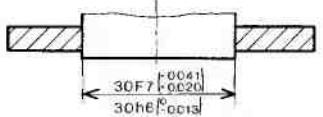
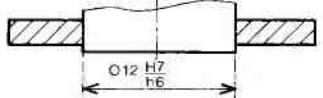
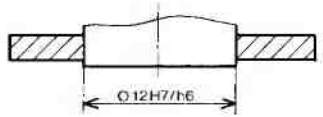


Inscription des tolérances

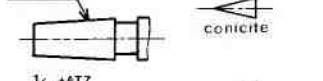
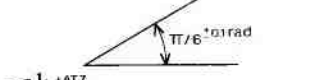
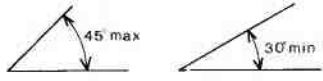
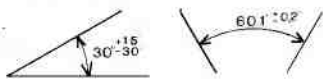
Dimensions linéaires



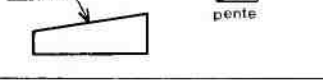
Cotation des assemblages



Dimensions angulaires



conicité

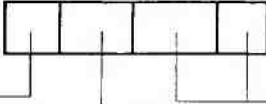


pente

2.1.4. Inscription des références géométriques

Cadre de tolérance

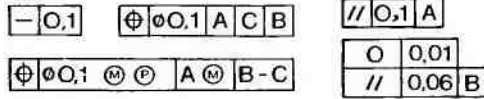
Symbole de la caractéristique géométrique tolérancée.



Éventuellement lettre(s) identifiant la ou les références, sans signe prime ni indice.

Valeur de la tolérance dans l'unité utilisée pour la cotation linéaire éventuellement précédée du signe Ø, suivie de symboles d'application de principe et de définition de zone de tolérance.

Exemples

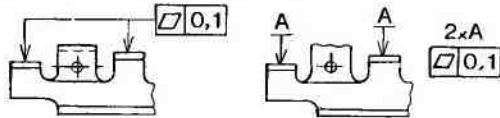


Si la tolérance se rapporte à plusieurs éléments répétitifs, l'indication est inscrite au-dessus du cadre.



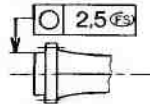
Notation des indications restrictives.

Indication des zones de tolérance



Tolérance de même valeur appliquée à des éléments séparés.

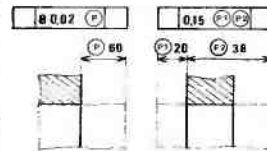
Pièces déformables



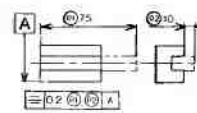
Les dessins des pièces déformables doivent comporter dans ou près du cartouche le qualificatif DEFORMABLE.

Le symbole modificateur FS pour les variations géométriques admises à l'état libre.

Tolérances projetées

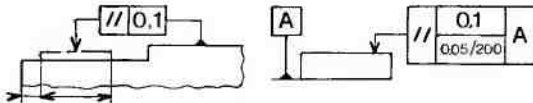


Le fait que la tolérance s'applique sur la zone de tolérance projetée est indiquée par le symbole P.



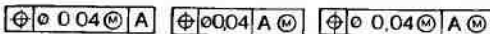
Dans certains cas, la tolérance s'applique non pas à l'élément lui-même mais à son prolongement.

Spécifications restrictives



Tolérance appliquée à une longueur restreinte d'un élément.

Spécification de l'état au maximum de matière



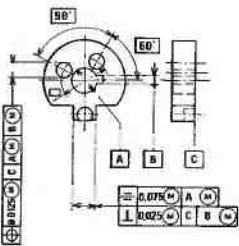
Le fait que la valeur de la tolérance s'applique à l'état au maximum de matière est indiqué par le symbole (M) placé à la suite :

- de la valeur de la tolérance

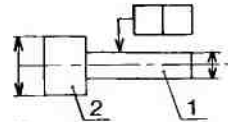
- de la lettre de référence

de l'un et de l'autre

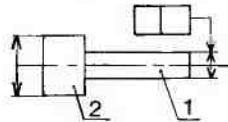
selon que le principe s'applique soit à l'élément tolérancé, soit aux éléments de référence, soit aux deux.



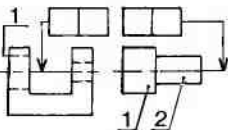
Nature de l'élément tolérancé



Généatrices ou surface du cylindre en fonction de la caractéristique tolérancée.

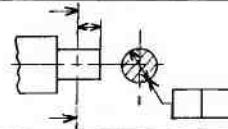


Axe du cylindre 1.



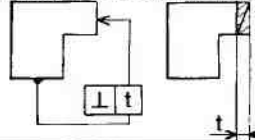
Axe commun aux cylindres 1 et 2.

Indication à éviter du fait de la difficulté à apprécier un axe commun.



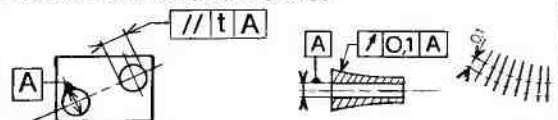
Centre du cercle dans la section spécifiée.

Etendue de la zone de tolérance



Quelle que soit la caractéristique tolérancée, la zone de tolérance s'y rapportant est toujours exprimée pour la totalité de l'élément sauf spécifications contraires.

Direction de la zone de tolérance

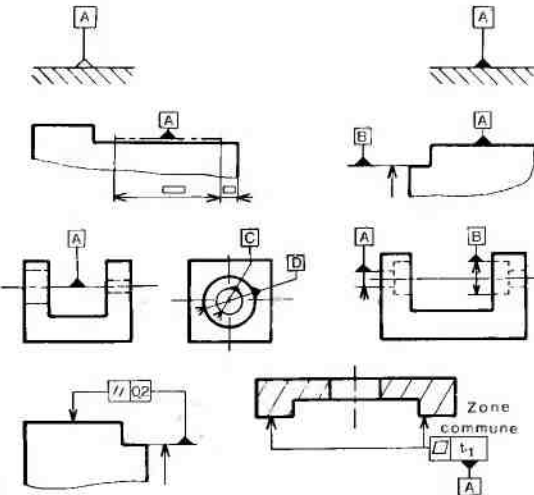


La largeur de la zone de tolérance est dans la direction de la flèche sauf si la valeur est précédée du signe Ø.

La largeur de la zone de tolérance est normale à la géométrie spécifiée.

2.1.5. Inscription des cotes géométriques

Références spécifiées



Pour identifier la référence spécifiée, une lettre majuscule est inscrite dans un cadre relié à un triangle de référence noirci ou non.

Le triangle de référence avec la lettre de référence est placé sur le contour de l'élément ou sur son prolongement (mais clairement séparé de la ligne de cote), si l'élément de référence est la ligne ou la surface elle-même.

Si la référence doit être appliquée à une partie restreinte de l'élément, cette partie est cotée dans le prolongement de la ligne de cote lorsque l'élément de référence est l'axe ou le plan médian de l'élément ainsi coté.

Lorsque les flèches sont placées à l'extérieur des lignes de rappel, l'une d'elles est remplacée par le triangle de référence sur l'axe ou le plan médian lorsque la référence est :

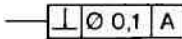
- l'axe ou le plan médian de l'élément singulier (par exemple un cylindre).
- l'axe ou le plan commun formé avec deux éléments.

S'il n'y a qu'une seule référence et si le cadre de la tolérance peut être relié directement par une ligne de repère à l'élément de référence, la lettre de référence peut être omise.

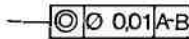
Lorsque la référence est constituée par un groupe d'éléments tolérancés, le triangle identifiant la référence est placé sur le cadre de tolérance se rapportant à ces éléments.

Indication dans le cadre de tolérance

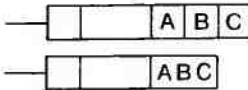
Référence établie par 1 élément (ou référence simple)



Référence établie par 2 éléments (ou référence commune)



Système de références établi par deux ou trois éléments



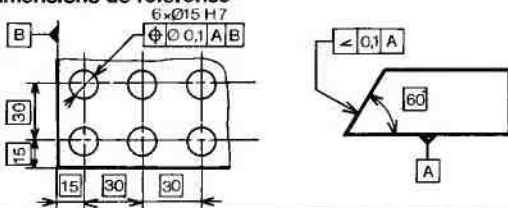
Lorsque la référence est établie par un seul élément, elle est indiquée par une seule lettre dans la troisième case du cadre de tolérance.

Lorsque la référence est établie par deux éléments, elle est indiquée par deux lettres séparées par un trait d'union dans la troisième case du cadre de tolérance.

Si l'ordre dans lequel les lettres de références sont indiquées doit être respecté pour la vérification, celles-ci doivent être inscrites dans des cases séparées.

Dans le cas contraire, elles sont indiquées dans la même case.

Dimensions de référence

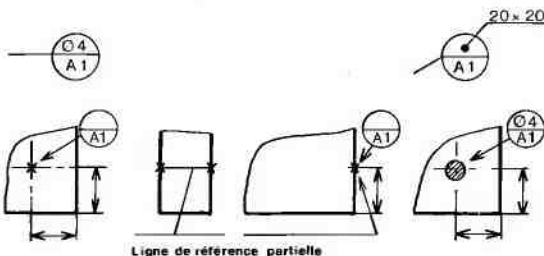


Si des indications de position, de forme ou d'orientation sont prescrits pour un élément, les dimensions définissant la position, la forme ou l'angle ne doivent pas être tolérancées.

Les cotes sont alors encadrées, par exemple $\boxed{30}$. Les dimensions effectives correspondantes de la pièce sont limitées seulement par les tolérances de position, de forme ou d'orientation spécifiées dans le cadre de tolérance.

Référence partielle

Cadre de référence partielle



Les références partielles sont indiquées par un cadre circulaire, divisé en deux cases par une ligne horizontale.

La case supérieure est réservée aux informations additionnelles telle que la dimension de la zone de la référence partielle. S'il n'y a pas assez de place dans la case, l'information peut être placée à l'extérieur du cadre et reliée à la case correspondante par une ligne de repère terminée par un point.

Si la référence partielle est :

- ✕ - un point : elle est indiquée par une croix.
- ✕—✕ - une ligne : elle est indiquée par deux croix reliées par un trait continu fin.
- une zone : elle est indiquée par une zone hachurée encadrée par un trait mixte à deux points.

2.2. Tolérances et ajustements

NFE 01-001

Données

ISO

2.2.1. Utilisation des dimensions linéaires nominales

Dans un but de standardisation des outillages, des produits marchands, des composants, des gabarits de contrôle, il faut utiliser pour le choix des dimensions linéaires nominales les nombres normaux de la série Renard.

Les nombres normaux sont les termes de valeurs conventionnellement arrondies de séries géométriques comportant les puissances entières de 10 et ayant comme raison respectivement $5\sqrt{10}$, $10\sqrt{10}$, $20\sqrt{10}$, $40\sqrt{10}$, $80\sqrt{10}$.

- Choisir les dimensions des pièces parmi les valeurs des séries R dans l'ordre de préférence R 10, R 20, R 40.
- Retenir en cas de nécessité les valeurs arrondies des séries Ra dans l'ordre de préférence Ra 10, Ra 20, Ra 40.

Exemple d'utilisation:

Exemple de séries d'alésoirs proposés par Fraisa (extrait de son catalogue).

Exemple de séries de profils ronds étirés proposés par Thyssen (extrait de son catalogue).

Code N°	Ø
8660340	24
350	25
360	26
380	28
400	30
420	32

Z16CN17-2	liste de stock	Ø
■	24	
■	25	
■	26	
■	28	
■	30	
■	32	

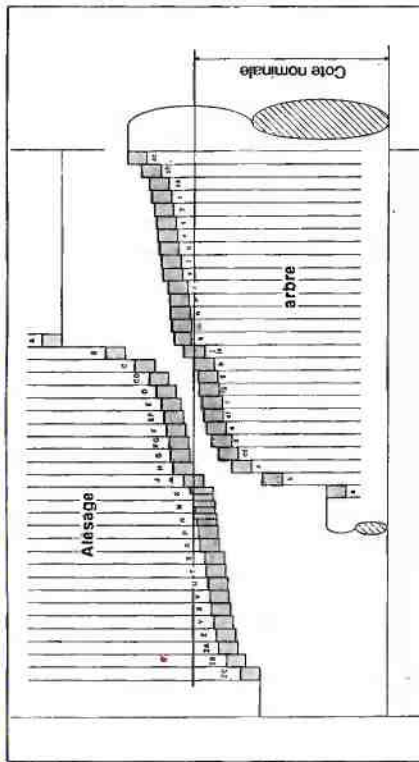
2.2.2. Dimensions linéaires nominales

1 à 10 mm				10 à 100 mm						100 à 500 mm					
R		Ra		R			Ra			R			Ra		
R 10	R 20	Ra 10	Ra 20	R 10	R 20	R 40	Ra 10	Ra 20	Ra 40	R 10	R 20	R 40	Ra 10	Ra 20	Ra 40
1,00	1,00	1	1	10,0	10	10	10	10		100	100	100	100	100	100
	1,12		1,1		11,2	11,2		11			112	112		110	110
											118	118			120
1,25	1,25	1,2	1,2	12,5	12,5	12,5	12	12	12	125	125	125	125	125	125
	1,40		1,4		14,0	14,0		14	14		140	140		140	140
						15,0			15		150	150			150
1,60	1,60	1,6	1,6	16,0	16,0	16,0	16	16	16	160	160	160	160	160	160
	1,80		1,8		18,0	18,0		18	18		180	180		180	180
						19,0			19		190	190			190
2,00	2,00	2	2	20,0	20,0	20,0	20	20	20	200	200	200	200	200	200
	2,24		2,2		22,4	22,4		22	22		224	224		220	220
						23,6			24		236	236			240
2,50	2,50	2,5	2,5	25,0	25,0	25,0	25	25	25	250	250	250	250	250	250
	2,80		2,8		28,0	28,0		28	28		280	280		280	280
						30,0			30		300	300			300
3,15	3,15	3	3	31,5	31,5	31,5	32	32	32	315	315	315	320	320	320
	3,55		3,5		35,5	35,5		36	36		355	355		360	360
						37,5			38		375	375			380
4,00	4,00	4	4	40,0	40,0	40,0	40	40	40	400	400	400	400	400	400
	4,50		4,5		45,0	45,0		45	45		450	450		450	450
						47,5			48		475	475			480
5,00	5,00	5	5	50,0	50,0	50,0	50	50	50	500	500	500	500	500	500
	5,60		5,5		56,0	56,0		56	56						560
						60,0			60						600
6,30	6,30	6	6	63,0	63,0	63,0	63	63	63						630
	7,10		7		71,0	71,0		71	71						710
						75,0			75						750
8,00	8,00	8	8	80,0	80,0	80,0	80	80	80						800
	9,00		9		90,0	90,0		90	90						900
						95,0			95						950
10,00	10,00	10	10	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100						1000

les termes Ra soulignés dans le tableau sont les seuls qui diffèrent, du fait de l'arrondissement, des termes R correspondants.



2.2.4. Position des écarts - limites



La position des écarts par rapport à la cote nominale est signifiée par une ou deux lettres, minuscules pour les arbres, majuscules pour les alésages.

2.2.3. Ecart, définitions

Une cote ISO est caractérisée par sa cote nominale, sa position, sa qualité. Elle peut être traduite par une cote nominale avec des limites supérieures et inférieures appelées écarts qui sont situés par rapport à la cote nominale.

+ écart supérieur
+ écart inférieur

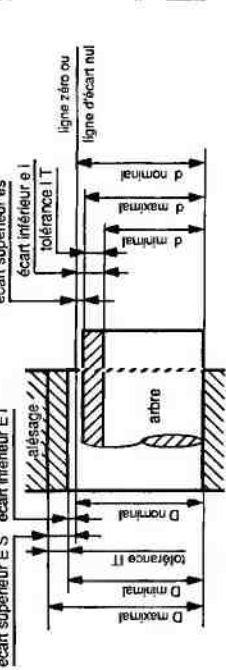
cote nominale +0,033
0

exemple: 20 H 8 = 20 0

+ écart supérieur
+ écart inférieur

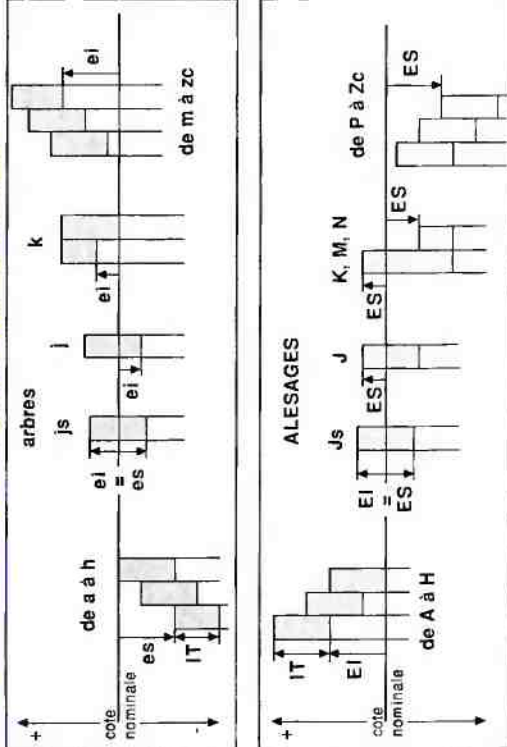
cote nominale + écart inférieur
0 -0,033

exemple: 20 h 8 = 20 -0,033



Ecart supérieur de l'alésage : ES = D maxi - D nominal = EI + IT
Ecart inférieur de l'alésage : EI = D mini - D nominal = ES - IT
Ecart supérieur de l'arbre : es = d maxi - d nominal = ei + IT
Ecart inférieur de l'arbre : ei = d mini - d nominal = es - IT

2.2.5. Positions des écarts donnés par les tableaux



Les tableaux donnent en général l'écart le plus proche de la cote nominale.

2.2.6. Tolérances des pièces lisses - qualité

poilés de dimensions en mm	qualités																		
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
> 3 à	53	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
> 6 à	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	6	12	18	30	48	75	120	190	300	480	750
> 10 à	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
> 18 à	30	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
> 30 à	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
> 50 à	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	48	74	120	190	300	480	740	1200	1900
> 80 à	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
> 120 à	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
> 180 à	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
> 250 à	315	2,5	4	6	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5000
> 315 à	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	88	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
> 400 à	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

* les qualités 14, 15, 16 ne sont prévues qu'au-delà de 1 mm

tolérances fondamentales en microns

2.2.9. Ajustements couramment utilisés en mécanique

Cas d'emploi		arbres (positions)	Alésages				
			H6	H7	H8	H9	H11
Pièces mobiles l'une par rapport à l'autre	Pièces dont le fonctionnement nécessite un grand jeu (dilatation, mauvais alignement, portées très longues, etc.)	c				9	11
		d				9	11
	Cas ordinaire des pièces tournant ou glissant dans une bague ou palier (bon graissage assuré)	e		7	8	9	
		f	6	6-7	7		
	Pièces avec guidage précis pour mouvements de faible amplitude	g	5	6			
Pièces immobiles l'une par rapport à l'autre	démontage et remontage possibles sans détérioration des pièces l'emmanchement ne peut pas transmettre d'effort	mise en place à la main	h	5	6	7	8
			js	5	6		
	démontage et remontage impossibles sans détérioration des pièces l'emmanchement peut transmettre des efforts	mise en place au maillet	k	5			
			m		6		
		mise en place à la presse	p		6		
			s			7	
			u			7	
			x			7	
		z			7		

2.2.10. Systèmes d'ajustements

Système à alésage normal :

Système dans lequel la dimension au maximum de matière de l'alésage correspond à sa dimension nominale.

L'alésage normal est d'écart inférieur nul (position H).

Les jeux entre les éléments sont obtenus en associant des arbres appropriés (voir le tableau 2.2.4).

Système à arbre normal :

Système dans lequel la dimension au maximum de matière de l'arbre correspond à sa dimension nominale.

L'arbre normal est d'écart supérieur nul (position h).

Les jeux entre les éléments sont obtenus en associant des alésages appropriés (voir le tableau 2.2.4).

2.2.11. Alésages usuels

Qualités	Positions																						
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	J _s	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	
1									+	+													
2									+	+													
3									+	+													
4									+	+													
5					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

2.2.12. Arbres usuels

Qualités	Positions																									
	a	b	c	d	e	f	g	h	j	j _s	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z				
1									+	+																
2									+	+																
3									+	+																
4									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
5						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
6						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
7						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
8						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
10						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
11	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
12									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
13									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
14									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
15									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
16									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			

2.3. Tolérances géométriques

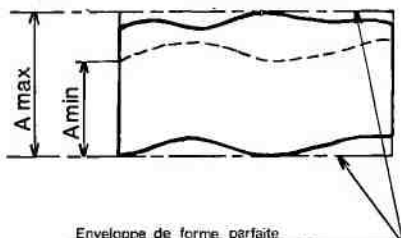
NF E 02-200
NF E 04-541



2.3.1. Principe de l'enveloppe

(E)

Zone de tolérance



Entre l'enveloppe de forme parfaite des dimensions au maximum de matière et les dimensions locales au minimum de matière.

Elément de référence

Soit la surface déjà identifiée comme référence, soit l'une ou l'autre surface alternativement.

Domaine d'application

Particulièrement adapté pour les pièces devant s'assembler.

Permet une cotation simple et non surabondante.

Permet une démarche de cotation au maximum de matière.

Permet un contrôle simple avec des calibres aux maximum de matière facile à définir.

Ne peut pas convenir aux éléments de grande longueur relative.

Peut englober les tolérances de rectitude, de planéité, de circularité et de cylindricité. Si ces tolérances géométriques sont spécifiées, elles sont obligatoirement restrictives par rapport à la tolérance dimensionnelle.

N'affecte pas l'orientation, la position et le battement; ceux-ci devant faire l'objet d'une indication particulière.

Symbole

Aucune indication

ou

le symbole

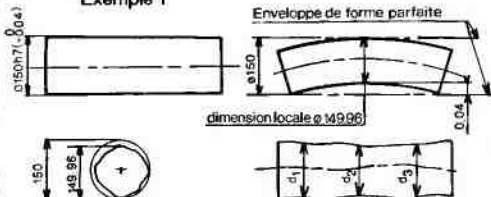


près du cartouche du dessin

Par défaut d'indication de norme, les dessins seront interprétés suivant le principe de l'enveloppe.

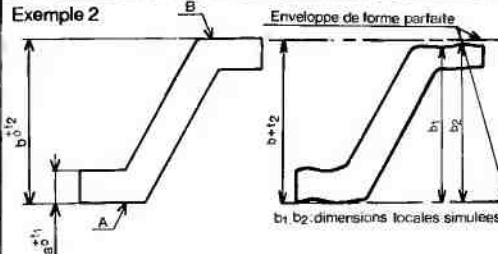
Exemples

Exemple 1



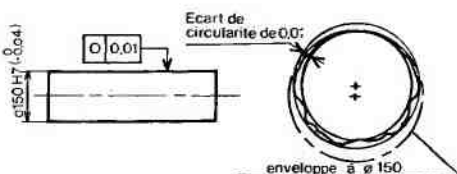
- La surface cylindrique ne doit pas dépasser l'enveloppe de forme parfaite à la dimension maximale de $\phi 150$.
- Aucune dimension locale ne doit être inférieure à $\phi 149,96$.

Exemple 2



- L'entité dimensionnelle est définie par les surfaces A et B distantes de b .
- L'enveloppe de forme parfaite est définie par deux plans parallèles distants de $b + t_2$.
- Les dimensions locales simulées définies comme les distances entre tout point de la surface B et un plan tangent à la surface A, doivent avoir des valeurs comprises entre b et $b + t_2$.

Exemple 3 : Cas comportant une exigence spécifique.



- Les exigences de l'exemple 1 s'appliquent, avec une exigence complémentaire de forme (défaut de circularité), obligatoirement restrictive par rapport à la tolérance dimensionnelle.
- L'écart de circularité sera contrôlé localement.

2.3.2. Principe de Taylor

Zone de tolérance

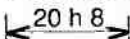
Identique à celle du principe de l'enveloppe.

Domaine d'application

Limites des pièces définies dans le système ISO de tolérances, en particulier les arbres et les alésages.

Symbole

Aucune indication particulière autre que les cotes ISO



Exemple

Identique à celui du principe de l'enveloppe.

Cylindre enveloppe de forme parfaite des dimensions au maximum de matière. Les dimensions locales au minimum de matière.

Interprétation

2.3.3. Principe de l'indépendance

Définition de la zone de tolérance

Chaque exigence spécifiée sur un dessin pour une tolérance dimensionnelle ou une tolérance géométrique doit être respectée en elle-même.

Domaine d'application

Ce principe est destiné à coter les éléments non destinés à s'assembler et les éléments de grande longueur.

Il ne permet pas de maîtriser facilement les ajustements et les empilages fonctionnels de pièces.

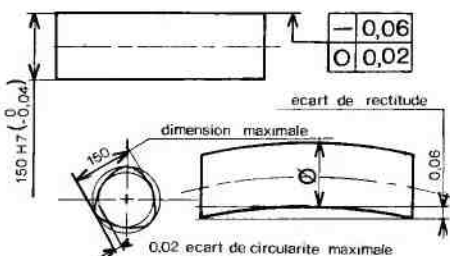
Ce principe ne s'applique pas lorsque les dimensions locales n'existent pas.

Symbole

Tout dessin coté suivant le principe de l'indépendance doit comporter dans ou près du cartouche la référence:

suivant la norme E 04 - 542

Exemple



Interprétation

Chaque dimension locale doit être comprise entre $\varnothing 150$ et $\varnothing 149,96$.

Le défaut de rectitude des génératrices ne doit pas excéder 0,06.

Le défaut de circularité ne doit pas excéder 0,02.

2.3.4. Principe du maximum de matière

Principe :

Ce principe est basé sur la dépendance entre les tolérances géométriques et les tolérances dimensionnelles.

Domaine d'application

Ce principe est destiné à coter les éléments devant s'assembler.

Il permet une approche et une analyse fonctionnelle optimale.

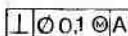
Il permet une cotation très rapide et sans calcul.

Il intéresse particulièrement les pièces interchangeables.

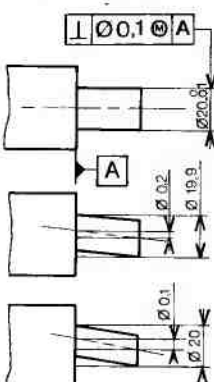
Il permet de définir les gabarits de contrôle.

Il permet d'optimiser les tolérances de fabrication.

Symbole



Exemple



Interprétation

La tolérance de perpendicularité est de 0,1 quand $\varnothing 20$ est à sa plus grande dimension (au maximum de matière).

Elle est de 0,2 quand $\varnothing 20$ est à sa plus petite dimension.

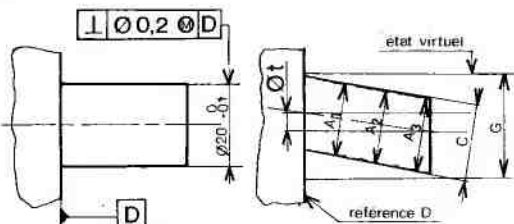
La tolérance évolue avec l'état de la pièce tel qu'au minimum de matière la tolérance géométrique est égale à la somme de la tolérance géométrique spécifiée au maximum de matière et l'intervalle de tolérance de l'élément.

2.3.5. Etat virtuel : définition

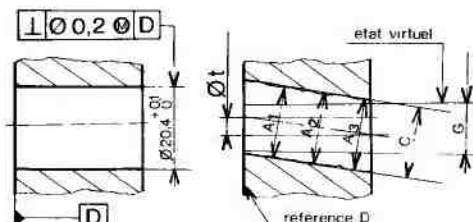
La dimension virtuelle est la dimension qui définit l'état possible d'un élément.

Pour un élément contenu, c'est la limite maximale de dimension augmentée des tolérances géométriques.

Pour un élément contenant, c'est la limite minimale de dimension diminuée des tolérances géométriques.

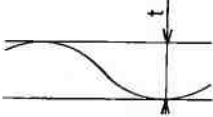
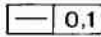
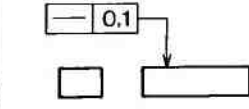
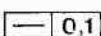
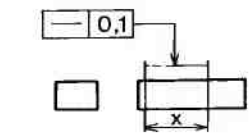
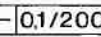
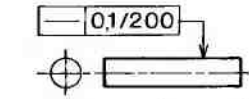
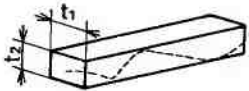
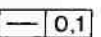
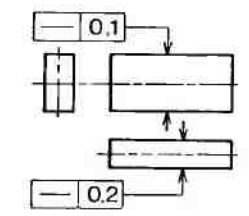
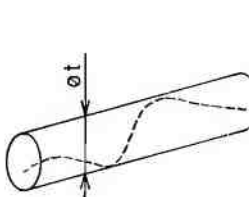
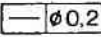
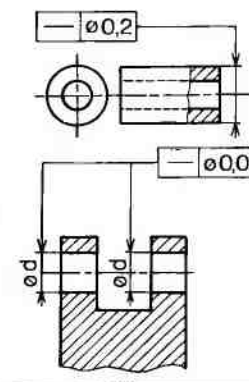


- A1 à A3 : dimensions locales réelles = 19,9...20
- C : dimensions au maximum de matière = 20
- G : dimension virtuelle = 20,2
- 0.1 : zone de tolérance géométrique = 0,2...0,3


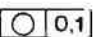
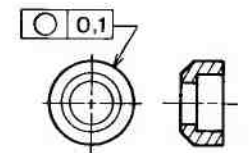


- A1 à A3 : dimensions locales réelles = 20,4...20,5
- C : dimensions au maximum de matière = 20,4
- G : dimension virtuelle = 20,2
- 0.1 : zone de tolérance géométrique = 0,2...0,3

2.3.6. Rectitude

Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
			<p>Une ligne quelconque de la surface supérieure, parallèle au plan de projection dans lequel l'indication est donnée, doit être contenue entre deux droites parallèles distantes de 0,1. Leur longueur est celle de l'élément.</p>
<p>La zone de tolérance, dans le plan considéré, est limitée par deux droites parallèles, distantes de t. Sa longueur est celle de l'élément spécifié (sauf indication particulière).</p>			<p>Comme précédemment, mais uniquement sur la partie de longueur x limitée par le trait mixte.</p>
<p>La zone de tolérance, dans le plan considéré, est limitée par deux droites parallèles, distantes de t. Sa longueur est celle de l'élément spécifié (sauf indication particulière).</p>			<p>Comme précédemment mais uniquement sur une partie quelconque ayant une longueur de 200.</p>
 <p>La zone de tolérance est limitée par un parallélépipède de section t_1 X t_2. Sa longueur est celle de l'élément spécifié (sauf indication particulière).</p>			<p>L'axe de la barre doit être compris dans un parallélépipède de largeur 0,1 dans la direction verticale et de 0,2 dans la direction horizontale.</p>
 <p>La zone de tolérance est limitée par un cylindre de diamètre t. Sa longueur est celle de l'élément spécifié (sauf indication particulière).</p>			<p>L'axe du cylindre relié au cadre de la tolérance doit être compris dans un cylindre de 0,2 de diamètre.</p> <p>Les axes des deux trous doivent être compris dans la même zone cylindrique de diamètre 0,08.</p>

2.3.7. Circularité

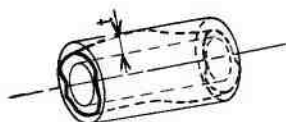
Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
 <p>La zone de tolérance, dans le plan considéré est limitée par deux cercles concentriques et distants de t.</p>			<p>Le pourtour de chaque section droite du cylindre extérieur doit être compris entre deux cercles coplanaires concentriques distants de 0,1.</p>



2.3.8. Cylindricité



Zone de tolérance

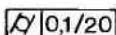


La zone de tolérance, dans le plan considéré, est limitée par deux cylindres concentriques et distants de t . Sa longueur est celle de l'élément spécifié (sauf indication particulière).

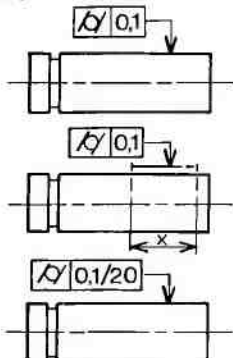
Remarque :

Elle englobe les tolérances de rectitude et de circularité.
Elle peut être induite dans le principe de l'enveloppe ou de Taylor.

Symbole



Exemple



Interprétation

La surface considérée doit être comprise entre deux cylindres coaxiaux distants de 0,1.

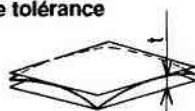
Comme précédemment mais uniquement sur la partie de longueur x limitée par le trait mixte.

Comme précédemment mais uniquement sur une partie quelconque ayant une longueur de 20.

2.3.9. Planéité



Zone de tolérance



La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles, distants de t . Son étendue est celle de l'élément spécifié (sauf indication particulière).

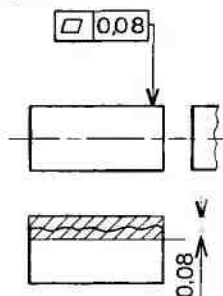
Remarque :

Elle englobe la tolérance de rectitude.
Elle peut être induite dans le principe de l'enveloppe ou de Taylor et dans les tolérances d'orientation, de parallélisme, de perpendicularité.

Symbole



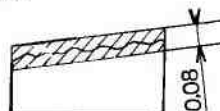
Exemple



Interprétation

La surface doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08.

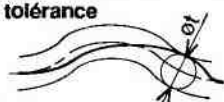
La position de la tolérance se rapporte uniquement à la surface. Dans les deux cas la pièce est correcte.



2.3.10. Tolérance de forme d'une ligne quelconque



Zone de tolérance

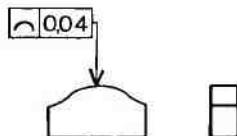


La zone de tolérance est limitée par deux lignes enveloppes des cercles de diamètre t dont les centres sont situés sur une ligne ayant la forme géométrique spécifiée. Sa longueur est celle de l'élément spécifié (sauf indication particulière).

Symbole



Exemple



Interprétation

Le profil considéré doit être compris entre deux lignes enveloppes des cercles de diamètre 0,04 dont les centres sont situés sur une ligne ayant la forme géométrique spécifiée.

2.3.11. Tolérance de forme d'une surface quelconque



Zone de tolérance

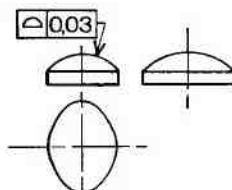


La zone de tolérance est limitée par deux surfaces enveloppes des sphères de diamètre t dont les centres sont situés sur une surface ayant la forme géométrique spécifiée. Son étendue est celle de l'élément spécifié (sauf indication particulière).

Symbole



Exemple



Interprétation

La surface considérée doit être comprise entre deux surfaces enveloppes des sphères de diamètre 0,03 dont les centres sont situés sur une surface ayant la forme géométrique spécifiée.

2.3.12. Parallélisme



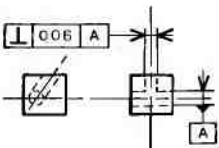
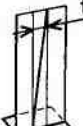

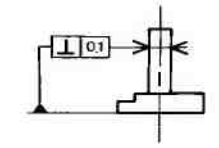



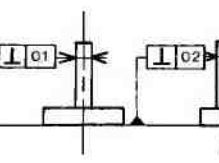
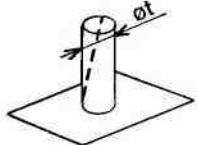

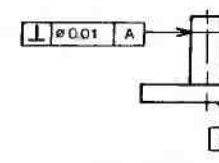


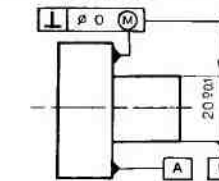


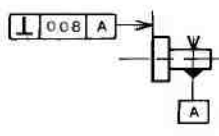


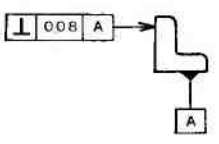


Remarque : La tolérance de parallélisme peut englober les tolérances de rectitude et de planéité. Elle peut être induite dans le principe de l'enveloppe ou de Taylor.

* sauf indication particulière.

2.3.13. Perpendicularité



Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
 <p>La zone de tolérance, projetée sur un plan est limitée par deux droites parallèles distantes de t et perpendiculaires à la droite de référence. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.*</p>			<p>L'axe du trou oblique doit être compris entre deux plans parallèles distants de 0,06, perpendiculaires à l'axe de référence A.</p>
 <p>La zone de tolérance, projetée sur un plan est limitée par deux droites parallèles distantes de t et perpendiculaires au plan de référence. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.*</p>			<p>L'axe du cylindre relié au cadre de tolérance doit être compris entre deux droites parallèles distantes de 0,1 perpendiculaires à la surface de référence A.</p>
 <p>La zone de tolérance est limitée par un parallélépipède de section $t_1 \times t_2$ perpendiculaire au plan de référence. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.*</p>	 <p>et</p> 		<p>L'axe du cylindre doit être compris dans un parallélépipède de 0,1 x 0,2 perpendiculaire à la surface de référence A.</p>
 <p>La zone de tolérance est limitée par un cylindre de diamètre t perpendiculaire au plan de référence. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.</p>			<p>L'axe du cylindre relié au cadre de tolérance doit être compris dans un cylindre de 0,01 de diamètre perpendiculaire à la surface de référence A.</p>
 <p>La zone de tolérance est limitée par un cylindre de diamètre t perpendiculaire au plan de référence. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.</p>			<p>L'axe du cylindre doit être compris dans un cylindre de $\varnothing 0$ quand B est maximal (20) et de $\varnothing 0,1$ quand B est minimal (19,9), perpendiculaire à la surface de référence A.</p>
 <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et perpendiculaires à la droite de référence. Son étendue est celle de l'élément spécifié.*</p>			<p>La surface tolérancée doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08 et perpendiculaire à la surface de référence A.</p>
 <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et perpendiculaires au plan de référence. Son étendue est celle de l'élément spécifié.*</p>			<p>La surface tolérancée doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08 et perpendiculaire à la surface de référence A.</p>

Remarque : La tolérance de perpendicularité peut englober les tolérances de rectitude et de planéité. Elle n'est pas implicite sans indication, elle n'est pas liée aux tolérances dimensionnelles et de position. * sauf indication contraire.

2.3.14. Inclinaison

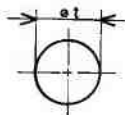


Remarque : La tolérance d'inclinaison peut englober les tolérances de rectitude et de planéité.
 * sauf indication particulière.

2.3.15. Localisation

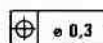


Zone de tolérance

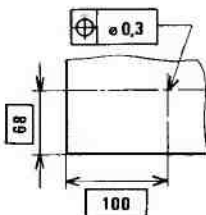


La zone de tolérance est limitée par un cercle de $\varnothing t$ dont le centre est dans la position théoriquement exacte du point considéré.

Symbole

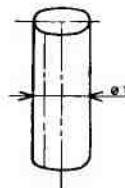


Exemple

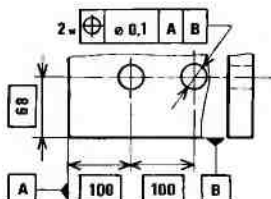
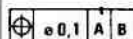


Interprétation

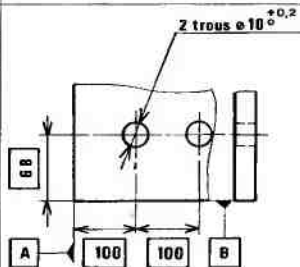
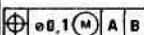
Le point d'intersection doit se trouver dans un cercle de $\varnothing 0,3$ dont le centre coïncide avec la position théoriquement exacte du point d'intersection considéré.



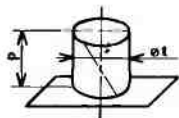
La zone de tolérance est limitée par un cylindre de $\varnothing t$ dont l'axe est dans la position théoriquement exacte de la ligne considérée. Sa longueur est celle de l'élément spécifié (sauf indication particulière).



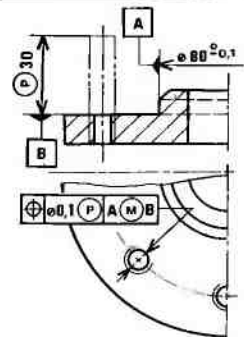
Les axes des trous doivent être compris dans des cylindres de $\varnothing 0,1$ dont les axes sont dans les positions théoriquement exactes spécifiées par rapport aux surfaces de référence A et B.



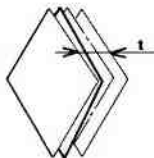
Les axes des trous doivent être compris dans des cylindres de $\varnothing 0,1$ quand les trous sont au maximum de matière (10), et de $\varnothing 0,2$ quand ils sont au minimum de matière (10,2). Les axes des cylindres sont dans les positions théoriquement exactes spécifiées par rapport aux surfaces de référence A et B.



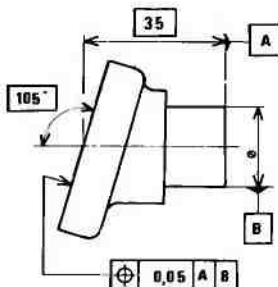
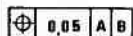
La zone de tolérance est limitée par un cylindre de $\varnothing t$ dont l'axe est dans la position théoriquement exacte de la ligne considérée. Sa hauteur est celle prescrite après le signe P, elle englobe l'élément ou seulement son prolongement selon l'indication.



Les axes des taraudages doivent être compris dans des cylindres de $\varnothing 0,1$ quand A est au maximum de matière (80) et de $\varnothing 0,2$ quand il est au minimum de matière (79,9). Les axes des cylindres sont dans les positions théoriquement exactes spécifiées par rapport à l'axe de référence A, leur hauteur est de 30 à partir de la surface B.



La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et disposés symétriquement par rapport à la position théoriquement exacte de la surface considérée.*

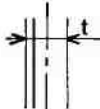
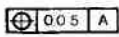
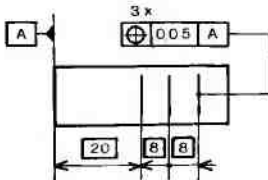


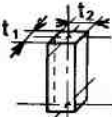


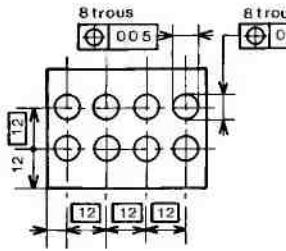
La surface oblique doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,05 et disposés symétriquement par rapport à la position théoriquement exacte du plan considéré par rapport à la surface de référence A et à l'axe de référence B.



Localisation (suite)



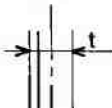

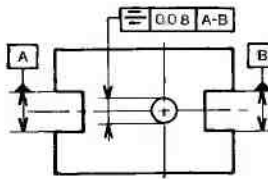
Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
 <p>La zone de tolérance est limitée par deux droites parallèles distantes de t et disposées symétriquement par rapport à la position théoriquement exacte de la ligne considérée, si la tolérance n'est prescrite que dans un seul plan. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.*</p>			<p>Chaque ligne doit être comprise entre deux droites parallèles distantes de 0,05 et disposées symétriquement par rapport à la position exacte de la ligne spécifiée par rapport à la surface de référence A.</p>

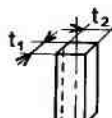
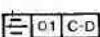
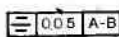
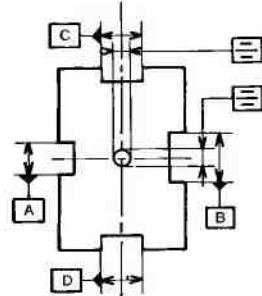
 <p>La zone de tolérance est limitée par un parallélépipède de section $t_1 \times t_2$ dont l'axe est dans la position théoriquement exacte de la ligne considérée, si la tolérance est prescrite dans deux plans perpendiculaires. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.</p>	 et 		<p>Chacun des axes des huit trous doit être compris dans un parallélépipède, de largeur 0,05 dans le plan horizontal et 0,2 dans le plan vertical et dont l'axe se trouve dans la position théoriquement exacte du trou considéré.</p>
---	--	---	--

Remarque : Les tolérances de localisation sont obligatoirement positionnées ou orientées par une cote linéaire ou angulaire encadrée.

2.3.16. Symétrie

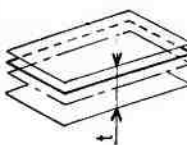
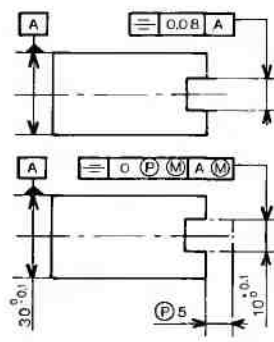


Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
 <p>La zone de tolérance, lorsqu'elle est projetée dans un plan, est limitée par deux droites parallèles distantes de t et disposées symétriquement par rapport à l'axe ou au plan de référence, si la tolérance n'est prescrite que dans une seule direction. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.*</p>			<p>L'axe du trou doit être compris entre deux plans parallèles distants de 0,08 et disposés symétriquement par rapport au plan médian de référence A-B.</p>

 <p>La zone de tolérance est limitée par un parallélépipède de section $t_1 \times t_2$ dont l'axe coïncide avec l'axe de référence, si la tolérance est prescrite dans deux directions perpendiculaires. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.*</p>	 		<p>L'axe du trou doit être compris dans un parallélépipède de largeur 0,1 dans la direction horizontale et 0,05 dans la direction verticale, dont l'axe coïncide avec l'axe de référence formé par l'intersection des plans médians A-B et C-D.</p>
---	--	---	---

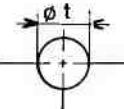
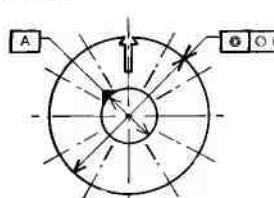


Symétrie (suite)

Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
 <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et disposés symétriquement par rapport à l'axe ou au plan médian de référence. Son étendue est celle de l'élément spécifié.*</p>	<p>Symbole 1: $\equiv 0,08 A$</p> <p>Symbole 2: $\equiv 0 (P) (M) A (M)$</p>	<p>Exemple 1: $\equiv 0,08 A$</p> <p>Exemple 2: $\equiv 0 (P) (M) A (M)$</p> 	<p>Le plan médian de la rainure doit être compris entre deux plans parallèles distants de 0,08 et disposés symétriquement par rapport au plan médian de référence.</p> <p>Le plan médian de la rainure sur la longueur projetée doit être compris entre deux plans parallèles disposés symétriquement par rapport au plan médian de référence et distants de 0 quand A et la rainure sont au maximum de matière (30 et 10,1).</p>

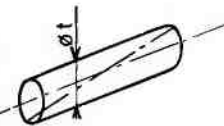
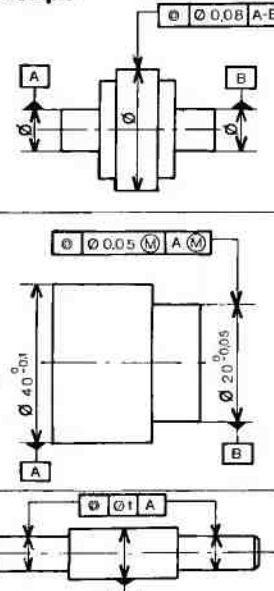
2.3.17. Concentricité



Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
 <p>La zone de tolérance est limitée par un cylindre de t dont l'axe coïncide avec le point de référence.</p>	<p>Symbole: $\ominus 0,01 A$</p>	<p>Exemple: $\ominus 0,01 A$</p> 	<p>Le centre du cercle dont la cote est reliée au cadre de tolérance doit être compris dans un cercle de diamètre 0,01, concentrique au centre de référence A.</p>

2.3.18. Coaxialité

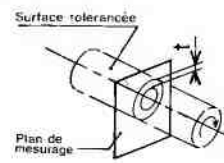


Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
 <p>La zone de tolérance est limitée par un cylindre de t dont l'axe coïncide avec l'axe de référence. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.*</p>	<p>Symbole 1: $\ominus 0,08 A-B$</p> <p>Symbole 2: $\ominus 0,05 (M) A (M)$</p> <p>Symbole 3: $\ominus 1 A$</p>	<p>Exemple 1: $\ominus 0,08 A-B$</p> <p>Exemple 2: $\ominus 0,05 (M) A (M)$</p> <p>Exemple 3: $\ominus 1 A$</p> 	<p>L'axe du cylindre dont la cote est reliée au cadre de tolérance doit être compris dans un cylindre de diamètre 0,08 coaxial à l'axe de référence simulé commun au cylindre 1 et 2.</p> <p>L'axe du cylindre B dont la cote est reliée au cadre de tolérance doit être compris dans une zone de tolérance cylindrique dont l'axe coïncide avec celui de A, et dont le diamètre varie de 0,05 à 0,2 selon que A et B sont au maximum de matière ($\varnothing 20$ et $\varnothing 40$) ou au minimum de matière ($\varnothing 39,9$ et $\varnothing 39,95$).</p>

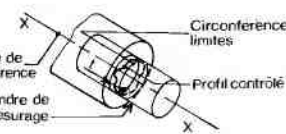
Remarque : Les tolérances de coaxialité et de concentricité ne concernent que des éléments associés. Elles ne s'appliquent jamais à une surface mais uniquement à son axe.

* sauf indication contraire.

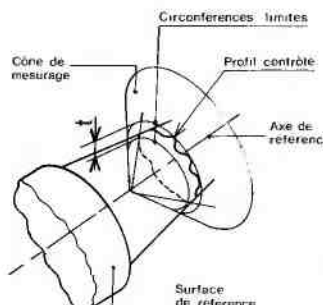
2.3.19. Battement simple radial

Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
 <p>La zone de tolérance est limitée dans chaque plan de mesurage perpendiculaire à l'axe par deux cercles concentriques distants de t dont le centre coïncide avec l'axe de référence.</p>	<p>Symbole 1: $\sqrt{0,1 A-B}$</p> <p>Symbole 2: $\sqrt{0,2 A}$</p>	<p>Exemple 1: $\sqrt{0,1 A-B}$ applied to a shaft with measuring planes A and B.</p> <p>Exemple 2: $\sqrt{0,2 A}$ applied to a shaft with measuring plane A.</p>	<p>Interprétation: Le battement simple radial ne doit pas dépasser 0,1 dans chaque plan de mesurage pendant une révolution complète autour de l'axe de référence A-B.</p> <p>Le battement s'applique généralement à des révolutions complètes autour de l'axe, mais il peut être limité à une portion de révolution.</p>

2.3.20. Battement simple axial

Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
 <p>La zone de tolérance est limitée pour chaque position radiale, par deux circonférences distantes de t situées sur le cylindre de mesurage dont l'axe coïncide avec l'axe de référence.</p>	<p>Symbole: $\sqrt{0,1 D}$</p>	<p>Exemple: $\sqrt{0,1 D}$ applied to a shaft with measuring plane D.</p>	<p>Interprétation: Le battement axial ne doit pas dépasser 0,1 dans chaque position de mesurage pendant une révolution complète autour de l'axe de référence D.</p>

2.3.21. Battement simple oblique

Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
 <p>La zone de tolérance est limitée sur chaque cône de mesurage par deux circonférences distantes de t. Chaque cône de mesurage a ses génératrices dans la direction spécifiée et son axe coïncide avec l'axe de référence.</p>	<p>Symbole 1: $\sqrt{0,1 C}$</p> <p>Symbole 2: $\sqrt{0,1 C}$</p> <p>Symbole 3: $\sqrt{0,1 C}$</p> <p>Symbole 4: $\sqrt{0,1 C}$</p>	<p>Exemple 1: $\sqrt{0,1 C}$ applied to a shaft with measuring plane C.</p> <p>Exemple 2: $\sqrt{0,1 C}$ applied to a shaft with measuring plane C.</p> <p>Exemple 3: $\sqrt{0,1 C}$ applied to a shaft with measuring plane C.</p> <p>Exemple 4: $\sqrt{0,1 C}$ applied to a shaft with measuring plane C and angle β.</p>	<p>Interprétation: Le battement oblique dans la direction de la flèche sur chaque cône de mesurage ne doit pas dépasser 0,1 pendant une révolution complète autour de l'axe de référence C.</p> <p>Le battement oblique dans la direction perpendiculaire à la tangente de la surface incurvée ne doit pas dépasser 0,1 pendant une révolution complète autour de l'axe de référence C.</p> <p>Le battement oblique dans la direction spécifiée par rapport à la surface, ne doit pas dépasser 0,1 pendant une révolution complète autour de l'axe de référence C.</p>

2.3.22. Battement total radial



Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
<p>La zone de tolérance est limitée par deux surfaces cylindriques, distantes de t, ayant pour axe commun l'axe de référence. Sa longueur est celle de l'élément spécifié (sauf indication contraire).</p>	<p>$\boxed{\boxed{t} \boxed{0,1} \boxed{A}}$</p>		<p>La surface de l'élément toléré doit être comprise entre deux cylindres coaxiaux, distants de 0,1, dont les axes coïncident avec l'axe de référence A.</p>

2.3.23. Battement total axial



Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
<p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t, perpendiculaires à l'axe de référence. Sa longueur est celle de l'élément spécifié sauf indication contraire.</p>	<p>$\boxed{\boxed{t} \boxed{0,1} \boxed{D}}$</p>		<p>La surface de l'élément toléré doit être comprise entre deux plans distants de 0,1, perpendiculaires à l'axe de référence D.</p>

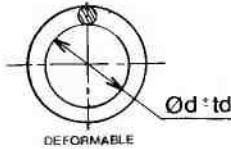
2.3.24. Battement total oblique



Zone de tolérance	Symbole	Exemple	Interprétation
<p>La zone de tolérance est limitée par deux surfaces de révolution distantes de t ayant pour axe commun l'axe de référence et dont le profil est celui du profil théorique spécifié. Sa longueur est celle de l'élément spécifié (sauf indication contraire).</p>	<p>$\boxed{\boxed{t} \boxed{0,1} \boxed{C}}$</p>		<p>La surface de l'élément toléré doit être comprise entre deux cônes, distants de 0,1, d'angle de 80°, coaxiaux à l'axe de référence C.</p>

2.3.25. Tolérancement des pièces déformables

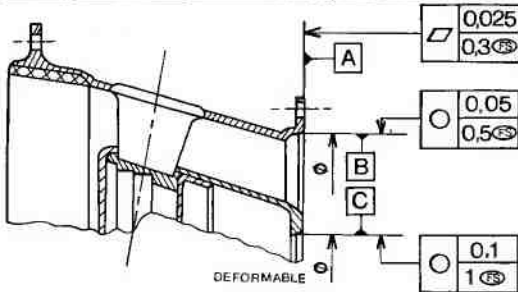
Indication - exemple



Interprétation

La tolérance t_d sur le diamètre est à respecter lorsque la pièce est à la géométrie spécifiée (forme circulaire).

Remarque : il serait plus intéressant de tolérer le périmètre.

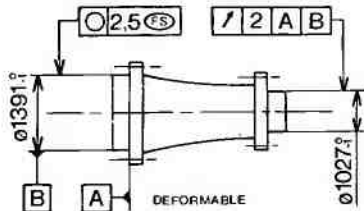


Les tolérances géométriques suivies de (FS) sont à respecter à l'état libre.

Les autres tolérances géométriques sont à respecter lorsque la pièce est contrainte tel qu'il est indiqué en note.

NOTE ASSOCIEE AU DESSIN :

Les tolérances sont définies à l'état contraint avec appui sur la surface A et sur le diamètre B, de plus le diamètre C est monté sur un arbre $\varnothing (C + 0,2)$.

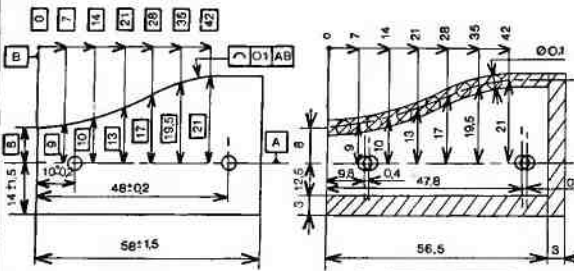


La tolérance dimensionnelle sur le $\varnothing 1391$ est à respecter lorsque la pièce est à la géométrie spécifiée (forme circulaire). En outre, le défaut de circularité à l'état libre, ne doit pas excéder 2,5.

NOTE : La tolérance de battement s'applique lorsque la référence A est montée contre une surface plane avec 64 boulons M6 x 1 serrés avec un couple de 9 à 15 N.m et que l'élément de référence B est contraint entre les limites dimensionnelles spécifiées.

La tolérance de battement s'applique suivant les conditions indiquées en note.

2.3.26. Tolérancement des profils



Méthode 1

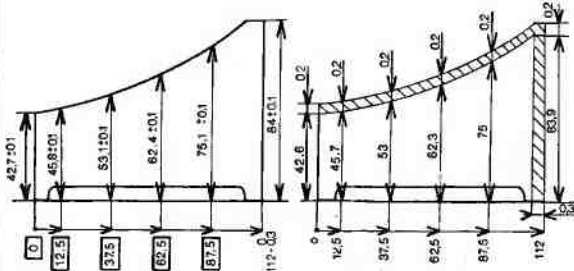
La zone de tolérance est définie par rapport au profil théorique, défini lui-même par des cotes encadrées. Cette zone est située symétriquement de chaque côté du profil théorique.

La largeur de la zone de tolérance, mesurée suivant la normale au profil en chacun de ses points, est constante.

Méthode 2

Les coordonnées à partir de l'un des axes sont données par des cotes encadrées, tandis que celles se rapportant à l'autre axe sont des cotes directement tolérancées.

La largeur de la zone de tolérance, mesurée suivant la normale au profil, est alors variable selon le contour.



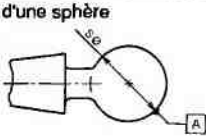
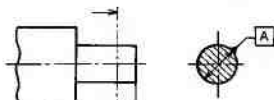
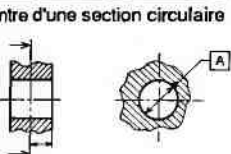
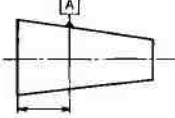
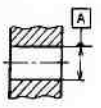
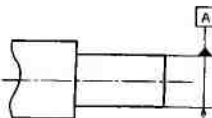
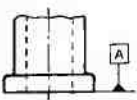
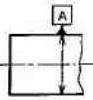

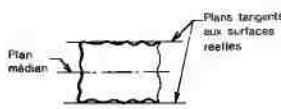
Remarque : Lorsqu'il est opportun et admissible de préciser qu'un profil doit s'adapter à un calibre ou à une pièce conjuguée, il est nécessaire de l'indiquer sur le dessin.



2.3.27. Références géométriques

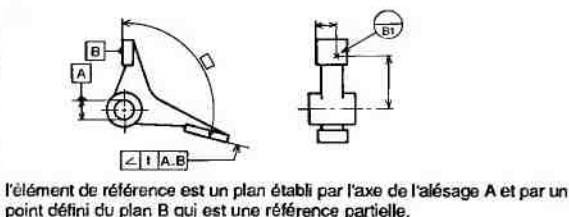
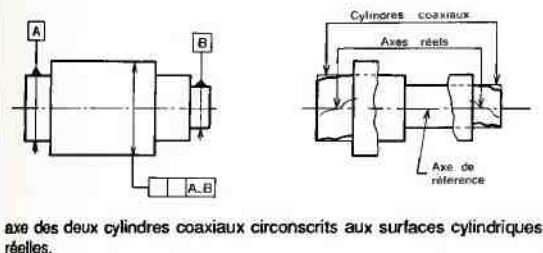
Référence spécifiée : Élément géométrique unique (axe, plan, ligne, droite, etc.) auquel se rapporte un élément tolérancé.

Référence simple : Élément géométrique unique spécifié à partir d'un seul élément de la pièce.

	Nature de l'élément géométrique	signification	Nature de l'élément géométrique	signification
POINT	Centre d'une sphère 	Centre du cercle minimal circonscrit	Centre d'une section circulaire 	Centre du cercle minimal circonscrit
	Centre d'une section circulaire 	Centre du cercle maximal inscrit		
DROITE	Axe d'un trou 	si le cylindre peut avoir plusieurs positions, la position de référence est celle qui assure un débattement angulaire minimal.	Axe d'un arbre 	Axe du cylindre minimal circonscrit
	Surface de la pièce 		Plan médian 	
PLAN	Surface de la pièce 	si le plan peut avoir plusieurs positions, la position de référence est la position moyenne.	Plan médian 	plan médian (bissecteur) aux deux plans tangents à chacune des surfaces réelles.

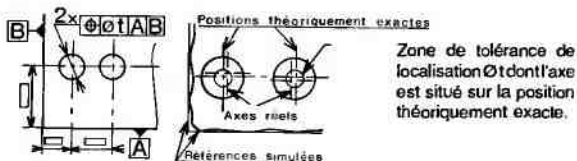
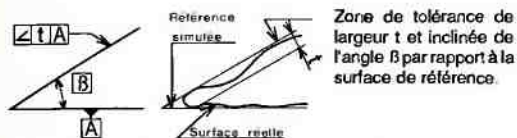
Référence commune : Élément géométrique unique spécifié à partir de plusieurs éléments de la pièce.

Système de référence : Ensemble de plusieurs éléments géométriques en position théoriquement exacte, auquel se rapporte un élément tolérancé (par exemple dièdre ou trièdre de référence).



Référence partielle : Point, ligne ou zone limitée de la pièce utilisée pour spécifier un élément géométrique (voir 2.1.5).

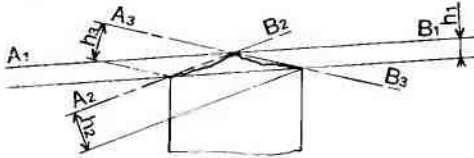
Dimensions de référence



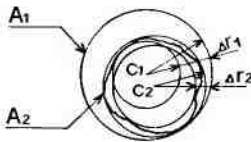
Une dimension de référence est associée à une tolérance géométrique. Cette dimension à laquelle n'est pas affectée de tolérance est néanmoins tolérancée par l'intermédiaire de la spécification géométrique s'y rapportant.

2.3.28. Interprétation des indications géométriques pour le contrôle

Règles d'interprétation de la zone de tolérance



Orientations diverses de la ligne ou de la surface géométriquement idéale : A1 - B1 A2 - B2 A3 - B3
Distances correspondantes : $h1 < h2 < h3$



Le centre C2 positionne deux cercles coplanaires concentriques ou deux cylindres coaxiaux avec un écart radial minimal.

Ecart radial $\Delta r1, \Delta r2$ $\Delta r1 > \Delta r2$

L'orientation de la ligne ou de la surface géométriquement idéale doit être choisie de façon que la distance du point le plus éloigné à cette surface géométriquement idéale soit minimale.

Exemples :

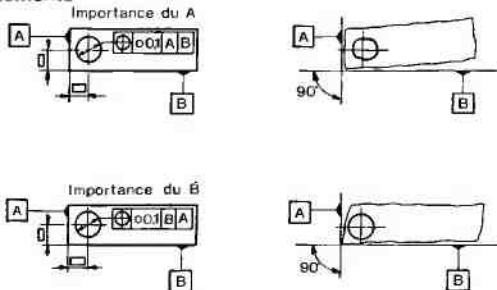
La rectitude ou la planéité d'un élément toléré isolé est jugée conforme à la spécification lorsque la distance de chacun de ses points à une surface de forme géométrique idéale, en contact avec elle, est inférieure à la valeur de la tolérance spécifiée.

L'orientation correcte de la ligne ou de la surface géométriquement idéale est A1 - B1. La distance h1 est, au plus, égale à la valeur de la tolérance de forme spécifiée.

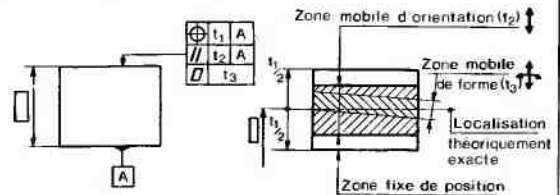
Pour la définition de l'écart de circularité et de cylindricité, la position de deux cercles coplanaires concentriques ou de deux cylindres coaxiaux doit être choisie de façon à ce que la distance radiale entre eux soit minimale.

La position correcte des deux cercles coplanaires concentriques ou des deux cylindres coaxiaux est celle désignée A2. L'écart radial $\Delta r2$ doit être inférieur ou égal à la valeur de la tolérance spécifiée.

Système de références établi par deux ou trois éléments

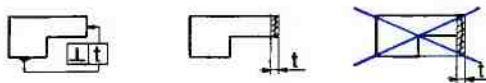


Position de la zone de tolérance



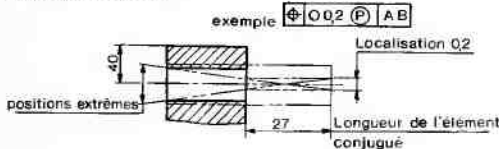
Les valeurs $t1, t2$ et $t3$ des tolérances sont obligatoirement restrictives l'une par rapport à l'autre : $t1 > t2 > t3$. Leur position est située par rapport à la cote de référence théoriquement exacte.

Etendue de la zone de tolérance



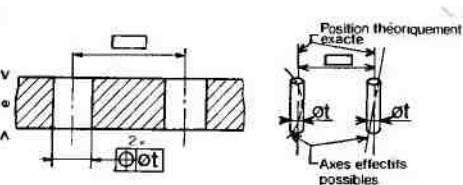
Quelque soit la caractéristique tolérée, la zone de tolérance s'y rapportant est toujours exprimée pour la totalité de l'élément sauf spécifications contraires restrictives ou extensives (zone projetée).

Tolérance projetée



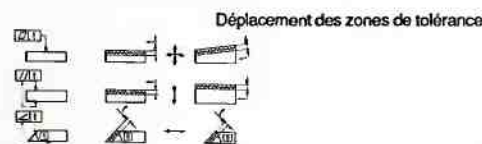
La zone de tolérance se rapporte à la zone projetée.

Tolérance de localisation



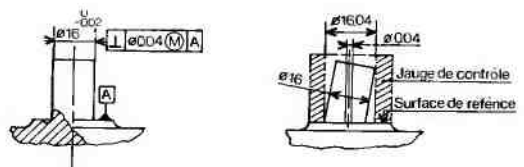
Dans le cas particulier d'une tolérance de localisation de deux ou plusieurs trous entre eux, il n'est pas nécessaire d'indiquer un élément de référence, chaque élément étant localisé par rapport aux autres.

Direction de la zone de la zone de tolérance



Dans tous les cas la tolérance est respectée. Les tolérances de forme et d'orientation sont indépendantes de la position de la surface.

Interprétation de la cotation au maximum de matière



La cotation d'une pièce au maximum de matière définit son gabarit de contrôle. Il correspond à l'état virtuel de la pièce.

2.4. Cotation fonctionnelle



2.4.1. Méthode de résolution des chaînes de cotes

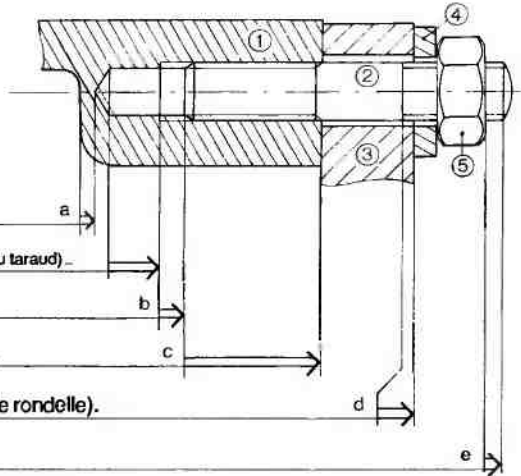
DONNEES

Le dessin d'ensemble.
Le cahier des charges.

Exemple : assemblage d'un cylindre de compresseur sur son carter.

ANALYSE

Faire le dessin d'assemblage.
Repérer les pièces.



Recenser les conditions fonctionnelles.

Condition d'épaisseur de matière.

Condition de fabrication à ne pas traiter (entrée du taraud).

Condition d'assemblage (vissage à fond de file).

Condition de résistance des filets, implantation.

Condition de serrage (avec le défaut possible de rondelle).

Condition de montage.

Faire les dessins d'étude fonctionnel (ci-dessous).

Tracer des chaînes de cotes (voir 2.4.2).

Reporter les composantes sur les dessins.

Fixer les valeurs des conditions:

- justifier chaque choix
- mémoriser les choix dans le dossier d'étude.

Consulter les données des fabricants de composants

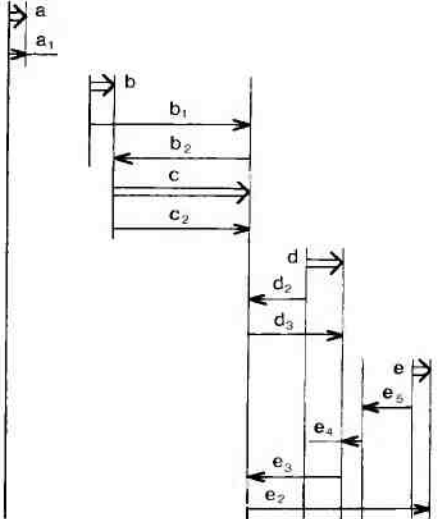
- mémoriser les valeurs des cotes des composants et leurs tolérances.

Traiter les calculs (voir 2.4.2).

- répartir les tolérances, connaître les possibilités de fabrication.

Reporter les valeurs des cotes sur les dessins fonctionnels.

Vérifier les compatibilités des cotes.

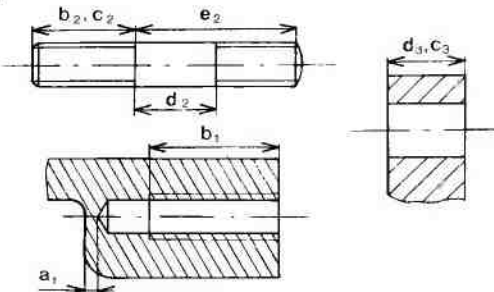


CHOIX

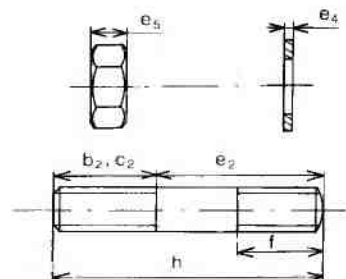
CALCUL

INSCRIPTION

Dessins d'étude fonctionnels



Éléments standards sur catalogues



VERIFICATION

Il est nécessaire de vérifier la compatibilité entre la cotation fonctionnelle et la cotation proposée par le fabricant sur son catalogue, ou entre des éléments déjà existants.



2.4.2. Tracé et résolution des chaînes de cotes

DONNEES



ANALYSE



CALCUL



RESULTAT

Isoler la fonction à satisfaire.

Traduire la fonction à assurer par une cote condition entre deux éléments d'une même pièce ou de deux pièces (ici la possibilité de serrage à fond de filet est traduite par une distance minimale de zéro entre l'extrémité du goujon et la fin du taraudage).

Considérer les seuls éléments des pièces ayant une influence strictement directe sur la condition à satisfaire pour obtenir la chaîne la plus courte possible (ici, les pièces 1 et 2).

Installer le vecteur condition.

Orientation :

Le vecteur condition est orienté par convention vers la droite ou vers le haut qu'il soit minimal ou maximal.

Tracer les composantes.

Partir du pied du vecteur condition (de l'élément terminal de 1).

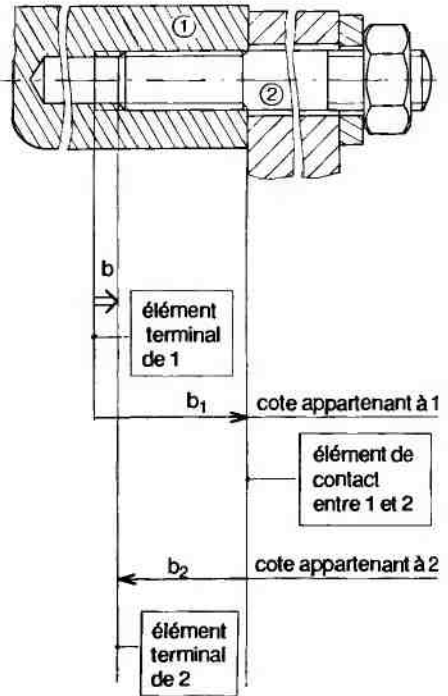
Rejoindre la surface de la même pièce qui soit un élément de contact participant directement à la fonction traitée.

De la surface de contact (commune à 1 et 2) rejoindre une surface de 2 qui soit un élément terminal ou de contact avec une autre pièce participant directement à la fonction traitée (ici élément terminal de 2).

Règles :

- Une composante ne doit appartenir qu'à une seule pièce, sinon elle devient elle-même une condition.
- Une condition peut devenir une composante, la compatibilité doit être respectée (ici, la cote b_2 qui fut une condition d'implantation).
- Il ne doit y avoir qu'une seule cote par pièce.
- Pour une pièce isolée, la cote condition et la cote fonctionnelle sont généralement confondues. Dans ce cas, il n'y a pas de chaîne de cotes et l'inscription se fait directement sur le dessin (voir page 51 la cote a_1).

Exemple : calcul de la condition b.



Résoudre les calculs.

Forme générale de la relation vectorielle $b = b_1 + b_2$

$$b_{\text{mini}} = b_1 \text{ mini} - b_2 \text{ maxi}$$

$$0 = b_1 \text{ mini} - 13$$

$$b_1 \text{ mini} = 13$$

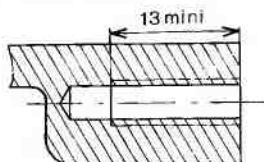
Répartir les tolérances.

$$IT b = IT b_1 + IT b_2$$

$$3 = IT b_1 + 1$$

$$IT b_1 = 2$$

Reporter les cotes sur les dessins.

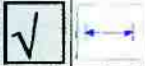


La valeur mini ou maxi est donnée directement par le sens des composantes.
L'orientation de la condition donne la valeur et le signe aux composantes.
Une composante de même sens que la condition sera de même valeur mini ou maxi et de signe positif (b_1). Une composante de sens inverse sera négative et de valeur inverse (b_2).

La tolérance de la condition est égale à la somme des tolérances des composantes.

La répartition des tolérances se fait en fonction des difficultés de réalisation et de celles imposées par les éléments standards.

Cotation fonctionnelle (suite)



2.4.3. Chaîne avec condition négative (serrage)

DONNEES

Exemple : Joint comprimé assurant une étanchéité.

Epaisseur du joint standard au repos : $c_3 = 10^{+0,5}$

c_2 nominal = 30 IT = -0,2

Compression minimale du joint : 2 mm

Compression maximale du joint : 4 mm

CALCUL

Recherche de c_1 et de sa tolérance

Poser c tel que $c = 0^{+ES}$ ou $c = -2^{EI}$ avec $c_{\text{mini}} = -4$
 $c_{\text{maxi}} = -2$

Tracer la chaîne de cotes en considérant les pièces au repos.

$$c_{\text{mini}} = -c_3_{\text{maxi}} + c_1_{\text{mini}} - c_2_{\text{maxi}}$$

$$-4 = -10,5 + c_1_{\text{mini}} - 30,2$$

$$c_1_{\text{mini}} = 36,7$$

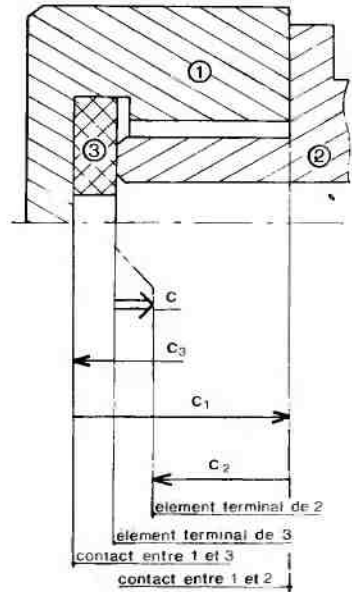
$$c_1_{\text{maxi}} = 36,7 + (ITc - ITc_2 - ITc_3) = 36,7 + (2 - 0,4 - 1) = 37,3$$

ou pour démonstration

$$c_{\text{maxi}} = -c_3_{\text{mini}} + c_1_{\text{maxi}} - c_2_{\text{mini}}$$

$$-2 = -9,5 + c_1_{\text{maxi}} - 29,8$$

$$c_1_{\text{maxi}} = 37,3$$



2.4.4. Chaîne avec jeu incertain

DONNEES

Exemple : Clips dans une tôle.

La tolérance du trou doit être large à cause des contraintes de réalisation sur site (perceuse à main).

Le clips peut admettre une légère déformation de 0,5 mm.

Diamètre du clips : $5^{-0,1}$

Le jeu maximal entre le clips et la tôle est de 0,5.

On peut admettre qu'un jeu incertain de $\pm 0,5$ n'est pas nuisible à la fonction et qu'il permet une plus grande tolérance sur le trou.

Poser d tel que $d = 0^{+ES}$ ou $d = 0^{+EI}$ avec $d_{\text{mini}} = -0,5$
 $d_{\text{maxi}} = +0,5$

$$d_{\text{mini}} = d_1_{\text{mini}} - d_2_{\text{maxi}}$$

$$-0,5 = d_1_{\text{mini}} - 5,1$$

$$d_1_{\text{mini}} = 4,6$$

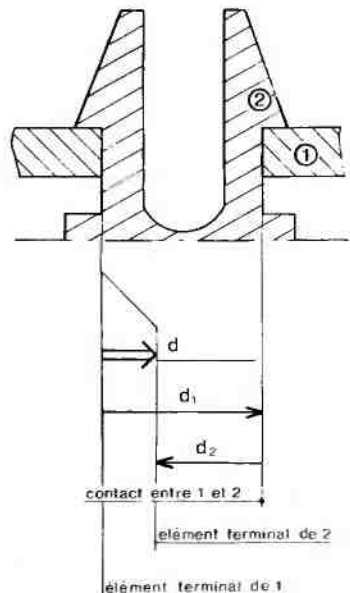
$$d_2_{\text{maxi}} = d_1_{\text{mini}} + (ITd - ITd_2) = 4,6 + (1 - 0,2)$$

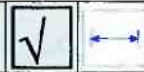
$$d_2_{\text{maxi}} = 5,4$$

$$d_2 = 5 \pm 0,4$$

Rappel. ES : écart supérieur EI : écart inférieur

CALCUL





2.4.5. Chaîne avec condition dépendant d'un jeu

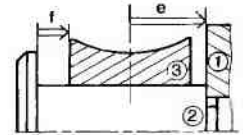
DONNEES

Exemple : Montage d'une poulie de bande transporteuse.

Le bon fonctionnement est fonction de trois conditions:

- Jeu de fonctionnement
 - Auto-alignement de la bande
 - Positionnement axial de la concavité de la poulie par rapport au bâti
- $5 < l < 9$
 $145 < e < 155$
 Largeur de la poulie = $300^{+0,5}$

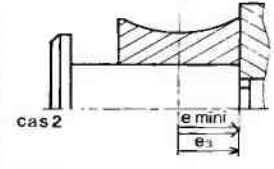
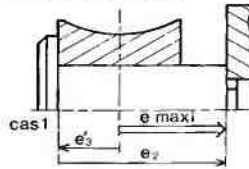
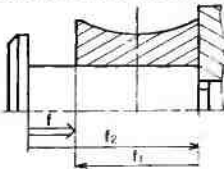
$$IT_{condition} > \text{jeu max}$$



2.4.5.1. Résolution par simulation

Simuler par le dessin les positions limites des pièces.

ANALYSE



CALCUL

Traiter la condition f

$$f_{\text{mini}} = f_2 \text{ mini} - f_1 \text{ maxi}$$

$$5 = f_2 \text{ mini} - 300,5$$

$$f_2 \text{ mini} = 305,5$$

Traiter e maxi

$$e \text{ maxi} = -e'_3 \text{ mini} + e_2 \text{ maxi}$$

$$155 = -e'_3 \text{ mini} + 308,5$$

$$e'_3 \text{ mini} = 153,5$$

Traiter e mini

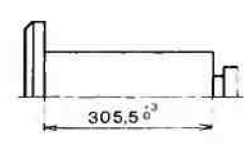
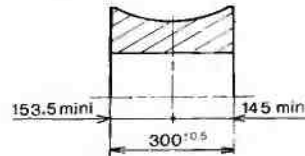
$$e \text{ mini} = e_3 \text{ mini} = 145$$

les chaînes de cotes sont différentes.

RESULTAT

Cotation fonctionnelle :

La cotation fonctionnelle de la poulie sera modifiée à la fabrication : 2 cas possibles
 La cote $300^{+0,5}$ sera gardée.
 Les cotes 153,5 mini ou 145 mini peuvent être transférées.



Si une condition est fonction d'un jeu, il existe deux possibilités de tracé intéressantes.
 Si elle est fonction de n jeux, il existe 2^n possibilités intéressantes.

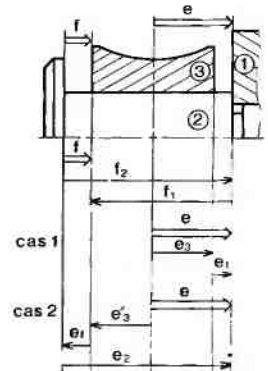
2.4.5.2. Résolution par les cotes fictives

Règle

Il est possible d'obtenir le résultat précédant sans considérer les positions extrêmes mais en introduisant une cote fictive (par exemple e_f , composante de e relative au jeu f).

$$e_f = 0 + (f_{\text{maxi}} - IT \text{ des cotes communes aux deux chaînes})$$

Il ne faut pas prendre en compte dans la chaîne e des IT déjà intervenus dans la chaîne f .



CALCUL

Traiter la condition f.

$$f_{\text{mini}} = f_2 \text{ mini} - f_1 \text{ maxi}$$

$$5 = f_2 \text{ mini} - 300,5$$

$$f_2 = 305,5^{\pm 0}$$

Traiter la condition e : deux tracés sont possibles.

cas 1 pas de cote commune $e_f = 0 (9)$

$$e \text{ mini} = e_3 \text{ mini} + e_f \text{ mini}$$

$$145 = e_3 \text{ mini} + 0$$

$$e_3 \text{ mini} = 145$$

$$e \text{ maxi} = e_3 \text{ maxi} + e_f \text{ maxi}$$

$$155 = e_3 \text{ maxi} + 0$$

$$e_3 \text{ maxi} = 155$$

cas 2 une cote commune $e_2 \equiv f_2$ $e_f = 0 (9 - 3)$

$$e \text{ mini} = -e'_3 \text{ maxi} - e_f \text{ maxi} + e_2 \text{ mini}$$

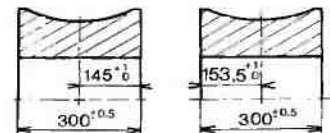
$$145 = -e'_3 \text{ maxi} - 0 + 305,5$$

$$e'_3 \text{ maxi} = 160,5$$

$$e \text{ maxi} = -e'_3 \text{ mini} - e_f \text{ mini} + e_2 \text{ maxi}$$

$$155 = -e'_3 \text{ mini} - 0 + 308,5$$

$$e'_3 \text{ mini} = 153,5$$



Remarque : cette méthode permet d'éviter les transferts.



2.4.6. Résolution des chaînes de cotes avec maillons d'excentration

2.4.6.1. Cotation d'assemblage avec maillons d'excentration (coaxialité au maximum de matière)

DONNEES



CALCUL

Règle



Exemple : Vérin de soutien pour montage d'usinage.

Données : Le diamètre 20 de la pièce B doit rester brut d'étrépage soit 20 h 10, le diamètre du trou 1 est 20 H 11 dans A
Les ajustement de guidage proposés sont $\varnothing 20 H8 / h 7$ ou $\varnothing 20 H8 / f7$.

La pièce B doit se monter dans la pièce A dans le cas le plus défavorable d'assemblage (pièces au maximum de matière).

Problème à résoudre : Calcul des tolérances maximales de \varnothing sur les pièces A et B entre les $\varnothing 10$ et $\varnothing 20$ pour une condition $g_{\text{mini}} \geq 0$.

Résolution par les chaînes de cotes.

$$g_{\text{mini}} = -g_3 \text{ maxi} - e_{3,4} \text{ maxi} - g_4 \text{ maxi} + g_2 \text{ mini} - e_{1,2} \text{ maxi} + g_1 \text{ mini}$$

$$= (g_1 \text{ mini} - g_3 \text{ maxi}) + (g_2 \text{ mini} - g_4 \text{ maxi}) - (e_{1,2} \text{ maxi} + e_{3,4} \text{ maxi}) \geq 0$$

Généralisation :

$$\Sigma \text{ jeux diamétraux mini} - \Sigma \varnothing \text{ sur A et B} \geq 0$$

(multiplier l'équation par 2)

Exemple 1 : $\varnothing 20 H 11 / h 10$ et $\varnothing 10 H 8 / h 7$

$$\Sigma \varnothing \text{ sur A et B} = 0$$

Cote sur A	1	\varnothing	0	M	2	M
------------	---	---------------	---	---	---	---

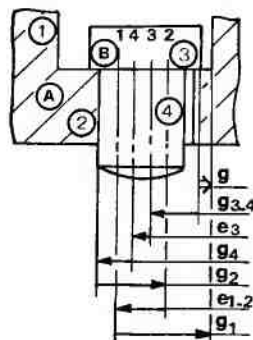
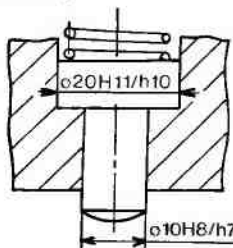
Cote sur B	3	\varnothing	0	M	4	M
------------	---	---------------	---	---	---	---

Exemple 2 : $\varnothing 20 H 11 / h 10$ et $\varnothing 10 H 8 / e 7$

$$\Sigma \varnothing \text{ sur A et B} = 0,025$$

Cote sur A	1	\varnothing	0,012	M	2	M
------------	---	---------------	-------	---	---	---

Cote sur B	3	\varnothing	0,013	M	4	M
------------	---	---------------	-------	---	---	---



Remarque : Les axes sont représentés dans le cas le plus défavorable de montage.

2.4.6.1. Cotation de fonctionnement avec maillons d'excentration

DONNEES



CALCUL

Règle

Cas général : la condition de fonctionnement est un jeu minimal

Exemple : montage simplifié d'un bras A.

L'ajustement entre A et C est serré. Les axes 1 et 4 sont confondus.

L'ajustement entre C et B est $\varnothing 10 H 8 / f 7$

La coaxialité sur C est $\varnothing 0,2$ $e_{3,4} = 0 \pm 0,1$

La longueur du logement dans B est $i_B = 54 \pm 0,5$

La pièce A ne doit pas toucher la pièce B dans le cas le plus défavorable de fonctionnement.

Ce cas se situe quand le jeu entre B et C est maximal et qu'il vaut 0,05 (3 et 2 sont au minimum de matière).

Le jeu entre 2 et 3 est caractérisé par le maillon $e_{3,2} = 0 \pm 0,025$

Problème à résoudre : Calcul de la cote i_A et de sa tolérance.

Résolution par les chaînes de cotes (Les axes sont représentés dans une position aléatoire).

La condition de fonctionnement est $i_{\text{mini}} = 0$

$$i_{\text{mini}} = -i_A \text{ maxi} + e_{4,3} \text{ mini} + e_{3,2} \text{ mini} + i_B \text{ mini} \quad \text{ou} \quad i_{\text{mini}} = -i_A \text{ maxi} + i_B \text{ mini} - e_{4,3} \text{ maxi} - e_{3,2} \text{ maxi}$$

Généralisation

$$\text{condition mini} = \Sigma \text{ composantes} - 1/2 \Sigma (\text{jeu maxi} + \varnothing + \pm) - \pm$$

$$IT \text{ condition} = \Sigma IT \text{ cotes} + \Sigma \text{ jeux maxi} + \Sigma (\varnothing + \pm + \pm)$$

$$0 = i_A \text{ maxi} + 54 - 0,025 - 0,1$$

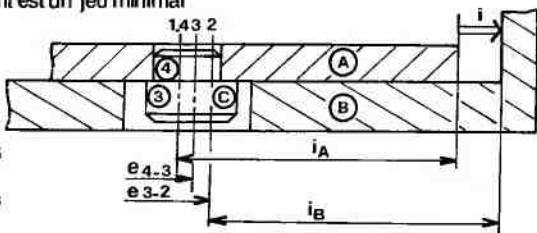
$$IT i = 1$$

$$IT i_A = 1 - 0,5 + 0,05 + 0,2 = 0,25$$

$$i_A \text{ maxi} = 53,875$$

$$i_A \text{ mini} = 53,675$$

$$i_A = 53,7 \begin{matrix} +0,175 \\ -0,025 \end{matrix}$$



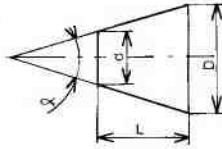
2.4.7. Cotation des éléments coniques

Généralités sur les éléments coniques

Plan de jauge : plan de section perpendiculaire à l'axe de la surface conique qui sert à définir la position axiale des éléments d'assemblage. Ce plan est commun aux deux éléments et il figure sur leurs dessins respectifs.

Diamètre de jauge : diamètre de la circonférence obtenue par l'intersection du plan de jauge et la surface conique.

Angle de cône : angle formé par deux génératrices dans un plan contenant l'axe.



$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \tan \frac{\alpha}{2}$$

Conicité : rapport entre la différence des diamètres D et d de deux sections et la distance L de ces deux sections. Elle est exprimée par une fraction, un pourcentage ou un nombre.

Valeurs recommandées d'angle de cône et de conicité.

α	C	%	Nombre
0° 6'52"	1:500	0,2	0,002
0° 17'11"	1:200	0,5	0,005
0° 34'23"	1:100	1	0,01
1° 8'45"	1:50	2	0,02
2° 51'51"	1:20	5	0,05
5° 43'29"	1:10	10	0,10
11° 25'16"	1:5	20	0,20
18° 55'29"	1:3	33,3	0,333
30°	1:1,866	53,6	0,536
45°	1:1,207	82,8	0,828
60°	1:0,866	115	1,15
90°	1:0,500	200	2
120°	1:0,288	346	3,46

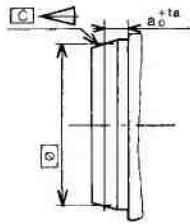
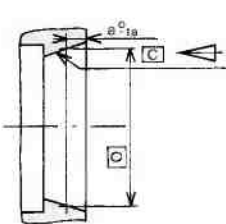
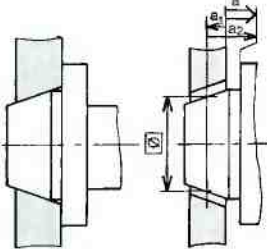
Proposition de cotation d'assemblages coniques

Cône de centrage.

La condition à assurer est un centrage et une portée axiale plane.

Cela impose une condition a faible (liaison hyperstatique).

La surface conique est faible, sa fonction étant uniquement la mise en position radiale de l'élément, sa conicité sera cotée encadrée ainsi que le diamètre de jauge.

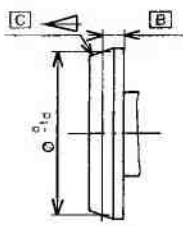
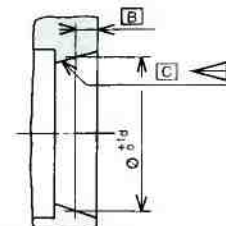
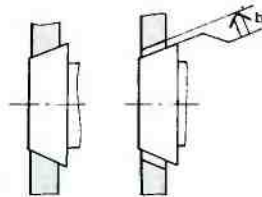


Soupape.

La condition à assurer est une étanchéité et un passage de fluide.

Cela impose une condition b fonction de la section de passage.

La surface conique est faible, sa fonction étant uniquement l'étanchéité, sa conicité sera cotée encadrée ainsi que la position du plan de jauge.

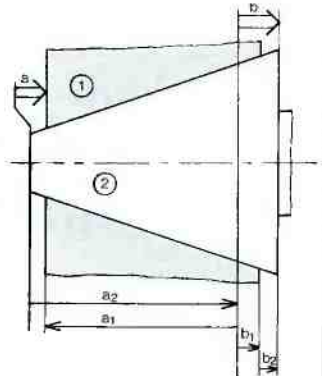


Cône d'assemblage.

La fonction à assurer est la mise en position axiale et radiale des éléments.

Les conditions à assurer sont :

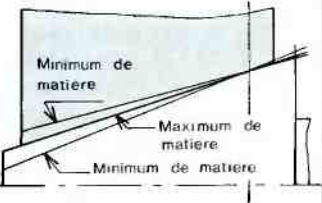
- La portée sur le gros bout.
- La mise en position axiale définie par b.
- La portée sans formation de bourrelet définie par a.
- La position radiale définie par la conicité et le diamètre de jauge.



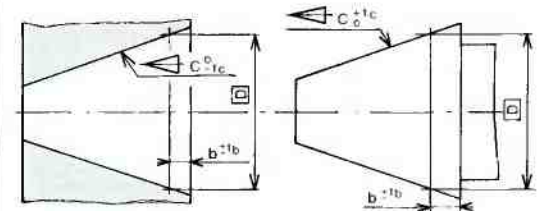
L'étendue et la position près du gros bout de la zone de portée impliquent l'inscription d'une tolérance de conicité, en plus pour l'arbre, en moins pour l'alésage.

Le diamètre de la section du plan de jauge est indiqué encadré pour préciser qu'il s'agit d'une cote théorique servant à la définition d'une surface dont les dimensions seront contrôlées par le respect de la condition b.

La mise en position axiale est définie par une cote tolérancée issue d'une chaîne ayant pour condition b.



Le plan de jauge est situé de préférence vers le gros bout afin de limiter les interférences.



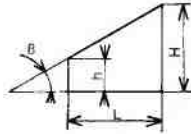


2.4.8. Cotation des assemblages prismatiques

Généralités sur les éléments prismatiques

Plan de jauge : plan de section droite qui sert à définir la position axiale des éléments d'assemblage.

Ce plan est commun aux deux éléments et il figure sur leurs dessins respectifs.



Angle du prisme : angle sous lequel les deux faces du prisme se coupent.

Pente ou inclinaison du prisme : rapport entre la différence des hauteurs H et h et de la distance L entre deux sections planes, parallèles à l'arête fictive du prisme et perpendiculaires à l'une de ses faces. Elle est exprimée par une fraction, un pourcentage, ou un nombre.

$$S = \frac{H-h}{L} = \tan\beta$$

Valeurs recommandées d'angle de prisme et d'inclinaison

Angles de prismes β						
(0° 30')	(3°)	(6°)	(9°)	20°	45°	90°
(1°)	(4°)	(7°)	(10°)	30°	60°	120°
(2°)	5°	(8°)	15°	(40°)	(75°)	

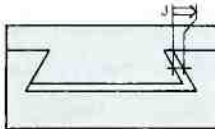
Les valeurs entre parenthèses sont à éviter.

Inclinaisons de prismes S						
nombre	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1
pourcentage	0,2 %	0,5 %	1 %	2 %	5 %	10 %
fraction	1:500	1:200	1:100	1:50	1:20	1:10

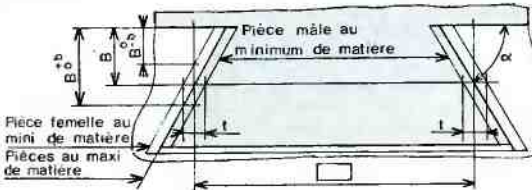
Proposition de cotation d'assemblages prismatiques

Queue d'aronde simple.

Les fonctions à assurer sont un guidage précis et une bonne portée. Cela impose une condition de jeu J faible.



Analyse :



L'ensemble est représenté au maximum et au minimum de matière.

J = 0 quand les pièces sont au maximum de matière.
J = 2 t quand les pièces sont au minimum de matière.

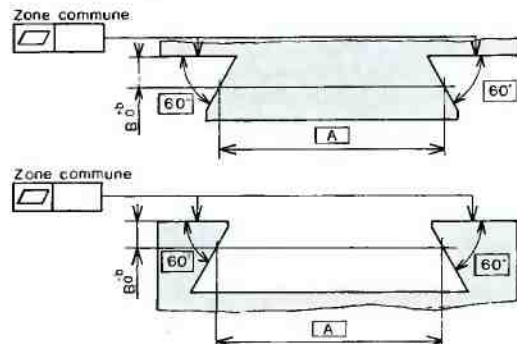
La cote située dans le plan de jauge est une cote théorique encadrée appartenant aux deux pièces dans leur état au maximum de matière.

La cote des angles est une cote théorique encadrée les représentant dans leur état au maximum de matière.

La position du plan de jauge est située par une cote tolérancée en moins pour la pièce femelle, en plus pour la pièce mâle. Le jeu est reporté sur ces cotes tel que :

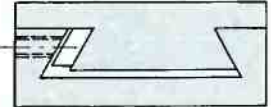
$$b = \frac{L \times \tan 60^\circ}{2}$$

Cotation fonctionnelle des pièces :

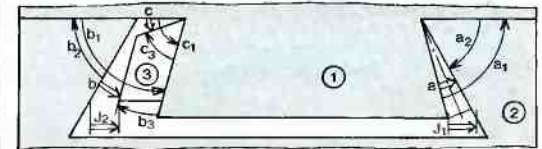


Queue d'aronde avec réglage du jeu.

Les fonctions à assurer sont un guidage précis et une bonne portée. Le jeu est réglé par un dispositif utilisant une cale.



Analyse :



J₁ : condition de portée, sa valeur est faible, elle est traduite en condition angulaire a.

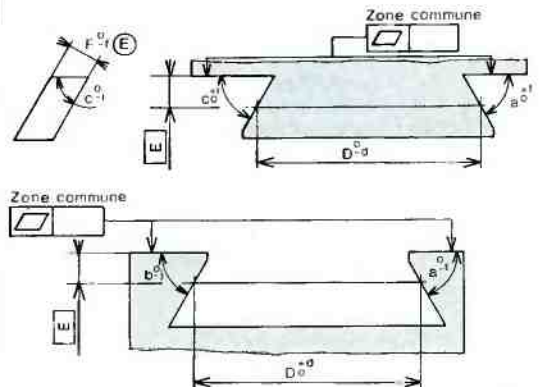
J₂ : condition de montage, sa valeur est large, elle conduit à une chaîne de cotes dimensionnelle et à une chaîne de cotes angulaire de condition b.

c : condition de montage, sa valeur est large.

La cote D peut être large grâce au système de réglage.

La cote E de position du plan de jauge est théorique donc encadrée.

Cotation fonctionnelle des pièces :





2.4.9. Cotation d'assemblage : maximum de matière

Exemple : assemblage d'un cylindre de compresseur sur son carter.

Données :

La liaison est assurée par un appui plan et un centrage.
le maintien est assuré par quatre goujons M8 implantés dans le carter.

Le montage ne doit demander aucun ajustage.

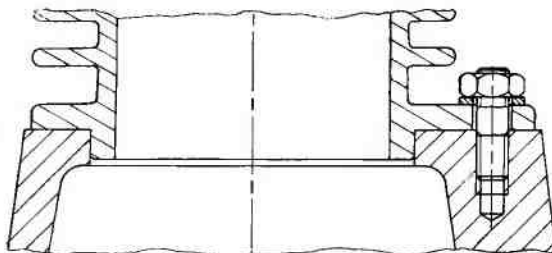
Les pièces doivent être interchangeables.

Les appareils de contrôle seront constitués essentiellement de jauges et de gabarits.

La tolérance de planéité des plans est de 0,02.

Qualité des goujons : $\varnothing 8 \text{ h}11 \left(8 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,09 \end{smallmatrix} \right)$

Ajustement de centrage : $\varnothing 65 \text{ H}8 / \text{h}7$



Démarche de travail



- Déterminer l'implantation du goujon (voir 2.4.2).
- Choisir les éléments standards.
- Déterminer l'ajustement de fonctionnement (n'entre pas dans le cadre de la cotation d'assemblage).
- Coter la géométrie de la liaison plan et centrage (voir 2.4.10.).
- Coter le diamètre des trous de passage.
- Coter la position des trous de passage et des trous taraudés, déterminer l'étendue de la zone de tolérance (voir 2.4.11.).

2.4.10. Cotation d'une perpendicularité au maximum de matière

Démarche



Premier cas



Deuxième cas



Exemple : étude de la liaison plan et centrage.

Etudier les cas les plus défavorables :

Les pièces sont au maximum de matière ($\varnothing 65$ et $\varnothing 65$).

L'assemblage a un jeu nul.
La géométrie des pièces doit être parfaite.

les pièces sont au minimum de matière ($\varnothing 64,970$ et $\varnothing 65,046$).

L'assemblage a un jeu de 0,076. Ce jeu autorise des défauts de perpendicularité sur les pièces.

La somme de ces défauts est égale au jeu.

Pour que les pièces restent interchangeables, il est nécessaire de limiter leur défaut à leur tolérance dimensionnelle.

Rechercher les références géométriques :

Les surfaces de contact les plus grandes et qui fonctionnellement ont une bonne géométrie (planéité de 0,02) sont les plans B et D.

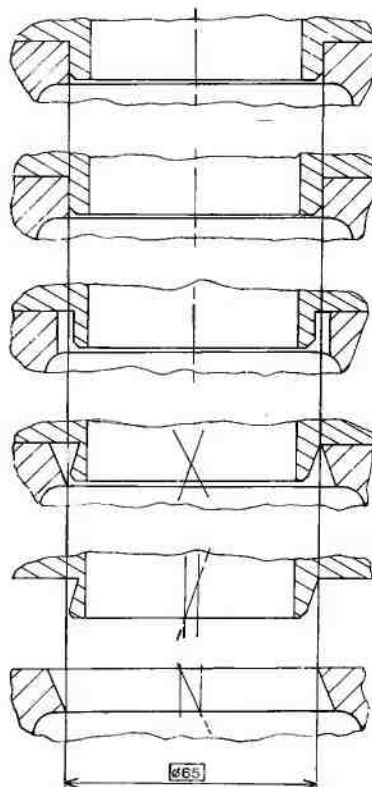
Inscrire la tolérance de perpendicularité.

La tolérance du défaut géométrique des éléments de centrage par rapport à leur référence spécifiée est donc de 0 quand ces éléments sont au maximum de matière.

Soit à inscrire sur le cylindre : $\perp \varnothing 0 \text{ M} \text{ E}$

voir page 59

Soit à inscrire sur le carter : $\perp \varnothing 0 \text{ M} \text{ D}$





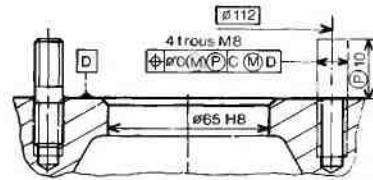
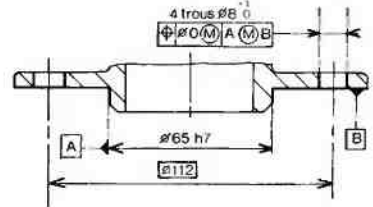
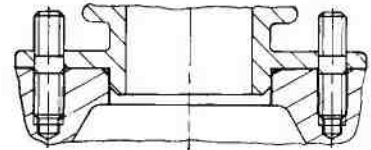
2.4.11. Cotation de position au maximum de matière

Démarche

Exemple : Liaison par quatre goujons M8 d'un cylindre sur son carter.

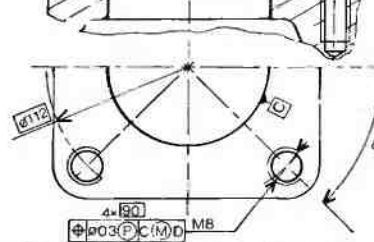
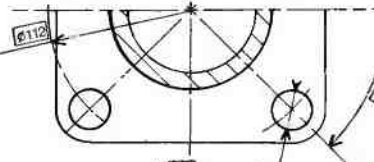
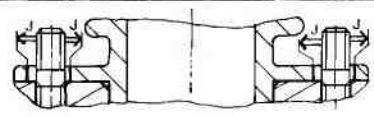
Première étape

Le diamètre maximal des trous a été fixé au $\varnothing 9$ mm.
 Considérer le cas de montage le plus défavorable avec les hypothèses suivantes :
 Aucun jeu quand tous les éléments de la liaison sont au maximum de matière.
 Les positions des trous, des goujons, doivent être parfaites dans ce cas, d'où la cotation suivante :
Coter la tolérance de position.
 La tolérance individuelle de position des trous est de 0 quand ils sont au maximum de matière ($\varnothing 8$).
Rechercher la direction de la tolérance.
 La tolérance doit être exprimée dans deux directions.
 La tolérance évoluera dans un cylindre.
Coter la distance des entre-axes de position.
 Les distances des entre-axe sont des cotes théoriques. Il ne faut pas les tolérancer, leur distance peut varier à l'intérieur du cylindre de tolérance de position.
Choisir les références de position.
 Les références de position doivent participer à la liaison, d'où le choix de l'axe du diamètre 65 et des plans B et D.
Coter l'étendue de la tolérance.
 Pour les trous du cylindre, la tolérance de position doit s'étendre sur toute leur hauteur.
 Pour les trous taraudés du carter, ils faut considérer le montage des goujons. Les goujons implantés ne doivent pas perturber le montage (il ne doit pas être nécessaire de les redresser). L'étendue de la tolérance de position des trous taraudés doit être projetée, elle est égale à la hauteur des goujons.



Deuxième étape

Considérer qu'il est nécessaire d'avoir du jeu dans le cas le plus défavorable ainsi que des tolérances de position > 0 .
 On peut constater que la tolérance du diamètre des trous du cylindre est grande (1mm), la réduire de 0,5 mm est sans effet économique.
Réduire la tolérance des trous de passage de manière à ce que le jeu soit augmenté au maximum de matière (dans ce cas on ne peut pas réduire la tolérance du taraudage). $+1$ $+1$
 Les trous passent de 8^0 à $8^{+0,5}$.
 Le jeu fonctionnel de l'ajustement du centrage ne peut pas être modifié (autre condition), il est de 0 au maximum de matière.
Répartir les tolérances.
 Le jeu au maximum de matière est de 0,5 mm. Cet accroissement de jeu met à notre disposition 0,5 mm de tolérance à répartir selon notre convenance de manière à avoir, au maximum de matière :



$$\varnothing \text{ trou} - \varnothing \text{ goujon} = \sum \text{tolérances } \Phi + 2 | \text{mini} | + \text{jeu mini du centrage}$$

La répartition est économique, elle doit se faire avec l'accord des fabricants. Soit :
 0,1 = j mini (pour faciliter le montage).
 0,3 pour la tolérance de position des trous taraudés.
 0 pour la tolérance de position des trous de passage.

Le gabarit de contrôle est défini à partir de cette cotation fonctionnelle suivant l'état virtuel des éléments à contrôler.

NOTE : la tolérance sur les trous de passage du cylindre pourra être transférée par le fabricant en réduisant la tolérance des trous tout en restant dans leur enveloppe virtuelle définie par la cotation du bureau d'étude. Il n'en est pas de même pour le taraudage car le fabricant ne peut pas prélever sur la tolérance du diamètre une part réservée à la position.



2.4.12. Cotation par simulation graphique

La cotation et le tolérancement des profils peut demander des calculs très longs. Pour les éviter, il est intéressant d'utiliser des méthodes graphiques de résolution. Ces résolutions peuvent être réalisées manuellement ou par dessin assisté par ordinateur (D. A. O.).

DONNEES

Exemple : Cotation et tolérancement des lobes d'une dégoujonneuse.

Principe : Trois galets après rotation du corps, serrent par arc-boutement un goujon de diamètre 10 afin de faciliter son desserrage.

Problème à résoudre : Déterminer la zone de tolérance de forme de la surface des lobes et sa position limite.

Données :

Le diamètre des goujons peut varier de 9,7 à 10,2.

Les galets sont standards, de $\varnothing 6 \pm 0,01$.

Une pré-détermination graphique de la dimension des lobes a permis d'évaluer la cote nominale de leur rayon à 8 mm. Cette valeur est une dimension linéaire nominale qui correspond à un diamètre de 16 dans la série Renard (voir page 31). On trouvera donc les outils correspondants.

Hypothèses relatives à la fabrication :

Toutes les solutions de fabrication sont à envisager (usinage, fonderie, matricage...). Ceci implique une cotation strictement fonctionnelle.

Hypothèses relatives à l'arc-boutement.

Le coefficient de frottement est de 0,11.

Déterminer les limites de l'arc-boutement.

Tracer les points de contact limites sur le galet.

Calculer les limites minimales de fonctionnement.

Tracer les pièces à une très grande échelle.

Simuler les pièces au maximum de matière.

Simuler les pièces au minimum de matière.

Rechercher les points de contact entre le galet et le goujon et entre le galet et le lobe.

Faire évoluer le rayon et la position du lobe vers leur maximum possible en restant dans les limites de l'arc-boutement.

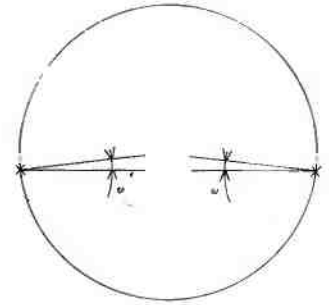
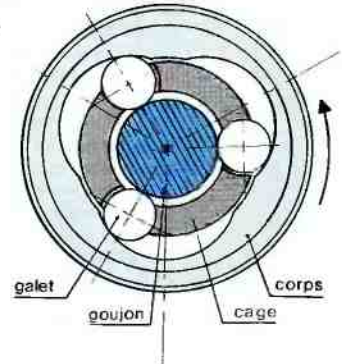
Mesurer les écarts à l'échelle.

Déduire les plages de variation.

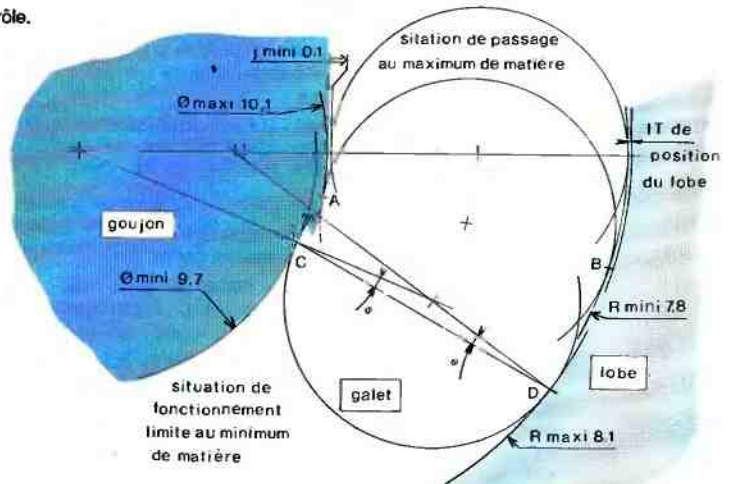
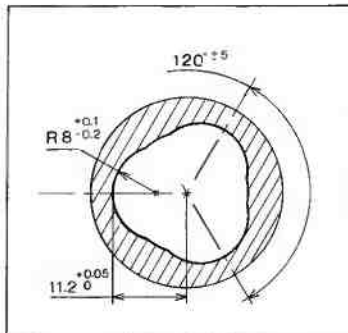
Traduire les variations en tolérances

Reporter les cotes.

Définir les moyens de contrôle.



Plusieurs formes de cotation sont possibles (de forme et de position ou dimensionnelle d'enveloppe).



3. Etats de surface



Ra = ?



Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX

3.1. Avertissement - définitions	62
- 3.1.1. Avertissement, origines des travaux	
- 3.1.2. Définitions.	
3.2. Défauts de surface classés par nature.	63
3.3. Origine des écarts et moyens d'évaluation.	64
3.4. Surfaces, profils : définitions	65
3.4.1. La surface et ses différentes définitions	
3.4.2. Profils - direction de mesurage.	
3.5. Caractéristiques du profil - base de calcul	66
3.5.1. Saillie locale, creux local, motif local	
3.5.2. Longueur de base, longueur d'évaluation	
3.5.3. Lignes de référence.	
3.6. Paramètres	67
3.6.1. Principaux paramètres liés à la ligne moyenne	
3.6.2. Paramètres liés au motif.	68
3.7. Récapitulation et remarques	69
3.7.1. Récapitulation des différents paramètres, origine, emploi.	
3.7.2. Remarques.	
3.8. Séparation des défauts de surface.	70
3.9. Spécification de l'état de surface	71
- 3.9.1. Spécifications sur les dessins	
- 3.9.2. Abréviation des différentes fonctions	
- 3.9.3. Abréviation des procédés d'élaboration	
- 3.9.4. Données générales	72
- 3.9.5. Exemples de choix de critères	
- 3.9.6. Tableau de sélection des différents critères.	73
3.10. Valeurs indicatives de R, obtenues pour différents procédés d'usinage.	74

3.1. Avertissement - définitions



3.1.1. Avertissement, origines des travaux.

L'état de surface d'une pièce a une large incidence sur un grand nombre de ses aptitudes, en particulier :

- aptitudes au frottement, à l'usure, à recevoir un revêtement ...
- aptitudes à résister à la corrosion, à la fatigue ...

Le bureau d'étude doit être en mesure de spécifier le plus précisément possible cet état de surface.

Les principaux documents et tableaux des pages suivantes sont issus :

- des normes françaises N FE 05-015 et 05-016.
- des normes C.N.O.M.O. (Comité de Normalisation des Outillages et Machines Outils)

Ces dernières sont mises en places à partir des travaux de l'ISES (Institut Supérieur d'Etats de Surfaces à l'ENSAM de Chalons sur Marne) et à partir d'études pratiques menées en commun au sein des groupes automobiles PEUGEOT S.A. et RENAULT.

La norme NF E 05-015, sous forme expérimentale depuis septembre 84 est en concordance avec l'ISO pour les paramètres de rugosité liés à la ligne moyenne (R_a , R_p ,...).

Elle prévoit également des paramètres liés au motif (R et W) qui ne figurent pas dans l'ISO.

Les documents CNOMO proposent l'utilisation de ces paramètres liés aux motifs qui seuls tiennent compte de l'ondulation et du profil total. Ils ne retiennent pas les critères de l'ISO liés à la ligne moyenne, en particulier pour les raisons suivantes :

- ces critères statistiques ne donnent pas une idée physique du profil
- le calcul de ces critères nécessite le choix d'un filtre passe-haut et le choix d'une longueur de base
- ces critères ne qualifient pas l'ondulation.

Les Industries mécaniques peuvent largement s'appuyer sur les travaux du CNOMO.

Le choix des critères d'états de surface, au bureau d'étude, doit être fait à partir des nécessités fonctionnelles des surfaces étudiées.

Le choix des valeurs limites (souvent maximales) affectées à ces critères peut s'effectuer :

- expérimentalement
- par analogie avec des cas semblables ou pour des pièces semblables.

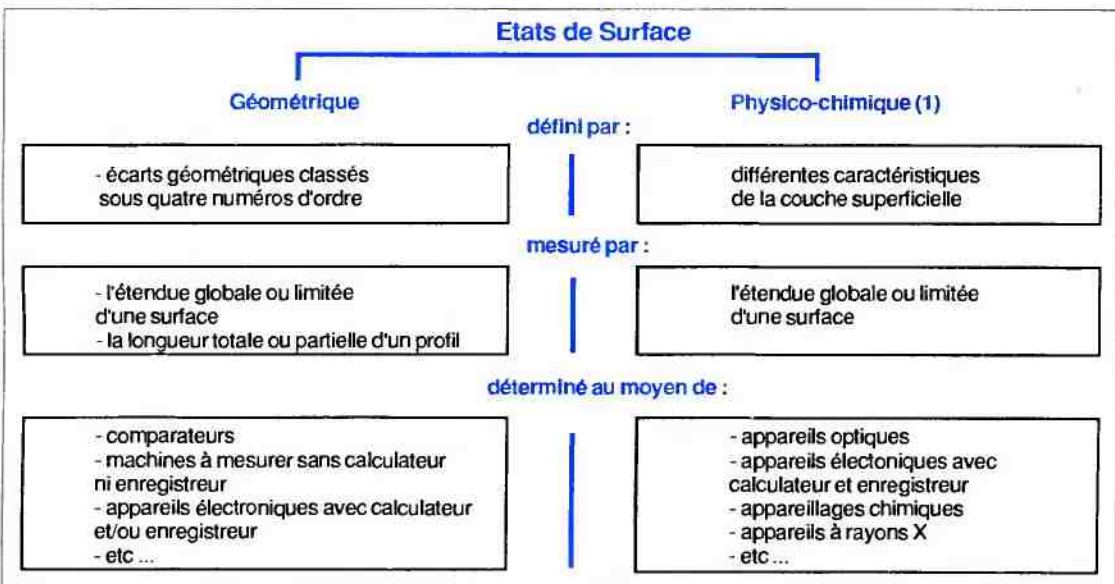
Les mesures qui par suite, valideront ces spécifications devront être indépendantes de l'opérateur et du moyen d'exploration. Pour cette raison, les références de captage devront être indépendantes des surfaces mesurées.

Le matériel actuel permet à l'aide de calculateurs, de séparer rugosité, ondulation et profil total.

Ces mesures et l'obtention d'un état de surface en usinage sont développées dans le **Mémotech Productique "matériaux et usinage"**

3.1.2. Définitions :

Le terme états de surface englobe :



(1) Ce chapitre traite uniquement de l'état géométrique des surfaces.

3. 2. Défauts de surface classés par nature

NF E 05-015



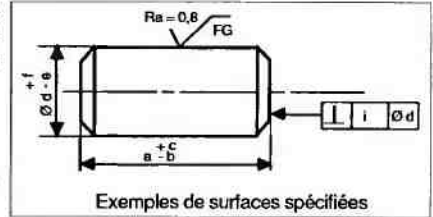
ORDRE	DESIGNATION	ILLUSTRATION	SURFACE SPECIFIEE	
			Dessin d'exécution	Signification par rapport à la fonction
1	ECART DE FORME Exemple: - rectitude - circularité - etc ...	<p>Ecart de forme et de position</p> <p>Direction générale du profil</p> <p>Profil anamorphosé</p>	PRESCRIPTION GEOMETRIQUE (voir NFE 04-552)	<p>1er et le 2ème ordre</p> <p>- influent sur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frottement de glissement et de roulement. • Résistance au matage. • Etanchéité dynamique et statique.
	2	ONDULATION	<p>Direction générale du profil</p> <p>Ondulation</p> <p>Profil anamorphosé</p>	<p>SYMBOLISATION</p> <p>DES ECARTS</p> <p>GEOMETRIQUES</p> <p>Du 2ème au 4ème ordre</p>
3	RUGOSITE	<p>Direction générale du profil</p> <p>Strie, Sillon</p>	(voir NFE 05-016)	<p>3ème et 4ème ordre influent sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • écoulement des fluides • étanchéité dynamique et statique, • revêtement • dépôt électrolytique • résistance aux efforts alternés...
4		<p>Arrachement</p> <p>Marque d'outil, fente, piqûre... (apériodique)</p> <p>Marque d'outil Arrachement</p>		
Somme des écarts du 1er au 4ème ordre	PROFIL TOTAL	<p>Direction générale du profil</p> <p>Profil anamorphosé</p>	Ensemble des défauts de surface dont l'analyse permet de déterminer leur influence spécifique sur une fonction donnée	Il ne sert à rien d'affiner la rugosité si l'écart de forme et l'ondulation ne sont pas réduits au niveau admissible pour une fonction donnée.
	5	STRUCTURE CRISTALLINE		<p>Etat physico-chimique:</p> <ul style="list-style-type: none"> - matériau. - Traitement thermique. - procédé et conditions d'usinage.
6	RESEAU CRISTALLIN			

N° ORDRE	SURFACE REELLE			
	Origine des écarts au cours de l'élaboration		Moyens d'évaluation des surfaces mesurées par exploration .	
	- Procédé d'usinage - Matériau usiné	- Machine - Installation	D'une surface globale ou limitée	D'un profil total ou partiel
1	<ul style="list-style-type: none"> - Déformation de la pièce • Pendant l'usinage, Indé pendamment du procédé. • Après l'usinage, dépendant du matériau (libération des tensions internes). 	<ul style="list-style-type: none"> - Défaut de bridage. - Flexion des éléments de la machine. - Qualité du guidage des éléments coulissants. - Usure des organes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Portée au marbre. - Tampon. - Bague. - Ma chine à mesurer. - Appareil de mesure d'écart de forme. - Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - PALPAGE en discontinu • lunette autocollimatrice. • Comparateur. • Ma chine à mesurer, etc. - "PALPAGE" en continu: • Appareil électronique à capteur avec référence de mesure (palpeur-touche ou aiguille). • Boîte à lumière. • Etc...
2	<ul style="list-style-type: none"> - Fraisage : (pas de l'ondulation, par exemple, avance par tour de fraise) • inclinaison de la fraise (en bout). • Mauvais affûtage. • Mauvais réglage des dents (en bout, en roulant). - Rectification : mauvais diamantage de la meule. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vibrations de basses fréquences: • de la pièce, • de l'outil. • des deux, dues aux flexions, mauvais guidage et équilibrage des éléments de machine, et également à l'insuffisance de l'installation de l'isolation passive et active. 	<ul style="list-style-type: none"> - Echantillon de comparaison viso-tactile : estimation de l'ondulation et de la rugosité des pièces fraisées. - Microscope stéréoscopique. - Appareil de mesure d'écart de forme. 	<ul style="list-style-type: none"> - Microscope à coupe optique. - Appareil électronique à capteur, avec référence de mesure. Palpeur : • touche... • aiguille.
3	<ul style="list-style-type: none"> - Procédé par enlèvement de copeaux : STRIES, SILLONS, dus à l'avance de l'arête coupante de l'outil; à l'avance par tour de la pièce ou de la meule , etc... - Procédé de formage à froid ou à chaud: BOSES et CRATERES juxtaposés. - Géométrie d'affûtage de l'outil : Qualité d'affûtage de l'outil et du diamantage de la meule. - Hétérogénéité, plasticité du matériau usiné (forte : aluminium à forte teneur en silicium). 	<ul style="list-style-type: none"> - Vibrations de hautes fréquences (causes analogues à celles énumérées ci-dessus). - Installation de lubrification : • lubrifiant : nature, qualité lubrifiante, action de refroidissement, stabilité dans le temps. • mode d'arrosage. • filtre : efficacité du système (entre autres, fréquences de nettoyage). 	<ul style="list-style-type: none"> - Echantillon de comparaison viso-tactile : estimation de la rugosité. - rugomètre : • pneumatique. • capacitif. - Divers appareils optiques . - Microscope stéréoscopique. - Microscope électroniques 	<ul style="list-style-type: none"> - Microscope à coupe optique. - Microscope interférentiel. - Appareil électronique à capteur: (palpeur-aiguille)
4	<ul style="list-style-type: none"> - Géométrie d'affûtage de l'outil : Qualité d'affûtage de l'outil et du diamantage de la meule. - Hétérogénéité, plasticité du matériau usiné (forte : aluminium à forte teneur en silicium). 			



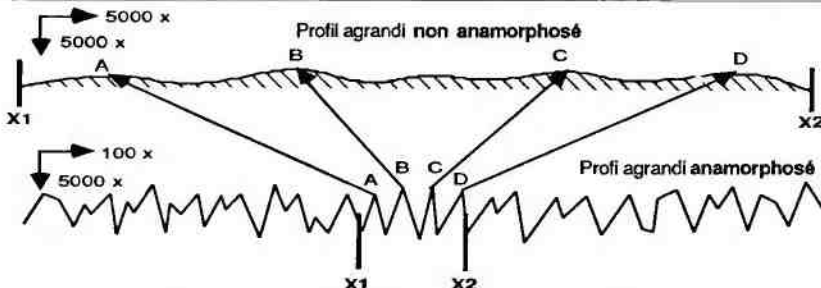
3.4.1. La surfaces et ses différentes définitions

Surface réelle	Surface qui limite le corps et le sépare du milieu qui l'environne. En pratique, surface résultant de la fabrication.
Surface géométrique	Surface idéale dont la forme et les dimensions sont définies par le dessin ou tout autre document technique.
Surface spécifiée	Surface dont les limites sont définies, à partir de la surface géométrique, au moyen de symboles et de valeurs numériques indiquées sur le dessin la représentant. Les symboles et valeurs se rapportent : - aux tolérances dimensionnelles (NF E 04-020) - aux tolérances de forme (NF E 04-552) - aux prescriptions d'état de surface (2ème et 3ème ordre NF E 05-016)
Surface de référence	Surface à partir de laquelle les écarts géométriques de surface sont déterminés. La surface de référence a la forme de la surface géométrique et sa position coïncide avec l'orientation générale de la surface réelle dans l'espace. Mathématiquement, elle peut être déterminée, par exemple, par la méthode des moindres carrés. Actuellement aucun paramètre de rugosité de surface n'est normalisé.
Surface mesurée	Surface déterminée par les instruments de mesurage à partir de la surface réelle. Les divers types d'instruments et les différentes techniques de mesurage de surfaces peuvent donner, à partir d'une même surface réelle, des surfaces mesurées différentes. Le degré d'approximation de la surface mesurée par rapport à la surface réelle dépend : - de la précision de l'instrument de mesurage employé (sensibilité, fidélité, justesse) - des techniques de mesurage appliquées (méthodes d'exploration et de dépouillement des valeurs permettant de définir la surface mesurée) - de la nature même de la surface réelle



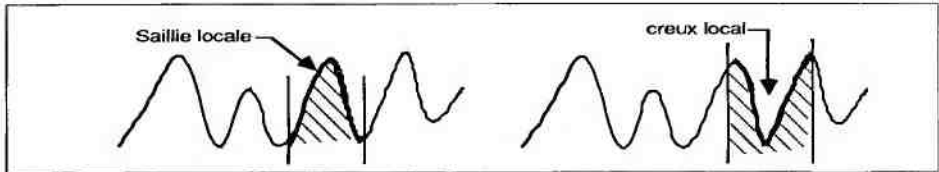
3.4.2. Profils - direction de mesurage

Profils	Ligne d'intersection de la surface et d'un plan de coupe. Pour un plan de coupe donné, à chaque surface (géométrique, spécifiée, réelle, mesurée) correspond un profil (géométrique, spécifié, réel, mesuré) La plupart des appareils de mesure d'états de surface utilisés industriellement, mesurent des grandeurs caractéristiques des profils. L'étude de la géométrie d'une surface étant généralement ramenée à celle de ses profils, la définitions de ces derniers est donc la base de la majorité des méthodes d'exploration.
Direction de mesurage	C'est, sauf indications contraires, celle qui donne la valeur maximale des paramètres d'états de surface.
Profil anamorphosé	Un profil anamorphosé est un profil enregistré avec des échelles horizontales et verticales différentes. Cette technique de représentation est très utilisée en états de surface, elle permet une exploitation plus facile des résultats mais donne une image déformée de la réalité.



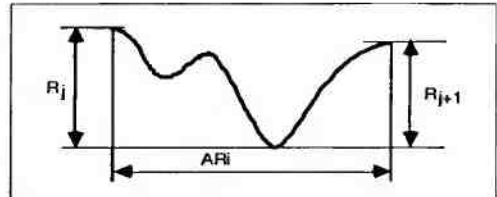
3.5.1. Saillie locale, creux local, motif local

Saillie locale Partie du profil comprise entre deux minimas adjacents

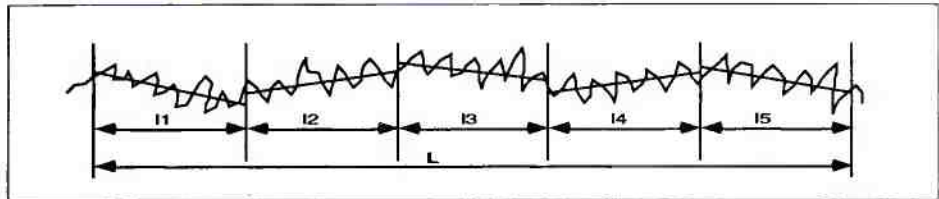


Creux local Partie du profil comprise entre deux maxima adjacents

Motif local Portion de profil comprise entre les points les plus hauts de deux saillies locales du profil, consécutives ou non.
 Un motif est caractérisé par :
 - sa longueur ARI
 - ses deux profondeurs R_i et R_{i+1}
 - sa caractéristique T égale à la plus petite des deux profondeurs R_i et R_{i+1}



3.5.2. Longueur de base - longueur d'évaluation



Longueur d'évaluation La longueur d'évaluation L est mesurée suivant la direction générale du profil. C'est la partie du profil utilisée pour le calcul des paramètres.

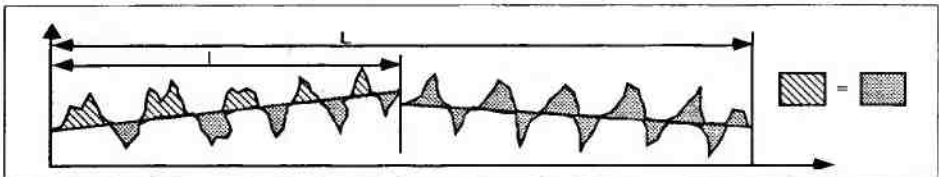
La direction générale du profil peut être la ligne des moindres carrés du profil.

Longueur de base La longueur de base l est la partie de la longueur d'évaluation utilisée pour séparer les irrégularités du profil : $L = n.l$

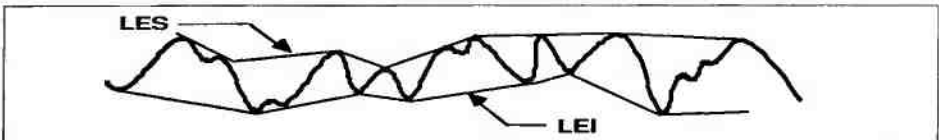
3.5.3. Lignes de référence

Ligne des moindres carrés Ligne de référence ayant la forme du profil géométrique et qui divise le profil de telle sorte qu'à l'intérieur de la longueur de base, la somme des carrés des écarts par rapport à cette ligne soit minimale.

Ligne centrale arithmétique Ligne de référence ayant la forme du profil géométrique et qui divise le profil de telle sorte qu'à l'intérieur de la longueur de base, la somme des aires comprises entre elle et le profil soit égale de part et d'autre.



Lignes enveloppe Supérieure (L E S) : segments de droite joignant les points les plus hauts des saillies locales de profil, avec ou sans discrimination conventionnelle de certaines saillies.



Inférieure (L E I) : segments de droite joignant les points les plus bas des creux locaux de profil, avec ou sans discrimination conventionnelle de certains creux.



3.6.1. Principaux paramètres liés à la ligne moyenne

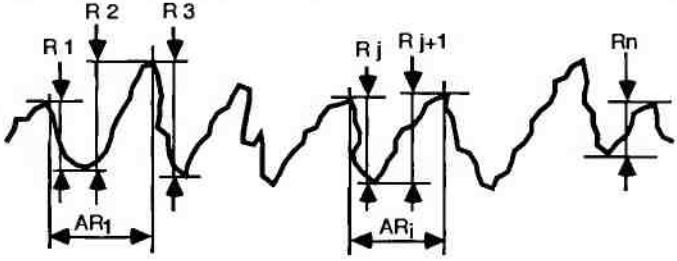
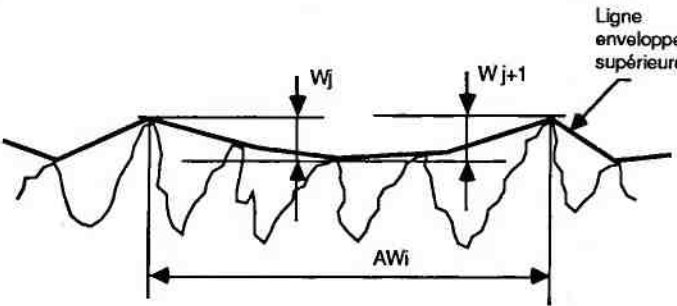
Remarques : Les paramètres sont définis sur une longueur d'évaluation (L) qui comporte "n" longueurs de base (l). Par exemple cinq longueurs de base (l). Les paramètres qui ne sont pas issus de l'ISO sont imprimés en italique.

Symbole	Intitulé et définition	Illustration
Rt	<p>Hauteur maximale de rugosité : Rt C'est le plus grand des Ry</p> <p>avec Ry : distance entre la ligne des saillies et la ligne des creux pour une longueur (l)</p>	
Rmax	<p>Maximum de la hauteur des irrégularités du profil : Rmax C'est le plus grand des Rmaxj</p> <p>avec Rmaxj, pris entre une saillie et un creux consécutifs</p>	
Rp	<p>Hauteur maximale de saillie : Rp</p> $R_p = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R_{pj}$ <p>avec Rpj, distance entre la ligne des saillies et la ligne moyenne pour une longueur (l)</p>	
Ra	<p>Ecart moyen arithmétique du profil : Ra</p> $R_{aj} = \frac{1}{l} \int_0^l y dx \quad R_a = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R_{aj}$	
Rz	<p>Hauteurs des irrégularités sur 10 points : Rz avec Ypi = Yp, ..., Yp5 : hauteur des cinq saillies les plus hautes Yvi = Yv, ..., Yv5 : profondeur des cinq creux les plus bas</p> $R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 Y_{pi} + \sum_{i=1}^5 Y_{vi}}{5} \quad R_z = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R_{zj}$	
(Tp)c	<p>Taux de longueur portante : (Tp)c</p> $(T_p)_c = \frac{\eta p}{L}$ <p>avec $\eta p = b_1 + b_2 + \dots + b_n$</p>	

3.6.2. Paramètres liés aux motifs

Remarques : Le tableau suivant regroupe les paramètres dont la définition est liée à celle des motifs locaux et des motifs caractéristiques. En ce qui concerne l'ondulation, les motifs locaux et caractéristiques sont déterminés en substituant la ligne enveloppe supérieure au profil.

Les paramètres sont mesurés perpendiculairement ou parallèlement à la direction générale du profil.

Symbole	Intitulé et définition	Illustration
<p>Paramètres de rugosité</p> <p>R</p>	<p>Profondeur moyenne</p> $R = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m R_j$ <p>Pas moyen</p> $AR = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n AR_j$ <p>Profondeur maximale R'max</p>	 <p>Pour n motifs caractéristiques sur la longueur d'évaluation L</p> <p>Pour n motifs caractéristiques sur la longueur d'évaluation L</p> <p>R'max : plus grand des Rj</p>
<p>Paramètres d'ondulation</p> <p>W</p>	<p>Profondeur moyenne</p> $W = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m W_j$ <p>Pas moyen</p> $AW = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n AW_j$ <p>Profondeur maximale W'max</p> <p>Profondeur totale W't</p>	 <p>Pour n motifs caractéristiques sur la longueur d'évaluation L</p> <p>Pour n motifs caractéristiques sur la longueur d'évaluation L</p> <p>W'max : plus grand des Wj</p> <p>W't distance entre le point le plus haut et le point le plus bas de la ligne enveloppe supérieure.</p>

3.7. Récapitulation et remarques



3.7.1. Récapitulation des différents paramètres, origine, emploi.

Paramètres	Type de défauts caractérisés			Réf. aux normes		Conseillé CNOMO	Facilité de mesure	
	Rugosité	Ondulation	Profil total	ISO	NF E		manu.	auto.
Profondeur totale:								
Pt			X		X	X	X	X
Rt	X				X		X	X
Wt		X			X		X	X
W't		X			X	X	X	(1)
Profondeur moyenne								
Pa					X			
R	X				X	X	X	(1)
Ra	X			X	X			X
Rq	X			X	X			X
Rz				X	X		X	X
W		X			X	X	X	(1)
Wa		X			X			
Profondeur maximale								
Rmax	X				X		X	X
R'max	X				X	X	X	(1)
Rp	X			X	X			X
Wmax		X			X		X	X
W'max		X			X	X	X	(1)
Wp		X			X			
Pas moyen								
AR	X				X	X	X	(1)
AW		X			X	X	X	(1)
S	X			X	X			
Sm	X			X	X			
Taux de portance (Tp)c			X	X	X	X		X

(1) Nécessite un algorithme performant et un caculateur adapté.

3.7.2. Remarques.

-Unités : Tous les critères sont exprimés en μm sauf (Tp)c (taux).

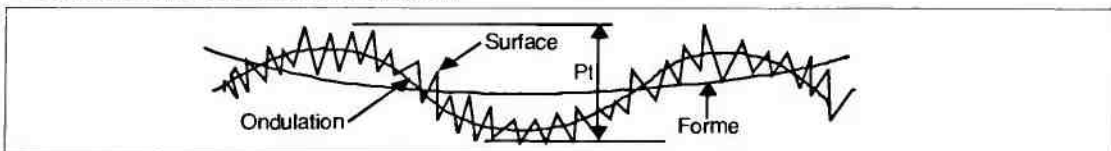
-Choix de R & W : Aucun paramètre ne peut, à lui seul, caractériser un profil. En particulier Ra ne donne pas une idée physique du profil étudié. Il est important de privilégier l'utilisation des paramètres liés au motif (R & W).

- Utilisation du critère Ra : Ra est le critère le plus connu. Il doit être cependant utilisé avec beaucoup de précautions. C'est le plus facilement mesurable par un matériel simple mais son évaluation nécessite le choix par l'opérateur, d'un filtre passe-haut. Si ce filtre n'est pas rigoureusement choisi, la mesure obtenue est sans signification.

Dans un cahier des charge il est nécessaire de préciser la longueur d'onde du filtre à utiliser.

En résumé, ce critère peut être très intéressant, en particulier comme élément de comparaison en fabrication, mais son utilisation et l'interprétation des mesures est très délicate.

- Récapitulation des éléments d'un profil



- Illustration de profils ayant même Ra

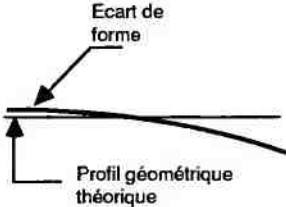
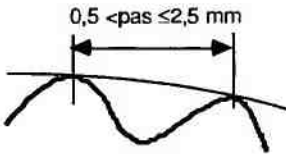
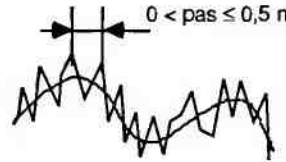



3.8. Séparation des défauts de surface

CNOMO
E00.14.010.N



Ce document est issu des recommandations CNOMO (Comité de Normalisation des Outillages et Machines-Outils). C'est un projet inter-constructeurs PEUGEOT-RENAULT d'août 1983. Il propose la séparation des ordres de grandeur en limitant le pas des différentes irrégularités. Ce projet a été établi dans un souci de liaison pratique entre les ordres de grandeur et leur origine, en particulier en usinage.

N°	Type d'irrégularités	Croquis	Origines possibles
1	<p>ECART DE FORME</p> <p>Défauts : - de planéité - de rectitude - de cylindricité - etc...</p>	 <p>Ecart de forme</p> <p>Profil géométrique théorique</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité de la machine. - Fixation imparfaite de la pièce ou de l'outil. - Déformation en cours de travail de la pièce ou de l'outil.
2	<p>ONDULATION</p> <p>Irrégularités géométriques telles que la distance entre deux sommets d'irrégularités soit comprise entre 0,5 et 2,5mm</p>	 <p>0,5 < pas ≤ 2,5 mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vibrations de basse fréquence de la pièce, de l'outil ou des deux. - Avance par tour de fraise quand celle-ci est comprise entre 0,5 et 2,5mm.
3	<p>RUGOSITE</p> <p>Irrégularités géométriques telles que la distance entre deux pics de ces irrégularités soit comprise entre 0 et 0,5mm</p>	 <p>0 < pas ≤ 0,5 mm</p>	<p>Trace géométrique de l'outil :</p> <ul style="list-style-type: none"> • avance par tour en tournage ou avance par dent en fraisage si celles-ci sont comprises entre 0 et 0,5mm • trace des grains de meulage, de grenailage, etc...
	<p>PROFIL TOTAL</p> <p>Somme des écarts</p>	 <p>Direction générale du profil</p>	<p>Ensemble des écarts de profil dont l'analyse permet de déterminer leur influence spécifique sur une ou plusieurs fonctions données.</p>

3.9. Spécification de l'état de surface

NF E 05-016

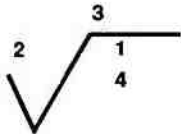


3.9.1. Spécifications sur les dessins

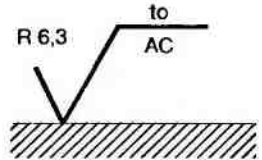
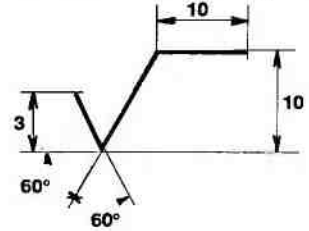
L'état de surface prescrit doit être l'état final du produit ou, dans certains cas, l'état précédent immédiatement une opération qui nécessite un état de surface défini (dépôt électrolytique, peinture, etc ...)

Symbole de base :

Il est constitué de deux traits obliques de longueur inégale et d'un trait horizontal.



- 1 : abréviation de la fonction
- 2 : symbole (s) et valeur (s) numérique du (des) critère (s) choisis
- 3 : abréviation du procédé d'élaboration
- 4 : spécifications complémentaires (conditions de mesurage ...)



3.9.2. Abréviation des différentes fonctions

Fonction	Avec déplacements relatifs					Avec assembl. fixes			Contraintes				
	Frottement de glissement	Frottement de roulement	Résistance au matage	Frottement fluide	Étanchéité dynamique	Étanchéité statique	Ajustement fixe avec contraintes	Adhérence (collage)	Sans			Avec	
									Revêtement (peinture)	Dépôt électrolytique	Mesure	Résistance aux efforts alternés	Outils coupants (arête)
Abréviation	FG	FR	RM	FF	ED	ES	AC	AD	RE	DE	ME	EA	OC

3.9.3. Abréviation des procédés d'élaboration

Procédé d'élaboration	Alésage	Brochage	Fraisage		Lamage	Perçage	Pierçage	Rabotage	Rectif.		Rodage	Tournage	Étincelage	Electro-érosion	Polissage	Superfinition	Sablage	
			En bout	En roulant					Plane	Cylindrique							A sec	Humide
Abréviation	al	br	frb	fr	lm	pe	pl	rb	rcp	rcc	rd	to	el	éé	po	sf	sas	sah

Procédé d'élaboration	Dressage	Grattage	Meulage	Sciage	Découpage	Electroformage	Electropolissage	Grenail- lage		Estampage	Étirage	Filetage	Forgeage	Galetage	Lami- nage		Mou- lage		
								Sphérique	Angulaire						A froid	A chaud	Sable	Coquille	Matricage
Abréviation	dr	gr	me	sc	de	ef	ep	gns	gna	es	et	fi	fo	ga	laf	lac	mos	moc	ma

Spécification de l'état de surface (suite)



3.9.4. Données générales.

Valeurs normalisées des critères :

Ces valeurs sont exprimées en μm et sont à choisir dans la série R 10/3 (en caractères gras dans le tableau) ou à défaut, dans la série R10 (caractères maigre).

Valeurs normalisées des critères de profil				
40	10	2,5	0,63	0,16
32	8	2	0,5	0,125
25	6,3	1,6	0,4	0,1
20	5	1,25	0,32	
16	4	1	0,25	
12,5	3,2	0,8	0,2	

Valeurs de rugosités recommandées :

En l'absence de données plus précises, les valeurs suivantes donnent une bonne base de départ. Il est toutefois à rappeler que la valeur d'un critère d'état de surface doit avoir une **origine fonctionnelle**. Les valeurs suivantes seront donc surtout utilisées pour connaître les limites possibles en fabrication.

Valeurs de Ra recommandées (d'après S. ENACHE)

Diamètre nominal \varnothing (mm)	Qualité ISO *				
	5 - 6	6 - 7	7 - 8	8 - 9	9 - 10
1 - 3	0,20 - 0,32	0,32 - 0,63	0,50 - 0,80	0,63 - 1,00	1,25 - 2,00
3 - 6	0,25 - 0,40	0,40 - 0,63	0,63 - 1,00	0,80 - 1,25	1,60 - 2,50
6 - 10	0,32 - 0,50	0,50 - 0,80	0,80 - 1,25	1,00 - 1,00	2,00 - 3,20
10 - 18	0,40 - 0,63	0,63 - 1,00	1,00 - 1,60	1,25 - 2,00	2,50 - 4,00
18 - 30	0,40 - 0,80	0,80 - 1,25	1,25 - 2,00	1,60 - 2,50	3,20 - 5,00
30 - 50	0,50 - 0,80	1,00 - 1,60	1,25 - 2,00	1,60 - 2,50	4,00 - 5,00
50 - 80	0,63 - 1,00	1,00 - 1,60	1,60 - 2,50	2,00 - 3,20	4,00 - 6,30
80 - 120	0,63 - 1,00	1,25 - 2,00	2,00 - 3,20	2,50 - 4,00	5,00 - 6,30
120 - 180	0,80 - 1,25	1,25 - 2,00	2,50 - 3,20	2,50 - 4,00	6,30 - 8,00
180 - 260	1,00 - 1,60	1,60 - 2,50	2,50 - 4,00	3,20 - 5,00	6,30 - 10,0
260 - 360	1,00 - 1,60	1,60 - 2,50	3,20 - 5,00	3,20 - 5,00	8,00 - 12,5
360 - 500	1,25 - 2,00	2,00 - 3,20	3,20 - 5,00	4,00 - 6,30	10,00 - 12,5

* Le premier nombre correspond à la qualité des arbres, le second à celle des alésages

Valeurs de R

Qualité ISO *	
< 7	≥ 8
IT 2	IT 4

3.9.5. Exemples de choix des critères.

Types de fonction	R	AR	W	Wmax	(Tp)c	Remarques
Frottement à sec : frein ...	X	X		X		Les surfaces doivent permettre de maîtriser un coefficient de frottement constant.
Glissières avec patin d'aiguilles	X		<0,3R	X		L'ondulation entraîne rapidement une destruction de la piste par matage.
Pièces de poussoir, contact cylindre/cylindre ou sphère/sphère	X				X	Les surfaces de pièces en contact doivent avoir une bonne assise.
Ajustements fixes avec contraintes (montages serrés, frettés)	X				X	Le taux de portance, à une profondeur (c) faible est la caractéristique d'ancrage d'un élément sur l'autre.
Étanchéité dynamique, portée de joint	X		<0,6R	X		La pièce ne doit pas user le joint (R). L'ondulation ne doit pas être un facteur de fuite.
Étanchéité statique	Rmax		<R			Le joint doit combler toutes les irrégularités.
Pièces soumises à la fatigue	Rmax					Éviter les amorces de rupture.

3.9.6. Tableau de sélection des différents critères.

Le tableau suivant est recommandé par le CNOMO. Il permet de dégrossir un grand nombre de choix au bureau d'étude. Les valeurs de l'ondulation $W (\leq \alpha R)$ sont des valeurs à ne pas dépasser en l'absence de spécifications.

Surface	Fonction appliquée à la surface		Critères										
			Profil de rugosité			Profil d'ondulation				Profil total			
			Désignation	Abréviation	R	R _{max}	AR	W	W _{max}	Wt	AW	Pt	(Tp)c
Contact de deux pièces	Avec déplacement relatif	Glissement (lubrifié)		FG	●			≤0,8R			○		●
		Frottement à sec		FS	●		○		●		○		
		Roulement		FR	●			≤0,3R	●		○		○
		Résistance au matage		RM	○		○	○			○		●
		Frottement d'un fluide		FF	●		○				○		
	Assemblage fixe	Etanchéité dynamique	avec joint	ED	●	○	○	≤0,6R	●		○		
			sans joint		○	●		≤0,6R					●
		Etanchéité statiques	avec joint	ES	○	●		≤R		○	○		
			sans joint		○	●		≤R		●			
		Ajustements fixe avec contraintes		AC	○								
Adhérence (collage)		AD	●								○		
Surfaces indépendantes	Avec contraintes	Outil (face de coupe)		OC	○		○				●		
		Résistance aux efforts alternés		EA	○	●	○						○
	Sans contraintes	Résistance à la corrosion		RC	●	●							
		Revêtement (peinture)		RE			○				○		
		Dépôt électrolytique		DE	●		●						
		Mesure		ME	●			≤R					
		Aspect		AS	●		○	○			○		

● Critères principaux : spécifier au moins l'un d'eux.

○ Critères secondaires : à spécifier éventuellement selon la fonction de la pièce

3.10. Valeurs indicatives de R

CNOMO E40.72.114.N



Valeurs Indicatives obtenues pour différents procédés d'usinage.

Il existe d'autres tableaux qui proposent des valeurs indicatives Ra et Rt obtenues en fonction des procédés d'usinage (MémoTech productique "matériaux et usinage" au chapitre 5). Celui-ci suit l'orientation du choix de R et de W.

Valeurs nominales de "R" en μm		50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	
Ordre de grandeur de la tolérance totale d'usinage la plus serrée en μm		100	60	35	20	14	10	7	5	3	2	
Procédés possibles de réalisation	Grenaillage											
	Rabotage											
	Sciage											
	Oxycoupage											
	Fraisage	en bout										
		en roulant										
	Tournage											
	Alésage à l'outil											
	Alésage à l'alésoir											
	Perçage au foret											
	Rectification	plane										
		cylindrique										
	Rodage											
	Electro-érosion											
	Meulage fin											
	Limage											
Pierrage main												
Grattage												



Réalizations usuelles



Réalizations exceptionnelles

4. Visserie et boulonnerie



Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX



Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX

4.1. Tableaux synoptiques des produits normalisés.	76
4.1.1. Vis à métaux.	
4.1.2. Boulons. Goujons.	77
4.1.3. Vis à tôle.	
4.1.4. Vis à bois.	78
4.1.5. Ecrous.	
4.1.6. Rondelles.	79
4.1.7. Désignation.	
4.2. Les filetages	80
4.2.1. Représentation des filetages	
4.2.2. Repérage des vis et des goujons à gauche.	
4.2.3. Trous de passage des vis à métaux.	81
4.2.4. Chambrages et lamages.	
4.2.5. Fraisures.	82
4.2.6. Arrondis sous tête.	
4.2.7. Longueurs de boulonnerie.	
4.2.8. Implantation des vis et des goujons.	83
4.2.9. Désignation des classes de qualité.	
4.2.10. Couples de serrage et efforts de traction recommandés pour boulons normalisés.	86
4.2.11. Marquages des vis et des goujons.	87
4.2.12. Marquages des écrous.	
4.2.13. Désignation des produits filetés.	
4.3. Les profils des filetages.	88
4.3.1. Filetages métriques à filets triangulaire profil ISO.	
4.3.2. Filetage trapézoïdal symétrique.	90
4.3.3. Filetages pour tuyauterie dits "GAZ".	92
4.3.4. Autres filetages existants pour des applications particulières.	93
4.4. Vis.	94
4.4.1. Choix des modes d'entraînement.	
4.4.2. Vis hexagonales et carrées.	95
4.4.3. Vis à tête fraisée.	96
4.4.4. Vis à tête fraisée à 6 pans creux.	97
4.4.5. Vis à tête cylindrique à 6 pans creux.	
4.4.6. Vis à tête cylindrique fendue.	98
4.4.7. Vis à tête cylindrique ou rondé à empreinte cruciforme.	99
4.4.8. Vis à tête hexagonale fendue.	
4.4.9. Vis à tête cylindrique ou ronde à 6 lobes internes.	100

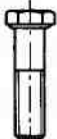


























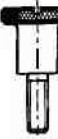
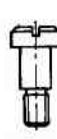
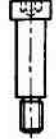


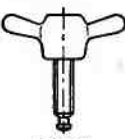


4.5. Visserie spéciale.	101
4.5.1. Vis sans tête à 6 pans creux.	
4.5.2. Vis à métaux pour vérins à vis.	102
4.5.3. Vis de réglage. Vis de blocage sans tête.	
4.6. Vis à tôle.	103
4.6.1. Vis à tôle à tête à 6 lobes internes.	
4.6.2. Vis à tôle à empreinte cruciforme.	104
4.6.3. Vis à tôle à tête fraisée fendue.	105
4.6.4. Vis à tôle à tête hexagonale.	
4.6.5. Vis à tôle à tête cylindrique large fendue.	106
4.6.6. Avant trou de perçage pour vis à tôle.	
4.7. Goujons. Tiges filetées.	107
4.7.1. Goujons.	
4.7.2. Tiges filetées.	
4.8. Ecrous.	108
4.8.1. Ecrous hexagonaux.	
4.8.2. Ecrous hexagonaux à embase ou à rondelle incorporée.	
4.8.3. Ecrous carrés.	109
4.8.4. Ecrous à portée sphérique et écrous borgnes.	
4.8.5. Ecrous à crénaux.	
4.8.6. Ecrous spéciaux (à oreilles, tôle).	110
4.8.7. Ecrous à encoches.	
4.8.8. Ecrous autofreinés.	111
4.8.9. Ecrous autofreinés divers.	112
4.8.10. Ecrous à tôle divers.	113
4.9. Rondelles et freins d'écrous.	115
4.9.1. Choix d'une rondelle pour assemblage.	
4.9.2. Rondelles plates.	116
4.9.3. Rondelles à dents chevauchantes planes.	
4.9.4. Rondelles à dents chevauchantes (autres types).	117
4.9.5. Rondelles d'étanchéité.	118
4.9.6. Rondelles de contact.	
4.9.7. Rondelles coniques de serrage.	119
4.9.8. Rondelles élastiques ondulées.	120
4.9.9. Rondelles Grower.	121
4.9.10. Cales obliques pour poutrelles.	
4.9.11. Rondelles frein pour écrous à encoches.	122

4. 1. Tableaux synoptiques des produits normalisés

NF E 25-008



4. 1. 1. Vis à métaux

 E 25.112 E 25.115 § 4.4.2 ISO 4014 = ISO 4016 =	 E 25.113 § 4.4.2 ISO 4015	 E 25.114 E 25.115 § 4.4.2 ISO 4017 = ISO 4018 =	 E 27.110 § 4.4.2	 E 27.309 E 25.137 § 4.4.8	 E 25.116 E 25.117 E 25.118 § 4.4.2
 E 25.110	 E 27.110	 E 25.107	 E 25.108	 E 25.109	 E 25.110 § 4.4.9
 E 25.111 § 4.4.9	 E 25.119 § 4.4.3 ISO 7046 =	 E 25.120 § 4.4.3 ISO 7047 =	 E 25.121 § 4.4.7 ISO 7045 =	 E 25.122 § 4.4.7	 E 25.160 § 4.4.4
 E 25.125 § 4.4.5 ISO 4762 =	 E 25.123 § 4.4.3 ISO 2009 =	 E 25.124 § 4.4.3 ISO 2010 =	 E 25.129 § 4.4.6	 E 25.127 § 4.4.6 ISO 2007 =	 E 27.110
 E 25.128 § 4.4.6 ISO 1580 =	 E 27.303	 E 27.170	 E 27.170	 E 27.168	 E 27.191 ISO 7379 =
 E 27.166	 E 27.167	 E 27.168	 E 27.214	 E 27.215	



4. 1. 2. Boulons . Goujons.

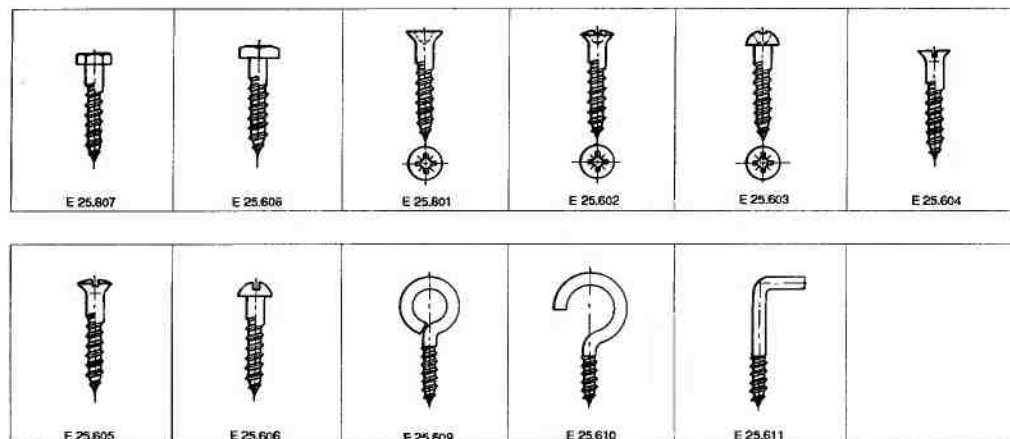
 E 27.711	 E 27.312	 E 27.313	 E 27.313	 E 27.313	 E 27.314
 E 27.314	 E 27.341	 E 27.342	 E 27.342	 E 27.342	 E 27.342
 E 27.351	 E 27.353	 E 27.354	 E 27.355	 E 27.314 ISO 4786 ≙ ISO 7434 ≙	 E 27.110 ISO 7435 ≙
 E 27.180 § 4.5.1. ISO 4026 ≙	 E 27.181 § 4.5.1. ISO 4027 ≙	 E 27.182 § 4.5.1. ISO 4028 ≙	 E 27.183 § 4.5.1. ISO 4029 ≙	 E 27.183 § 4.5.3.	 E 27.164 § 4.5.3.
 E 27.241	 E 27.241	 E 25 ...	 E 27.801	 E 27.811	

4. 1. 3. Vis à tête.

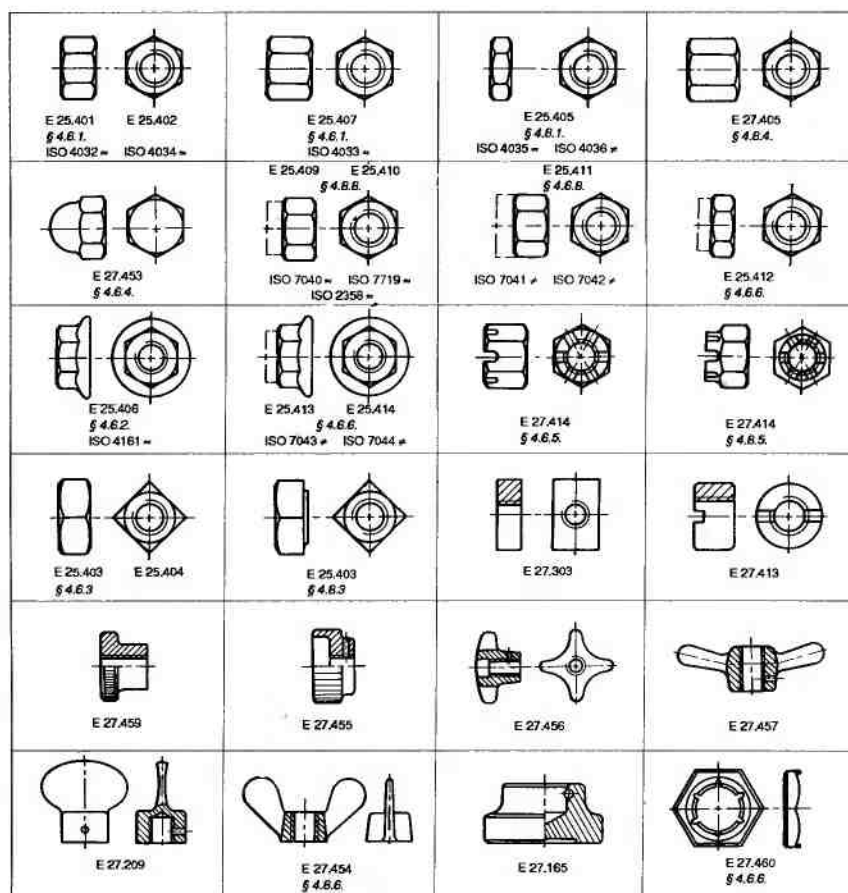
 E 25.662 § 4.6.4. ISO 1479 ≙	 E 25.632 § 4.6.1.	 E 25.653 § 4.6.1.	 E 25.654 § 4.6.1.	 E 25.695 § 4.6.1.	 E 25.896 § 4.6.2. ISO 7050 ≙
 E 25.657 § 4.6.2. ISO 7051 ≙	 E 25.658 § 4.6.2. ISO 7049 ≙	 E 25.659 § 4.6.2.	 E 25.660 § 4.6.3. ISO 1482 ≙	 E 25.661 § 4.6.3. ISO 1483 ≙	 E 25.663 § 4.6.5. ISO 1481 ≙



4. 1. 4. Vis à bois




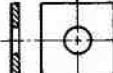









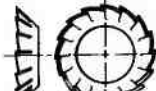





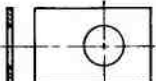

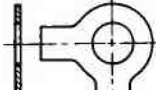

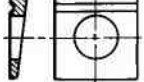

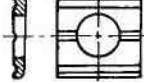


4. 1. 5. Ecrous

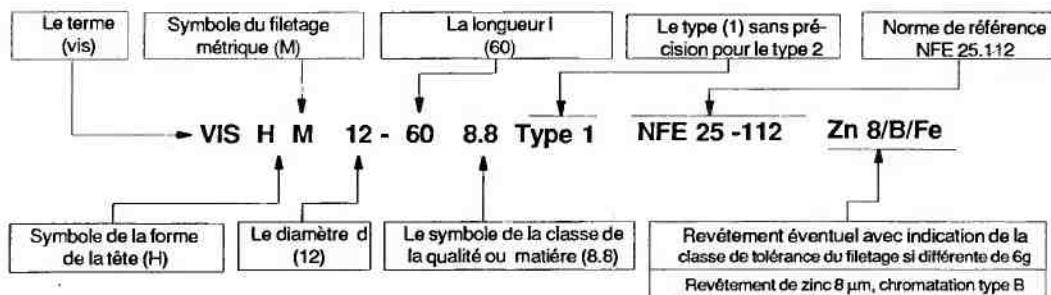




4. 1. 6. Rondelles

<p>E 25.513 (1) ISO 7089 #</p>  <p>§ 4.9.2</p> <p>E 25.410 (1) ISO 7091 #</p>  <p>ISO 7093 # ISO 7092 # ISO 7094 #</p>	 <p>E 27.682</p>	 <p>E 27.682</p>	
 <p>E 25.515, E 25. 516, E 25.517 § 4.9.9</p>	 <p>E 25.515, E 25. 516, E 25.517 § 4.9.9</p>	 <p>E 27.620 § 4.9.6</p>	 <p>E 25.510 § 4.9.7</p>
 <p>E 27.511 § 4.9.7.</p>	 <p>E 27.512 § 4.9.7.</p>	 <p>E 27.624 § 4.9.3</p>	 <p>E 27.A14 § 4.9.3.</p>
 <p>E 27.626</p>	 <p>E 27.627</p>	 <p>E 27.619</p>	 <p>E 27.619 § 4.9.7.</p>
 <p>E 27.615</p>	 <p>E 27.616</p>	 <p>E 27.617</p>	
 <p>E 27.614</p>	 <p>E 27.614</p>	 <p>E 27.614</p>	 <p>E 27.614</p>
 <p>E 27.681 § 4.9.10.</p>	 <p>E 27.681 § 4.9.10.</p>	 <p>E 27.681 § 4.9.10.</p>	

4. 1. 7. Désignation



4. 2. Les filetages

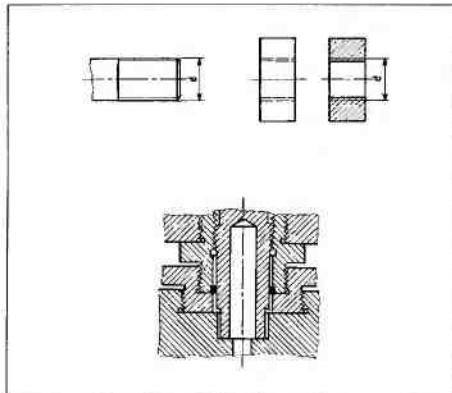


4. 2. 1 Représentation des filetages

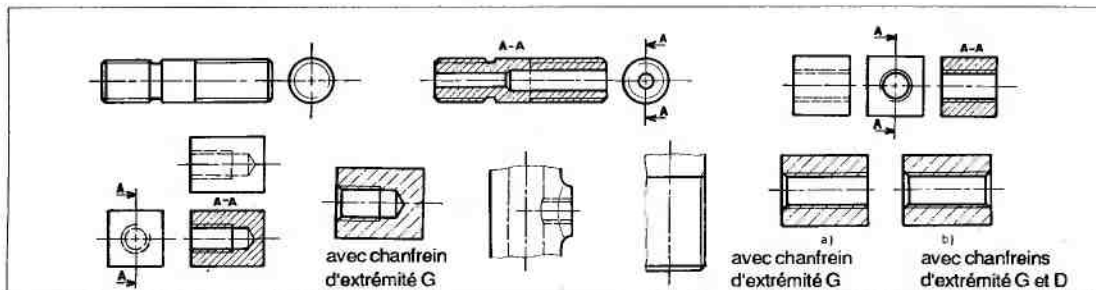
- Une pièce filetée est représentée comme une pièce lisse non filetée, avec la seule adjonction du tracé de la surface passant par le fond du filet et du tracé de la limite du filetage correctement formé.

- Le diamètre à coter est dans tous les cas le diamètre nominal du filetage.

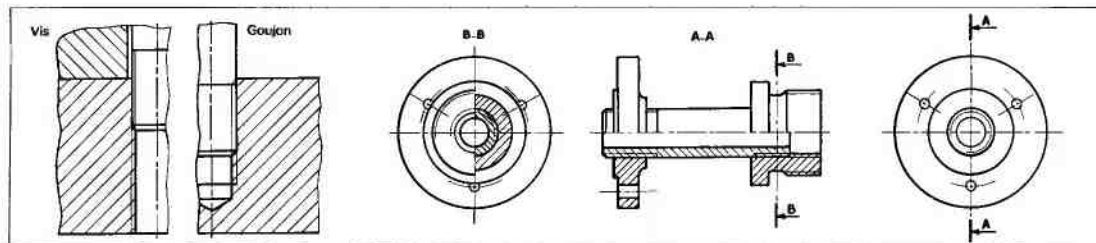
- Exceptionnellement: pour clarifier un dessin d'ensemble d'éléments filetés, le filetage peut être représenté par une ligne brisée schématisant le profil du filet.



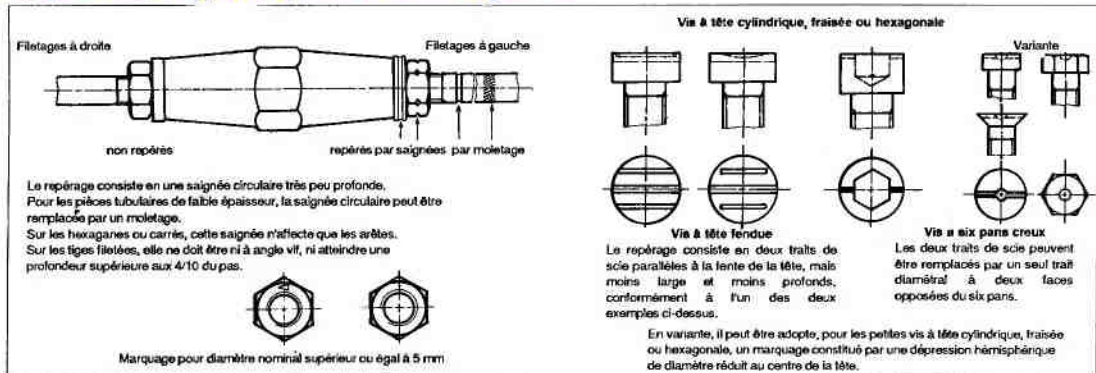
- Différentes représentation graphiques de pièces filetées.



- Différentes représentations graphiques de pièces filetées assemblées.

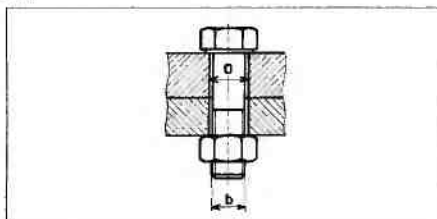


4. 2. 2. Repérage des pièces filetées à gauche



4. 2. 3. Trous de passage des vis à métaux N F E 25.017

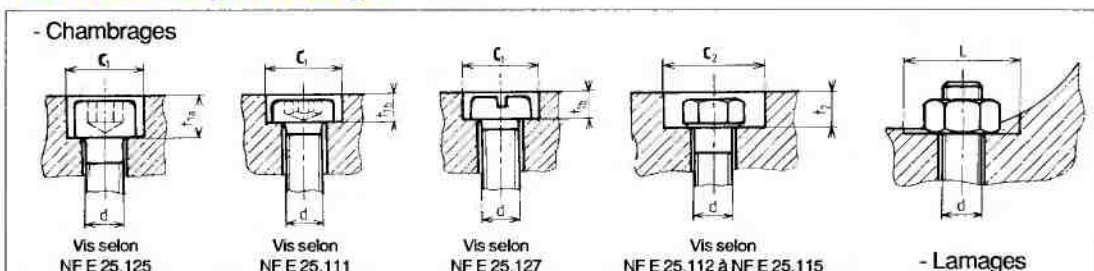
Diamètre nominal d	Diamètre du trou de passage D			Diamètre nominal d	Diamètre du trou de passage D		
	fine H12	moyenne H13	large H14		fine H12	moyenne H13	large H14
M 1	1,1	1,2	-	M 24	25	26	28
M 1,2	1,3	1,4	-	(M 27)	28	30	32
M 1,4	1,5	1,6	-	M 30	31	33	35
M 1,6	1,7	1,8	2,0	(M 33)	34	36	38
M 2	2,2	2,4	2,6	M 36	37	39	42
M 2,5	2,7	2,9	3,1	(M 39)	40	42	45
M 3	3,2	3,4	3,6	M 42	43	45	48
(M 3,5)	3,7	3,9	4,2	(M 45)	46	48	52
M 4	4,3	4,5	4,8	M 48	50	52	56
M 5	5,3	5,5	5,8	(M 52)	54	56	62
M 6	6,4	6,6	7,0	M 56	58	62	66
(M 7)	7,4	7,6	8,0	(M 60)	62	66	70
M 8	8,4	9,0	10,0	M 64	66	70	74
M 10	10,5	11,0	12,0	(M 68)	70	74	78
M 12	13	13,5	14,5	M 72	74	78	82
(M 14)	15	15,5	16,5	(M 76)	78	82	86
M 16	17	17,5	18,5	M 80	82	86	91
(M 18)	19	20	21,0	(M 85)	87	91	96
M 20	21	22	24,0	M 90	93	96	101
(M 22)	23	24	26,0	(M 95)	98	101	107



Note 1 : si le diamètre du trou de passage est choisi dans la série fine ou moyenne, il peut y avoir des risques d'interférence entre le diamètre D et le rayon sous tête de la vis (voir les valeurs de d_a dans les normes des produits) si ce diamètre est choisi dans la série large, ces risques sont limités à quelques diamètres d_a pour la vis de grade C. Il peut donc y avoir lieu de chanfreiner ou de rayonner le bord du trou, en particulier lorsque la pièce est plus dure que la vis.

Note 2 : l'emploi des dimensions entre parenthèses doit être évité autant que possible.

4. 2. 4. Chambrages et lamages NF E 25.017



Diamètre nominal d	Vis à tête cylindrique			Vis à tête hexagonale et écrous hexagonaux		
	C_1	t_{1a} (1)	t_{1b} (1)	s (2)	C_2 (3)	t_2 (1)
	mini	mini	mini	nom	mini	mini
M 1,6	5	1,7	1,2	3,2	8,5	1,3
M 2	6	2,1	1,5	4,0	10	1,6
(M 2,5)	7	2,7	1,8	5,0	11	2,0
M 3	8	3,2	2,1	5,5	12	2,3
(M 3,5)	8	-	2,6	6,0	14	2,3
M 4	10	4,2	3,0	7,0	16,5	3,1
M 5	11	5,3	3,7	8,0	19,5	4,1
M 6	13	6,3	4,2	10	22	5,6
(M 7)	16	7,4	-	11	-	-
M 8	18	8,4	5,3	13	28,5	6,0
M 10	20	10,5	6,3	16	37	7,2
M 12	22	12,6	7,4	18	42	8,4
(M 14)	26	14,7	-	21	47	9,8
M 16	30	16,8	-	24	52	11,3
(M 18)	32	18,9	-	27	60	13,1
M 20	36	21,0	-	30	64	14,5
(M 22)	38	23,5	-	34	64	16,0
M 24	42	25,5	-	36	79	17,0
(M 27)	48	28,5	-	41	90	19,0
M 30	53	31,5	-	46	96	21,0
(M 33)	56	35,0	-	50	96	23,5
M 36	63	38,0	-	55	98	25,0

- Concernant le diamètre (L) du lamage, la valeur des diamètres de chambrage (C_1 et C_2) peuvent être reprises.

(1) les profondeurs de chambrages t_{1a} , t_{1b} et t_2 ont été calculées pour les seules vis, de façon à garantir un jeu minimal de 5% de la hauteur de tête entre le dessus de la tête et la surface de la pièce. Si le montage d'une rondelle est prévu, il y a lieu de majorer la profondeur du chambrage en fonction de son épaisseur.

(2) s, est la valeur nominale du surplat.

(3) Les dimensions de chambrage C_2 ont été calculées pour permettre le serrage avec des clés, douilles à main et douilles à machine normalisées, dont l'encombrement est défini dans les normes :

NF E 74.303/ 363/ 364.

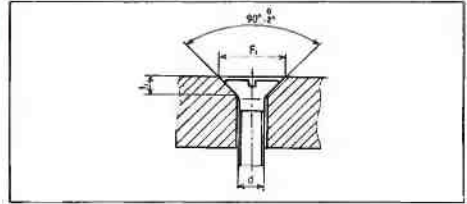
Note : l'emploi des dimensions entre parenthèses doit être évité autant que possible.

Les filetages (suite)



4. 2. 5. Fraisures N F E 25.017

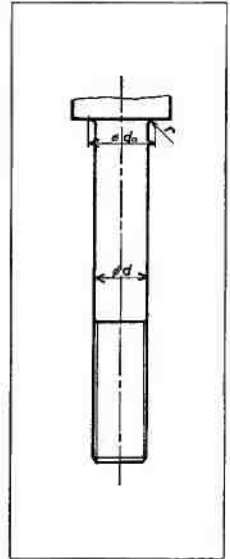
Diamètre nominal d		F ₁ (H13)		t ₁
Vis à métaux	Vis à tôle	nom	max	≈
M2	ST 2,2	4,60	4,78	1,10
(M2,5)	-	5,75	5,93	1,40
M3	ST 2,9	6,60	6,82	1,60
-	ST 3,5	8,60	8,82	2,30
M4	ST 4,2	9,80	10,02	2,65
M5	ST 4,8	10,90	11,17	2,70
-	ST 5,5	12,10	12,37	3,05
M6	ST 6,3	13,20	13,47	3,30
M8	ST 8,0	18,10	18,43	4,55
M10	-	21,00	21,33	5,00
M12	-	25,20	25,53	5,85
(M14)	-	29,40	29,73	6,95



- Afin d'intercaler une rondelle frein (NF E 27.627) il est nécessaire de tenir compte de son épaisseur.
 Note : l'emploi des dimensions entre parenthèses doivent être évité autant que possible.

4. 2. 6. Arrondis sous tête NF E 25.028.

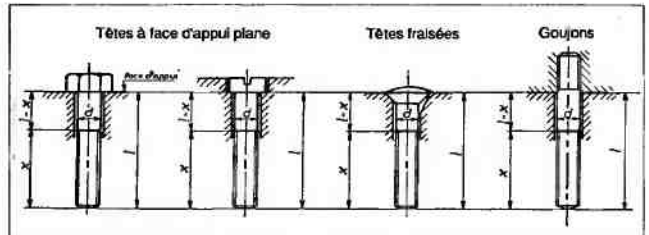
d	r min. finitions fine et semi-fine	d _a max.		d	r min. finitions fine et semi-fine	d _a max.		
		finitions fine	finitions semi-fine et brute			finitions fine	finitions semi-fine et brute	
1,6	0,1	2,0	6,0	36	1	39,4	42,4	
2		2,6		39		42,4	45,4	
2,2		2,8		42		1,2	45,6	48,6
2,5		3,1		45		1,6	48,6	52,6
3		3,6		48			52,6	56,6
3,5	0,2	4,1	52	2	2,5	56,6	62,6	
4		4,7	56			63	67	
4,5		5,2	60			67	71	
5		5,7	64			71	75	
6	0,25	6,8	7,2	68	2	75	79	
7		7,8	8,2	72		79	83	
8	0,4	9,2	10,2	76	2,5	83	87	
10		11,2	12,2	80		87	92	
12	0,6	14,2	15,2	85	2,5	92	97	
14		16,2	17,2	90		97	102	
16		18,2	19,2	95		102	108	
18		20,2	21,2	100		108	113	
20	0,8	22,4	24,4	105	2,5	113	118	
22		24,4	26,4	110		118	123	
24	1	26,4	28,4	115	2,5	123	128	
27		30,4	32,4	120		128	133	
30		33,4	35,4	125		133	138	
33		36,4	38,4	130		138	145	



4. 2. 7. Longueurs de boulonnerie NF E 25.025.

- Longueurs filetées

Diamètres d	Valeurs de x pour longueur l		
	Jusqu'à 120	de 130 à 200	au - delà de 200
1,6	9		
2	10		
2,5	11		
3	12		
(3,5)	13		
4	14		
5	16		
6	18		
(7)	20		
8	22	28	
10	26	32	
12	30	36	
14	34	40	
16	38	44	57
18	42	48	61
20	46	52	65
22	50	56	69
24	54	60	73

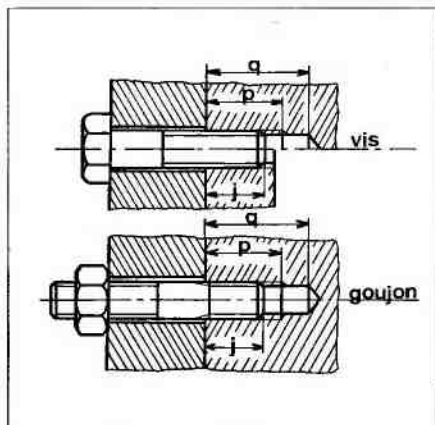


Valeurs de l							
2	8	20	40	70	110	170	275
2,5	10	(22)	45	75	120	180	300
3	12	25	50	80	130	190	325
4	14	(28)	55	85	140	200	350
5	16	30	60	90	150	225	375
6	(18)	35	65	100	160	250	400

Eviter, autant que possible, les longueurs entre parenthèses

4. 2. 8. Implantation des vis et des goujons.

- La longueur (j) définit la longueur de filetage en prise pour l'assemblage considéré :
- Vis :
 - métaux durs : $\geq d$
 - métaux tendres : $\geq 1,5d$
- Goujons :
 - métaux durs : $\geq 1,5d$
 - métaux tendres : $\geq 2d$
- La longueur (p) définit la longueur de filetage intérieur :
 $p = j + 3 \text{ à } 4 \text{ Pas}$
- La longueur (q) définit la longueur du trou avant taraudage :
 $q = j + 8 \text{ à } 9 \text{ Pas}$
- Pour des facilités d'usinage et dans la mesure du possible, faire déboucher les taraudages.
- Les diamètres des trous lisses sont définis au § 4.2.3.



4. 2. 9. Désignation des classes de qualité NFE 27-005.

- **Caractéristiques mécaniques des vis et des goujons.**
- Le premier chiffre donne le centième de la résistance minimale à la traction (N/mm^2) ou le dixième en hectobars.
- Le deuxième chiffre, multiplié par le premier chiffre, donne le dixième de la résistance minimale d'élasticité (N/mm^2) ou la valeur en hectobars.
- Les classes de qualités suivantes sont normalisées : 3.6 - 4.6 - 4.8 - 5.6 - 5.8 - 6.6 - 6.8 - 6.9 - 8.8 - 10.9 - 12.9 - 14.9.
- (1) Pour vis et goujons entiers seulement;
- (2) Pour les vis filetées jusqu'à proximité de la tête, l'essai sera considéré comme satisfaisant, même si une fissure apparaît dans les premiers filets, à condition que la tête ne soit pas décollée.
- (3) L'allongement permanent admissible est de 12,5 microns.

Caractéristiques mécaniques contrôlées		Classes de qualités des vis et goujons											
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9
Résistance à la traction	mini	33,3	39,2		49		58,8		78,4	98	117,6	137,2	
Rm (hbar)	max (1)	48	53,9		68,6		78,4		98	117,6	137,2	156,8	
Dureté Brinell	mini	90	110		140		170		225	280	330	390	
HB	max (1)	150	170		215		245		300	365	425		
Dureté Rockwell	min	HRB	49	62		77		88					
		HRC								18	27	34	40
	max	HRB	82	88		97		102					
		HRC								31	38	44	49
Limite apparente d'élasticité	min	19,6	23,5	31,3	29,4	39,2	35,2	47					
Limite conventionnelle d'élasticité R 0,002	min								52,9	62,7	88,2	105,8	123,4
Résistance à la charge d'épreuve (hbar)	(3)	18,4	22,1	28,5	27,6	35,6	33,2	42,8	46,5	57	77,6	93,1	108,7
Allongement pour cent après rupture A	min	25	25	14	20	10	16	8	12	12	9	8	7
Résistance à la traction avec cale biaisée		Pour vis entières - valeurs correspondant aux valeurs minimales de résistance à la traction.											
Résilience à KCU à 20 ° C (daJ/cm ²)										6	4	3	3
Ténacité de la tête		Aucune rupture (2).											
Décarburation		En cours d'étude à l'ISO.											
1kgf/mm ² = 0,98 hbar = 10 N/mm ²													

4. 2. Les filetages (suite)



- Valeurs de charge d'épreuve pour vis ou goujons entiers

- A filetage pas gros

Diamètre nominal du filetage mm	Pas du filetage mm	Section résistante du filetage mm ²	Classes de qualité des vis et goujons											
			3. 6	4. 6	4. 8	5. 6	5. 8	6. 6	6. 8	6. 9	8. 8	10. 9	12. 9	14. 9
			Charges d'épreuve (daN)											
1,6	0,35	1,27	24	29	37	36	46	43	55	60	73	99	120	140
2	0,4	2,07	39	46	59	58	74	69	89	97	120	165	195	230
2,5	0,45	3,39	63	75	97	94	125	115	150	160	195	265	320	370
3	0,5	5,03	93	115	145	140	180	170	220	235	290	395	470	550
3,5	0,6	6,78	125	150	195	190	245	230	295	320	390	530	640	740
4	0,7	8,78	165	200	255	245	315	295	380	410	510	690	820	960
5	0,8	14,2	265	315	405	395	510	475	610	670	810	1150	1350	1550
6	1	20,1	370	445	580	560	720	670	870	940	1150	1600	1900	2200
7	1	28,9	540	640	830	800	1050	960	1250	1350	1650	2250	2700	3150
8	1,25	36,6	580	810	1050	1050	1350	1250	1600	1750	2100	2850	3450	4000
10	1,5	58	1100	1300	1700	1650	2100	1950	2500	2700	3350	4550	5400	6400
12	1,75	84,3	1600	1900	2450	2350	3050	2800	3650	3950	4850	6600	7900	9200
14	2	115	2150	2550	3300	3200	4100	3850	4950	5400	6600	9000	11000	13000
16	2	157	2900	3500	4500	4350	5600	5300	6800	7400	9000	12500	15000	17500
18	2,5	192	3550	4250	5500	5300	6900	6400	8300	9000	11000	15000	18000	21000
20	2,5	245	4550	5500	7000	6800	8800	8200	10500	11500	14000	19500	23000	27000
22	2,5	303	5600	6700	8700	8400	11000	10500	13000	14500	17500	24000	28500	33000
24	3	353	6600	7900	10500	9800	13000	12000	15500	16500	20500	<u>27500</u>	<u>33000</u>	<u>38500</u>
27	3	459	8500	10500	13500	13000	16500	15500	20000	21500	26500	36000	43000	50000
30	3,5	561	10500	12500	16000	15500	20000	19000	24500	26500	<u>32000</u>	44000	53000	61000
33	3,5	694	13000	15500	20000	19500	25000	23500	<u>30000</u>	<u>32500</u>	40000	54000	65000	76000
36	4	817	15500	18500	23500	23000	<u>29500</u>	<u>27500</u>	<u>35000</u>	<u>38000</u>	47000	64000	77000	89000
39	4	976	18000	22000	28000	27000	35000	32500	42000	45500	56000	76000	91000	107000

1 kgf = 0,98 daN = 10 N/mm²

- A filetage pas fin

Diamètre nominal du filetage mm	Pas du filetage mm	Section résistante du filetage mm ²	Classes de qualité des vis et goujons											
			3. 6	4. 6	4. 8	5. 6	5. 8	6. 6	6. 8	6. 9	8. 8	10. 9	12. 9	14. 9
			Charges d'épreuve (daN)											
8	1	39,2	730	870	1150	1050	1400	1350	1700	1850	2250	3050	3650	4300
10	1,25	61,2	1150	1400	1750	1700	2200	2050	2650	2850	3500	4750	5700	6700
12	1,25	91,2	1700	2050	2600	2550	3250	3050	3950	4250	5200	7100	8500	10000
14	1,5	125	2300	2800	3600	3450	4450	4150	5400	5900	7200	9700	12000	14000
16	1,5	167	3100	3700	4800	4650	6000	5600	7200	7800	9600	13000	16000	18500
18	1,5	216	4000	4800	6200	6000	7700	7200	9300	10500	12500	17000	20500	23500
20	1,5	272	5100	6100	7800	8600	9700	9100	12000	13000	16000	21500	25500	<u>30000</u>
22	2	333	6200	7400	9500	9200	12000	11500	14500	15500	19000	26000	31500	36500
24	2	384	7100	8500	11000	11000	14000	13000	16500	18000	22000	<u>30000</u>	<u>36000</u>	42000
27	2	496	9200	11000	14500	14000	18000	16500	21500	23500	<u>28500</u>	<u>38500</u>	46500	54000
30	2	621	11500	14000	18000	17500	22500	21000	27000	<u>29000</u>	<u>35000</u>	48500	58000	68000
33	2	761	14500	17000	22000	21500	27500	25500	33000	<u>35500</u>	43500	60000	71000	83000
36	3	865	16000	19500	25000	24000	<u>31000</u>	<u>29000</u>	<u>37500</u>	40500	49500	68000	81000	95000
39	3	1028	19000	23000	29500	28500	37000	34500	44000	48000	59000	80000	96000	112000

1 kgf = 0,98 daN = 10 N/mm²

Note : Les valeurs inférieures à 34 330 daN sont situées au-dessus du trait gras (conditions d'essais NF E 27005)

- Caractéristiques mécaniques des écrous

- Un seul chiffre désigne la classe de qualité, il donne le centième de la contrainte minimale exercée sur la vie lors de l'essai (N/mm^2) ou le dixième en hectobars.
- les classes de qualité suivantes sont normalisées : 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 14.

Caractéristiques mécaniques contrôlées	Classes de qualité des écrous							Domaine d'application
	4	5	6	8	10	12	14	
Contrainte unitaire lors de l'épreuve de charge (hbar) voir 2.33)	39,2	49	58,8	78,4	98	117,6	137,2	Tous les écrous à l'exception de ceux exclus par accord entre client et fournisseur (voir 2.33)
Dureté Brinell HB max	302			353		375		Tous les écrous
Dureté Rockwell HRC (1) max	30			36		39		Tous les écrous
1 kgf/mm ² = 0,98 hbar								
(1) La conversion des valeurs de dureté Brinell en valeurs de dureté Rockwell a été effectuée d'après l'Euronorm 8.55.								

- Valeurs de charge d'épreuve pour écrous

- A filetage à pas gros

Diamètre nominal du filetage mm	Pas du filetage gros mm	Section résistante du filetage mâle correspondant mm ²	Classes de qualité des écrous						
			4	5	6	8	10	12	14
Charges d'épreuve (daN)									
2	0,4	2,07	82	105	125	165	205	245	285
2,5	0,45	3,39	135	170	200	270	335	400	470
3	0,5	5,03	200	250	300	395	495	600	700
3,5	0,6	6,78	270	335	400	540	670	800	940
4	0,7	8,78	345	435	520	690	870	1050	1250
5	0,8	14,2	560	700	840	1150	1400	1700	1950
6	1	20,1	790	990	1200	1600	2000	2400	2800
7	1	28,9	1150	1450	1700	2300	2850	3400	4000
8	1,25	36,6	1450	1800	2200	2900	3600	4350	5100
10	1,5	58	2300	2850	3450	4550	5700	6900	8000
12	1,75	84,3	3350	4150	5000	6700	8300	10000	12000
14	2	115	4550	5700	6800	9100	11500	14000	16000
16	2	157	6200	7700	9300	12500	15500	18500	22000
18	2,5	192	7600	9500	11500	15500	19000	23000	26500
20	2,5	245	9700	12500	14500	19500	24500	29000	34000
22	2,5	303	12000	15000	18000	24000	30000	36000	42000
24	3	353	14000	17500	21000	28000	35000	42000	48500
27	3	459	18000	22500	27000	36000	45000	54000	63000
30	3,5	561	22000	27500	33000	44000	55000	66000	77000
33	3,5	694	27500	34500	41000	55000	69000	82000	96000
36	4	817	32500	40500	48500	65000	81000	97000	113000
1 kgf = 0,98 daN = 10 N/mm ²									

- A filetage à pas fin

Diamètre nominal du filetage mm	Pas du filetage gros mm	Section résistante du filetage mâle correspondant mm ²	Classes de qualité des écrous						
			4	5	6	8	10	12	14
Charges d'épreuve (daN)									
8	1	39,2	1 550	1 950	2 350	3 100	3 850	4 650	5 400
10	1,25	61,2	2 400	3 000	3 600	4 800	6 000	7 200	8 400
12	1,25	91,2	3 650	4 550	5 500	7 300	9 100	11 000	13 000
14	1,5	125	4 900	6 200	7 400	9 800	12 500	15 000	17 500
16	1,5	167	6 600	8 200	9 900	13 500	16 500	20 000	23 000
18	1,5	216	8 500	11 000	13 000	17 000	21 500	25 500	30 000
20	1,5	272	11 000	13 500	16 000	21 500	27 000	32 000	37 500
22	1,5	333	13 500	16 500	20 000	26 500	33 000	39 500	46 000
24	2	384	15 500	19 000	23 000	30 500	38 000	45 500	53 000
27	2	496	19 500	24 500	29 500	39 000	49 000	59 000	69 000
30	2	621	24 500	30 500	37 000	49 000	61 000	74 000	86 000
33	2	761	30 000	37 500	45 000	60 000	75 000	90 000	105 000
36	3	865	34 000	42 500	51 000	68 000	85 000	102 000	119 000
1 kgf = 0,98 daN = 10 N/mm ²									

Note : Les valeurs inférieures à 34 330 daN sont situées au-dessus du trait gras (conditions d'essais NF E 27.005)

4. 2. 10. Couples de serrage et efforts de traction recommandés pour boulons normalisés profil I.S.O. (d'après SAM) .

Les couples de serrage ont été déterminés au 4/5 de la limite élastique minimum des différentes classes de matière utilisée dans la boulonnerie.

Ces couples tiennent compte d'un coefficient de frottement de 0.13 correspondant à des boulons montés, graissés normalement : le filetage et les faces en frottement doivent être de fabrication soignée.

Une rondelle plate suivant norme R. 933.10 doit être mise sous la tête de la vis ou sous l'écrou, suivant qu'il s'agit d'un boulon ou d'un goujon.

Désignation des aciers rentant dans la fabrication des boulons :

Colonne 1 - Boulons en acier doux. Ex. de nuances de réf. Acier A 42.1 (R. mini 42 - R. maxi 50).

Colonne 2 - Boulons en acier mi-dur. Ex. de nuances de réf. Acier A56.3 (R. mini 56 - R. maxi 65).

Colonne 3 - Boulons en acier mi-dur et dur traités. Ex. de nuances de réf. Acier XC 38 F . XC 48 F (R. mini 80 - R. maxi 95).

Colonne 4 - boulons en acier allié traité. Ex. de nuances de réf. Acier 25 CD 4 F (R. mini 95 - R. maxi 110).

Colonne 5 - boulons en acier spécial traité. Ex. de nuances de réf. Acier 38 C 4 F (R. mini 110 - R. maxi 125).

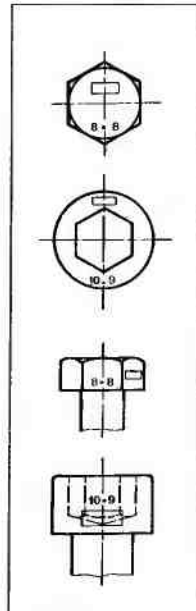
dimensions des boulons			Boulons R. mini : 42 daN/mm ² E. mini : 24 daN/mm ²		Boulons R. mini : 56 daN/mm ² E. mini : 30 daN/mm ²		Boulons R. mini : 80 daN/mm ² E. mini : 60 daN/mm ²		Boulons R. mini : 95 daN/mm ² E. mini : 70 daN/mm ²		Boulons R. mini : 110 daN/mm ² E. mini : 80 daN/mm ²	
Profil I.S.O			Couple de serrage daN.m	Effort de traction sur la vis (daN)	Couple de serrage daN.m	Effort de traction sur la vis (daN)	Couple de serrage daN.m	Effort de traction sur la vis (daN)	Couple de serrage daN.m	Effort de traction sur la vis (daN)	Couple de serrage daN.m	Effort de traction sur la vis (daN)
Ø du boulon	Pas	Cote sur plat										
1,6	0,35	3,2	0,007	20,5	0,009	26	0,017	52	0,020	60	0,024	69
2	0,4	4	0,014	33	0,018	42	0,035	85	0,041	99	0,047	113
2,5	0,45	5	0,029	45	0,036	57	0,072	112	0,085	132	0,097	150
3	0,50	5,5	0,050	86	0,062	107	0,120	215	0,140	245	0,170	287
3,5	0,60	6	0,075	115	0,095	145	0,180	280	0,210	325	0,250	383
4	0,7	7	0,110	148	0,140	185	0,270	370	0,310	418	0,370	494
5	0,8	8	0,200	230	0,250	290	0,500	575	0,570	650	0,670	768
6	1	10	0,370	344	0,460	430	0,900	860	1,050	973	1,250	1 145
7	1	11	0,610	500	0,760	625	1,500	1 250	1,700	1 410	2,000	1 670
8	1,25	13	0,900	635	1,900	795	2,200	1 590	2,500	1 800	3	2 120
10	1,50	17	1,800	1 060	2,200	1 250	4,500	2 500	5,100	2 830	6	3 340
12	1,75	19	3	1 450	3,7	1 810	7,5	3 620	8,5	4 100	10	4 850
14	2	22	4,900	2 020	6,1	2 520	12,2	5 050	14	5 720	16,5	6 750
16	2	24	7,500	2 750	9,4	3 440	18,5	6 880	21	7 800	25	9 170
18	2,5	27	10,4	3 350	13	4 200	26	8 350	29,5	9 480	35	11 200
20	2,5	30	14,8	4 300	18,5	5 350	37	10 750	42	12 150	49,5	14 380
22	2,5	32	20	5 400	25	6 750	50	13 500	56,5	15 250	67	18 000
24	3	36	25,5	6 200	32	7 750	64	15 500	72	17 500	85	20 600
27	3	41	37	8 150	46	10 200	92	20 350	105	23 000	124	27 200
30	3,5	46	51	9 950	64	12 450	127	24 900	144	28 150	170	33 200
33	3,5	50	68	12 300	85	15 400	170	30 700	194	34 800	215	41 000
36	4	54	88	14 500	110	18 100	220	36 200	250	41 000	295	48 200
39	4	58	113	17 500	141	21 900	282	43 700	320	49 500	375	58 200
42	4,5	63	141	20 000	176	25 000	352	50 000	400	56 600	470	67 000
45	4,5	67	176	23 500	220	29 400	440	58 700	500	66 500	590	78 500

4. 2. 11. Marquage des vis et des goujons NFE 27. 005 / 701

- Symbolisation : les différents symboles des marquages prévus correspondent aux symboles de désignation des classes de qualité des vis et goujons et sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Classe de qualité des vis et goujons	3 . 6	4 . 6	4 . 8	5 . 6	5 . 8	6 . 6	6 . 8	6 . 9	8 . 8	10 . 9	12 . 9	14 . 9
Marquage admis	3 6 4 6	4 8 5 6	5 8 6 6	6 8 6 9	8 8 10 9	12 9	14 9					
(*)	3 6 4 6	4 8 5 6	5 8 6 6	6 8 6 9	8 8 10 9	12 9	14 9					

* Nota : comme indiqué dans les symboles ci-dessus, le point séparant les chiffres peut-être omis lors des marquages, mais dans ce cas l'espace correspondant devra obligatoirement être conservé.



- Le marquage est obligatoire pour les éléments de classes de qualité égales ou supérieures à 5.6.
- Le marquage ne peut être exigé que pour :
 - Les vis à tête hexagonale de diamètre nominal égal ou supérieur à 5 mm.
 - Les vis à tête cylindrique à six pans creux de diamètre nominal égal ou supérieur à 5 mm.
 - Les goujons de diamètre nominal égal ou supérieur à 12 mm.
- Le marquage sera effectué, pour les vis à tête hexagonale, de préférence en creux ou en relief, sur la partie supérieure de la tête, ou en creux sur la face latérale.
- Le marquage sera effectué, pour les vis à tête cylindrique à six pans creux, de préférence en creux ou en relief, sur la partie supérieure de la tête ou, en creux sur la surface latérale.
- Le marquage sera effectué, pour les goujons, en creux ou en relief, sur le plat de l'extrémité, situé du coté opposé à l'implantation.
- Les vis sans tête peuvent être marquées suivant le système de marquage des goujons.
- La marque du fabricant devra figurer sur tous les éléments de fixation, (sauf les écrous) dans les mêmes conditions que les classes de qualité, (représentée par le rectangles des figures ci-contre).

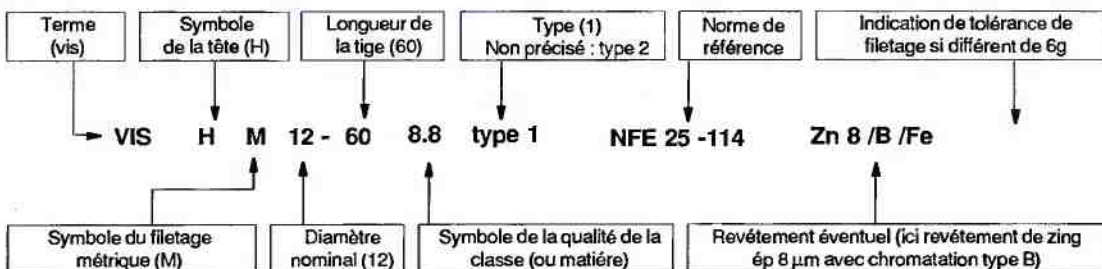
4. 2. 12. Marquage des écrous NFE 27. 005

classes de qualité des écrous	4	5	6	8	10	12	14
Marquage numérique	4	5	6	8	10	12	14
Marquage codé, (indice horaire) Peut remplacer le codage chiffré.							

- Le marquage est obligatoire pour les écrous de classes de qualité égales ou supérieures à la classe 5 lorsque leur diamètre nominal est égal ou supérieur à 5 mm.
- Le marquage numérique sera effectué en creux sur une face latérale ou l'une des faces d'appui de l'écrou.



4. 2. 13. Désignation des produits filetés. NFE 25. 114

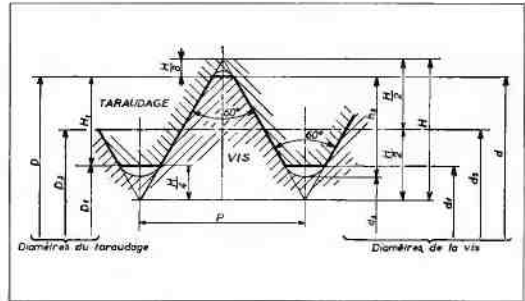


4. 3. Les profils des filetages



4. 3. 1. Filetages métriques à filet triangulaire profil ISO NF E 03.001 / ISO68

P = pas NFE 03.001	
Diamètre nominal	$D = d$
Hauteur du filetage	$H = 0,866 P$
Diamètre sur flanc	$D_2 = d_2 = d - 3/4 h = d - 0,6495 P$
Diamètre intérieur du taraudage	$D_1 = d_1 = d_2 - 2 (H/2 - H/4) = d - 1,0825 P$
Diamètre intérieur du filetage	$d_3 = d_2 - 2 (H/2 - H/6) = d - 1,2268 P$
Hauteur utile du filetage	$H_1 = \frac{D - D_1}{2} = 0,5412 P$
Hauteur du filet de la vis	$h_3 = \frac{d - d_3}{2} = 0,6134 P$
Rayon à fond de filet	$r_f = \frac{H}{6} = 0,1443 P$
Rayon à fond de taraudage	$r_t = \frac{H}{12} = 0,07215 P$



- Le tracé en trait fort est celui du profil de base à partir duquel sont définis les profils de la vis et du taraudage et leurs tolérances.
- La forme, généralement arrondie (r_f et r_t), et la profondeur du vide à fond de filet de la vis et du taraudage ($H/4$ et $H/8$), ne sont pas imposés.

Tolérances des filetages ISO NF E 03-050 à 055.

- Comme pour les pièces lisses, il existe un système de tolérance de filetage composé de lettres donnant la position de l'écart par rapport au profil théorique de base et composé de chiffres fixant la valeur de l'intervalle de tolérance admis.

- Ces tolérances portent :

- sur les diamètres sur flancs :
 - d_2 pour les vis.
 - D_2 pour les écrous.
- sur les diamètres sur sommet de filetage :
 - d pour la vis.
 - D_1 pour les écrous

Désignation des intervalles de tolérance NF E 03.051

- T_{d_2} : sur diamètre sur flanc de la vis (d_2)
- T_{D_2} : sur diamètre sur flanc de taraudage (D_2)
- T_d : sur diamètre extérieur de la vis (d)
- T_{D_1} : sur diamètre intérieur du taraudage (D_1)
- Pour les taraudages, deux positions d'intervalles de tolérance sont prévues : H et G
- pour les filetages, quatre positions d'intervalles de tolérance sont prévues : g, f, e ou h
- La valeur des intervalles de tolérance est définie par un numéro (voir tableau ci-contre)

Classes de tolérance recommandées NF E03.051

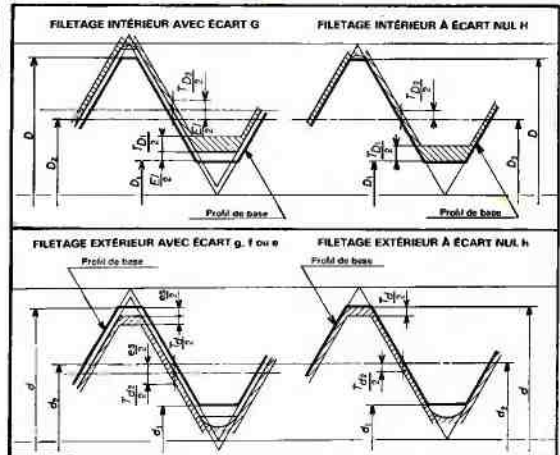
- Les classes de tolérances recommandées sont fonction :
 - de la qualité d'exécution du filetage
 - de la longueur en prise de l'assemblage fileté
- Longueur en prise dite "normale"

$$2,24 P \cdot d^{0,2} < L < 6,7 P \cdot d^{0,2}$$

P : pas en mm

d : diamètre nominal en mm

Note: les valeurs en bleu indiquent les classes de tolérances les plus fréquentes.



Tolérances	Numéro de tolérance utilisable								
		3	4	5	6	7	8	9	
Sur flancs	T_{d_2}	3	4	5	6	7	8	9	
	T_{D_2}	-	4	5	6	7	8	-	
Sur diamètre intérieur (vis)	T_d	-	4	-	6	-	8	-	
Sur diamètre intérieur (écrou)	T_{D_1}	-	4	5	6	7	8	-	

Qualité d'exécution du filetage	Filetage	Longueur de filetage en prise		
		courte	normale	longue
Fine	intérieur	4 H	4 H 5 H	6 H
	Extérieur	3 h 4 h	4 h	5 h 4 h
Moyenne	intérieur	5 H	6 H	7 H
	Extérieur	5 g 6 g 5 h 6 h	6 g 6 h	7 g 6 g 7 h 6 h
Grossière	intérieur	-	7 H	8 H
	Extérieur	-	8 g	9 g 8 g

Les profils de filetages (suite).

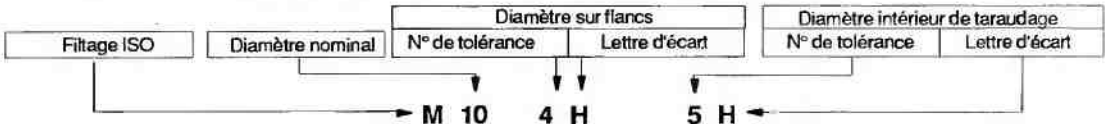


Valeurs des écarts et intervalles
 - Les normes NF E 03.051/053/054/055, donnent les valeurs retenues pour les écarts.
 - La norme NF E 03. 052, donne les formules de détermination des écarts.
 - Bien que P soit pris en mm dans le tableau ci-contre, l'écart fondamental est donné en µm...

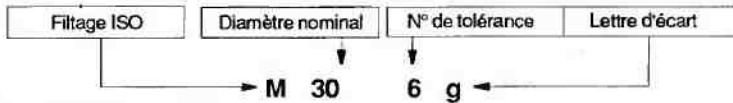
Position de l'intervalle		Ecart fondamental (µm)
Ecrrou	G	15 + 11 P
	H	0
	h	0
Vis	g	-(15 + 11 P)
	f	-(30 + 11 P)
	e	-(50 + 11 P)

Exemple de désignation d'un filetage ISO . NF E 03.051

- Numéros de tolérances sur flanc et sur sommet différents (écrou ou taraudage)



- Numéros de tolérances sur flanc et sur sommet identiques (vis goujon filetage extérieur)



- Assemblage fileté, profil ISO (écrou / vis)

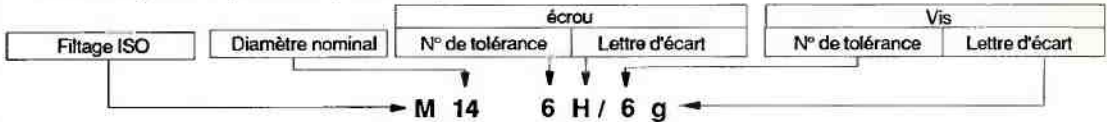


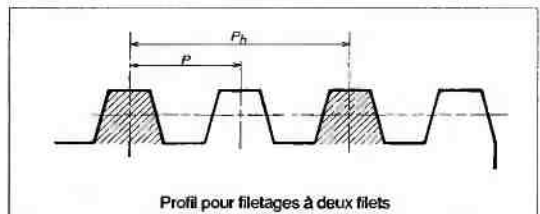
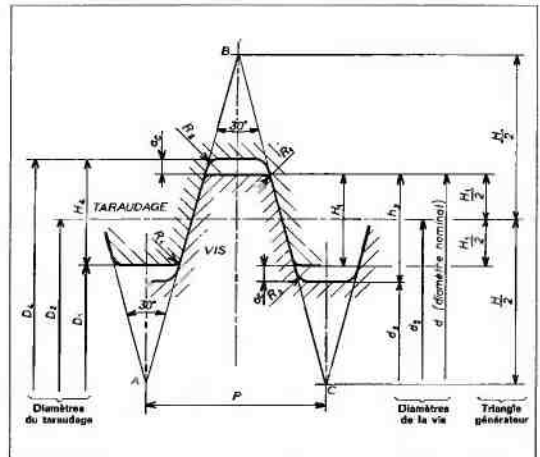
Tableau des dimensions NF E 03.014.

Diamètre nominal	Pas gros	Pas fins recomm.	Diamètre sur flancs	Diamètre intérieur taraudage	Diamètre noyau vis	Section résistante boulonnerie	Diamètre nominal	Pas gros	Pas fins recomm.	Diamètre sur flancs	Diamètre intérieur taraudage	Diamètre noyau vis	Section résistante boulonnerie
d = D mm	P mm	mm	D ₂ = d ₂ mm	D ₁ mm	d ₁ mm	$\frac{\pi}{4} (d_2 + d_3)^2$	d = D mm	P mm	mm	D ₂ = d ₂ mm	D ₁ mm	d ₁ mm	$\frac{\pi}{4} (d_2 + d_3)^2$
3	0,5	-	2,675	2,459	2,387	5,03	48	5	3-1,5	44,752	42,587	41,866	1473
4	0,7	-	3,545	3,242	3,14	8,78	52	5	3-2	48,752	46,587	45,866	1758
5	0,8	-	4,480	4,134	4,019	14,2	56	5,5	4-2	52,428	50,046	49,252	2030
6	1	-	5,350	4,918	4,773	20,1	60	5,5	4-2	56,428	54,046	53,252	2362
8	1,25	1	7,188	6,647	6,466	36,6	64	6	4-2	60,103	57,505	56,639	2676
10	1,5	1,25-0,75	9,026	8,376	8,160	58,0	68	6	4-2	64,103	61,505	6,639	3055
12	1,75	1,25-1	10,863	10,105	9,853	84,3	72	-	6 4-2	68,103	65,505	64,639	3460
14	2	1,5-1	12,701	11,835	15,546	115	76	-	6 4-2	72,103	69,505	68,639	3889
16	2	1,5-1	14,701	13,835	13,546	157	80	-	6 4-2	76,103	73,505	72,639	4344
18	2,5	1,5-1	16,376	15,294	14,933	192	85	-	6 4-2	81,103	78,505	77,639	4948
20	2,5	1,5-1	18,376	17,294	16,933	245	90	-	6 4-2	86,103	83,505	82,639	5591
22	2,5	1,5-1	20,376	19,294	18,933	303	95	-	6 4-2	91,103	88,505	87,639	6273
24	3	2-1,5	22,051	20,752	20,319	353	100	-	6 4-2	96,103	93,505	92,639	6994
27	3	2-1,5	25,051	23,752	23,319	459	105	-	6 4-2	101,103	98,505	97,639	7755
30	3,5	2-1,5	27,727	26,211	25,706	561	110	-	6 4-2	106,103	103,505	102,639	8555
33	3,5	2-1,5	30,727	29,211	28,706	694	115	-	6 4-2	111,103	108,505	107,639	9395
36	4	3-1,5	33,402	31,670	31,092	817	120	-	6 4-2	116,103	113,505	112,639	10273
39	4	3-1,5	36,402	34,670	34,092	976	125	-	6 4-2	121,103	118,505	117,639	11191
42	4,5	3-1,5	39,077	37,129	36,479	1121	130	-	6 4-2	126,103	123,505	122,639	12148
45	4,5	3-1,5	42,077	40,129	39,479	1306	140	-	6 4-2	136,103	133,505	132,639	14181
							150	-	6 4-2	146,103	143,505	142,639	16370

4.3.2. Filetage trapézoïdal symétrique NF E 03.615 / 616 / 617

P = pas NF E 03.615

Diamètre nominal (diamètre extérieur vis)	d
Hauteur du triangle de définition	$H = 1,866 P$
Hauteur du filetage en contact	$H_1 = 0,5 P$
Vide à fond de filet	a_c
Hauteur filetage de la vis	$h_3 = H_1 + a_c = 0,5 P + a_c$
Hauteur filetage de l'écrou	$H_4 = H_1 + a_c = 0,5 P + a_c$
Diamètre sur flancs	$D_2 = d_2 = d - \frac{H_1}{2} = d - 0,5 P$
Diamètre noyau de la vis	$d_3 = d - 2h_3 = d - P - 2a_c$
Diamètre intérieur écrou (sommet taraudage)	$D_1 = d - 2 H_1 = d - P$
Diamètre extérieur écrou (fonds taraudage)	$D_4 = d + 2 a_c$
Rayon au sommet	$R_{1max} = 0,5 a_c$
Rayon de raccordement aux fonds de filets	$R_{2max} = a_c$



Définition des pas

P_h : pas hélicoïdal (avance axiale par tour)

P : pas du profil

- vis à un seul filet : $P_h = P$

- vis à n filets : $P_h = n \times P$

Valeur du vide à fond de filet (a_c en fonction de P)

P (mm)	1,5	2 à 5	6 à 12	14 à 40
a_c (mm)	0,15	0,25	0,5	1

Valeurs des pas recommandés en fonction du diamètre nominal. NF E 03.616

Diamètre nominal (mm)		Pas P du profil (mm)														
		1,5	2	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	32	40	
8	9	x														
10	11	x	x													
12	14	x	x													
16	18		x	x												
20	22		x	x	x											
25	28			x	x	x										
32	36				x	x	x									
40	45				x		x	x								
50	56					x	x	x								
63	70					x	x		x							
80	90					x				x						
100	110						x		x		x					
125	140						x		x		x					
160	180							x			x		x			
200	220								x		x		x		x	
250	280									x		x				x
320										x			x			x

Notes - Choisir de préférence les valeurs encadrées en bleu.

- Le tableau ci-dessus est valable aussi bien pour les vis à un seul filet que pour les vis à plusieurs filets.

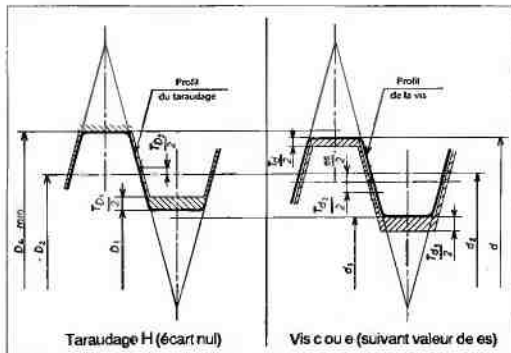
- Les filetages à un seul filet du tableau ci-dessus sont en principe irréversibles.

Les profils des filetages (suite)



Tolérances des filetages trapézoïdaux symétriques NF E 03-617

- Pour les taraudages, une seule position d'intervalle de tolérance est prévue : H.
- Pour les filetages, deux positions d'intervalle de tolérance sont prévues : c ou e.



Valeurs des longueurs en prise dites "normales" NF E 03-617

Diamètre nominal d		Pas du profil P	Longueur en prise normale (mm)	
<	≤		<	≤
5,6	11,2	1,5	5	15
			6	19
11,2	22,4	1,5	6	18
			8	24
			11	32
			15	43
22,4	45	3	12	36
			18	54
			21	63
			25	75
45	90	8	34	100
			5	26
			8	38
			10	50
90	180	12	60	170
			16	75
			20	112
			24	132
180	350	20	132	400
			10	69
			12	75
			20	137
180	350	24	150	450
			32	200
			40	273
			600	820

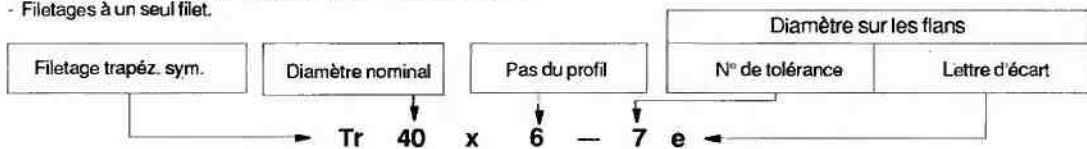
Classes de tolérances recommandées NF E 03-617

- Longueurs en prise : le choix de la classe de tolérance étant fonction de la longueur en prise de l'assemblage fileté, il est prévue deux catégories :
- Longueurs dites "normales", symbole N, dont les valeurs sont données dans le tableau ci-dessous.
- Longueurs dites "longues", symbole L, dont les valeurs sont supérieures aux précédentes.

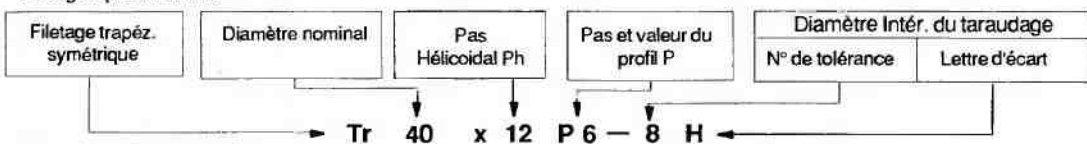
Longueur en prise	Taraudage		Vis	
	Normal N	Longueur L	Normal N	Longueur L
Qualité moyenne	7 H	8 H	7 e	8 e
Qualité grossière	8 H	9 H	8 c	9 c

Exemples de désignation d'un filetage trapézoïdal symétriques NF E 03-616

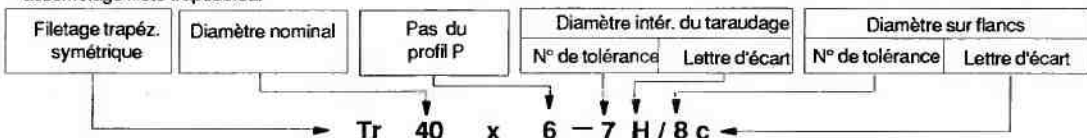
- Le symbole Tr désigne les filetages trapézoïdaux symétriques.
- Filetages à un seul filet.



- Filetage à plusieurs filets



- assemblage fileté trapézoïdal



4. 3. 3. Filetages pour tuyauterie dits "gaz" NF E 03-004 / 005

- Deux types de filetages pour tuyauterie dits "gaz" :
 - Filetages avec étanchéité NF E 03-004 - ISO 7
 - Filetages sans étanchéité NF E 03-005 - ISO 228
- Bien que ces deux profils de filetage intérieur cylindrique soient identiques, ils diffèrent cependant par la tolérance diamétrale TD_2 .

Profil des filetages pour tuyauterie avec étanchéité dans le filet NF E 03.004.

Longueurs du filetage extérieur conique

$e =$ Longueur de serrage
Longueur utile

Filetage intérieur cylindrique

$H = 0,960491 P$
 $h = 0,640327 P$
 $r = 0,137329 P$

Filetage extérieur conique

$H = 0,960237 P$
 $h = 0,640327 P$
 $r = 0,137278 P$

Concité ± 10 0,23 %

- La longueur filetée utile doit être au moins égale à $(a + 1)$

Longueurs du filetage intérieur cylindrique

Tolérances diamétrales
 $\pm TD_2$ (sur flancs et sur sommets)

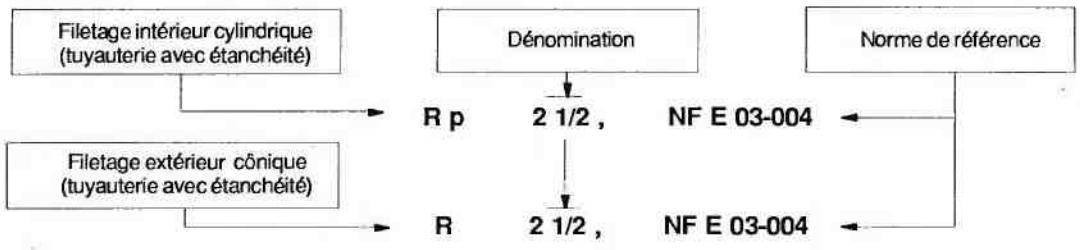
$\frac{2}{2}$

$n \geq 0,8 (a_{min} + 1)$
$m \geq a_{max} + 1$

- La longueur filetée (n) doit être égale, dans tous les cas, à 80% de la somme $(a_{min} + 1)$.
- La longueur (m) doit être au moins égale à la somme $(a_{max} + 1)$.

Désignation des filetages pour tuyauterie avec étanchéité dans les filets NF E 03-004.

-filetage intérieur cylindrique



Profil des filetages pour tuyauterie sans étanchéité dans le filet NF E 03.005

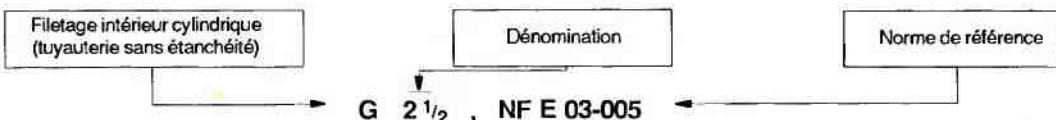
- Filetage intérieur cylindrique

$H = 0,960491 P$
 $h = 0,640327 P$
 $r = 0,137329 P$

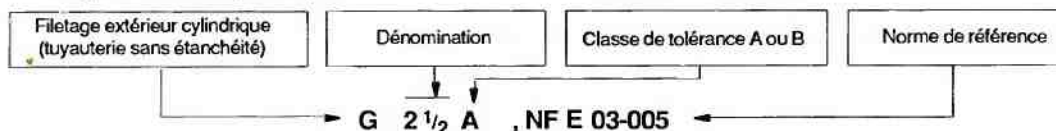
- Filetage extérieur cylindrique

Désignation des filetages pour tuyauterie sans étanchéité des filets NF E 03-005

- Filetage intérieur cylindrique.



- Filetage extérieur cylindrique



Dimensions et tolérances pour filetages avec ou sans étanchéité NF E 03-004 / 005

- Concernant les filetages extérieurs sans étanchéité, il existe deux classes de tolérance sur le diamètre à flancs de filet :

- classe A : écart entièrement négatif, égal à la valeur de l'écart sur le filetage intérieur.

- classe B : écart entièrement négatif, valeur double de celui de la classe A.

Dénomination	Profil			Filetage avec étanchéité dans le filet						Filetage sans étanchéité dans le filet						
	Pas P (mm)	Nombre de filets dans 25,4	Profondeur h (mm)	Diamètres (Pris dans le plan de jauge pour le filetage extérieur conique)			Filetage extérieur conique				filetage intérieur cylindrique	Filetage extérieur cylindrique			Filetage intérieur cylindrique	
				ext. D = d (mm)	sur flancs D ₂ = d ₂ (mm)	du noyau D ₁ = d ₁ (mm)	longueur de jauge a (mm)		l (mm)	l min.		sur flancs	sur sommets	sur flancs	sur sommets	
				nom.	min.	max.	l min.	± TD ₂ / 2	classe A	classe B	Td	TD ₂	TD ₁			
1/16	0,907	28	0,581	7,723	7,142	6,561	3,970	3,063	4,877	2,5	±0,071	-0,107	-0,214	-0,214	+0,107	+0,282
1/8	0,907	28	0,581	9,728	9,147	8,566	3,970	3,063	4,877	2,5	±0,071	-0,107	-0,214	-0,214	+0,107	+2,282
1/4	1,337	19	0,856	13,157	12,301	11,445	6,012	4,675	7,349	3,7	±0,104	-0,125	-0,250	-0,250	+0,125	+0,445
3/8	1,337	19	0,856	16,662	15,806	14,950	6,350	5,013	7,687	3,7	±0,104	-0,125	-0,250	-0,250	+0,125	+0,445
1/2	1,814	14	1,162	20,955	19,793	18,631	8,164	6,350	9,978	5,0	±0,142	-0,142	-0,284	-0,284	+0,142	+0,541
5/8	1,814	14	1,162	22,911	21,749	20,587						-0,142	-0,284	-0,284	+0,142	+0,541
3/4	1,814	14	1,162	26,441	25,279	24,117	9,525	7,711	11,399	5,0	±0,142	-0,142	-0,284	-0,284	+0,142	+0,541
7/8	1,814	14	1,162	30,201	29,039	27,877						-0,142	-0,284	-0,284	+0,142	+0,541
1	2,309	11	1,479	33,249	31,770	30,291	10,391	8,082	12,700	6,4	±0,180	-0,180	-0,360	-0,360	+0,180	+0,640
1 1/8	2,309	11	1,479	37,897	36,418	34,939						-0,180	-0,360	-0,360	+0,180	+0,640
1 1/4	2,309	11	1,479	41,910	40,431	38,952	12,700	10,391	15,009	6,4	±0,180	-0,180	-0,360	-0,360	+0,180	+0,640
1 1/2	2,309	11	1,479	47,803	46,324	44,845	12,700	10,391	15,009	6,4	±0,180	-0,180	-0,360	-0,360	+0,180	+0,640
1 3/4	2,309	11	1,479	53,746	52,267	50,788						-0,180	-0,360	-0,360	+0,180	+0,640
2	2,309	11	1,479	59,614	58,135	56,656	15,875	13,566	18,184	7,5	±0,180	-0,180	-0,360	-0,360	+0,180	+0,640
2 1/4	2,309	11	1,479	65,710	64,231	62,752						-0,217	-0,434	-0,434	+0,217	+0,640
2 1/2	2,309	11	1,479	75,184	73,703	72,226	17,463	14,000	20,926	9,2	±0,217	-0,217	-0,434	-0,434	+0,217	+0,640
2 3/4	2,309	11	1,479	81,534	80,055	78,576						-0,217	-0,434	-0,434	+0,217	+0,640
3	2,309	11	1,479	87,884	86,405	84,926	20,638	17,175	24,101	9,2	±0,217	-0,217	-0,434	-0,434	+0,217	+0,640
3 1/2	2,309	11	1,479	100,330	98,851	97,372	22,225	18,762	25,668	9,2	±0,217	-0,217	-0,434	-0,434	+0,217	+0,640
4	2,309	11	1,479	113,030	111,551	110,072	25,400	21,937	28,863	10,4	±0,217	-0,217	-0,434	-0,434	+0,217	+0,640
4 1/2	2,309	11	1,479	125,730	124,251	122,772						-0,217	-0,434	-0,434	+0,217	+0,640
5	2,309	11	1,479	138,430	136,951	135,472	28,575	25,112	32,038	11,5	±0,217	-0,217	-0,434	-0,434	+0,217	+0,640
5 1/2	2,309	11	1,479	151,130	149,651	148,172						-0,217	-0,434	-0,434	+0,217	+0,640
6	2,309	11	1,479	163,830	162,351	160,872	28,575	25,112	32,038	11,5	±0,217	-0,217	-0,434	-0,434	+0,217	+0,640

4. 3. 4. Autres filetages existants pour des applications particulières

Filetages	Normes des références	Symbole du profil	Normes de calibres	Applications
Miniature ISO	NF E 03.501 à 504	S	-	Petite mécanique
A filet rond	NF F 00.016 / 032	Rd	NF F 00.017	Attelages de wagons SNCF
Trapézoïdal asymétrique	NF E 03.611	ART	-	Type artillerie
Raccords de sortie gaz	NF E 29.652 à 660	-	-	Robinets bouteilles de gaz
Cônes d'assemblage gaz	NF E 29.671 à 684	-	NF E 29.673 à 685	Robinets bouteilles de gaz
Canalisations électriques	NF C 68.190, C63.021/022	N° conduit, CM, CM	NF C 68.190	Raccords et accessoires
Valves pour pneumatique	NF E 87.012	alphanumérique (SV1B)	NF E 03.151 à 154	Raccords et accessoires

4. 4. Vis



4. 4. 1. Choix des modes d'entraînement NF E 25.031

- L'entraînement permet la transmission d'un couple à une tête de vis (ou à un écrou), au moyen de l'outil adéquat, afin de serrer un assemblage:

- par entraînement de la tête de vis (ou de l'écrou)
- par maintien de l'un par rapport à l'autre.

- Tableau synoptique du **guide de choix** des modes d'entraînement.

Fonctions		Symboles											Normes de référence Observations		
		Dégagement inutile autour de la tête de l'outil	Capacité de transmission du coup	Classe de qualité maximale théorique	Aptitude au montage automatisé	Longévité de l'outil de serrage	Aptitude au dévissage	Aptitude à recevoir un revêtement	Facilité de nettoyage (hygiène alimentaire)	Absence de risque de blessure					
Type d'entraînements															
Entraînements externes	Hexagonal	H	0	++	12.9	+	+	++	++	+	+			Vis à métaux E 25.112 & 115 Vis à bois E 25.607 Vis à tôle E 25.662 Ecrous E 25.401 & 402 E 25.405 & 407 E 25.409 & 412 toute utilisation mécanique	
	Carré	Q	0	-	10.9	=	=	=	++	+	=			Vis à métaux E 25.116 & 118 Vis à bois E 25.608 Ecrous E 25.403 & 404 Utilisation fréquente pour le matériel agricole, charpentes en bois...	
	Six lobes externes		+	++	12.9	+	++	++	+	=	-			Intéressant par son faible encombrement et sa capacité de transmission du couple. (vis de bardage).	
Empreintes	Six pans creux	HC	++	+	10.9	=	=	=	=	0	+			Vis à métaux E 25.125 E 27.160, 163, E 27.180 à 183 Utilisation en construction mécanique (permet de noyer la tête de vis)	
	Six lobes internes	X	++	++	12.9	+	++	++	+	0	++			Vis à métaux E 25.107 & 111 Vis à tôle E 25.652 à 655 Fierplace avantageusement la vis 6 pans creux. Transmet le couple important, engrènement aisé des outils de vissage automatique.	
	Cruciforme (dite "Pozdriv")	Z	++	=	6.8	++	=	=	+	0	+			Vis à métaux E 25.119 & 122 Vis à bois E 25.601 à 603 Ecrous E 25.656 à 659 utilisés pour les vissages mécanisés (difficultés de dévissage (appareils ménagers, garnitures automobiles...))	
	Cruciforme (dite "Phillips")	H	++	-	5.8	++	=	=	=	0	+			Utilisation identique à l'empreinte Z Echappement de l'outil plus important que l'empreinte Z en montage mécanique ainsi que lors du dévissage	
	Fente (tournevis)	S	++	-	4.8	=	-	-	++	=	=			Vis à métaux E 25.123 & 124 E 25.127 à 129 E 27.110 & 164 Vis à bois E 25.804 à 806 Vis à tôle E 25.660, 661, 663 Utilisation très répandue, en prévision d'un masquage ou une peinture.	
	Fente (pièce de monnaie)		=	-	4.8	=	=	++	++	+	++			Utilisation pour les produits grand public (carters de cyclomoteur, briquets...)	
	Encoches		++	-	5.8	-	-	++	++	0	+			Vis à métaux F 03.004 à 007 Vis à bois F 03.003 Vis à tôle E 25.660, 661, 663 Dévissage difficile (garnitures et accessoires de voitures SNCF...)	
Encoches		-	=	8.8	-	-	++	++	0	-			Ecrous E 22.111 Ecrous E 22.306 Utilisé pour le montage des roulements avec rondelle frein.		
Multi entraînements	Hexagonal fendu	HS	-	=	8.8	+	=	-	++	-	-			Vis à métaux E 27.309	
	Six pans creux fendu	HCS	++	-	8.8	=	+	-	=	0	-			Permet le montage automatique par l'empreinte et le dévissage par la fente	
	Cruciforme fendu ou six lobes fendu	ZS XS	++	-	8.8	+	+	-	+	0	-				

++ très bonne, + bonne, = moyenne, - passable, 0 nulle.

Vis (suite)



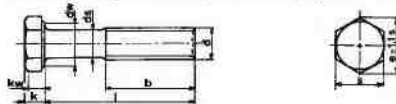
4. 4. 2. Vis hexagonales et carrées

- Vis tête hexagonale à filetage réduit (H) NF E 25.112



Vis H, M6. 35, 8.8, type1, NF E 25.112, Zn8/B/Fe

- Vis tête hexagonale à tige réduite (H) NF E 25.113



Vis H, M6. 35, 8.8, type1, NF E 25.113, Zn8/B/Fe

- Vis tête hexagonale à filetage complet (H) NF E 25.114



Vis H, M6. 35, 8.8, type1, NF E 25.114, Zn8/B/Fe

- Vis tête carrée à filetage réduit (Q) NF E 25.116.



Vis Q, M6. 35, 8.8, type1, NF E 25.116, Zn8/B/Fe

- Vis tête carrée à filetage complet (Q) NF E 25.117



Vis Q, M6. 35, 8.8, type1, NF E 25.117, Zn8/B/Fe

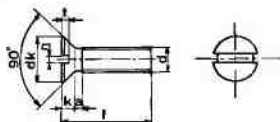
k_w : hauteur min. de prise de clé ($k_w = 0,7 k$)
 d_w : diamètre de la surface portante sous tête

La tête peut comporter une cuvette sur sa face supérieure :
 - diamètre maximal : 0,8 s
 - profondeur maximale : 0,2 k

d	M3	(3,5)	4	5	6	(7)	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	(33)	36
Pas	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4
S	5,5	6	7	8	10	11	13,0	17,0	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55
k	2	2,4	2,8	3,5	4	5	5,5	7,0	8	9	10	12	13	14	15	17	19	21	23
a	1,5	1,8	2,1	2,4	3	3	3,75	4,5	5,25	6	6	7,5	7,5	7,5	9	9	10,5	10	12
d_w	4,6		5,9	6,9	8,9		11,6	14,6	16,6	19,6	22,5	25,3	28,2	31,7	33,6	38	42,7	46,6	51,1
d_s	2,6		3,5	4,4	5,3		7,1	8,9	10,7	12,5	14,5	16,2	18,2	20,2	21,8	24,8	27,5	30,5	33,1
Longueur sans tête (l) Longueur filetée en bleu (b)	14 12	16 13	16 14	18 16	20 18	22 20	25 22	30 26	35 30	40 34	45 38	50 42	55 46	55 50	60 54	70 60	75 66	80 72	90 78
	16 12	18 13	18 14	20 16	22 18	25 20	28 22	35 26	40 30	45 34	50 38	55 42	60 46	60 50	65 54	75 60	80 66	85 72	100 78
	18 12	20 13	20 14	22 16	25 18	28 20	30 22	40 26	45 30	50 34	55 38	60 42	65 46	65 50	70 54	80 60	85 66	90 72	110 78
	20 12	22 13	22 14	25 16	28 18	30 20	35 22	45 26	50 30	55 34	60 38	65 42	70 46	70 50	75 54	85 60	90 66	100 72	120 78
	22 12	25 13	25 14	28 16	30 18	35 20	40 22	50 26	55 30	60 34	65 38	70 42	75 46	75 50	80 54	90 60	100 66	110 72	130 84
	25 12	28 13	28 14	30 16	35 18	40 20	45 22	55 26	60 30	65 34	70 38	75 42	80 46	80 50	85 54	110 60	120 66	130 72	150 84
	28 12	30 13	30 14	35 16	40 18	45 20	50 22	60 26	65 30	70 34	75 38	80 42	85 46	85 50	90 54	100 60	110 66	120 72	160 84
	30 12	35 13	35 14	40 16	45 18	50 20	60 22	65 26	70 30	75 34	80 38	85 42	90 46	90 50	100 54	120 60	130 66	140 72	160 84
			40 14	45 16	50 18	55 20	65 22	70 26	75 30	80 34	85 38	90 42	100 46	100 50	110 54	130 60	140 66	150 72	170 84
				50 16	55 18	60 20	70 22	75 26	80 30	85 34	90 38	100 42	110 46	110 50	120 54	140 60	150 66	160 72	180 84
				60 18	65 20	75 22	80 26	85 30	90 34	100 38	110 42	120 46	130 50	130 54	140 60	160 66	170 72	180 78	200 84
					70 20	80 22	85 26	90 30	100 34	110 38	120 42	130 46	140 50	140 54	150 60	170 66	180 72	190 78	220 84
							90 26	100 30	110 34	120 38	130 42	140 46	150 50	150 54	160 60	180 66	190 72	200 78	240 84
							100 26	110 30	120 34	130 38	140 42	150 46	160 50	160 54	170 60	190 66	200 72	220 78	260 84
							110 26	120 30	130 34	140 38	150 42	160 46	170 50	170 54	180 60	200 66	220 72	240 78	300 84
							130 32	140 36	150 40	160 44	170 48	180 52	190 56	190 60	200 66	220 72	240 78	260 84	300 91
								150 36	160 40	170 44	180 48	190 52	200 56	200 60	210 66	240 72	260 78	280 84	300 91
								160 36	170 40	180 44	190 48	200 52	200 56	210 60	220 66	260 72	280 78	300 84	
								170 36	180 40	190 44	200 48				240 73	280 79	300 85		
								180 36	190 40	200 44									
								200 40											

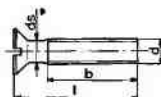
4. 4. 3. Vis à tête fraisée

- Vis tête fraisée fendue (FS) NF E 25.123
- Entièrement fileté



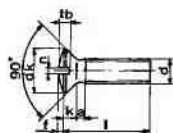
Vis FS, M6. 35, 4.8, NF E 25.123, Zn8/B/Fe

- Partiellement fileté



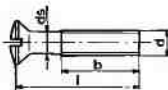
Vis FS, M6. 50, 4.8, NF E 25.123, Zn8/B/Fe

- Vis tête fraisée bombée fendue (FBS) NF E 25.124
- Entièrement fileté



Vis FBS, M6. 35, 4.8, NF E 25.124, Zn8/B/Fe

- Partiellement fileté



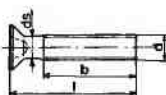
Vis FBS, M6. 50, 4.8, NF E 25.125, Zn8/B/Fe

- Vis tête fraisée à empreinte cruciforme (FZ) NF E 25.119
- Entièrement fileté

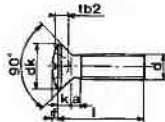


Vis FZ, M6. 35, 8.8, Type 1, NF E 25.119, Zn8/B/Fe

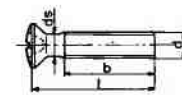
- Partiellement fileté



- Vis tête fraisée bombée à empreinte cruciforme (FBZ)
- Entièrement fileté



Vis FBZ, M6. 50, 8.8, Type 1, NF E 25.120, Zn8/B/Fe



		Vis FS et FBS									
		M1,6	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10
pas		0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,60	1	1,25	1,50
dk		3	3,8	4,7	5,5	7,3	8,4	9,3	11,3	15,8	18,3
k		1	1,2	1,60	1,65	2,35	2,70	2,70	3,30	4,65	5,
a		0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3
ds		1,2/1,6	1,6/2	2/2,5	2,5/3	2,9/3,5	3,3/4	4,2/5	5/6	6,9/8	8,8/10
t		0,50	0,60	0,75	0,85	1,20	1,30	1,40	1,60	2,30	2,6
tb		0,80	1	1,20	1,45	1,70	1,90	2,40	2,80	3,70	4,40
t st											
t _{hg}											
f		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	2	2,3
n		0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,2	1,6	2	2,5
m											
Longueur avec tête (l) Longueur fileté en bleu (b)	2,5	3	4	5	6	6	8	8	10	12	12
	3	4	5	6	8	8	10	10	12	(14)	(14)
	4	5	6	8	10	10	12	12	(14)	16	16
	5	6	8	10	12	12	(14)	(14)	16	20	20
	6	8	10	12	(14)	(14)	16	16	20	25	25
	8	10	12	(14)	16	16	20	20	25	30	30
	10	12	(14)	16	20	20	25	25	30	35	35
	12	(14)	16	20	25	25	30	30	35	40	40
	(14)	16	20	25	30	30	35	35	40	45	45
	16	20	25	30	35	35	40	40	45	50 38	50 38
										50 38	(55) 38
										(55) 38	60 38
									60 38	(65) 38	
									(65) 38	70 38	
									70 38	(75) 38	
									(75) 38	80 38	
									80 38		

		Vis FZ et FBZ							
		2,5	3	3,5	4	5	6	8	10
		0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	1	1,25	1,50
		4,7	5,5	7,3	8,4	9,3	11,3	15,8	18,3
		1,50	1,65	2,35	2,70	2,70	3,30	4,65	5,
		0,9	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3
		2/2,5	2,5/3	2,9/3,5	3,3/4	4,2/5	5/6	6,9/8	8,8/10
		1,75	2	2,20	2,50	3,05	3,45	4,60	5,65
		1,75	2,10	2,70	3,10	3,35	3,85	5,20	6,05
		0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	2	2,3
		2,9/3	3,1/3,8	4,2/4,8	4,5/5,2	5/5,8	6,7/7,2	8,9/9,8	9,9/10,4
Longueur avec tête (l) Longueur fileté en bleu (b)	4	4	5	5	6	6	8	10	12
	5	5	6	6	8	8	10	12	(14)
	6	6	8	8	10	10	12	(14)	16
	8	8	10	10	12	(14)	16	20	20
	10	10	12	12	(14)	(14)	16	20	25
	12	12	(14)	(14)	16	16	20	25	30
	(14)	(14)	16	16	20	20	25	30	35
	16	16	20	20	25	25	30	35	40
	20	20	25	25	30	30	35	40	45
	25	25	30	30	35	35	40	45	50 38
		30	35	35	40	40	45	50 38	(55) 38
								50 38	(55) 38
							(55) 38	60 38	
							60 38	(65) 38	
							(65) 38	70 38	
							70 38	(75) 38	
							(75) 38	80 38	
							80 38		

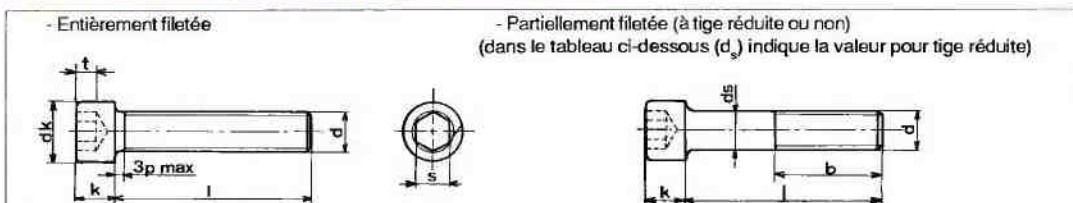
4. 4. 4. Vis à tête fraisée à 6 pans creux (FHC) NF E 27.160



Vis FHC, M6 - 35, 10.9 NFE 25.160

d	M 3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	20
Pas	0,50	0,7	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2	2	2,50
dk	5,5	8,4	9,3	11,3	15,8	18,3	22,5	26	30	38
k	1,65	2,70	2,70	3,30	4,65	5	6	7	8	10
S	2	2,5	3	4	5	6	8	10	10	12
t _{mini}	1,05	1,75	2,15	2,55	3,50	4,50	4,70	5	5,50	6,15
Longueur avec tête (l) Longueur filetée en bleu	8	8	8	10	10	12	20	30	30	40
	10	10	10	12	12	16	25	35	35	50
	12	12	12	16	16	20	30	40	40	60
	16	16	16	20	20	25	35	50	50	70
	20	20	20	25	25	30	40	60	60	80
	25	18	25	30	30	35	50	70	40	90
	30	18	30	35	35	40	60	80	40	100
			35	40	40	40	50	60	40	120
			40	40	40	50	60	80	40	140
			50	50	50	60	80	100	40	160
			50	60	60	70	90	120	40	180
			50	60	70	80	100	140	40	200

4. 4. 5. Vis à tête cylindrique à 6 pans creux (CHC) NF E 25.125



Vis CHC, M6. 30, 10.9, Type 1, NFE 25.125, Zn3/B/Fe

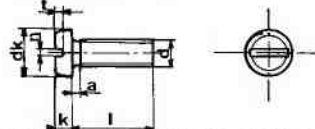
Vis CHC, M6. 40, 10.9, Type 1, NFE 25.125, Zn3/B/Fe

d	M 1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	
Pas	0,34	0,40	0,45	0,50	0,70	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2	2	2,50	2,50	2,50	3	3	
dk	3	3,8	4,5	5,5	7	8,5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40	
k	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	
S	1,5	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	14	17	17	19	19	
t _{mini}	0,7	1	1,1	1,3	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13,5	
ds	1,3	1,7	2,1	2,6	3,5	4,4	5,6	7,1	8,9	10,7	12,5	14,5	16,2	18,2	20,2	21,8	24,8	
Longueur sans tête (l) Longueur filetée en bleu (b)	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	25	30	30	35	40	45	
	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	30	35	35	40	45	50	
	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	35	35	40	40	45	50	55	
	5	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	40	45	45	50	55	60	
	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	45	50	50	55	60	65	
	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	50	55	55	60	65	70	
	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	55	60	60	65	70	80	
	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	60	65	65	70	80	90	
	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	65	70	70	80	90	100	
																		110
																		120
																		130
																		140
																		150
																		160
																		180
																	200	
																	220	
																	240	
																	260	
																	280	

4. 4. 6. Vis à tête cylindrique fendue

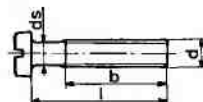
- Vis tête cylindrique fendue (CS) NF E 25.127

- Entièrement fileté



Vis CS, M6. 30, 4,8, NF E 25.127, Zn3/B/Fe

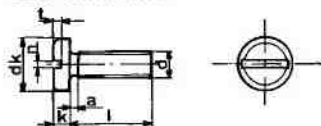
- Partiellement fileté



Vis CS, M6. 50, 4,8, NF E 25.127, Zn3/B/Fe

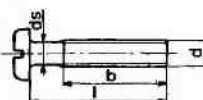
- Vis tête cylindrique large fendue (CLS) NF E 25.128

- Entièrement fileté



Vis CLS, M6. 30, 4,8, NF E 25.128, Zn3/B/Fe

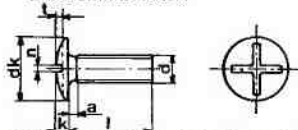
- Partiellement fileté



Vis CLS, M6. 50, 4,8, NF E 25.128, Zn3/B/Fe

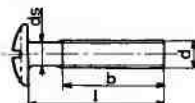
- Vis tête cylindrique fendue dite poélier (RLS) NF E 25.129

- Entièrement fileté



Vis RLS, M6. 30, 4,8, NF E 25.129, Zn3/B/Fe

- Partiellement fileté



Vis RLS, M8. 65, 4,8, NF E 25.129, Zn3/B/Fe

	Vis CS								Vis CLS								Vis RLS				
	M2,5	3	4	5	6	8	2	2,5	3	4	5	6	8	M4	5	6	8				
d	0,45	0,5	0,70	0,80	1	1,25	0,40	0,45	0,50	0,70	0,80	1	1,25	0,70	0,80	1	1,25				
dk	4,5	5,5	7	8,5	10	13	4	5	5,6	8	9,5	12	16	10	12,5	15	20				
k	1,6	2	2,6	3,3	3,9	5	1,3	1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,8	2,2	2,7	3,3	4,4				
a	0,9	1	1,4	1,6	2	2,5	0,8	0,9	1	1,4	1,6	2	2,5	1,4	1,6	2	2,5				
ds	2,1/2,5	2,6/3	3,4/4	4,3/5	5,2/6	7/8	1,7/2	2,1/2,5	2,8/3	3,4/4	4,3/5	5,2/6,8	7/8	3,4/4	4,3/5	5,2/8	7/8				
t	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2	0,5	0,6	0,7	1,1	1,2	1,4	1,9	1	1,2	1,5	2*				
n	0,6	0,8	1,2	1,2	1,6	2	0,5	0,6	0,8	1,2	1,2	1,6	2	1,2	1,2	1,6	2				
Longueur sans tête (l) Longueur fileté en bleu (b)	3	4	5	6	8	10	2,5	3	4	5	6	8	10	8	8	10	12				
	4	5	6	8	10	12	3	4	5	6	8	10	12	10	10	12	16				
	5	6	8	10	12	(14)	4	5	6	8	10	12	(14)	12	12	16	20				
	6	8	10	12	(14)	16	5	6	8	10	12	(14)	16	16	16	20	25				
	8	10	12	(14)	16	20	6	8	10	12	(14)	16	20	20	20	25	30				
	10	12	(14)	16	20	25	8	10	12	(14)	16	18	25	25	25	30	35				
	12	(14)	16	20	25	30	10	12	(14)	16	18	20	30	30	30	35	40				
	(14)	16	20	25	30	35	12	(14)	16	18	20	25	35	35	35	40	45				
	16	20	25	30	35	40	(14)	16	18	20	25	30	40	40	40	45	50				
	20	25	30	35	40	45	38	16	20	20	25	30	35	45	38	45	50	55			
	25	30	35	40	45	38	50	38	20	25	25	30	35	40	50	38	50	55	60		
		40	45	38	50	38	(55)	38		30	35	40	45	38	(55)	38		60	60		
			50	38	(55)	38	60	38		40	45	38	50	38	60	38			65	38	
				60	38	(65)	38				50	38	(55)	38	(65)	38			70	38	
					70	38						60	38	70	38					80	38
					(75)	38							(75)	38							
					80	38							80	38							

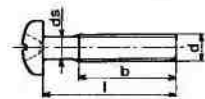
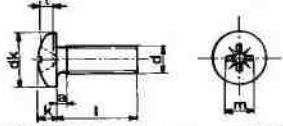
Note : Les valeurs entre parenthèses doivent être évitées si possible.

4. 4. 7. Vis à tête cylindrique ou ronde à empreinte cruciforme

- Vis à tête cylindrique bombée large à empreinte cruciforme (CBLZ) NF E 25.121

- Entièrement filetée

- Partiellement filetée



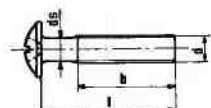
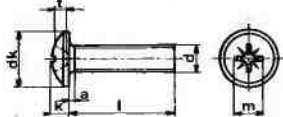
Vis CBLZ, M6. 30, 8.8, type 1, NF E 25.121, Zn8/B/Fe

Vis CBLZ, M6. 50, 8.8, type 1, NF E 25.121, Zn8/B/Fe

- Vis à tête ronde large dite poélière à empreinte cruciforme (RLZ) NF E 25.122

- Entièrement filetée

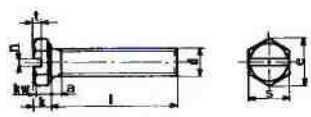
- Partiellement filetée



Vis RLZ, M6. 30, 8.8, type 1, NF E 25.122, Zn8/B/Fe

Vis RLZ, M6. 70, 8.8, type 1, NF E 25.122, Zn8/B/Fe

4. 4. 8. Vis à tête hexagonale fendue (HS) NF E 25.137



- d_w : diamètre de la surface portante sous la tête
 - k_w : hauteur minimale de prise de clé ($k_w = 0,7k$)

Vis HS, M6. 30, 5.8, NF E 25.137, Zn5/B/Fe

	Vis CLBZ							Vis RLS					Vis HS				
	M2,5	3	(3,5)	4	5	6	8	M3	4	5	6	8	M3	4	5	6	8
d	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	1	1,25	0,50	0,70	0,80	1	1,25	0,5	0,70	0,80	1	1,25
dk	5	5,6	7	8	9,5	12	16	6,6	9,5	11	13,5	17					
k	2,1	2,4	2,6	3,1	3,7	4,6	6	1,7	2,6	2,9	3,7	5	2	2,8	3,5	4	5,3
S													5,5	7	8	10	13
t_{min}	1,30	1,45	1,45	1,90	2,30	3,05	3,70	1,30	1,70	2,05	2,25	3,40	0,8	1,2	1,5	1,8	2,2
ds	2/2,5	2,5/3	2,9/3,5	3,3/4	4,2/5	5/6	6,8/8	2,5/3	3,3/4	4,2/5	5/6	6,8/8					
n													0,8	1,2	1,2	1,6	2
m	2,6	3	4	4,3	4,7	6,8	8,5	2,6	4,1	4,5	6	8,2					
d_w													4,6	5,9	6,9	8,9	11,6
e													6,01	7,66	8,79	11,05	14,38
a	0,90	1	1,20	1,40	1,60	2	2,50	1	1,40	1,60	2	2,50	1,5	2,1	2,4	3	3,75
Longueurs sans tête (l) Longueur filetée en bleu (b)	3	4	5	5	6	8	10	6	8	8	10	10	6	8	10	12	16
	4	5	6	6	8	10	12	8	10	10	12	12	8	10	12	(14)	20
	5	6	8	8	10	12	(14)	10	12	12	16	16	10	12	(14)	16	25
	6	8	10	10	12	(14)	15	12	16	16	20	20	12	(14)	16	20	30
	8	10	12	12	(14)	16	20	16	20	20	25	25	(14)	16	20	25	35
	10	12	(14)	(14)	16	20	25	20	25	25	30	30	16	20	25	30	
	12	(14)	16	16	20	25	30	25	30	30	35	35	20	25			
	(14)	16	20	20	25	30	35	30	35	35	40	40					
	16	20	25	25	30	35	40		40	40	45	45					
	20	25	30	30	35	40	45	38		45	50	50					
	25	30	35	35	40	45	50	38		50	(55)	(55)					
			40	45	50	55	38			60	60	38					
					(55)	38	60	38				70	38				
					60	38						80	38				

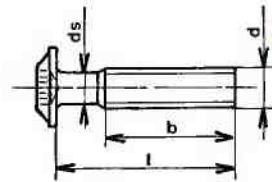
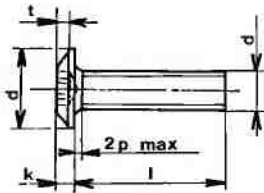
Note : Les valeurs entre parenthèses doivent être évitées si possible.

4. 4. 9. Vis à tête cylindrique ou ronde à 6 lobes internes

-Vis tête ronde large dite poëlier à 6 lobes internes (RLX) NF E 25.110

- Entièrement filetée

- Partiellement filetée



Dimensions d'empreinte NF E 27.185

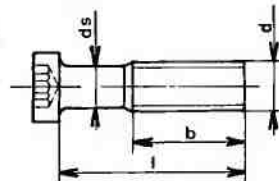
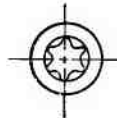
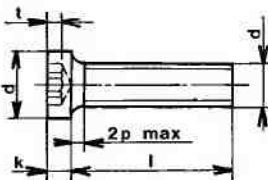
Vis RLX, M6. 30, 10.9, type 1, NF E 25.110, Zn8/B/Fe

Vis RLX, M8. 70, 10.9, type 1, NF E 25.110, Zn8/B/Fe

- Vis tête cylindrique basse à 6 lobes internes (CZX) NF E 25.111

- Entièrement filetée

- Partiellement filetée



Dimensions d'empreinte NF E 27.185

Vis CZX, M6. 30, 10.9, type 1, NF E 25.111, Zn8/B/Fe

Vis CZX, M8. 70, 10.9, type 1, NF E 25.110, Zn8/B/Fe

		Vis RLX							Vis CZX									
d	M3	(3,5)	4	5	6	8	10	M2	2,5	3	(3,5)	4	5	6	8	10	12	
pas	0,50	0,6	0,70	0,80	1	1,25	1,50	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	1	1,25	1,50	1,75	
dk	6,6	8	9,5	11	13,5	17	21	3,8	4,5	5,5	6	7	8,5	10	13	16	18	
k	1,7	2,4	2,6	2,9	3,7	5	5,7	1,4	1,7	2	2,4	2,8	3,5	4	5	6	7	
ds	2,5/3	2,9/3,5	3,3/4	4,2/5	5,4/6	6,8/8	6,8/10	1,8/2	2,05/2,5	2,5/3	2,9/3,5	3,3/4	4,2/5	5,4/6	6,8/8	6,8/10	10,4/12	
t	0,85	0,95	0,85	1,40	1,65	2,30	3,10	0,60	0,90	0,85	0,95	0,85	1,40	1,65	2,30	3,10	3,75	
Longueur sans tête (l) Longueur filetée en bleu (b)	6	6	8	8	10	12	16	4	6	6	6	8	8	10	12	16	20	
	8	8	10	10	12	16	20	6	8	8	8	10	10	12	16	20	25	
	10	10	12	12	16	20	25	8	10	10	10	12	12	16	20	25	30	
	12	12	16	16	20	25	30	10	12	12	12	16	16	20	25	30	35	
	16	16	20	20	25	30	35	12	16	16	16	20	20	25	30	35	40	
	20	20	25	25	30	35	40	16	20	20	20	25	25	30	35	40	45	
	25	25	30	30	35	40	45	20	25	25	25	30	30	35	40	45	50	
	30	30	35	35	40	45	50		30	30	30	35	35	40	45	50	55	
		35	40	40	45	50	55					35	40	40	45	50	55	60
				45	50	55	60						45	50	55	60	65	
				50	55	60	65						50	55	60	65	70	50
					60	65	70	50						60	65	70	80	50
					70	80	50							70	80	90	50	
					80	90	50							80	90	100	50	
						100	50								100	120	50	

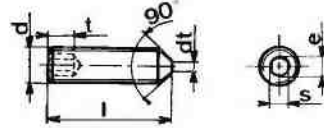
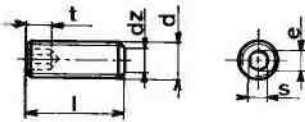
4. 5. Visserie spéciale



4. 5. 1. Vis sans tête à 6 pans creux

- Vis sans tête à 6 pans creux à bout plat NFE 27.180

- Vis sans tête à 6 pans creux à bout conique NFE 27.180



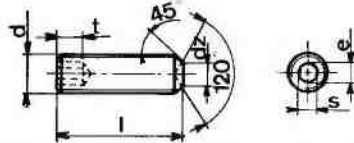
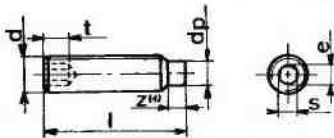
Vis sans tête à bout plat HC M6. 30, 45 H, NFE 27.180

Vis sans tête à bout conique HC M6. 30, 45 H, NFE 27.181

d	Vis sans tête à bout plat HC										Vis sans tête à bout conique HC									
	M2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	M2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
Pas	0,40	0,45	0,50	0,70	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	1	1,25	1,50	1,75	2
d _z max	1	1,5	2	2,5	3,5	4	5,5	7	8,5	12	1	1,43	1,73	2,30	2,87	3,44	4,58	5,72	6,86	9,15
e	1	1,42	1,73	2,30	2,87	3,44	4,58	5,72	6,86	9,15	1	1,43	1,73	2,30	2,87	3,44	4,58	5,72	6,86	9,15
s	0,9	1,3	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	0,9	1,3	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8
d ₁											0	0	0	0	0	1,5	2	2,5	3	4
t*	0,8	1,2	1,2	1,5	2	2	3	4	4,8	6,4	0,8	1,2	1,2	1,5	2	2	3	4	4,8	6,4
t	1,7	2	2	2,5	3	3,5	5	6	8	10	1,7	2	2	2,5	3	3,5	5	6	8	10
Longueur (l)	2"	2,5"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	2,5"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"
	2,5"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"
	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"
	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"	35"
	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"	35"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"	35"	40"
	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"	35"	40"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"	35"	40"	45"
	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"	35"	40"	45"	10"	12"	16"	20"	25"	30"	35"	40"	45"	50"
	10"	12"	16"	20"	25"	30"	35"	40"	45"	50"							40"	45"	50"	55"
							40"	45"	50"	55"								50"	55"	60"

- Vis sans tête à 6 pans creux à bout téton NFE 27.182

- Vis sans tête à 6 pans creux à bout cuvette NFE 27.183



Vis sans tête à téton HC M6. 30, 45 H, NFE 27.182

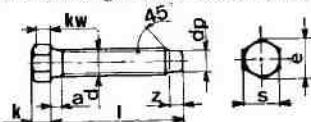
Vis sans tête à bout cuvette HC M6. 30, 45 H, NFE 27.183

d	Vis sans tête à téton HC										Vis sans tête à bout cuvette HC									
	M2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	M2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
Pas	0,40	0,45	0,50	0,70	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2	0,40	0,45	0,50	0,70	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2
d _z max	1	1,5	2	2,5	3,5	4	5,5	7	8,5	12	1	1,2	1,4	2	2,5	3	5	6	8	10
e	1	1,42	1,73	2,30	2,87	3,44	4,58	5,72	6,86	9,15	1	1,43	1,73	2,30	2,87	3,44	4,58	5,72	6,86	9,15
s	0,9	1,3	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	0,9	1,3	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8
d _p max	1	1,5	2	2,5	3,5	4	5,5	7	8,5	12										
z ₁ max	0,75	0,88	1	1,25	1,5	1,75	2,25	2,75	3,25	4,3										
z ₂ max	1,25	1,50	1,75	2,25	2,75	3,25	4,3	5,3	6,3	8,36										
t*	0,8	1,2	1,2	1,5	2	2	3	4	4,8	6,4	0,8	1,2	1,2	1,5	2	2	3	4	4,8	6,4
t	1,7	2	2	2,5	3	3,5	5	6	8	10	1,7	2	2	2,5	3	3,5	5	6	8	10
Longueur (l)	3"	4"	5"	6"	8"	8"	10"	12"	16"	20"	2"	2,5"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"
	4"	5"	6"	8"	10"	10"	12"	16"	20"	25"	2,5"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"
	5"	6"	8"	10"	12"	12"	16"	20"	25"	30"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"
	6"	8"	10"	12"	16"	16"	20"	25"	30"	35"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"
	8"	10"	12"	16"	20"	20"	25"	30"	35"	40"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"	35"
	10"	12"	16"	20"	25"	25"	30"	35"	40"	45"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"	35"	40"
						30"	35"	40"	45"	50"	8"	10"	12"	16"	20"	25"	30"	35"	40"	45"

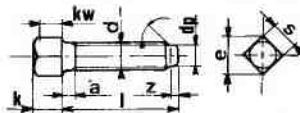
(1) z₁ : téton court , z₂ : téton long

4. 5. 2. Vis à métaux pour verin à vis

- Vis à tête hexagonale réduite à téton long (HZ) NFE 25.133 - Vis à tête carrée réduite à téton court (QZ) NFE 25.134



Vis HZ, M12 x 1.50, NFE 25.133, Zn5/B/Fe



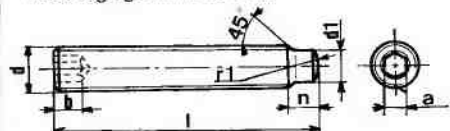
Vis QZ, M12 x 1.50, NFE 25.134, Zn5/B/Fe

d	M12 x 1	M16 x 1,5	M20 x 2	M24 x 2	M30 x 2	M12 x 1	M16 x 1,5	M20 x 2	M24 x 2	M30 x 2
Pas (1)	1/1,75	1,5/2	2/2,5	2/3	2/3,5	1	1,5	2	2	2
a	5,25	6	7,50	9	10,50	5,25	6	7,50	9	10,50
d _p max	8,5	12	15	18	23	8,5	12	15	18	23
e	17,21	25,36	26,75	33,53	39,55	16,54	20,44	26,87	34,67	38,57
k	9	11	14	17	21	12	16	20	24	30
k _w min	6,2	8,3	9,7	11,8	14,4	8,3	11	13,8	16,6	20,7
s	16	18	24	30	36	13	16	21	27	30
z min	6	8	10	12	15	3	4	5	6	7,5
Longueur sous tête (l)	25	30	40	45	60	50	50	50	50	60
	30	35	45	50	70	60	60	60	60	70
	35	40	50	60	80	70	70	70	70	80
	40	45	60	70	90	80	80	80	80	90
	45	50	70	80	100	90	90	90	90	100
	50	60	80	90	120	100	100	100	100	120
	60	70	90	100	140	120	120	120	120	140
70	80	100	120	160	140	140	140	140	160	

(1) pas du filetage : pas fin ou pas gros

4. 5. 3. Vis de réglage .Vis de blocage sans tête

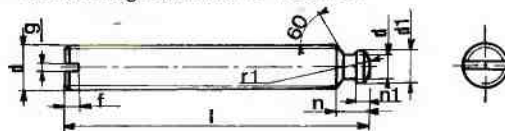
- Vis de réglage NFE 27.163



Vis de réglage M6 . 40, NFE 27.163

- Acier de qualité 6. 8
- Extrémité sphérique traitée pour dureté HRC = 42

- Vis de blocage sans tête NFE 27.164



Vis de blocage M6 . 50, NFE 27.164

- Acier de qualité 6. 8
- Extrémité sphérique traitée pour dureté HRC = 42

d	Vis de réglage						Vis de blocage sans tête					
	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Pas (1)	1	1,25	1,50	1,75	2	2	1	1,25	1,50	1,75	2	2
d1	4,5 c11	6 c11	7,5 c11	9 c11	10 c11	12 c11	4,5 h11	6 h11	8 h11	8 h11	10 h11	12 h11
d ₂ (0 - 0,1)							3,8	5,2	6,9	6,9	8,7	10,7
n	3,5	5	5,5	7	8	9	6	7,5	9	10	12	12
n1							2,5	3	4,5	4,5	5	5
b min	4	5	6	8	8	10						
f							2	3	4	4	5	5
g							1	1,6	2	2	2,5	2,5
r1	4,5	6	7,5	9	10	12	3	5	6	6	8	9
a	3	4	5	6	6	8						
Longueur (l)	15	18	20	22	25	30	30	40	60	60	60	80
	20	30	35	40	45	50	50	60	80	80	80	100
	40	45	50	60	65	70			100	100	100	125
	55	60	65	80	90	95						
		75	85	95	110	120						

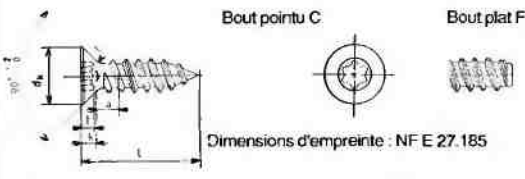
(1) Concernant les vis de réglage indiquer le pas lorsqu'il s'agit d'un pas fin

4. 6. Vis à tôle



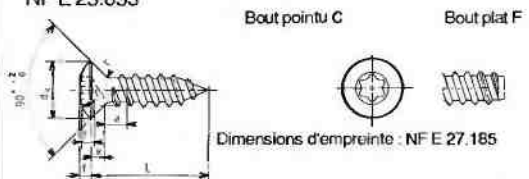
4. 6. 1. Vis à tôle à 6 lobes internes.

- Vis à tôle tête fraisée à 6 lobes internes (FX) NF E 25.652



Vis à tôle FX ST 3,5 - 16 C Type 2 NF E 25.652 Zn8/B/Fe

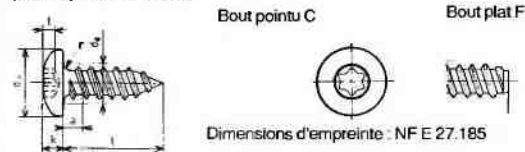
- Vis à tôle tête fraisée bombée à 6 lobes internes (FBX) NF E 25.653



Vis à tôle FBX ST 3,5 - 16 C Type 2 NF E 25.653 Zn8/B/Fe

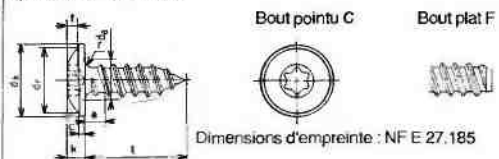
	Vis tête fraisée								Vis tête fraisée bombée							
	ST 2,2	2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	8	ST 2,2	2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	8
d	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1
Pas	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1
a	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1
d _k max.	3,8	5,5	7,3	8,4	9,3	10,3	11,3	15,8	3,8	5,5	7,3	8,4	9,3	10,3	11,3	15,8
k max.	1,1	1,7	2,35	2,6	2,8	3	3,15	4,65	1,1	1,7	2,35	2,6	2,8	3	3,14	4,65
f									0,5	0,7	0,8	1	1,2	1,3	1,4	2
r									4	6	8,5	9,5	9,5	11	12	16,5
r max.	0,8	1,2	1,4	1,6	2	2,2	2,4	3,2	0,8	1,2	1,4	1,6	2	2,2	2,4	3,2
empreinte X	6	10	10	20	20	30	30	40	6	10	10	20	20	30	30	40
t mini.	0,60	0,85	0,95	0,85	1,40	1,25	1,65	2,30	0,60	0,85	0,95	0,85	1,40	1,25	1,65	2,30
Longueur (l)	4,5	6,5	9,5	9,5	9,5	13	13	16	4,5	6,5	9,5	9,5	9,5	13	13	16
	6,5	9,5	13	13	13	16	16	19	6,5	9,5	13	13	13	16	16	19
	9,5	13	16	16	16	19	19	22	9,5	13	16	16	16	19	19	22
	13	16	19	19	19	22	22	25	13	16	19	19	19	22	22	25
	16	19	22	22	22	25	25	32	16	19	22	22	22	25	25	32
		25	25	25	32	32	38	45		25	25	25	32	32	38	45
								50								50

- Vis à tôle tête cylindrique bombée large à 6 lobes (CBLX) NF E 25.654



Vis à tôle CBLX ST 3,5 - 16 C Type 2 NF E 25.654 Zn8/B/Fe

- Vis à tôle tête ronde large à 6 lobes internes (RLX) NF E 25.655



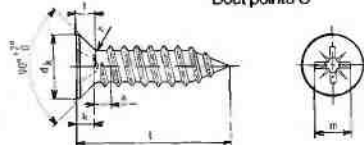
Vis à tôle RLX ST 3,5 - 16 C Type 2 NF E 25.655 Zn8/B/Fe

	Vis tête cylindrique bombée large						Vis tête ronde large					
	ST 2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	ST 2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3
d	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8
Pas	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8
a	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8
d _k max.	5,6	7	8	9,5	11	12	6,6	8	9,5	11	13	13,5
k max.	2,4	2,6	3,1	3,7	4	4,6	1,7	2,4	2,6	2,9	3,2	3,7
r min	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,25						
c							0,7	0,9	1	1	1,2	1,4
d _r							5,5	7	8	9	11	11
empreinte X	10	10	20	20	30	30	10	10	20	20	30	30
d _a max	3,5	4,1	5	5,6	6,3	7,3	3,5	4,1	5	5,6	6,3	7,3
t min	0,85	0,95	0,85	1,40	1,25	1,65	0,85	0,95	0,85	1,40	1,25	1,65
Longueur (l)	6,5	9,5	9,5	9,5	13	13	6,5	9,5	9,5	9,5	13	13
	9,5	13	13	13	16	16	9,5	13	13	13	16	16
	13	16	16	16	19	19	13	16	16	16	19	19
	16	19	19	19	22	22	16	19	19	19	22	22
	19	22	22	22	25	25	19	22	22	22	25	25
	25	25	25	32	32		25	25	25	32	32	

4. 6. 2. Vis à tôle à empreinte cruciforme.

- Vis à tôle fraisée à empreinte cruciforme (FZ)
NF E 25.656
Bout pointu C

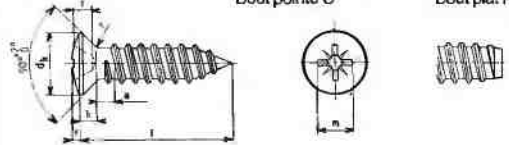
Bout plat F



Vis FZ, ST 3,5 - 16 C Type 2, NF E 25.656 Zn3/B/Fe

- Vis à tôle tête fraisée bombée à empreinte cruciforme (FBZ) NF E 25.657
Bout pointu C

Bout plat F



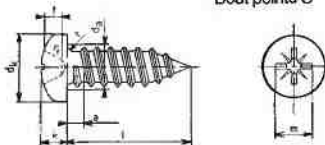
Vis FBZ, ST 3,5 - 16 C Type 2 NF E 25.657 Zn3/B/Fe

	Vis tête fraisée									Vis tête fraisée bombée								
	ST2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	8	9,5		ST2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	8	9,5	
d	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1		1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1	
Pas	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1		1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1	
a	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1		1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1	
d _k max.	5,5	7,3	8,4	9,3	10,3	11,3	15,8	18,3		5,5	7,3	8,4	9,3	10,3	11,3	15,8	18,3	
k max.	1,7	2,35	2,6	2,8	3	3,15	4,65	5,25		1,7	2,35	2,6	2,8	3	3,15	4,65	5,25	
r										0,7	0,8	1	1,2	1,3	1,4	2	2,3	
r max.	1,2	1,4	1,6	2	2,2	2,4	3,2	4		1,2	1,4	1,6	2	2,2	2,4	3,2	4	
empreinte Z	1	2	2	2	3	3	4	4		1	2	2	2	3	3	4	4	
m	3,1	4,2	4,5	5,1	6,5	6,7	8,9	9,9		3,1	4,6	5	5,3	6,6	7,2	9,6	10,4	
t mini.	1,7	1,75	2,05	2,6	2,75	3	4,15	5,2		1,8	2,25	2,65	2,9	2,95	3,4	4,75	5,6	
Longueur (l)	6,5	9,5	9,5	9,5	13	13	16	16		6,5	9,5	9,5	9,5	13	13	16	16	
	9,5	13	13	13	16	16	19	19		9,5	13	13	13	16	16	19	19	
	13	16	16	16	19	19	22	22		13	16	16	16	19	22	22	22	
	16	19	19	19	22	22	25	25		16	19	19	19	22	25	25	25	
	19	22	22	22	25	25	32	32		19	22	22	22	25	32	32	32	
		25	25	25	32	32	38	38			25	25	25	32	38	38	38	
		32	32	38	38	45	45				32	32	38	38	45	45	45	

- Vis à tôle tête cylindrique bombée large à empreinte cruciforme (CBLZ) NF E 25.658

Bout pointu C

Bout plat F

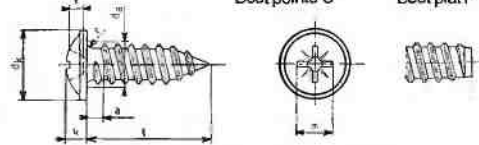


Vis CBLZ ST 3,5 - 16 C Type 2 NF E 25.658 Zn3/B/Fe

- Vis à tôle tête ronde large (dite poelier) à empreinte cruciforme (RLZ) NF E 25.659

Bout pointu C

Bout plat F

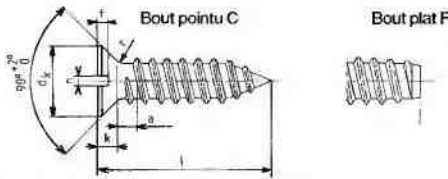


Vis RLZ, ST 3,5 - 16 C Type 2 NF E 25.659 Zn3/B/Fe

	Vis tête cylindrique bombée large									Vis tête ronde large (dite poelier)								
	ST2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	8	9,5		ST2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	8	9,5	
d	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1		1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1	
Pas	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1		1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1	
a	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1		1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1	
d _k max.	5,6	7	8	9,5	11	12	16	20		6,6	8	9,5	11	13	13,5			
k max.	2,4	2,6	3,1	3,7	4	4,6	6	7,5		1,7	2,4	2,6	2,9	3,2	3,9			
r min.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,25	0,4	0,4		0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,25			
empreinte Z	1	2	2	2	3	3	4	4		1	2	2	2	3	3			
m	3	4	4,3	4,7	6,2	6,8	8,5	10		2,6	4	4,1	4,5	6	6,7			
da max.	3,5	4,1	4,9	5,6	6,3	7,3	9,2	10,7		3,5	4,1	4,9	5,6	6,3	7,3			
t mini.	1,45	1,45	1,9	2,3	2,55	3,05	3,7	5,25		1,3	1,45	1,7	2,05	2,25	3,05			
Longueur sous tête (l)	6,5	9,5	9,5	9,5	13	13	16	16		6,5	9,5	9,5	9,5	13	13			
	9,5	13	13	13	16	16	19	19		9,5	13	13	13	16	16			
	13	16	16	16	19	19	22	22		13	16	16	16	19	19			
	16	19	19	19	22	22	25	25		16	19	19	19	22	22			
	19	22	22	22	25	25	32	32		19	22	22	22	25	25			
		25	25	25	32	32	38	38			25	25	25	32	32			
		32	32	38	38	45	45				32	32	38	38	45			

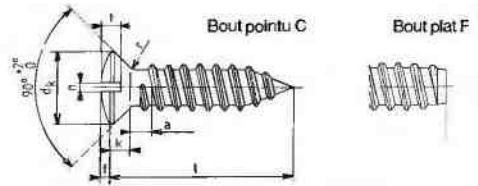
4. 6. 3. Vis à tôle fraisée fendue.

- Vis à tôle tête fraisée fendue (FS) NF E 25.660



Vis FS, ST 3,5 - 16 C Type 2, NF E 25.660, Zn3/B/Fe

- Vis à tôle tête fraisée bombée fendue (FBS) NF E 25.661

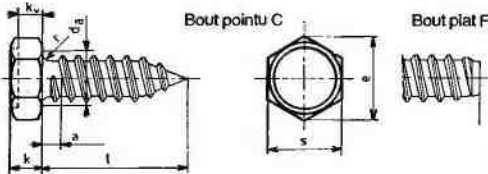


Vis FBS, ST 3,5 - 16 C Type 2 NF E 25.661, Zn3/B/Fe

d	Vis tête fraisée fendue								Vis tête fraisée bombée fendue							
	ST 2,2	2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	8	ST 2,2	2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	8
Pas	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1
a	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1
d _k max	3,8	5,5	7,3	8,4	9,3	10,3	11,3	15,8	3,8	5,5	7,3	8,4	9,3	10,3	11,3	15,8
k max.	1,1	1,7	2,35	2,6	2,8	3	3,15	4,65	1,1	1,7	2,35	2,6	2,8	3	3,15	4,65
n	0,5	0,8	1	1,2	1,2	1,6	1,6	2	0,5	0,8	1	1,2	1,2	1,6	1,6	2
r max	0,8	1,2	1,4	1,6	2	2,2	2,4	3,2	0,8	1,2	1,4	1,6	2	2,2	2,4	3,2
t									0,5	0,7	0,8	1	1,2	1,3	1,4	2
t mini.	0,4	0,6	0,9	1	1,1	1,1	1,2	1,8	0,8	1,2	1,4	1,6	2	2,2	2,4	3,2
Longueur (l)	4,5	6,5	9,5	9,5	9,5	13	13	16	4,5	6,5	9,5	9,5	9,5	13	13	16
	6,5	9,5	13	13	13	16	16	19	6,5	9,5	13	13	13	16	16	19
	9,5	13	16	16	16	19	19	22	9,5	13	16	16	16	19	19	22
	13	16	19	19	19	22	22	25	13	16	19	19	19	22	22	25
	16	19	22	22	22	25	25	32	16	19	22	22	22	25	25	32
		25	25	25	32	32	38	45		25	25	25	32	32	38	45
			32	32	38	38	45	50			32	32	38	38	45	50

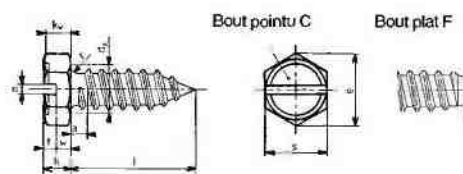
4. 6. 4. Vis à tôle tête hexagonale.

- Vis à tôle tête hexagonale (H) NF E 25.662



Vis H, ST 3,5 - 16 C Type 2 NF E 25.662, Zn3/B/Fe

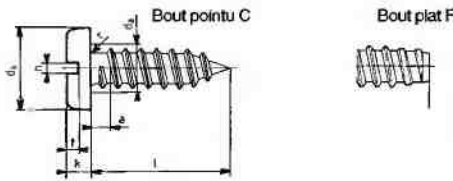
- Vis à tôle tête hexagonale fendue (HS) NF E 25.664



Vis HS, ST 3,5 - 16 C Type 2 NF E 25.664, Zn3/B/Fe

d	Vis tête hexagonale								Vis tête hexagonale fendue							
	ST 2,2	2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	8	ST 2,2	2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	(8)
Pas	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1
a	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1
d _a	2,8	3,5	4,1	4,9	5,5	6,3	7,1	9,2	2,8	3,5	4,1	4,9	5,5	6,3	7,1	9,2
s max.	3,2	5	5,5	7	8	8	10	13	3,2	5	5,5	7	8	8	10	13
e	3,38	5,4	5,96	7,59	8,71	8,71	10,95	14,26	3,38	5,4	5,96	7,59	8,71	8,71	10,95	14,26
k max.	1,6	2,3	2,6	3	3,8	4,1	4,7	6	1,6	2,3	2,6	3	3,8	4,1	4,7	6
kw min.	0,9	1,4	1,6	1,8	2,3	2,5	2,9	3,6	0,9	1,4	1,6	1,8	2,3	2,5	2,9	3,6
n									0,5	0,8	1	1,2	1,2	1,6	1,6	2
r min.	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,25	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,25	0,4
t mini.									0,45	0,7	1	1	1,3	1,4	1,6	2
Longueur sous tête (l)	4,5	6,5	6,5	9,5	9,5	13	13	13	4,5	6,5	6,5	9,5	9,5	13	13	13
	6,5	9,5	9,5	13	13	16	16	16	6,5	9,5	9,5	13	13	16	16	16
	9,5	13	13	16	16	19	19	19	9,5	13	13	16	16	19	19	19
	13	16	16	19	19	22	22	22	13	16	16	19	19	22	22	22
	16	19	19	22	22	25	25	25	16	19	19	22	22	25	25	25
		22	25	25	32	32	32	38		22	25	25	32	32	32	38

4. 6. 5. Vis à tôle tête cylindrique large fendue (CLS). NF E 25.663



Vis CLS, ST 3,5 - 16 C Type 2, NF E 25.663, Zn3/B/Fe

d	ST 2,2	2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	8
Pas	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1
a	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1
d a	2,8	3,5	4,1	4,9	5,5	6,3	7,1	9,2
d k max.	4	5,6	7	8	9,5	11	12	16
k max.	1,3	1,8	2,1	2,4	3	3,2	3,6	4,8
n	0,5	0,8	1	1,2	1,2	1,6	1,6	2
r min.	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,25	0,4
t mini.	0,5	0,7	0,8	0,9	1,2	1,3	1,4	1,9
Longueur sous tête (l)	4,5	6,5	6,5	9,5	9,5	13	13	16
	6,5	9,5	9,5	13	13	16	16	19
	9,5	13	13	16	16	19	19	22
	13	16	16	19	19	22	22	25
	16	19	19	22	22	25	25	32
			22	25	25	32	32	38
				25	25	32	32	45
					32	32	38	50

4. 6. 6. Avant - trou de perçage pour vis à tôle NF E 27.042 (1)

Épaisseur métal	Tôles		Plaques et autres supports			
	Acier HV 120 max	Aluminium	Métaux tendres R ≤ 245 N/mm ² (1) et matières plastiques thermodurcissables		Matières thermoplastiques	
			diamètre de perçage	Prof. trou borgne min.	diamètre de perçage	Prof. trou borgne min.
0,4 à 0,5	1,65					
0,5 à 0,8	1,80	1,65				
0,9 à 1	1,85	1,65	2	4,3	2	5
1,2 à 1,5	1,85	1,80				
0,4 à 0,5	1,90					
0,6 à 0,8	2,10	1,90				
0,9 à 1	2,10	1,90	2,3	4,5	2,3	6,4
1,2 à 1,5	2,20	2				
0,4 à 0,5	2,20					
0,6 à 0,8	2,40	2,20				
0,9 à 1	2,40	2,20	2,6	4,8	2,5	6,4
1,2 à 1,5	2,50	2,20				
2 à 2,5	2,60	2,30				
0,4 à 0,5	2,40					
0,6 à 0,8	2,50	2,40	3	5,6	2,9	6,4
0,9 à 1	2,60	2,40				
1,2 à 1,5	2,70	2,50				
2 à 2,5	2,80	2,55				
0,4 à 0,5	2,65					
0,6 à 0,8	2,70	2,60				
0,9 à 1	2,80	2,60	3,2	6,4	3,1	6,4
1,2 à 1,5	2,90	2,70				
2 à 2,5	3,10	2,80				
3 à 3,5		3,0				

Épaisseur métal	Tôles		Plaques et autres supports			
	Acier HV 120 max	Aluminium	Métaux tendres R ≤ 245 N/mm ² (1) et matières plastiques thermodurcissables		Matières thermoplastiques	
			diamètre de perçage	Prof. trou borgne min.	diamètre de perçage	Prof. trou borgne min.
0,6 à 0,8	3	2,9				
0,9 à 1	3	2,9				
1,2 à 1,5	3,20	3,0	3,5	6,4	3,3	6,4
2 à 2,5	3,50	3,3				
3 à 3,5		3,5				
0,6 à 0,8	3,20	3,1				
0,9 à 1	3,20	3,2				
1,2 à 1,5	3,40	3,3	3,8	6,4	3,6	7,9
2 à 2,5	3,60	3,6				
3 à 3,5	3,90	3,8				
0,6 à 0,8	3,70					
0,9 à 1	3,70	3,6				
1,2 à 1,5	3,80	3,6	4,5	7,1	4,3	7,9
2 à 2,5	4,00	3,8				
3 à 3,5	4,30	3,9				
4 à 4,5	4,40	4,0				
0,6 à 0,8	4,20					
0,9 à 1	4,20		5,1	7,1	4,8	9,5
1,2 à 1,5	4,40	4,1				
2 à 2,5	4,60	4,5				
3 à 3,5	5	4,6				
4 à 4,5	5,10	4,8				
0,6 à 0,8	4,90					
0,9 à 1	4,90					
1,2 à 1,5	5	5,1	5,9	8	5,6	9,5
2 à 2,5	5,4	5,3				
3 à 3,5	5,8	5,3				
4 à 4,5	5,9	5,4				
4,5 à 5	5,9	5,6				

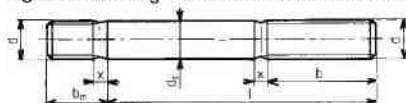
(1) Attention : la Norme NF E 27.042 doit être remplacée par la Norme NF E 25. ... afin de correspondre aux nouvelles normes des vis à tôle NF E 25. ...

4. 7. Goujons - Tiges filetées.

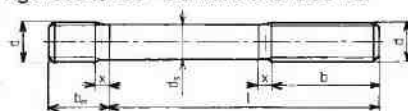


4. 7. 1. Goujons NF E 25.135

- Tige normale : d_s = diamètre extérieur du filetage



- Tige réduite : d_s = diamètre à fond de filet

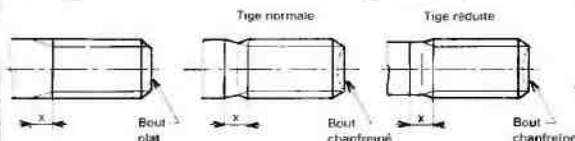


- Arrêts de filetage :
Filetage taillé

Filetage roulé (RL)

- Longueur d'implantation (b_m)^{*} : en cas d'absence de précision à la commande, les goujons sont livrés avec une longueur d'implantation $b_m = 1,5 d$ (voir § 4..1.6)

* La longueur d'implantation b_m a été symbolisée par "j"



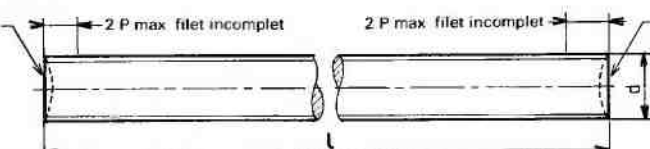
Goujon M 10.80, b_m 15, RL, 8,8, type 1, NF E 25.135, Zn 5/B/Fe, tige réduite.

Longueur d'implantation $b_m = 1,5 d$

d	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	
Pas	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2	2,2	2,50	2,50	2,50	3	
b	$L \leq 125$	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54
	$L > 125$	-	-	-	-	-	40	44	48	52	56	60
b_m nom.	7,5	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	
d_s nom. max	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
d_s tige réduite	4,4	5,3	7,1	8,9	10,7	12,5	14,5	16,2	18,2	20,2	21,8	
x max.	2	2,5	3,2	3,8	4,4	5	5	6,3	6,3	6,3	7,5	
Longueur (l)	30	30	35	40	45	50	55	60	(65)	70	(75)	
	35	35	40	45	50	55	60	(65)	70	(75)	80	
	40	40	45	50	55	60	(65)	70	(75)	80	(85)	
	45	45	50	55	60	(65)	70	(75)	80	(85)	90	
	50	50	55	60	(65)	70	(75)	80	(85)	90	100	
	55	55	60	(65)	70	(75)	80	(85)	90	100	(110)	
les longueurs () sont à éviter	60	60	(65)	70	(75)	80	(85)	90	100	(110)	120	
			70	(75)	80	(85)	90	100	(110)	120	(130)	
			(75)	80	(85)	90	100	(110)	120	(130)	140	
			80	(85)	90	100	(110)	120	(130)	140	(150)	
				90	100	(110)	120	(130)	140	(150)	160	
				100	(110)	120	(130)	140	(150)	160	(170)	
				120	(130)	140	(150)	160	(170)	180	200	
						140	(150)	160	(170)	180	200	
							160	(170)	180	200		

4. 7. 2. Tiges filetées NF E 25.136

Extrémité brute de roulage selon NF E 25-019



Extrémité brute de roulage selon NF E 25-019

Tige filetée M 16 . 1000, 8.8. NF E 25.136 Zn 5/B/Fe

d	M2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	(33)	36	(39)	42	(45)	48	(52)
Pas	0,40	0,45	0,50	0,70	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2	2	2,50	2,50	2,50	3	3	3,50	3,50	4	4	4,50	4,50	5	5

- Longueurs courantes : 1000, 2000, 3000

- Longueurs pour besoin spécifiques :

40	45	50	55	60	70	80	90	100	110	120	130	140
150	160	180	200	220	240	260	280	300	350	400	450	500

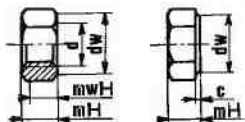
Note : les valeurs entre parenthèses doivent être évitées si possible.

4. 8. Ecrous



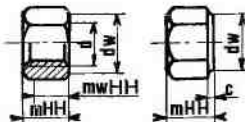
4. 8. 1. Ecrous hexagonaux

- Ecrou (H) NF E 25.401



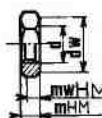
Ecrou H, M12, 10, type 1,
NF E 25.401, Zn8/B/Fe

- Ecrou H Haut (HH)
NF E 25.407



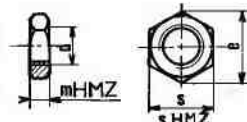
Ecrou HH, M12, 8, type 1,
NF E 25.407, Zn5/B/Fe

- Ecrou H Bas (HM)
NF E 25.405



Ecrou HM, M12, 05, type 1,
NF E 25.405, Zn5/B/Fe

- Ecrou H série extra-légère
(HMZ) NF E 25.109

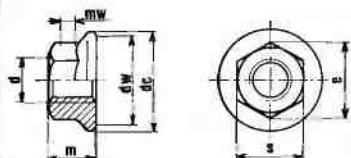


Ecrou HMZ, M20 x 1,50,
NF E 25.109

dm	M1,6	2	2,5	3	(3,5)	4	5	6	8	10	12	(14)	16	20	24	30
Pas H,HH,HMdw	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2	2	2,5	3	3,5
Pas HMZ													1,5	1,5	1,5	1,5
d _w	2,4	3,1	4,1	4,6	5,1	5,9	6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	19,6	22,5	27,7	33,2	42,7
e min	3,41	4,32	5,45	6,01	6,58	7,66	8,79	11,05	14,38	17,77	20,03	23,35	26,76	32,95	39,55	50,85
s nom	3,2	4	5	5,5	6	7	8	10	13	16	18	21	24	30	36	46
m _H max	1,3	1,6	2	2,4	2,8	3,2	4,7	5,2	6,8	8,4	10,8	12,8	14,8	18	21,5	25,6
m _{HH} max							5,1	5,7	7,5	9,3	12	14,1	16,4	20,3	23,9	28,6
m _{HM} max	1	1,2	1,6	1,8	2	2,2	2,7	3,2	4	5	6	7	8	10	12	15
m _{HMZ} max													6	8	8	9
m _{wH} min	0,84	1,08	1,4	1,72	2,04	2,32	3,52	3,92	5,15	6,43	8,3	9,68	11,28	13,52	16,16	19,44
m _{wHH} min							3,8	4,3	5,7	7,1	9,2	10,7	12,6	15,2	18,1	21,8
m _{wHM} min	0,60	0,76	1,08	1,24	1,40	1,56	1,96	2,32	2,96	3,76	4,56	5,14	5,94	7,28	8,72	11,1
s _{HMZ}													24	27	34	4,1
c	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8

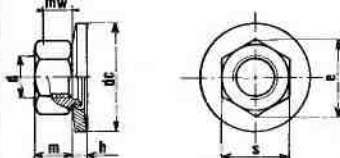
4. 8. 2. Ecrous hexagonaux à embase ou à rondelle incorporée

- Ecrou hexagonal à embase (HE)
NF E 25.406



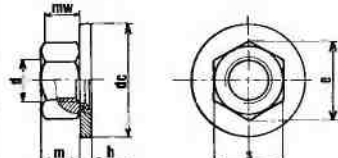
Ecrou HE, M12, 10, type 1,
NF E 25.406, Zn3/B/Fe

- Ecrou hexagonal à rondelle
conique lisse de serrage
incorporée (H) NF E 25.415



Ecrou H, M 8, 8, type 1, + CL,
NF E 25.415, Zn5/B/Fe

- Ecrou hexagonal à rondelle plate
incorporée (H) NF E 25.416

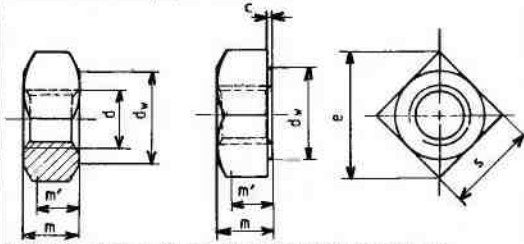


Ecrou H, M 8, 8, type 1, +L,
NF E 25.416, Zn5/B/Fe

d	écrous à embase						écrous à rondelles coniques incorporées						écrous à rondelles plate incorporées					
	M5	6	8	10	12	16	M5	6	8	10	12	16	M5	6	8	10	12	16
Pas	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2	0,8	1	1,25	1,50	1,75	2	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2
d _c max	11,8	14,2	17,9	21,8	26	34,5	15	18	22	27	30	39	16	18	22	27	32	40
d _w min	9,8	12,2	15,8	19,6	23,8	31,9												
m max	5	6	8	10	12	16	4,04	4,90	6,44	8,04	10,37	14,10	4,40	4,90	6,44	8,04	10,37	14,10
m _w min	2,2	3,1	4,5	5,5	6,7	9	3,5	3,9	5,1	6,4	8,3	11,2	3,5	3,9	5,1	6,4	8,3	11,2
h max							1,95	2,30	2,90	3,60	4,10	4,65	2,27	2,47	2,83	3,38	3,95	4,72
s max	8	10	13	16	18	24	8	10	13	16	18	24	8	10	13	16	18	24
e min	8,71	10,95	14,26	17,61	19,86	26,51	8,79	11,05	14,38	17,77	20,03	26,75	8,79	11,05	14,38	17,77	20,03	26,75

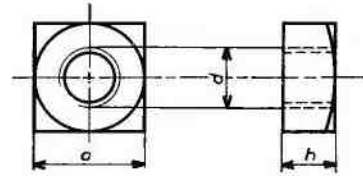
4. 8. 3. Ecrous carrés

- Ecrous carrés (Q) NF E 25.403.



Ecrou Q, M12, 5, type 1, NF E 25.403, Zn8/ B/ Fe
 - Les dimensions et caractéristiques des écrous sont identiques, à l'exception de e, à celles des écrous hexagonaux correspondants définis dans la norme NF E 25.401, Ecrous hexagonaux H, (4.9.1).

- Ecrous carrés larges (Q L) NF E 27.412

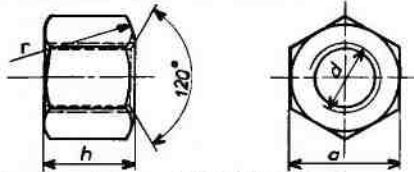


Ecrou QL, M12, NF E 27.412

d	M4	5	6	(7)	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30
Pas	0,70	0,80	1	1	1,25	1,50	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
a	8	10	11	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50
h	3,2	4	5	5,5	6,5	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24

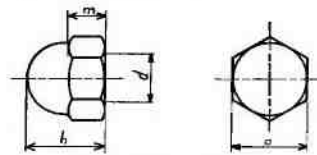
4. 8. 4. Ecrous à portée sphérique et écrous borgnes

- Ecrous à portée sphérique NF E 27.458



Ecrou à portée sphérique, M14, NF E 27.458

- Ecrous borgnes NF E 27.453

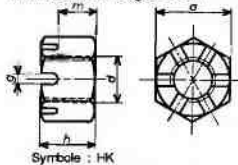


Ecrou borgne, M14, NF E 27.453

	Ecrou à portée sphérique								Ecrou borgne														
d	M4	6	8	10	12	16	20	24	M3 (3,5)	4	5	6	(7)	8	10	12	16	(18)	20	(22)	24		
Pas	0,70	1	1,25	1,50	1,75	2	2,5	3	0,50	0,60	0,70	0,80	1	1	1,25	1,50	1,75	2	2,5	2,5	2,5	3	
r	8	14	14	22	22	30	44	44															
h	6	8	11	13	15	21	25	29	5,1	5,8	6,7	8	10	11	13	16,5	18,5	25	28,5	31	34	37	
a	7	10	13	17	19	24	30	36	5,5	6	7	8	10	11	13	17	19	24	27	30	32	36	
m									2,4	2,8	3,2	4	5	5,5	6,5	8	10	13	15	16	18	19	

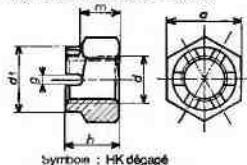
4. 8. 5. Ecrous à créneaux (H K) NF E 27.414

Pour diamètres de filetages < 39 mm



Symbole : HK

Pour diamètres de filetages ≥ 12 mm



Symbole : HK dégaîné

Ecrou HK, M 14 U, NF E 27.414

Goupillages : voir norme NF E 27.488

d	M4	5	6	(7)	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	(33)	36
Pas	0,70	0,80	1	1	1,25	1,50	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4
a	7	8	10	11	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55
h	5	6	7,5	8	9,5	12	15	16	19	21	22	26	27	30	33	35	38
g	1,2	1,4	2	2	2,5	2,8	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5	7	7	7
m	3,2	4	5	5,5	6,5	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24	26	29
d1	-	-	-	-	-	-	17	19	22	25	28	30	34	38	42	46	50
e de la goupille fendue	1	1,2	1,6	1,6	2	2,5	3,2	3,2	4	4	4	5	5	5	6,3	6,3	6,3

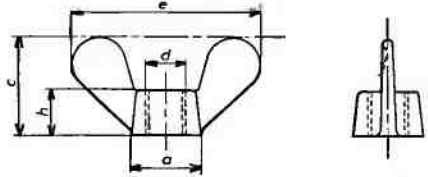
4. 8. 6. Ecrous spéciaux

- Ecrou élastique en tôle NF E 27.460



Ecrou élastique M 10, NF E 27.460

- Ecrous à oreilles (O) NF E 27.454

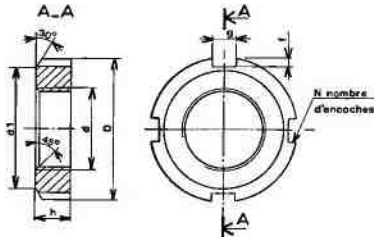


Ecrou O, M12, NF E 27.454

	Ecrous élastique en tôle												Ecrous à oreilles							
d	M3	(3,5)	4	5	6	(7)	8	10	12	14	16		M3	4	5	6	8	10	12	
Pas	0,50	0,60	0,70	0,80	1	1	1,25	1,50	1,75	2	2		0,50	0,70	0,80	1	1,25	1,50	1,75	
Pas fin							1	1,25	1,50	1,50	1,50								1,25	1,25
a													8	9	11	13	15,5	18	21	
s	5,5	6	7	8	10	11	13	16	18	21	24									
h	2	2	2,2	2,5	3	3	3,5	4,2	4,5	5	5		4	5	6	8	10	11	12	
e													22	26	30	35	42	48	54	
c													12	13	15	18	22	25	28	

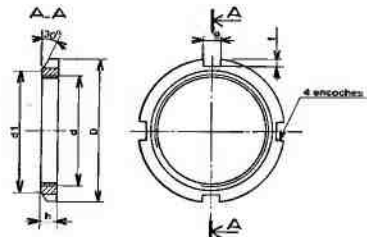
4. 8. 7. Ecrous à encoches

- Ecrou à encoches série forte NF E 22.111



Ecrou à encoches M30 x 1,5, 4H 5H, NF E 22.111

- Ecrou à encoches série légère NF E 22.306



Ecrou à encoches M30 x 1,5, 5H, NF E 22.306

		Ecrous à encoches série forte																														
d		20	22	25	28	30	32	35	(38)	40	42	45	48	50	52	55	58	60	62	65	68	70	72	75	76	80	85	90	95	(96)	100	
Pas		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
D	js 13	40	42	46	50	52	54	56	60	64	67	70	72	77	77	80	89	89	92	94	97	102	102	107	107	112	117	122	127	127	132	
h	js 13	12	12	12	12	15	15	15	15	18	18	18	18	20	20	20	20	20	22	22	22	22	22	22	22	22	25	25	25	25	25	
d ₁	js 13	34	36	39	42	45	47	49	53	56	59	62	64	69	69	72	80	80	83	85	88	93	93	98	98	103	108	113	118	118	123	
f	js 13	2,5	2,5	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
g	H 13	8	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12	12	12	12	14	14	14	14	14	16	16	16	16	18
N		4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	

		Ecrous à encoches série légère																													
d		10	12	15	17	20	22	25	28	30	32	35	40	45	50	55	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
Pas		0,75	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
D	js 13	18	22	25	28	32	34	38	42	45	48	52	58	65	70	75	80	92	98	105	110	120	125	130	140	145	150	155	160	165	165
h	js 13	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	10	11	11	11	12	13	15	16	16	17	18	18	19	19	20	21	21	22
d ₁	js 13	13,5	17	21	24	26	28	32	36	38	40	44	50	56	61	67	73	85	90	95	102	108	113	120	126	133	137	138	148	149	160
f	js 13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6
g	H 13	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	8	8	8	8	8	10	10	10	10	12	12	12	12	12	14
N		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Les nombres entre () ne sont pas conformes à la norme NF E 03-013

4. 8. 8. Ecrous autofreinés

- Ecrous hexagonaux auto freinés tout métal

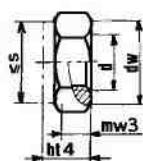
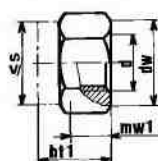
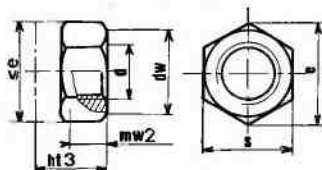
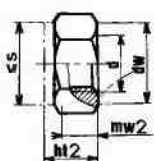
- Ecrous hexagonaux auto freinés à anneau non métallique

- Ecrous sans fente (HFR)
NFE 25.410

- Ecrous avec fente (HFR)
NFE 25.411

- Ecrous haut (HFR)
NFE 25.409

- Ecrous bas (HMFR)
NFE 25.412



La surface délimitée par les traits mixtes représente l'élément d'auto freinage.

Ecrou H,FR, M12,8,
type1, NFE 25.410

Ecrou H,FR, M12,8,
type1, NFE 25.411

Ecrou H,FR, M12,8,
type1, NFE 25.409

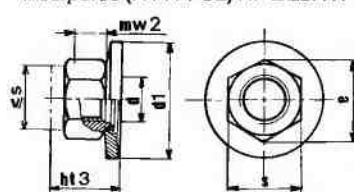
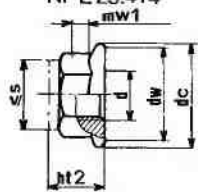
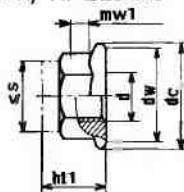
Ecrou H M, FR M12,08,
type1, NFE 25.412

d	M3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30
Pas	0,50	0,70	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
d _w min	4,6	5,9	6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	19,6	22,5	24,9	27,7	31,4	33,2	38	42,7
e min	6,01	7,66	8,79	11,05	14,38	17,77	20,03	23,36	26,75	29,56	32,95	37,29	39,55	45,20	50,85
s max	5,5	7	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41	46
h ₁₁ max	4,9	6	6,8	8	10,6	12,6	15	17,5	20,1	22,3	23,5	26	28,2	32,5	35
h ₁₂ max	-	-	5,3	5,9	7,1	9	11,6	13,2	15,2	17	19	21	23	-	-
h ₁₃ max	4,7	5,6	7	8,5	10,5	13	15,6	18,2	20,8	23,4	26	28,6	31,2	35,1	37
h ₁₄ max	-	4,65	5,6	6,1	8,8	11,1	11,7	13,1	14	15,5	16,6	17,6	20	22,2	25,7
m _{w1} min	1,72	2,32	3,52	3,92	5,15	6,43	8,30	9,68	11,28	12,08	13,52	14,5	16,2	18	19,4
m _{w2} min	1,9	2,2	2,7	3	3,7	4,8	6,7	7,8	9,1	9,7	10,9	11,7	13	14,5	15,7
m _{w3} min	-	1,80	2,56	2,40	3,68	5,20	5,68	6,16	6,40	7,20	8	8,80	9,6	10,80	12

- Ecrous hexagonaux à embase,
autofreinés à anneau non métallique
(HE FR) NFE 25.413

- Ecrous hexagonaux à embase,
autofreinés tout métal (HE FR)
NFE 25.414

- Ecrous hexagonaux auto freiné
(anneau non métallique) à rondelle
incorporée (H FR + CL) NFE 25.417



Ecrou HE,FR, M12, 8, type 1,
NFE 25.413

Ecrou HE, FR, M12, 8, type 1,
NFE 25.414

Ecrou H, FR, M 8, 8, type 1, +CL,
NFE 25.417, Zn5 / B/ Fe

d	M5	M6	M8	M 10	M 12	(M14)	M 16	M20
Pas	0,80	1	1,25	1,50	1,75	2	2	2,5
d _c max	11,8	14,2	17,9	21,8	26	29,9	34,5	42,8
d _w min	9,8	12,2	15,8	19,6	23,8	27,6	31,9	39,9
d ₁ nom	-	18	22	27	30	-	39	-
e	8,7	10,9	14,2	17,6	19,8	23,1	26,5	33,2
s max	8	10	13	16	18	21	24	30
m _{w1} min	2,2	3,1	4,5	5,5	6,7	7,8	9	11,1
m _{w2} min	-	3,9	5,1	6,4	8,3	-	11,2	-
h ₁₁ max	7,1	9,1	11,8	14,2	16,2	18,7	21,3	25,5
h ₁₂ max	6,2	7,3	9,4	11,4	13,8	15,9	18,3	22,4
h ₁₃ max	-	10,30	13,50	16,20	19,10	-	24,75	-

L'emploi des dimensions entre parenthèses doit être évité

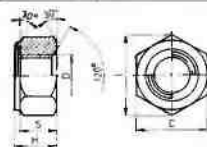
4. 8. 9. Ecrous autofreinés (divers)

Ecrous avec insert inox

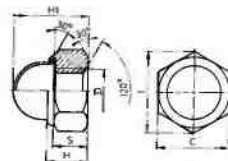
- Utilisent un insert en acier inoxydable AISI 301 qui leur permet de reprendre la position initiale après de nombreux montages et démontages.
- Température d'emploi : de - 100°C à + 350°C
- Matériaux : - écrous normaux : acier classe 8 et 10 ou AISI 304
 - écrous borgnes : acier classe 8 ou AISI 304
 - écrous à embase : acier classe 8
- Protection: acier classe 8 et 10 : zingage écologique

D	Pas normal	Pas fin	F	H	L	H ₁	M	H ₂	I	I ₁
M 3	0,5		5,5	3	2,4	-	-	-	6,3	-
M 4	0,7		7	3,8	3	-	-	-	8,0	-
M 5	0,8		8	4,6	3,8	8,8	8	6	9,2	11
M 6	1		10	5,3	4,4	10,2	10	7	11,5	13
M 8	1,25		13	7,3	6,3	13	12	8,5	14,9	17
M 10	1,5	1,25	17	8,3	7,1	15	14	10	19,5	19
M 12	1,75	1,25	19	10,5	9	19	17	12,5	21,8	24
M 14	2	1,5	22	12,5	10,8	24	-	-	25,3	-
M 16	2	1,5	24	14,5	13	25	-	-	27,6	-
M 18	2,5	1,5	27	16	14	28	-	-	31,0	-
M 20	2,5	1,5	30	17,5	15,2	31	-	-	34,5	-

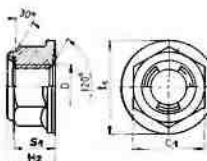
Ecrous normaux



Ecrous borgnes

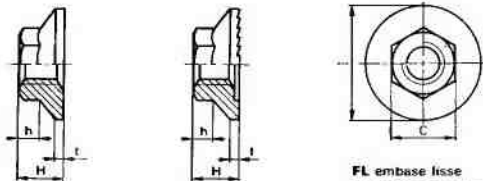


Ecrous à embase



Ecrous à embase simple lisse ou crantée

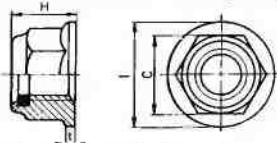
D	Pas normal	C	I	H	h	t
M 3	0,5	5,5	8	3,7	2,4	1
M 3	0,5	5,5	10	3,7	2,4	0,8
M 4	0,7	7	10	4,5	3,2	1,1
M 4	0,7	8	11	5,0	-	-
M 5	0,8	8	11	5,0	3,3	1,1
M 6	1	10	13	6,0	4	1,5
M 6	1	10	16	7,0	-	-
M 8	1,25	13	17,5	8,0	4,5	1,3
M 10	1,50	14	19	9,0	6	1,8
M 12	1,75	17	24	11,0	7,5	2



FL embase lisse
FD embase crantée

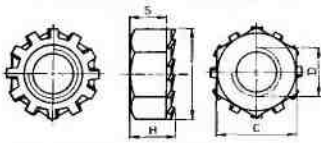
- Embase faisant partie intégrante de l'écrou
- Matériau : acier classe B ou acier 6 S
- Protection : zingage écologique

Écrou à embase avec bague nylon



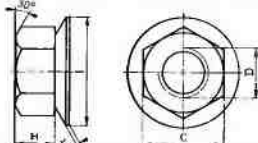
- Température : - 40°C à + 80°C
- Matériau : acier classe 8 ou 10
- Protection : zingage écologique

avec rondelle dentée serrie



- Distribution homogène de la force de blocage
- matériaux : écrou acier 6 S classe B
rondelle acier à ressort

avec rondelle conique serrie



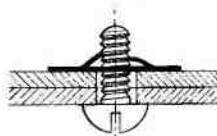
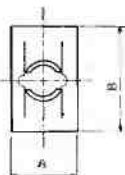
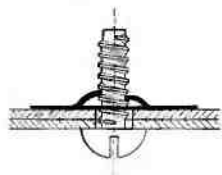
- Protection : zingage écologique
- Utilisé pour le serrage des matériaux tendres

D	Pas	C	I	H	t	D	Pas normal	Pas fin	C	I	H	S	D	Pas	C	I	H	H'
M 4	0,7	7	9,5	6	0,9	3	0,5	-	5,5	6,4	3,2	2,75	4	0,7	7	10	3,2	0,5
M 5	0,8	8	11	7	1,4	4	0,7	-	7,0	8,1	4,0	3,55	5	0,8	8	12	4,0	0,8
M 6	1	10	13	8,3	1,6	5	0,8	-	8,0	9,2	5,1	4,50	6	1	10	14	5,0	1,0
M 8	1,25	13	17	10,2	1,6	6	1	-	10,0	11,5	6,1	5,50	6	1	10	18	5,0	1,4
M 10	1,50	17	21	12,5	2	8	1,25	-	13,0	15,0	7,9	7,10	8	1,25	12	18	6,5	1,4
M 12	1,75	19	24	15	2,5	10	1,5	1,25	17,0	19,6	9,6	8,70	8	1,25	13	22	6,5	1,8
M 14	2	22	27	16,5	2,5	12	1,75	1,25	17,0	19,6	11,6	10,70	10	1,50	17	22	8,0	1,6
M 16	2	24	29	22	4								12	1,75	19	25,5	10,0	2,4

4. 8. 10. Ecrous à tôle divers

- Ecrou à tôle simple filetage parker

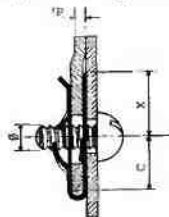
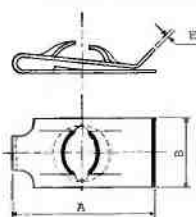
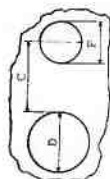
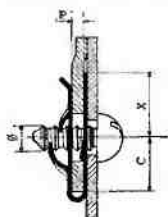
- Ecrou à tôle simple filetage ISO. Métrique



Ø de la vis	vis filetage parker								vis filetage ISO Métrique					
	2,9	3,5	3,9	4,2	4,8	5,5	6,35	6,35	3	4	5	6	8	
A	8	8	9,5	10	12	12	14	16	6	8	10	12	16	
B	14	13	14	16	16	16	19	25	9	14	15	18	24	
E	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	1	1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,8	

- Ecrou à tôle à cliper filetage parker

- Ecrou à tôle à cliper filetage ISO. Métrique

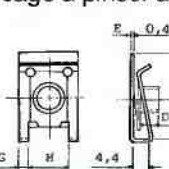
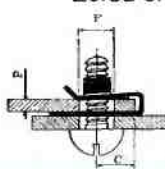
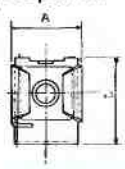
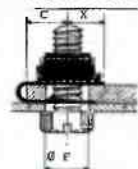


Ø de la vis	vis filetage parker			vis filetage ISO Métrique					
	2,8	3,2	3,5	M3	M4	M5	M6	M8	
Epais, P de la tôle	de 0,4 à 2,4	de 0,4 à 1,2	de 0,4 à 4,2	de 0,4 à 3,2	de 0,4 à 4,2	de 0,4 à 4,2	de 0,4 à 3,2	de 0,4 à 4,2	
A *	de 12,2 à 22	13	11,8 à 16,9	11,6 à 16,2	11,6 à 16,9	15,6 à 22,5	16,4 à 22,5	16,4 à 22,5	
B *	de 9 à 12	9	de 9 à 16	de 9 à 11	de 9 à 16	de 11 à 16	de 12 à 16	de 12 à 16	
E *	de 4,5 à 13	6,5	de 4,5 à 9,5	de 4,5 à 9,5	de 4,5 à 9,5	de 6,5 à 13	de 7,5 à 13	de 7,5 à 13	
D *	de 12 à 20	12	de 12 à 16	de 12 à 16	de 12 à 16	de 16 à 20	de 16 à 20	de 16 à 20	
E	0,5	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	
F	5	5	6	5	6	7	8	9,5	
X *	de 5 à 7,2	5	de 5 à 6,5	de 5 à 5,5	de 5 à 6,5	de 5,5 à 7,2	de 6,5 à 7,2	de 6,5 à 7,2	

* Les cotes ABCD et X varient en fonction de l'épaisseur P de la tôle (à préciser à la commande)

- Ecrou en cage à pincer

- Ecrou en cage à pincer à fût taraudé

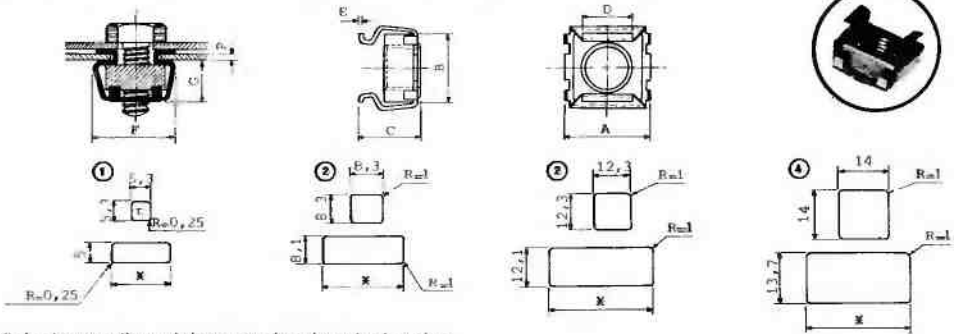


Ø de la vis	écrous en cage					écrous à fût taraudé		
	M4	M5	M6	M7	M10	M5	M6	M7
Epais, P de la tôle	0,4 à 2,5	0,5 à 3,1	0,5 à 2,5	0,5 à 2,5	1,6 à 5,5	0,6 à 4	0,6 à 4	0,6 à 4
A	11,7	11,7	11,7	12,7	21,6	14	16	20
B *	4,0 à 6,4	6,4	6,4	6,9	10,6	4,4	5,5	6,5
C *	6,4 à 7,3	6,0 à 7,3	6,4 à 7,3	7,5 à 8,5	23 à 25,4	10	11	12
E	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0,6	0,8	1
F *	5 à 7	6 à 7	7	8,5	14,5	8	9	10,5
G						2,5	2,5	2,5
H						9	11	15
L *	15,5 à 15,8	14,8 à 15,8	15,5 à 15,8	17,1 à 17,5	40,5 à 41,3	21,4	23,6	25,8
N						10,8	11,8	12,8
X	7	7	7	7,5	12,2	10	11	12

* Les cotes B C F et L varient en fonction de l'épaisseur P de la tôle (à préciser à la commande)



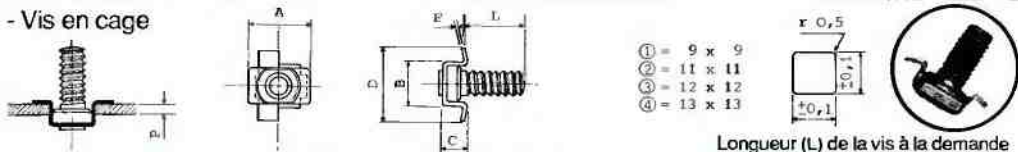
- Ecrou en cage à cliper ou montage en boutonnière



La cote (X) des boutonnières ci-dessus varie suivant les besoins.

Ø Vis	Epais. P de la tôle	A ^{+0,6 +0}	B ^{+0,5}	C ^{+0,3}	D ^{+0,2}	E	F ^{+0,3}	G ^{+0,3}	N° du poinç.	Ø Vis	Epais. P de la tôle	A ^{+0,6 +0}	B ^{+0,5}	C ^{+0,3}	D ^{+0,2}	E	F ^{+0,3}	G ^{+0,3}	N° du poinç.	
M3	0,3 à 0,9 1,0 à 1,6 1,7 à 2,3 2,4 à 3,1	9,3	8,8	5,2 5,9 6,6 7,4	4,8	0,3	9,7	3,6	1	M6	2,6 à 3,5 3,6 à 4,5	12	11,4	10 11	7,2	0,45	12,2	6	2	
M4	0,3 à 0,9 1 à 1,6 1,7 à 2,3 2,4 à 3,1	9,3	8,8	5,2 5,9 6,6 7,4	4,8	0,3	9,7	3,6	1	M7	1,0 à 1,7 1,8 à 3,2 3,3 à 4,7	16,4	15,5	10,4 12 13,5	10,6	0,5	16,6	7,8	3	
	0,3 à 1,1 1,2 à 1,6 1,7 à 2,5 2,6 à 3,5 3,6 à 4,5	12	11,4	7,6 8 9 10 11	7,2	0,45	12,2	6	2	M8	1,0 à 1,7 1,8 à 3,2 3,3 à 4,7	16,4	15,5	10,4 12 13,5	10,6	0,5	16,6	7,8	3	
	0,3 à 1,1 1,2 à 1,6 1,7 à 2,5 2,6 à 3,5 3,6 à 4,5	12	11,4	7,6 8 9 10 11	7,2	0,45	12,2	6	2	M10	1,0 à 1,7 1,8 à 3,2 3,3 à 4,7 4,8 à 6,2	16,4	15,5	10,5 13,5 15 16,5 18	10,6	0,8	16,6	7,8	3	
M5	0,3 à 1,1 1,2 à 1,6 1,7 à 2,5 2,6 à 3,5 3,6 à 4,5	12	11,4	7,6 8 9 10 11	7,2	0,45	12,2	6	2	M12	1,0 à 1,7 1,8 à 3,2 3,3 à 4,7 4,8 à 6,2 2,4 à 2,8	20	19,4	13,5 15 16,5 18 14,8	12,6	0,6	20,5	10,4	4	
M6	0,3 à 1,1 1,2 à 1,6 1,7 à 2,5	12	11,4	7,6 8 9	7,2	0,45	12,2	6	2											

- Vis en cage



Longueur (L) de la vis à la demande

Ø Vis	Epais. P de la tôle	A ^{+0,15}	B	C	D ^{+0,5}	E	Ø Vis	Epais. P de la tôle	A ^{+0,15}	B	C	D ^{+0,5}	E
M5	0,5 à 0,6	10,85	8,5	3,4	16,4	0,4	M7	0,5 à 0,6	14,85	11,5	4,3	18,4	0,5
	0,7 à 0,8			4,5									
	0,9 à 1,0			4,7									
	1,2 à 1,3			5,0									
	1,5 à 1,6			5,3									
	1,7 à 1,8			5,5									
2,0 à 2,1	4,9	5,8											
M6	0,5 à 0,6	13,85	10,6	3,9	17,9	0,5	M8	0,5 à 0,6	15,85	12,5	4,7	19,4	0,5
	0,7 à 0,8			4,9									
	0,9 à 1,0			5,1									
	1,2 à 1,3			4,6				5,4					

4. 9. Rondelles et freins d'écrous

NF E 25.031



4. 9. 1. Choix d'une rondelle pour un assemblage NF E 25.502

- Le choix et le domaine d'application concernent essentiellement les rondelles normalisées destinées aux assemblages comportant des vis sous tension.

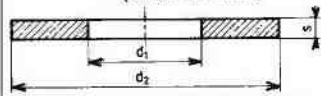
- Tableau synoptique des fonctions des rondelles pour assemblages précontraints.

Fonctions Type de rondelles	Normes de référence Classes de qualité de la vis pour un assemblage rationnel										Observations
Plates		NF E 25.513 NF E 25.514	≤ 6. 8 8.8 - 10.9	++	++	0	+	0	0	0	Fonction essentielle de protection contre les meurtrissures.
Grower sans bec		NF E 27.613 NF E 27.622 NF E 27.623	≤ 10. 9	+	0	0	0	0	=	0	Souvent utilisées, par habitude, dans les assemblages non optimisés.
Grower avec bec		NF E 27.613 NF E 27.622 NF E 27.623	≤ 10. 9	0	0	0	0	+	=	0	
A dents chevauchantes extérieures, forme concave		NF E 27.627	≤ 8. 8	0	0	0	0	++	+	0	Elles sont exclusivement utilisées avec des vis tête fraisée.
A dents chevauchantes planes		NF E 27.624 NF E 27.625	≤ 8. 8	0	0	0	0	++	+	+	Fixation de petites pièces : accessoires automobile, cycles, électro-ménager.
Ondulées à deux ondes		NF E 27.620	≤ 8. 8	++	++	0	+	0	+	0	Serrage de matériaux tendres.
Coniques à dents intérieures		NF E 27.512	8. 8	+	+	0	++	++	+	0	Fixation des tôles minces en carrosserie automobile et électro-ménager.
A double denture		NF E 27.626	≤ 8. 8	0	0	0	+	++	+	+	Utilisées sur les glissières des moteurs électrique, alternateurs.
Coniques striées		NF E 27.511	6. 8 8. 8	++	++	+	++	++	+	0	Permettent de maintenir la tension dans les assemblages optimisés.
Coniques lisses		NF E 27.510	8. 0 12. 9	++	++	++	++	+	++	0	Recommandés pour les assemblages des vis très courtes (risque de lâchage).
Coniques striées à picots		non normalisée	≤ 8. 8	0	++	+	++	++	+	++	Assurent dans de bonnes conditions la liaison électrique des masses.
Plates trempées épaisses		non normalisée	10. 9 12. 9	++	++	+	++	0	0	0	Assemblage des pièces de très bonne géométrie.

++ très bonne, + bonne, = moyenne, 0 passable, 0 nulle.

4. 9. 2. Rondelles plates

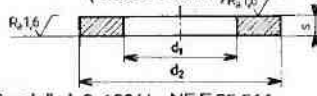
- Rondelles plates grade C NF E 25.513
(classe 100 HV)



Rondelle L 12, NF E 25.513, Zn 5/ B/Fe



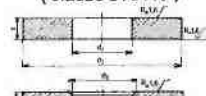
- Rondelles plates grade A NF E 25.514
(classe 160 HV) $R_a 1,6$



Rondelle L 8, 160 Hv, NF E 25.514, Zn 5/ B/Fe



- Rondelles plates grade A NF E 25.518
(classe 310 HV)



Rondelle plate chanfreinée

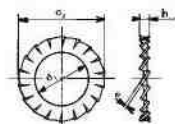
Rondelle Z 12, E 25.518, chanfreinée, Zn 5/ B/Fe

Symbole Z : série étroite, symbole M : série moyenne, Symbole L : série large, Symbole LL : série très large

d nomi.	d ₁	Rondelles de grade C (d ₂)				Rondelles de grade A (d ₂)				Rondelles série épaisse (d ₂)				
		Z	M	L	LL	S	Z	M	L	Z	L	S _Z	S _L	d ₃
1,6	1,7					0,5	3,5	5	6					
2	2,2					0,5	4	5,5	7					
2,5	2,7					0,5	5	7	10					
3	3,2	6	8	12	14	0,8	6	8	12					
4	4,3	8	10	14	16	0,8	8	10	14					
5	5,3	10	12	16	20	1	10	12	16					
6	6,4	12	14	18	24	1,2	12	14	18	12	16	2	3	6,8
(7)	7,4	14	16	20	27	1,5	14	16	20	14	18	2	3	
8	8,4	16	18	22	32	1,5	16	18	22	16	22	3	4	9,2
10	10,5	20	22	27	36	2	20	22	27	20	27	3	4	11,2
12	13	24	27	32	40	2,5	24	27	32	24	32	3,5	5	13,7
(14)	15	27	30	36	45	2,5	27	30	36	30	40	4	5	15,7
16	17	30	32	40	50	3	30	32	40	32	45	4,5	6	17,7
(18)	19	32	36	45	55	3	32	36	45	36	50	5	6	20,2
20	21	36	40	50	60	3	36	40	50	40	55	5	6	22,4
(22)	23	40	45	55		3	40	45	55	45	60	6	7	24,4
24	25	45	50	60		4	45	50	60	50	65	6	7	26,4
(27)	28	48	55	65		4	48	55	65	55		7		30,4
30	31	52	60	70		4	52	60	70	60		7		33,4

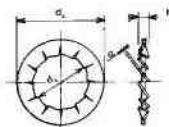
4. 9. 3. Rondelles à dents chevauchantes

- Rondelles à dents extérieures chevauchantes planes
(DEC) NF E 27. 624



Rondelles à dents DEC M 10, NF E 27.624

- Rondelles à dents intérieures chevauchantes planes
(DIC) NF E 27. 625



Rondelles à dents DIC M 10, NF E 27.625

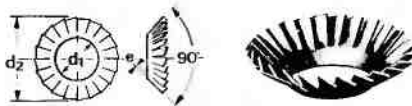
σ Vis	d ₁ H14	d ₂ js 15	e	h après charge	Charge d'essais en N	Couple de serrage mN	σ Vis	d ₁ H14	d ₂ js 15	e	h après charge	Charge d'essais en N	Couple de serrage mN
2	2,05	4,5	0,3	0,6	1 000	0,45	10	10,2	18	0,9	1,4	27 500	58
2,5	2,55	5,5	0,3	0,6	1 700	0,9	12	12,3	20	1	1,5	40 000	100
3	3,05	6	0,4	0,7	2 400	1,5	(14)	14,3	24	1,1	1,6	55 000	160
(3,5)	3,65	7	0,4	0,7	3 300	2,4	16	16,3	26	1,2	1,8	75 000	245
4	4,1	8	0,5	0,9	4 200	3,5	18	18,5	30	1,4	1,9	90 000	350
5	5,1	9,2	0,6	1	6 800	7,1	20	20,5	32,5	1,4	2,0	115 000	495
6	6,1	11	0,7	1,1	9 500	12	(22)	22,5	35	1,5	2,1	140 000	670
(7)	7,2	12	0,7	1,1	13 500	20	24	24,5	38	1,5	2,2	175 000	850
8	8,2	14	0,8	1,3	17 500	29	(27)	27,6	44	1,6	2,3	215 000	1 240
							30	30,6	48	1,6	2,4	270 000	1 700

- Rondelles à double denture planes
(D D) 10, NF E 27.626



Rondelles à dents D D 10, NF E 27.626

- Rondelles à dents extérieures chevauchantes concaves (D E F) NF E 25.627



Rondelles à dents D E F 10, NF E 27.627

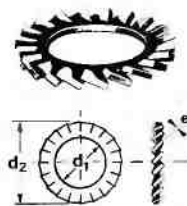
Ø Vis	d ₁ H14	d ₂ js 15	e	h après charge	Charge d'essais en N	Couple serrage N.m	Ø Vis	d ₁ H14	d ₂ js 15	e	h après charge	Charge d'essais en N	Couple serrage N.m
3	3,05	12	0,5	1,0	2 400	1,5	2	2,10	4,5	0,15	0,30	1 000	0,45
4	4,10	15,5	0,8	1,60	4 200	3,5	2,5	2,60	5,5	0,2	0,45	1 700	0,90
5	5,10	17,5	0,8	1,60	6 800	7,1	3	3,10	6	0,2	0,45	2 400	1,50
6	6,10	18	0,9	1,80	9 500	12	(3,5)	3,60	7	0,25	0,55	3 300	2,40
(7)	7,20	20	1	1,90	13 500	20	4	4,20	8	0,25	0,60	4 200	3,50
9	8,20	22	1	1,90	17 500	29	5	5,20	10	0,3	0,70	6 800	7,10
10	10,20	26	1,1	2,0	27 500	58	6	6,30	12	0,3	0,80	9 500	12
12	12,30	30	1,2	2,0	40 000	100	(7)	7,30	14	0,35	1,00	13 500	20
(14)	14,30	33	1,4	2,0	55 000	160	9	8,30	15,5	0,4	1,05	17 500	29
16	16,30	36	1,4	2,0	75 000	245	10	10,40	19	0,4	1,15	27 500	58
							12	12,40	23	0,5	1,50	40 000	100
							(14)	14,40	27	0,6	1,80	55 000	160
							16	16,40	31	0,6	1,90	75 000	245

4. 9. 4. Rondelles à dents chevauchantes (autres types)

- Rondelles à dents extérieures chevauchantes planes série large

Ø vis mm	caracté. de la rondelle libre			
	d ₁ H14	d ₂ js 15	e	
			nomi	tolér.
3	3,05	6,4	0,4	±0,03
4	4,10	8,9	0,5	
5	5,10	10,1	0,6	
6	6,10	13,0	0,7	
9	9,20	16,9	0,8	
10	10,20	20,6	1,0	±0,04
12	12,30	25,9	1,1	

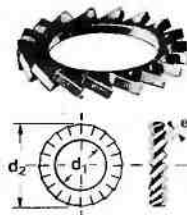
- Utilisation : de préférence avec la boulonnerie de classe égale ou inférieure à 8.8.
- Tête de vis de diamètre ou surplat supérieur à la normale.
- Ecrou à surplat supérieur à la normale.
- Trou de passage - toutes séries (NF E 27-04)
- Sur face d'appui tendre (alliages légers, matières plastiques).
- Matières et duretés : acier XC 60 : 400 à 480 HV.



- Rondelles à dents extérieures chevauchantes planes série renforcée

Ø vis mm	caracté. de la rondelle libre			
	d ₁ H14	d ₂ js 15	e	
			nomi	tolér.
6	6,10	11	0,8	±0,03
9	9,20	14,9	1,0	
10	10,20	17,8	1,1	
12	12,30	21,3	1,2	
14	14,3	23,6	1,4	
16	16,3	26,3	1,4	±0,04

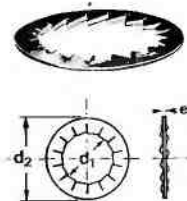
- Utilisation : de préférence avec la boulonnerie de classe égale ou supérieure à 8.8.
- Tête de vis diamètre ou surplat normal (NF E 27-115).
- Ecrou à surplat normal (NF E 27-411).
- Trou de passage - séries fines et moyennes (NF E 27040).
- Sur un support dur.
- Matières et duretés : Acier XC 60 : 400 à 480 HV.



- Rondelles à dents intérieures chevauchantes planes série légère

Ø vis mm	caracté. de la rondelle libre			
	d ₁ H14	d ₂ js 15	e	
			nomi	tolér.
3	3,05	5,8	0,3	±0,02
4	4,10	7,9	0,4	±0,03
10	10,80	16,8	0,6	

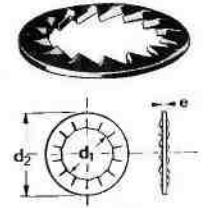
- Utilisation : avec boulonnerie de classe égale ou inférieur à 4.8.
- Tête de vis diamètre ou surplat normal ou réduit (NF E 27-115).
- Ecrou à surplat normal ou réduit (NF E 27-441).
- Trou de passage - série fine (NF E 27-040).
- Fixation légères.
- Matières et duretés : Acier XC 60 / 400 à 480 HV.



- Rondelles à dents intérieures chevauchantes planes série renforcée

Ø vis mm	caracté. de la rondelle libre			
	d ₁ H14	d ₂ js 15	e	
			nomi	tolér.
6	6,1	11	0,8	±0,03
8	8,2	14,9	1,0	
10	10,2	17,8	1,1	±0,04
12	12,3	21,3	1,2	
14	14,3	21,6	1,4	
16	16,3	26,3	1,4	

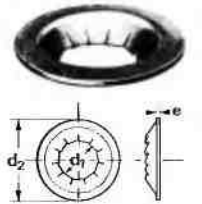
- Utilisation : avec boulonnerie de classe égale ou supérieure à 8.8.
- Tête de vis de diamètre ou surplat normal ou réduit (NF E 27-115).
- Ecrou à surplat normal ou réduit (NF E 27-441).
- Trou de passage, séries fines et moyennes (NF E 27-040).
- Sur face d'appui dure ou irrégulière.
- Matière et dureté : Acier XC 60 : 400 à 480 HV.



- Rondelles à dents intérieures chevauchantes concaves

Ø vis mm	caracté. de la rondelle libre			
	d ₁ H14	d ₂ js 15	e	
			nomi	tolér.
6	7,1	16	0,7	±0,03

- Utilisation : pour vis à tête fraisée à 90° de classe égale ou inférieure à 8.8.

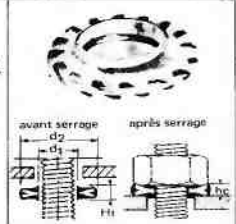


4. 9. 5. Rondelles d'étanchéité

- Rondelles à dents extérieures d'étanchéité

Ø vis mm	caracté. joint libre			Hauteur joint bloqué hc
	d ₁ H14	d ₂ js 15	Hi maxi	
3	3,05	6,8	2,40	1,45
4	4,10	9,1	3,05	1,7
5	5,10	10,3	3,55	1,85
6	6,10	12,4	4,00	2,1
8	8,10	15,9	5,05	2,35
10	10,20	19,0	5,30	2,6
12	12,20	23,1	5,90	2,8

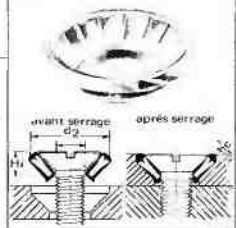
- Utilisation : avec boulonnerie de classe égale ou inférieure à 8.8.
- Lorsque l'on désire empêcher l'infiltration de liquides (eau, huile, essence) le long des filets de la vis ou de l'écrou.
- Température d'utilisation : +80 à 100° en continu, +100 à 120° en pointe, -20 à -40° selon l'état hydrométrique.
- Matières et duretés : Rondelle : acier XC 60 : 400 à 480 HV, inox Z8CNDT 17-12: 300 HY, Enrobage : polyamide 6.



- Rondelles à dents chevauchante d'étanchéité pour vis tête fraisée

4	4,05	8,4	3	0,8
---	------	-----	---	-----

- Utilisation : avec boulonnerie de classe égale ou inférieure à 8.8.
- Données techniques identiques à celles figurant pour le modèle AZ.

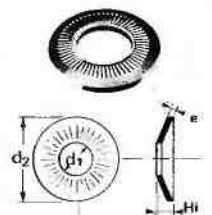


4. 9. 6. Rondelles de contact

- Rondelles de blocage

Ø vis mm	caracté. de la rondelle libre				caracté. d'essai		
	d ₁ H14	d ₂ js 14	e		Hi maxi	charge N	flèche mini charge
			nomi	tolér.			
3	3,1	6	0,6	±0,03	0,95	2 920	0,10
4	4,1	8	0,8	±0,04	1,15	5 100	0,12
5	5,1	10	1,0		1,5	8 230	0,15
6	6,1	12	1,2	±0,05	1,8	11 600	0,20
8	8,2	16	1,4		2,4	21 200	0,25
10	10,2	20	1,6	±0,05	2,6	33 700	0,35
12	12,4	24	1,6		2,6	48 900	0,45

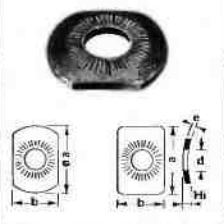
- Utilisation : avec boulonnerie de classe égale ou inférieure à 10-9.
- Lorsqu'on désire une grande surface portante permettant :
 - la suppression d'un empilage de deux rondelles sur une boutonnière
 - de diminuer la pression spécifique exercée sur le support
- Pour contact électrique
- Matière et dureté : acier XC60 / 440 à 520 HV.



- Plaquettes contact

Ø vis mm	caracté. de la rondelle libre					
	d ₁ H14	d ₂ js 14	j js 15	e		Hi maxi
				nomi	tolér.	
6	6,1	18	15,1	1,6	±0,05	2,8
8	8,2	22	13,7	1,6	±0,05	2,6

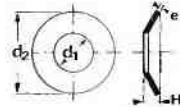
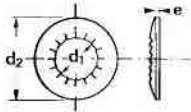
- Utilisation : avec boulonnerie de classe égale ou inférieure à 10,9
- Pour les cas de montage nécessitant une course élastique importante sous un encombrement réduit, rendant impossible l'emploi d'une rondelle contact.
- Matière et dureté : acier XC 60 / 440 à 520 HV.



4. 9. 7. Rondelles coniques de serrage

- Rondelles conique à dents intérieures
(C D I) NFE 25. 512

- Rondelles coniques lisses de serrage
(C L) NFE 25.510

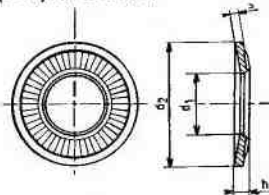


Rondelles C D J, 8. 22 1.2. NFE 27.512

Rondelles C L 6. 12. 1.4 NFE 25.510, Zn 5/ B/ Fe

ø Vis	d ₁ H14	d ₂ js 15	S	h après charge	Charge d'essais en N	Couple de serrage N.m	ø Vis	d ₁ H14	d ₂ js 15	S	h après charge	Charge d'essais en N	Flèche après essais mm	Couple serrage N.m
2,5	2,55	6	0,40	0,85	1 600	0,9	5	5,30	11	1,2	1,51,	8 200	0,15	7,1
3	3,10	8,5	0,50	1,10	2 400	1,5			15	1,4	8	8 200	0,25	7,1
4	4,10	11	0,60	1,40	4 200	3,5	6	6,40	12	1,4	1,7	11 600	0,15	12
		14	0,80	1,80	4 200	3,5			14	1,5	1,9	11 600	0,20	12
5	5,10	12	0,80	1,75	6 800	7,1			18	1,7	2,1	11 600	0,25	12
		16	1	2,20	6 800	7,1	8	8,40	16	1,9	2,3	21 200	0,20	29
6	6,10	14	0,70	1,75	9 500	12			18	2,6	2,4	21 200	0,22	29
		18	1	2,20	9 500	12			22	2,2	2,6	21 200	0,30	29
(7)	7,20	16	0,80	1,85	13 500	20	10	10,50	20	2,2	2,7	33 700	0,25	58
8	8,10	17,5	0,90	2,0	17 500	29			22	2,4	2,9	33 700	0,30	58
		22	1,20	2,55	17 500	29			27	2,8	3,3	33 700	0,35	58
10	10,20	20	1,0	2,20	27 500	58			30	3,2	3,8	48 900	0,40	100
		26	1,40	3,0	27 500	58	(14)	15	28	3,6	3,5	66 700	0,30	160
12	12,20	24	1,0	3,40	40 000	100			32	3,4	3,9	91 500	0,35	245
		32	1,40	3,70	40 000	100			39	3,6	4,3	91 000	0,50	245
14	14,20	27,5	1,20	2,86	55 000	160	20	21	38	4	4,7	147 000	0,50	460
16	16,20	32	1,40	3,30	75 000	245			45	4,4	5,9	147 000	0,60	460

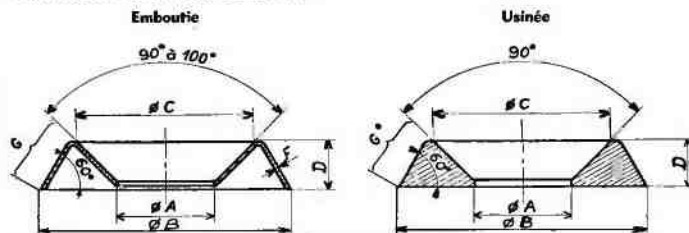
- Rondelles conique striées de serrage
(C S) NFE 25. 511



Rondelles CS, 12. 32 1.8, NF E 25.511

ø Vis	d ₁ H14	d ₂ js 15	S	h après charge	Charge d'essais en N	Flèche après essais mm	Couple serrage N.m	ø Vis	d ₁ H14	d ₂ js 15	S	h après charge	Charge d'essais en N	Flèche après essais mm	Couple serrage N.m
3	3,1	6	0,5	0,90	2 400	0,10	1,3	8	8,2	16	1,4	1,80	17 500	0,25	26
		8	0,6	1,00	2 400	0,15	1,3			18	1,4	1,90	17 500	0,35	26
		10	0,6	1,20	2 400	0,25	1,3			22	1,6	2,20	17 500	0,50	26
4	4,1	8	0,8	1,20	4 200	0,12	3,1	10	10,2	20	1,6	2,10	27 500	0,35	51
		10	0,9	1,40	4 200	0,15	3,1			22	1,6	2,25	27 500	0,45	51
		14	1,0	1,80	4 200	0,30	3,1			27	1,8	2,60	27 500	0,70	51
5	5,1	10	1,0	1,50	6 800	0,15	6,2	12	12,4	24	1,8	2,40	40 000	0,40	88
		12	1,1	1,80	6 800	0,20	6,2			27	1,8	2,60	40 000	0,60	88
		16	1,2	2,10	6 800	0,35	6,2			32	2,0	3,10	40 000	0,90	88
6	6,1	12	1,2	1,85	9 500	0,20	10,6	(14)	14,4	30	2,4	3,20	55 000	0,60	140
		14	1,3	2,10	9 500	0,25	10,6	16	16,4	32	2,8	3,60	75 000	0,65	215
		18	1,4	2,50	9 500	0,40	10,6	20	20,5	40	3,2	4,30	100 000	0,70	410

- Rondelles cuvettes NF E 27.619

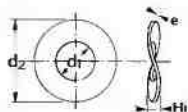


ø vis	A	B	C	D	F
3	3,5	9	6,5	2	0,25
4	4,5	11	8	2,5	0,25
5	5,5	14	10	3	0,25
6	7	16	12	3,5	0,30
(7)	8	20	14	4	0,30
8	9	22	16	4,5	0,30
10	11	28	20	5,5	0,30
12	14	32	24	6,5	0,40
14	16	36	28	7,5	0,40

Rondelle cuvette emboutie (ou usinée) 6, NF E 27.619 G : surface externe pouvant être polie et brillante, sur demande

4. 9. 8. Rondelles élastiques ondulées

- Rondelles élastiques ondulées à deux ondes NF E 27.620



Rondelles ondulées M 10. NF E 27.620

caractéristique de la rondelle libre						caractéristique pour rattrapage de jeu		caractéristique de la rondelle libre						caractéristique pour rattrapage de jeu	
ø Vis	d ₁ H14	d ₂ js 15	e		h	Hauteur d'utilisation moyenne	Force approxim N	ø Vis	d ₁ H14	d ₂ js 15	e		h	Hauteur d'utilisation moyenne	Force approxim N
			nom.	td.							nom.	td.			
2	2,2	4,5	0,3	± 0,02	0,9	0,4	40	10	10,5	21	1,0	± 0,04	3,4	1,5	300
2,5	2,7	5	0,3		1,0	0,45	50	12	13	24	1,2		3,8	1,8	400
3	3,2	6	0,4		1,2	0,6	70	(14)	15	28	1,5		4,4	2,2	650
(3,5)	3,7	6,5	0,5		1,4	0,7	120	16	17	30	1,5		4,8	2,3	650
4	4,3	9	0,5		1,5	0,75	90	(18)	19	34	1,5		5,4	2,4	550
5	5,3	10	0,5		1,7	0,85	90	20	21	36	1,6	± 0,05	5,6	2,6	650
6	6,4	12	0,5	± 0,03	2,0	0,90	80	(22)	23	40	1,8		6,0	2,8	700
(7)	8,4	14	0,8		2,4	1,15	200	24	25	44	1,8		6,4	2,9	650
8	10,5	17	0,8		2,8	1,25	200								

- Rondelles élastiques ondulées à une onde

ø vis mm	caracté. de la rondelle libre				H _i maxi	caracté. d'essai	
	d ₁ H14	d ₂ js 14	e			charge N	flèche mini charge
			nomi.	tolér.			
2	2,1	4,5	0,3	± 0,02	0,7	690	0,15
2,5	2,6	5,5	0,3		0,9	1 150	0,2
3	3,2	6	0,4		1,0	1 700	0,2
4	4,2	7,9	0,5		1,4	2 950	0,3
5	5,2	8,9	0,5		1,6	4 750	0,35
6	6,3	10,9	0,5		1,8	6 700	0,5
8	8,3	14,9	0,5	± 0,03	2,7	12 500	0,9
10	10,3	17,9	0,8		3,2	19 500	1,0

- Utilisation : avec boulonnerie de classe inférieure à 8.8.

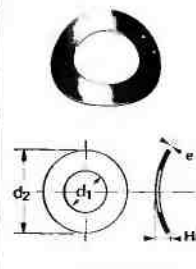
- Pour fixations sur constructions légères.

- Lorsqu'on recherche, une course élastique importante pour un diamètre extérieur réduit de la rondelle.

- Pour serrage d'un fil dans une connexion électrique.

- Matières et duretés :
Acier XC 60 / 440 à 520 HV
Bronze Ue 9P : 200 à 250 HV
Cupro-Beryllium U be : 350 à 410 HV

Acier inox ZBCNDT 17-12 ou Z6CN 18-09 : mini 350 HV



- Rondelles élastiques ondulées à quatre ondes

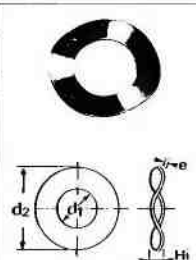
ø vis	d ₁	d ₂	e		H _i	charge	flèche
			nomi.	tolér.			
3	3,2	6	0,2		0,7	-	-
5	5,1	10	0,4		1,2	240	0,25
6	6,1	11,9	0,2		2,2	140	0,60
8	8,1	13,8	0,2	± 0,02	1,65	70	0,90
10	10,3	14,8	0,2		1,75	40	0,80
12	12,15	15,8	0,2		1,35	20	0,60

- Utilisation : pour une course élastique faible.

- Evite le marquage du support.

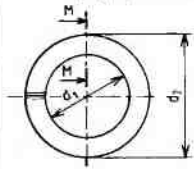
- Assure un bon équilibre de la pression autour de l'axe sur lequel elle est montée.

- Matières et duretés :
Acier XC60 - Cupro-Beryllium U Be2
Acier inox ZBCNDT 17-12 : mini 350 HV



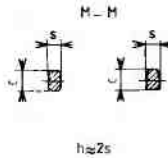
4. 9. 9. Rondelles grower

- Rondelles grower série courante
(W) NF E 25.515



Rondelle W 12, A 14, NF E 25.513, avec becs

- Rondelles grower série réduite
(W Z) NF E 25.516



Rondelle WZ 12, NF E 25.516, enroulement à droite

- Rondelles grower série forte
(W L) NF E 25.517

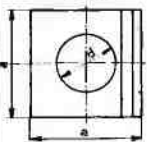
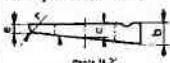
Matière :
- filacier à ressort (44 à 50 HRC)
- acier inoxydable A 4

Rondelle WL 12, NF E 25.517, enroulement à droite, avec becs

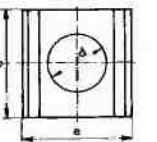
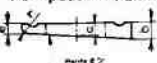
Ø Vis	H 15		d ₂	C	S	Ø Vis	H 15		d ₂	C	S	Ø Vis	H 15		d ₂	C	S
	nom.	tol.					nom.	tol.					nom.	tol.			
3	3,5		5,2	1	1	3	3,5		5,2	1	0,6	3	3,5	+0,48 0	6,2	1,5	1
4	4,5		7,3	1	1	4	4,5	+0,48 0	7,3	1,5	1	4	4,5		8,3	2	1,2
5	5,5		8,3	1,5	1,5	5	5,5		8,3	1,5	1	5	5,5		10,3	2,5	1,5
6	6,5		10,4	2	2	6	6,5		10,4	2	1,2	6	6,5		12,4	3	1,8
(7)	7,5		11,4	2	2	(7)	7,5	+0,58 0	11,4	2	1,2	(7)	7,5	+0,58 0	13,4	3	1,8
8	8,5		13,4	2,5	2,5	8	8,5		13,4	2,5	1,5	8	8,5		15,4	3,5	2
10	10,5		16,5	3	3	10	10,5		16,5	3	1,8	10	10,5		18,5	4	2,5
12	13	+0,70	20	3,5	3,5	12	13	+0,70	20	3,5	2	12	13	+0,70	23	5	3
(14)	15		23	4	4	(14)	15		23	4	2,5	(14)	15		25	5	3
16	17		25	4	4	16	17		25	4	2,5	16	17		29	6	3,5
(18)	19		29	5	5	(18)	19		29	5	3	(18)	19		31	6	3,5
20	21		31	5	5	20	21		31	5	3	20	21		35	7	4,5
(22)	23	+0,84 0	33	5	5	(22)	23	+0,84 0	33	5	3	(22)	23	+0,84 0	37	7	4,5
24	25		37	6	6	24	25		37	6	3,5	24	25		39	7	4,5
(27)	28		40	6	6	(27)	28		40	6	3,5						
30	31	+1,0 0	45	7	7	30	31	+1,0 0	45	7	4,5						

4. 9. 10. Cales obliques pour poutrelles NF E 27.681

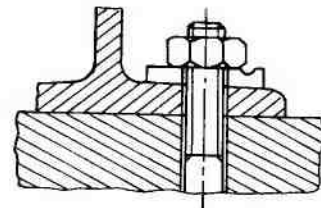
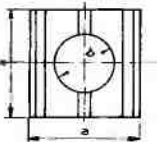
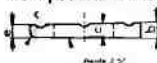
Pour poutrelles IPN



Pour poutrelles en U



Pour poutrelles en T

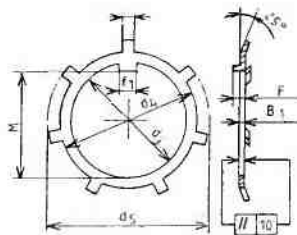
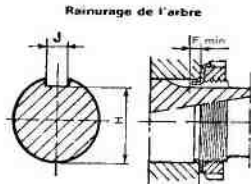
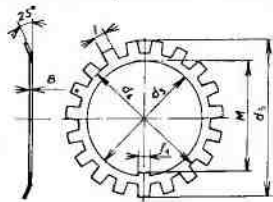


Cale poutrelle IPN de 24 NF E 27. 681

Diamètre nominal	d	a	Poutrelles IPN				Profils en U				Profils en T			
			b	c	e	r	b	c	e	r	b	c	e	r
10	11	22	4,5	3,0	1,5	1,2	3,9	3	2,1	1,7	3,2	3	2,8	2,2
11	12	24	5,0	3,3	1,6	1,3	4,3	3,3	2,3	1,8	3,5	3,3	3,1	2,5
12	14	27	5,5	3,6	1,7	1,4	4,7	3,6	2,5	2	3,9	3,6	3,3	2,6
14	16	30	6,1	4,0	1,9	1,5	5,2	4	2,8	2,2	4,3	4	3,7	3
16	18	33	6,8	4,5	2,2	1,8	5,8	4,5	3,2	2,6	4,8	4,5	4,2	3,4
18	20	36	7,5	5,0	2,5	2	6,4	5	3,6	2,9	5,4	5	4,6	3,7
20	22	42	8,4	5,5	2,6	2,1	7,2	5,5	3,8	3	5,9	5,5	5,1	4,1
22	24	45	9,2	6,0	2,8	2,2	7,8	6	4,2	3,4	6,5	6	5,5	4,4
24	27	48	10,1	6,4	2,9	2,3	8,4	6,4	4,6	3,7	7	6,4	6	4,8
27	30	52	10,2	6,8	3,2	2,6	8,9	6,8	4,7	3,8	7,3	6,8	6,3	5
30	33	60	10,9	7,1	3,3	2,6	9,3	7,1	4,7	3,8	7,7	7,1	6,5	5,2

4. 9. 11. Rondelles frein pour écrous à encoches

- Rondelles frein pour écrous à encoches série légère NF E 22.307



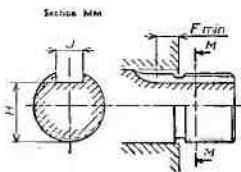
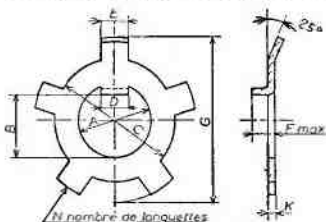
Rondelle frein type A de 30, NF E 22.307

Rondelle frein type B de 30, NF E 22.307

N : nombre de languettes extérieures.

Ø nom.	rondelles frein type A										rondelles frein type B												
	d ₃ C 11	d ₄ d 13	d ₅	f ₁ b 14	M C 11	f b 14	B	N	F	H h 13	J H 13	d ₃ H 12	d ₄ js 12	d ₅	f ₁ h 13	M H 13	f h 13	B	N	F	H h 13	J H 13	
10	10	13,5	21	3	8,5	3	1	9		8,5	3	10,3	14,5	21	2,8	8,7	3,5	0,8		3			
12	12	17	25	3	10,5	3	1			10,5	4	12,3	17	24	3,8	10,7	3,5	0,8	7	3			
15	15	21	28	4	13,5	4	1			13,5	5	15,3	20	28	4,8	13,7	3,5	0,8		4			
17	17	24	32	4	15,5	4	1			15,5	5	17,4	23	32	4,8	15,7	3,5	1		4			
20	20	26	36	4	18,5	4	1	11		18,0	5	20,4	26	36	4,8	18,2	3,5	1		4			
22	22	28	38	4	20,5	4	1			20,0	5	22,4	28	38	4,8	20,2	3,5	1		4			
25	25	32	42	5	23,0	5	1,25			23,0	6	25,4	32	42	5,8	23,2	4,5	1	4				
28	28	36	46	5	26,0	5	1,25			26,0	6	28,4	34	46	5,8	26,2	4,5	1	11	4			
30	30	38	49	5	27,5	5	1,25			28,0	6	30,5	38	50	5,8	28,3	4,5	1,2		4			
32	32	40	52	5	29,5	5	1,25			30,0	6	32,5	40	55	5,8	30,3	4,5	1,2		4			
35	35	44	57	6	32,5	5	1,25	13		31,0	6	35,5	44	61	7,5	32,8	5,5	1,2		4			
40	40	50	62	6	37,5	6	1,25			37,5	8	40,5	50	67	7,5	37,8	5,5	1,2		5			
45	45	56	69	6	42,5	6	1,25			42,5	8	45,5	55	73	7,5	42,8	5,5	1,2		5			
50	50	61	74	6	47,5	6	1,25			47,5	8	50,5	61	80	7,5	47,8	5,5	1,2	13	5			
55	55	67	81	8	52,5	7	1,5			52,5	8	55,5	67	87	7,5	52,8	6,5	1,2		5			
60	60	73	86	8	57,5	7	1,5			57,5	8	60,8	74	94	7,5	57,9	6,5	1,5		6			
65	65	79	92	8	62,5	7	1,5	17		62,5	8	65,8	80	99	7,5	62,9	6,5	1,5		6			
70	70	85	98	8	66,5	8	1,5			67,0	10	70,8	84	107	9,5	67,4	7	1,5		6			

- Rondelles frein pour écrous à encoches série forte NF E 22.112



Rondelle frein à languettes de 30, NF E 22.112

Ø nom.	A H 11	B H 13	C js 12	D h 13	E h 13	F	G	H h 13	J H 13	K	N	Ø nom.	A H 11	B H 13	C js 12	D h 13	E h 13	F	G	H h 13	J H 13	K	N
20	20,5	17	34	7,5	7,5	6	46	16,5	8	1,5		48	48,5	44	64	9,5	9,5	8	82	43,5	10	2	
22	22,5	19	36	7,5	7,5	6	48	18,5	8	1,5		50	50,5	46	69	9,5	9,5	8	89	45,5	10	2	
25	25,5	22	39	7,5	7,5	6	51	21,5	8	1,5		52	52,5	48	69	9,5	9,5	8	89	47,5	10	2	7
28	28,5	25	42	7,5	7,5	6	54	24,5	8	1,5		55	55,5	51	72	9,5	9,5	8	92	50,5	10	2	
30	30,5	27	45	9,5	9,5	6	60	26,5	10	1,5		58	58,5	54	80	9,5	9,5	8	100	53,5	10	2	
32	32,5	29	47	9,5	9,5	6	62	28,5	10	1,5		60	60,5	56	80	11,5	11,5	10	102	55,5	12	2	
35	35,5	31	49	9,5	9,5	6	64	30,5	10	1,5		62	62,5	59	83	11,5	11,5	10	105	58,5	12	2	
40	40,5	36	56	9,5	9,5	8	74	35,5	10	1,5		65	65,5	61	85	11,5	11,5	10	107	60,5	12	2	11
42	42,5	38	59	9,5	9,5	8	77	37,5	10	2		68	68,5	64	88	11,5	11,5	10	110	63,5	12	2	
45	45,5	41	62	9,5	9,5	8	80	40,5	10	2		70	70,5	66	93	13,5	13,5	10	115	65,5	14	2	

5. Eléments : de manœuvre de serrage d'entraînement



Banque de
DONNEES

5.1. Carrés d'entraînement . Trous carrés .	
Dimensions des surplats	124
5.1.1. Carrés d'entraînement pour outils à queue cylindrique	
5.1.2. Carrés d'entraînement et trous carrés pour pièces mécaniques	
5.1.3. Dimensions des surplats pour usage général	
5.2. Encombrement des clés de serrage.	125
5.2.1. Clés à fourche simples	
5.2.2. Clés à béquille, à pipe, en tube	
5.2.3. Clés à fourche doubles . Clés polygonales doubles . Clés mixtes	
5.2.4. Dégagement pour manœuvre par clé des écrous et des vis H	
5.2.5. Clés mâles coudées pour vis à six pans creux.	
5.3. Eléments de manœuvre	126
5.3.1. Boules lisses	
5.3.2. Poignées hautes lisses	
5.3.3. Poignées fuseau	
5.3.4. Poignées en T	
5.3.5. Boutons étoile	127
5.3.6. Leviers de manœuvre	
5.3.7. Poignées galbées	
5.3.8. Volants à bras	128
5.3.9. Volants pleins	
5.3.10. Boutons triangle	

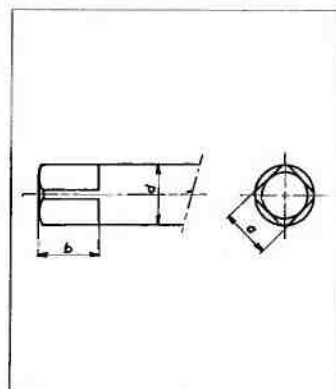
5.1. Carrés d'entraînement, trous carrés, dimensions des surplats



5.1.1. Carrés d'entraînement pour outils à queue cylindrique NF E 20-011

Carrés d'entraînement pour pièces mécaniques non manoeuvrées par des clés normalisées (manivelles, etc).

Paliers de diamètres de queue d				Carré				Paliers de diamètres de queue d				Carré			
au delà de		jusqu'à inclus		a h12		b		au delà de		jusqu'à inclus		a h12		b	
1,06	1,18	0,90													
1,18	1,32	1,00													
1,32	1,50	1,12													
1,50	1,70	1,25													
1,70	1,90	1,40													
1,90	2,12	1,60													
2,12	2,36	1,80													
2,36	2,65	2,00													
2,65	3,00	2,25													
3,00	3,35	2,50													
3,35	3,75	2,80													
3,75	4,25	3,15													
4,25	4,75	3,55													
4,75	5,30	4,00													



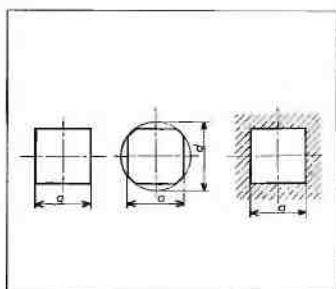
Centre d'usinage : prévoir à l'extrémité du carré, soit un centre d'usinage, soit, aux petits diamètres, une pointe de centrage.

5.1.2. Carrés d'entraînement et trous carrés pour pièces mécaniques NF E 20-013

Carrés d'entraînement pour pièces mécaniques non manoeuvrées par des clés normalisées (manivelles, etc).

Séries : 1 principale, 2 secondaire.

a		d	a		d	a		d	a		d
Série		Ømini de l'arbre	Série		Ømini de l'arbre	Série		Ømini de l'arbre	Série		Ømini de l'arbre
1	2		1	2		1	2		1	2	
1,00	0,90	1,06	3,15	2,80	3,35	10,00	9,00	10,60	31,50	26,00	33,50
		1,08			3,75			11,80			37,50
	1,12	1,32	3,55	3,55	4,25	12,50	11,20	13,20	40,00	35,50	42,50
1,25	1,50	1,50	4,00	4,00	4,75	12,50	14,00	15,00	40,00	47,50	47,50
	1,40	1,70			5,30			17,00		50,00	53,00
1,60	1,90	1,90	5,00	4,50	6,00	16,00	16,00	19,00	50,00	56,00	60,00
	1,80	2,12			6,70			21,20		63,00	67,00
2,00	2,36	2,36	6,30	5,50	7,50	20,00	18,00	23,60	63,00	75,00	75,00
	2,24	2,65			8,50			26,50		80,00	85,00
2,50	3,00	3,00	8,00	7,10	9,50	25,00	22,40	30,00	80,00	71,00	95,00



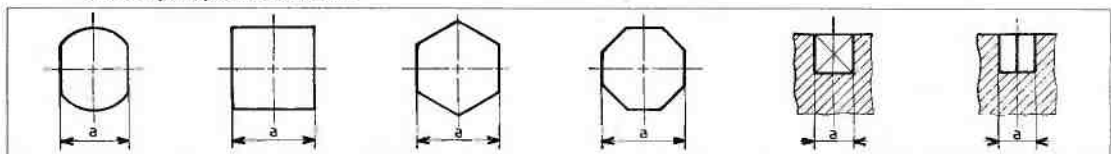
Les tolérances sont déterminées suivant les applications.

5.1.3. Dimensions des surplats pour usage général NF E20-012

Gamme de dimensions dans laquelle doivent être choisie de préférence, les surplats intérieurs ou extérieurs (méplats, carrés, hexagones, octogones, etc) d'éléments destinés soit à la fabrication, soit au serrage ou à la manoeuvre de pièces mécaniques au moyen de clés normalisées, soit à la robinetterie.

Cette gamme de dimensions ne s'applique pas aux carrés d'entraînement ci-dessus (NF E 20-011 et NF E 20-013).

Série : 1 principale, 2 secondaire



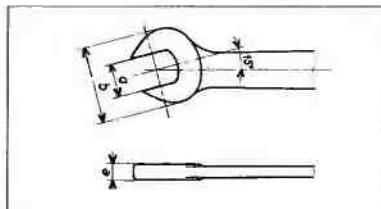
Séries		Séries		Séries		Séries		Séries		Séries		Séries		Séries		Séries	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	1	2		3,2		7		13		19	30		46		70		95
1,2			2,2	4		8		14	21		32		50		75		100
	1,3	2,5		5		10		16		22		34	55		80		105
1,5			2,8	5,5			11	17	24		36		60		85		110
	1,8		3,0		6		12	18		27		41	65		90		115

5.2. Encombrement des clés de serrage



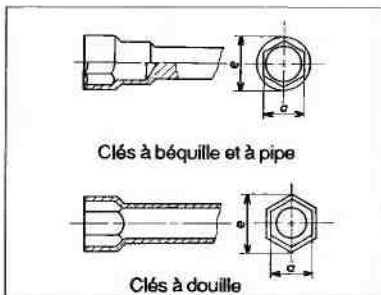
5.2.1. Clés à fourche simples NF E 74-301

a	b max	e max	a	b max	e max	a	b max	e max	a	b max	e max
17	41	7	24	55	9,5	36	81	14,5	60	131	24
18	43	7	27	62	11	41	91	16,5	65	141	26
19	45	7,5	30	68	12	46	102	18,5	70	152	28
21	49	8,5	32	72	13	50	110	20	75	162	30
22	51	9	34	76	13,5	55	121	22	80	173	32



5.2.2. Clés à bécquette, à pipe, en tube NF E 74-303

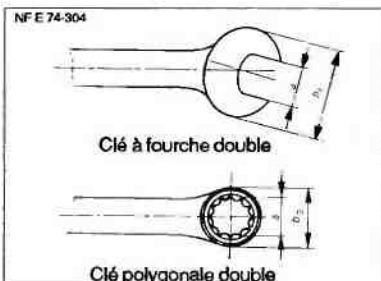
a	e max	a	e max	a	e max	a	e max
3,8	6	10	16	18	27	34	48
4	8	11	17	(19)	28,5	36	50
5	9,5	(12)	19	21	30,5	41	57
5,5	10	13	20,5	(22)	32	46	63
(6)	10,5	(14)	21,5	24	34,5	50	69
7	11,5	15	23	27	38,5	55	75
8	13	16	24,5	30	42	60	81
(9)	15	(17)	26	(32)	45		



() ne figure pas dans la norme international ISO 272

5.2.3. Clés à fourche doubles. Clés polygonaux doubles. Clés mixtes.

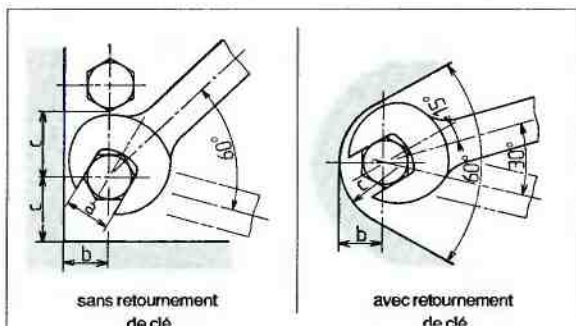
a	b ₁ max	b ₂ max	a	b ₁ max	b ₂ max	a	b ₁ max	b ₂ max	a	b ₁ max	b ₂ max
3,2	14	7	10	28	17	18	45	29	34	78	53
4	15	8	11	30	18,5	(19)	47	30,5	36	83	56
5	18	10	(12)	32	20	21	51	33,5	41	93	63,5
5,5	19	10,5	13	34	21,5	(22)	53	35	46	104	71
(6)	20	11	(14)	36	23	24	57	38	50	112	77
7	22	12,5	15	39	24,5	27	64	42,5	55	123	84,5
8	24	14	16	41	26	30	70	47	60	133	92
(9)	26	15,5	(17)	43	27,5	32	74	50			



() ne figure pas dans la norme international ISO 272

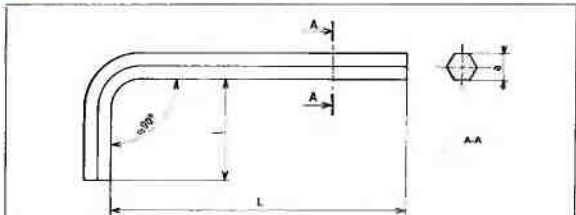
5.2.4. Dégagement pour manœuvre par clé des écrous et des vis H NF E 74-306

a	b	c	a	b	c	a	b	c
3,2	5	7	10	11	18	18	19	26
4	7	9	11	11	18	19	20	29
5	7	9	12	12	19	21	21	31
5,5	7	10	13	13	20	22	22	32
6	8	12	14	15	22	24	23	34
7	8	13	15	16	24	27	25	37
8	10	16	16	17	26	30	29	42
9	10	17	17	18	27	32	30	43



5.2.5. Clés mâles coudées pour vis à six pans creux NF E 74-331

a	L	l	a	L	l	a	L	l
0,7	32	6	4	70	25	17	160	63
0,9	32	10	5	80	28	19	180	70
1,3	40	12	6	90	32	22	200	80
1,5	45	14	8	100	36	24	224	90
2	50	16	10	112	40	27	250	100
2,5	56	18	12	125	45	32	315	125
3	63	20	14	140	56	36	355	140

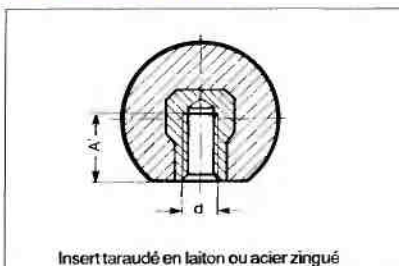


5.3. Eléments de manœuvre

BOUTET

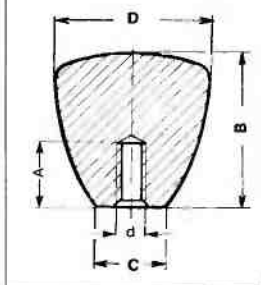
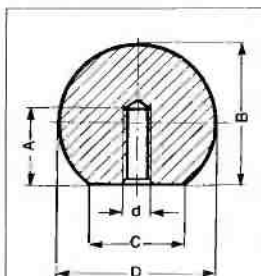


5.3.1. Boules lisses

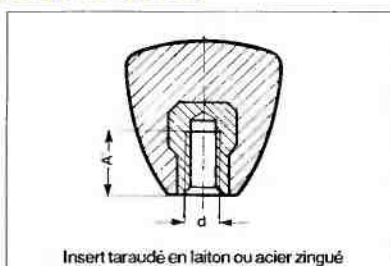


Insert taraudé en laiton ou acier zingué

Matière : phénoplaste PF2A2
Couleur : noir ou rouge



5.3.2. Poignées hautes lisses

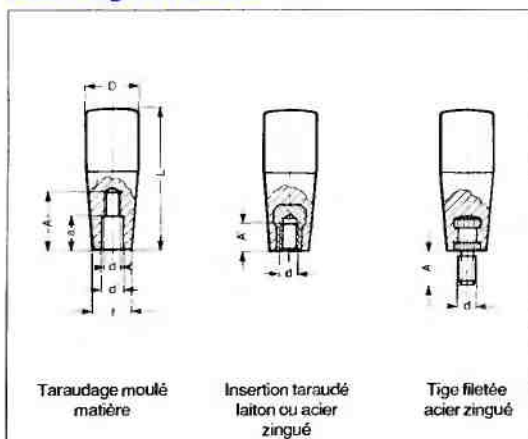


Insert taraudé en laiton ou acier zingué

D	d	PAS	B	C	A	A'
20	M4	0,70	18	12	10	-
20	M6	1,00	18	12	12	6,5
25	M6	1,00	23,2	13	13	12
25	M8	1,25	23,2	13	15	11
30	M6	1,00	27,7	16	12	12
30	M8	1,25	27,7	16	14	14
30	M10	1,50	27,7	16	18	14
35	M8	1,25	32,8	17	20	14
35	M12	1,75	32,8	17	23	14
40	M8	1,25	37,3	20	22	14
40	M10	1,50	37,3	20	23	22
40	M12	1,75	37,3	20	23	21
45	M10	1,50	42,6	20	26	22
45	M12	1,75	42,6	20	30	21
50	M10	1,50	47,5	22	30	22
50	M12	1,75	47,5	22	31	22,1
50	M18	2,50	47,5	22	22	-

D	d	PAS	B	C	A	A'
25	M5	0,80	25	12	-	10
25	M6	1,00	25	12	14	12
25	M8	1,25	25	12	18	-
25						
25						
30	M6	1,00	30	14	14	12
30	M8	1,25	30	14	18	14
30	M10	1,50	30	14	20	-
30						
35	M6	1,00	35	16	-	12
35						
35						
40	M10	1,50	40	18	25	-
40						
40						
45	M10	1,50	45	20	-	22
45	M12	1,75	45	20	-	24

5.3.3. Poignées fuseau



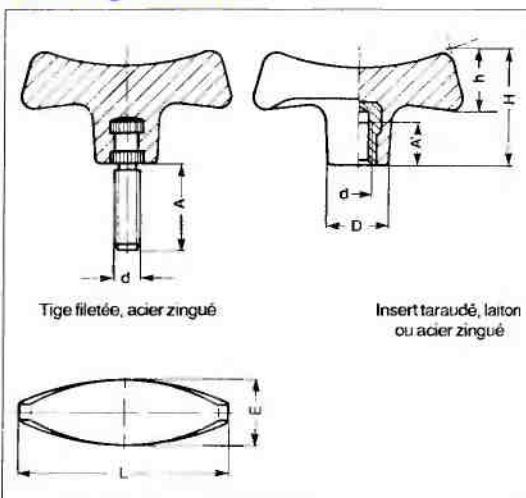
Taraudage moulé matière

Insertion taraudé laiton ou acier zingué

Tige filetée acier zingué

Matière : phénoplaste PF2 A2
Couleur : noir ou rouge

5.3.4. Poignées en T



Tige filetée, acier zingué

Insert taraudé, laiton ou acier zingué

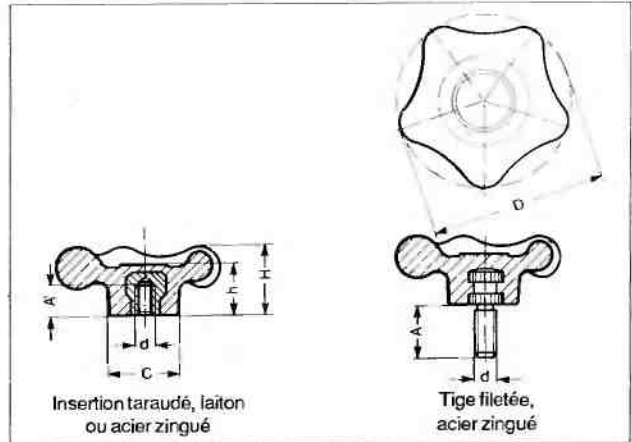
D	d	PAS	L	F	d'	a	A	A'	A''	L	d	PAS	H	h	E	D	A	A'
17	M5	0,80	45	13	-	-	-	10	-	70	M6	1,00	38,8	20,2	22	19,6	18	-
17	M6	1,00	45	13	6,2	2	14	9	18	70	M8	1,25	38,8	20,2	22	19,6	24	14
17	M8	1,25	45	13	8,2	2	16	-	-	70	M10	1,50	38,8	20,2	22	19,6	-	14
23	M8	1,25	60	16	8,5	8	24	14	12	80	M8	1,25	44	23	25	22,3	24	14
28	M8	1,25	70	18	-	-	-	14	-	80	M10	1,50	44	23	25	22,3	30	22
28	M10	1,50	70	18	10,5	10	28	-	20	90	M8	1,25	49,6	26	28	25	24	-
										90	M10	1,50	49,6	26	28	25	30	-
										90	M12	1,75	49,6	26	28	25	-	21



5.3.5. Boutons étoile

D	d	PAS	H	h	C	A'	A
25	M4	0,70	13,3	10,4	13,5	6,5	-
25	M5	0,80	13,3	10,4	13,5	5,5	10
30	M6	1,00	16	12,4	16	6,5	12
40	M8	1,25	19	14,5	20	8	16
50	M8	1,25	23,7	18,5	24	11	16
50	M10	1,50	23,7	18,5	24	-	20
60	M10	1,50	28,5	22	28	11	20
70	M12	1,75	32	24,2	31	14	24
80	M12	1,75	35,5	26,2	34	14	24
100	M14	2,00	41,5	30	40	17	28

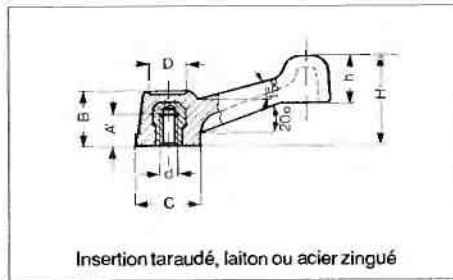
Matière : phénoplaste PF2A2
Couleurs : noir ou rouge



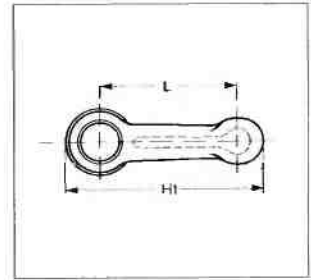
5.3.6. Leviers de manœuvre



Tige filetée, acier zingué



Insertion taraudé, laiton ou acier zingué



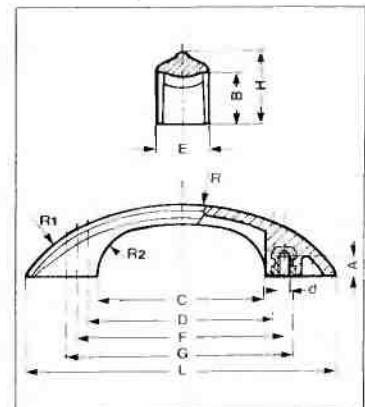
L	d	PAS	B	C	D	H	H _t	h	A'	A
50	M6	1,00	20	24	15	33	71	15,5	12	-
50	M8	1,25	20	24	15	33	71	15,5	11	16
65	M8	1,25	26	31	20	43,1	92,5	20,1	14	-
65	M10	1,50	26	31	20	43,1	92,5	20,1	14	20
65	M12	1,75	26	31	20	43,1	92,5	20,1	14	-
85	M12	1,75	34	40,6	25	56	121	26,4	-	24
85	M14	2,00	34	40,6	25	56	121	26,4	24	-

Matière : phénoplaste PF2 A2
Couleurs : noir ou rouge

5.3.7. Poignées galbées

L	d	PAS	D	F	G	E	H	B	C	R	R ₁	R ₂	A
130	M4	0,70	85	-	-	22	31	22	70	101	61	20,5	6,5
130	M6	1,00	85	-	-	22	31	22	70	101	61	20,5	6,5
165	M6	1,00	100	-	-	22	34	24	80	124	124	22,2	6,5
165	M6	1,00	-	120	-	22	34	24	80	124	124	22,2	6,5
215	M6	1,00	140	-	-	23	41	31	125	216	116	27,5	6,5
215	M6	1,00	-	160	-	23	41	31	125	216	116	27,5	6,5
215	M6	1,00	-	-	180	23	41	31	125	216	116	27,5	6,5

Insertion taraudé, laiton ou acier zingué
Matière : phénoplaste PF2 A2
Couleur : noir ou rouge





5.3.8. Volants à 3 bras

Matière :
phénoplaste PF2A2
Couleurs :
noir ou rouge.

Avec alésage matière

D	B	C	d ₁	E	F	G	H
200	40	40	16	30	20,7	18,3	5
250	50	52	18	40,3	23	20,5	6

Avec bossage et poignée tournante

D	d	PAS	ØM	A	A	L	B	C	D
200	M10	1,50	168	14	11	79	75	18	30
250	M10	1,50	216	14	11	89	85	18	34

5.3.9. Volants pleins

Matière :
phénoplaste PF2 A2
Couleurs :
noir ou rouge

Avec noyau d'acier

D	B	C	d ₂	E	F	G	J	K	L
100	28	41	6	26	14	24	16	10	12
120	34	48,5	8	30,5	17	28	20	12	15
140	40	58	8	36	20	32	24	14	16
160	50	59	10	35,5	22	36	35	15	20
190	50	77	10	45	25	40	35	15	30

Avec bossage et poignée tournante

D	d	PAS	ØM	A'	A	L	B	C	D
100	M5	0,80	81	8,5	7	48	45	13	17
120	M8	1,25	98	10	9	64	60	16	23
140	M8	1,25	118	12	9	64	60	16	23
160	M10	1,50	136	14	11	74	70	18	28
190	M10	1,50	136	14	11	74	70	18	28

Poignée tournante M6

L	d	PAS	B	C	D	A
48	M6	1,00	45	13	17	7

5.3.10. Boutons triangle

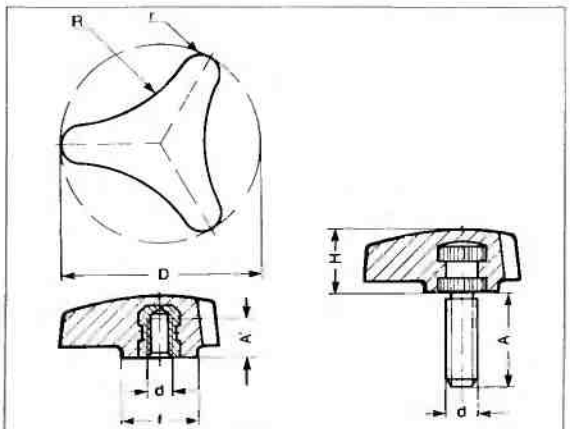
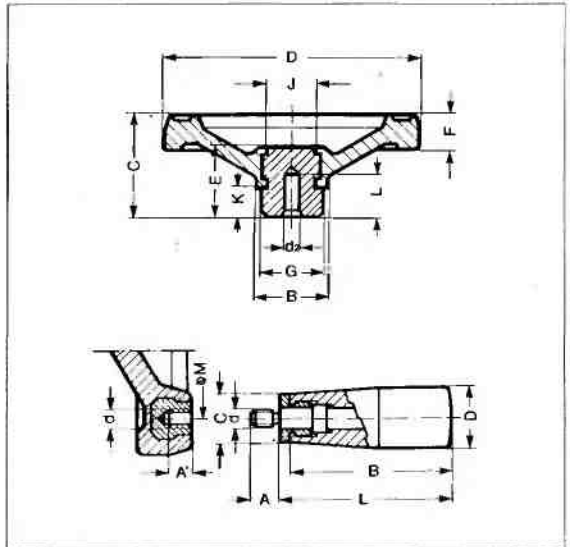
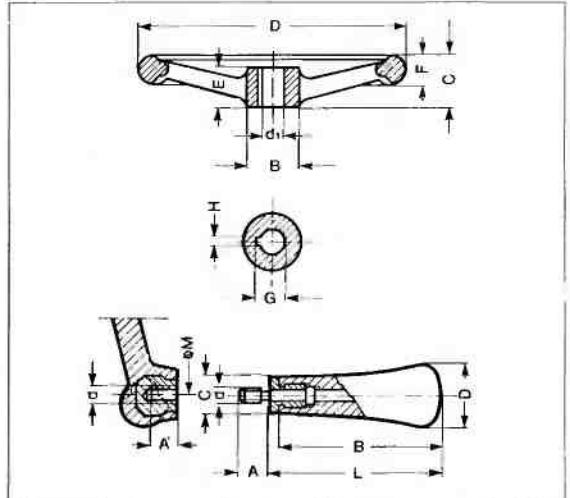
Matière : phénoplaste PF2 A2
Couleurs : noir ou rouge

Bouton avec insert

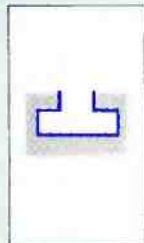
D	d	PAS	H	R	r	f	A'
32	M4	0,70	10,2	22	3	12	6,5
40	M6	1,00	13,1	27,5	3,7	15	6,5
50	M6	1,00	16,3	34,4	4,7	18,8	6,5
62	M6	1,00	20,6	43	5,9	23,5	9
62	M8	1,25	20,6	43	5,9	23,5	8

Bouton avec tige filetée

D	d	PAS	H	R	r	f	A
32	M6	1,00	10,5	22	3	12	15
40	M6	1,00	13,1	27,5	3,7	15	15
50	M8	1,25	16,3	34,4	4,7	18,8	20
62	M10	1,50	20,6	43	5,9	23,5	25



6. Eléments de machine



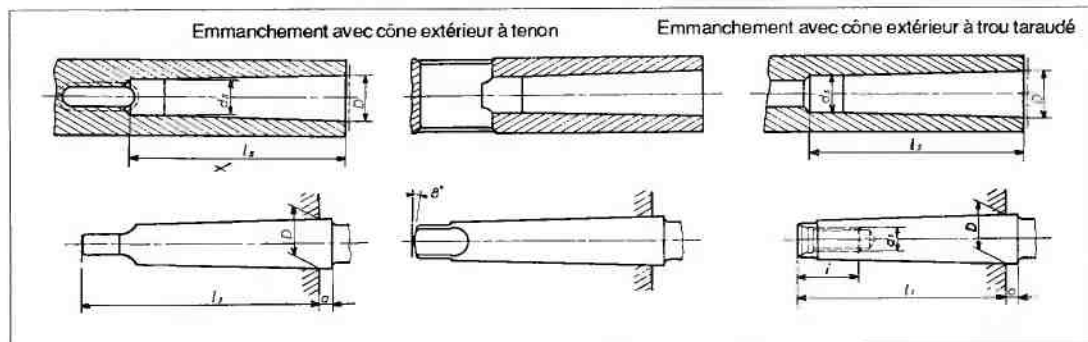
Banque de
DONNEES

6.1. Cônes morse - Cônes 5% - Cônes d'emmanchement	130
6.1.1. Cônes morse. Cônes 5%	
6.1.2. Cônes d'emmanchement	
6.2. Trous de centre	131
6.3. Rainures à T et accessoires	132
6.3.1. Dimensions des rainures	
6.4. Bout d'arbres cylindriques et côniques	133
6.4.1. Bout d'arbres cylindriques	
6.4.2. Couples transmissibles	
6.4.3. Bouts d'arbres côniques à cœncité 1/10	134

6.1. Cônes morse. Cônes 5%. Cônes d'emmanchement



6.1.1. Cônes morse . Cônes 5% NF E 66-531

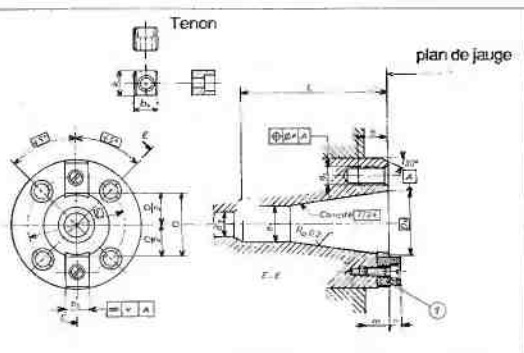


Cônes morse*							Cônes 5%								
N°	0	1	2	3	4	5	N°	4	6	80	100	120	160	200	
Conicité %	5,205	4,988	4,995	5,020	5,194	5,263	Conicité %	5	5	5	5	5	5	5	
D	9,045	12,06	17,78	23,82	31,267	44,399	D	6	6	80	100	120	160	200	
Cônes extérieurs	a	3	3,5	5	5	6,5	6,5	a	2	3	8	10	12	16	20
	d 1	-	M6	M10	M12	M16	M20	d 1	-	-	M30	M36	M36	M48	M48
	L 1 max	50	53,5	64	81	102,5	129,5	L 1 max	23	32	196	232	268	340	412
	L 3 max	56,5	62	75	94	117,5	149,5	L 3 max	-	-	220	260	300	380	460
i mini	-	16	24	28	32	40	i mini	-	-	65	80	80	100	100	
Cônes intér.	d 5 H 11	6,7	9,7	14,9	20,2	26,5	38,2	d 5 H 11	3	4,6	71,5	90	108,5	145,5	182,5
	L 5 mini	52	56	67	84	107	135	L 5 mini	25	34	202	240	276	350	424

6.1.2. Cônes d'emmanchement

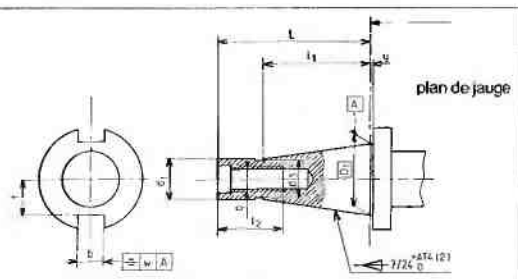
Nez de broches à conicité 7/24* NF E 60-023

N°	30	40	45	50	55
D 1	31,750	44,450	57,150	69,850	88,900
d 1 H 12	17,4	25,3	32,4	39,6	50,4
L mini	73	100	120	140	178
D 2 h 5	69,832	88,882	101,600	128,570	152,400
m mini	12,5	16	18	19	25
f	54	66,7	80	101,6	120,6
g 1	M 10	M 12	M 12	M 16	M 20
a mini	16	20	20	25	30
b 1	15,9	15,9	19	25,4	25,4
n maxi	8	8	9,5	12,5	12,5
o/2 mini	16,5	23	30	36	48
k maxi	16,5	19,5	19,5	26,5	26,5



Queue d'outils à conicité 7/24* NF E 60-024

N°	30	40	45	50	55
D 1	31,75	44,45	57,15	69,85	88,90
L h 12	68,4	93,4	106,8	126,8	164,8
l 1	48,4	65,4	82,8	101,8	126,8
d a 10	17,4	25,3	32,4	39,6	50,4
y ±0,2	1,6	1,6	3,2	3,2	3,2
b H 12	16,1	16,1	19,3	25,7	25,7
t maxi	16,2	22,5	29	35,3	45
g	M 12	M 16	M 20	M 24	M 24
l 2 m. ni	24	32	40	47	47



* La norme prévoit une taille supplémentaire

6.2. Trous de centre

NF E 04-116

NF E 60-051



- Il existe 3 types de **trou de centre**
 - sans chanfrein : type A
 - avec chanfrein : type B
 - à profil curviligne : type R

- Les lettres A, B, et R, désignent les types de forêts à centrer utilisés, (suivant la norme NF E 66-051), ainsi que le type de **trou de centrage**

Proportions et dimensions des symboles

Dimensions en millimètres						
Largueur de trait pour le contour de l'objet (b)	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
Hauteur des chiffres et des lettres majuscules (h)	3,5	5	7	10	14	20
Largueur de trait des symboles (d)	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Largueur de trait de l'écriture (d)						
Hauteur H ₁	5	7	10	14	20	28

Exemple de désignation d'un trou de centre type B, avec d = 2,5 et D = 8.

NF E 60. 051 . B 2,5 / 8

Représentation et désignation des trous de centre

Exigence	Représentation	Désignation
Le trou de centre est exigé sur l'élément fini.		NF E 60-051 . B 2,5 / 8 NF E 60-051-B 2,5 / 8
Le trou de centre peut rester sur l'élément fini.		NF E 60-051 . B 2,5 / 8 NF E 60-051-B 2,5 / 8
Le trou de centre ne doit pas subsister sur l'élément fini.		NF E 60-051 . B 2,5 / 8 NF E 60-051-B 2,5 / 8

Type de trou de centre	Désignation (exemples)	Interprétation de la désignation	d	D diamètre théorique	t valeur de référence	d	D diamètre théorique	t valeur de référence	
A sans chanfrein de protection	NF E 60-051 . A 4 / 6,5 		0,5	1,06	0,5	2,5	5,30	2,2	
			0,63	1,32	0,6	3,15	6,70	2,8	
			0,8	1,70	0,7	4,0	8,50	3,5	
			1,0	2,12	0,9	5,0	10,60	5,5	
			1,25	2,65	1,1	6,3	13,20	4,4	
			1,6	3,35	1,4	8,0	17,00	7,0	
			2,0	4,25	1,8	10,0	21,20	8,7	
B avec chanfrein de protection	NF E 60-051 . B 2,5 / 6 		1,0	3,15	d 2 2,12	5,0	16	d 2 10,60	t 4,4
			1,25	4	2,65	6,3	18	13,20	5,5
			1,6	5	3,35	8,0	22,4	17,00	7,0
			2	6,3	4,25	10,0	28	21,20	8,7
			2,5	8	5,30				
			3,15	10	6,70				
			4,0	12,5	8,50				
R à profil curviligne	NF E 60-051 . R 3,15 / 6,7 		1,0	2,12		4,0	8,5		
			1,25	2,65		5,0	10,6		
			1,6	3,35		6,3	13,2		
			2,0	4,25		8,0	17,0		
			2,5	5,3		10,0	21,2		
			3,15	6,7					

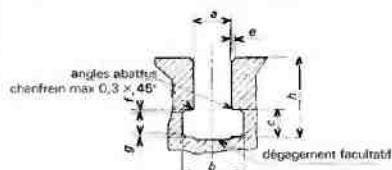
- Les **trous de centre** de type B sont recommandés afin de conserver les qualités géométriques de la surface conique (chanfrein de protection).
- Les **trous de centre** de type R sont recommandés pour les travaux de haute précision.
- Le choix d'un **trou de centre** est fonction également des dimensions de la pièce à centrer (diamètre extérieur, longueur), des efforts de coupe et de la précision des usinages.

- Détermination de d à partir du diamètre extérieur de la pièce

Trou de centre (d)	0,5	0,8	1	1,6	2	3,15	4	6,3	8	10
Diamètre de la pièce	2	2 à 5	5 à 8	8 à 10	10 à 16	16 à 25	25 à 45	45 à 80	80 à 120	120

6.3.1. Dimensions des rainures

Dimension nominale	a		b		c		h (2)		e (3) max	f (3) max	g (3) max
	Tolérances (1) H 8 en µm	H 12 en µm	Dim.	Tol en mm	Dim.	Tol en mm	Dim. min	max			
5	+18 0	+120 0	10	+1 0	3,5	+1 0	8	10	1	0,6	1
6	+18 0	+120 0	11	+1,5 0	5	+1 0	11	13	1	0,6	1
8	+22 0	+150 0	14,5	+1,5 0	7	+1 0	15	18	1	0,6	1
10	+22 0	+150 0	16	+2 0	7	+1 0	17	21	1	0,6	1
12	+27 0	+180 0	19	+2 0	8	+1 0	20	25	1	0,6	1
14	+27 0	+180 0	23	+2 0	9	+2 0	23	28	1,6	0,6	1,6
18	+27 0	+180 0	30	+2 0	12	+2 0	30	36	1,6	1	1,6
22	+33 0	+210 0	37	+3 0	16	+2 0	38	45	1,6	1	2,5



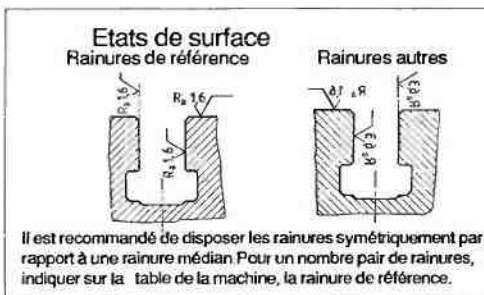
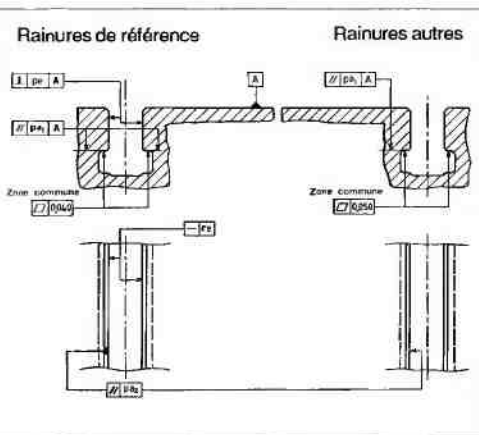
- (1) H 8 pour rainure de référence (rainure de qualité quant aux tolérances d'exécution, située dans l'axe ou au voisinage de l'axe de la table et destiné au guidage des accessoires). H 12 pour les autres rainures (fixation)
- (2) h, adopter pour cette dimension des valeurs aussi voisines que possible des maximums indiqués.
- (3) e, f et g : hauteur de chanfrein à 45° ou rayon d'arrondi.

6.3.2. Tolérances géométriques

Nature de la tolérance	Symbole du cadre rectangulaire	Formule de calcul (1)	Tolérance maximale	Exemple de calcul
Rectitude des faces de guidage	re	0,020 pour L = 1000 + 0,012 par 1000 supplémentaires de L	0,120	pour L = 4000 re = 0,020 + 0,036 = 0,056
Parallélisme de la face d'appui au plan de référence A	pa 1	0,100 pour L = 1000 + 0,050 par 1000 supplémentaires de L	0,500	pour L = 4000 pa 1 = 0,100 + 0,150 = 0,250
Parallélisme des rainures entre elles	pa 2	0,040 pour L = 1000 + 0,015 par 1000 supplémentaires de L	0,200	pour L = 4000 pa 2 = 0,040 + 0,045 = 0,085
Perpendicularité des faces de guidage au plan de référence A	pe	≤ 22 : 0,050(h - c) / 100 > 22 : 0,030(h - c) / 100	-	pour a = 18 pe = 0,050 (36 - 12) / 100 = 0,012

(1) L = longueur de la rainure

Remarque : pour les tables pivotantes la tolérance de symétrie des faces de la rainure de référence par rapport à l'axe du pivot est de 0,010.



Espacements

a	p
5	20 - 25 - 32
6	25 - 32 - 40
8	32 - 40 - 50
10	40 - 50 - 63
12	40 - 50 - 63 - 80
14	50 - 63 - 80 - 100
18	63 - 80 - 100 - 125
22	80 - 100 - 125 - 160

p	tolérances sur p (1)
20 à 25	± 0,2
32 à 100	± 0,3
125 à 250	± 0,5

(1) La tolérance de pas entre les rainures à T n'est pas cumulative

6.3.3. Accessoires

Vis	Erou	Pour rainure de				Pour rainure de					
		b ₁	c ₁	d	d ₁	b ₁	c ₁	d	d ₁		
		5	9	2,5	M 4	-	12	18	7	M 10	M 8
		6	10	4	M 5	-	14	22	8	M 12	M 10
		8	13	6	M 6	-	18	28	10	M 16	M 12
		10	15	6	M 8	M 6	22	34	14	M 20	M 16

6.4. Bouts d'arbres cylindriques et coniques (conicité 1/10)

NF E 21-301



6.4.1. Bouts d'arbres cylindriques NF E 22-050 / 051 / 052 / 053

Diamètre d nomi tolér		Longueur L long court		Diamètre d nomi tolér		Longueur L long court		Diamètre d nomi tolér		Longueur L long court	
6		16	-	22		50	36	50	k 6	110	82
7		16	-	24		50	36	55		110	82
8		20	-	25	j 6	60	42	56		110	82
9		20	-	28		60	42	60		140	105
10		23	20	30		80	58	63		140	105
11	j 6	23	20	32		80	58	65		140	105
12		30	25	35		80	58	70	m 6	140	105
14		30	25	38		80	58	71		140	105
16		40	28	40	k 6	110	82	75		140	105
18		40	28	42		110	82	80		170	130
19		40	28	45		110	82	85		170	130
20		50	36	48		110	82	90		170	130

①

②

Série longue NF E 22-051
Exemple de désignation d'un bout d'arbre cylindrique Ø : 40 mm
Bout d'arbre cylindrique long de 40, NF E 22-051

③

④

Série courte NF E 22-052
Exemple de désignation d'un bout d'arbre cylindrique Ø : 40 mm
Bout d'arbre cylindrique court de 40, NF E 22-052
- clavettes parallèles : NF E 22-75
- clavettes inclinées : NF E 22-176

6.4.2. Couples transmissibles

Calculs (pour des diamètres (d) ne figurant pas dans le tableau ci-contre)

Ø d	couple C (N.m) cas d'application			Ø d	couple C (N.m) cas d'application			Ø d	couple C (N.m) cas d'application		
	a	b	c		a	b	c		a	b	c
6	-	0,307	0,145	22	-	29,0	13,60	50	950	515	243
7	-	0,530	0,25	24	-	40,0	18,50	55	1280	730	345
8	-	0,850	0,40	25	-	46,2	21,20	56	1360	775	355
9	-	1,28	0,60	28	-	69,0	31,50	60	1650	975	462
10	-	1,85	0,875	30	206	87,5	40,00	63	1900	1150	545
11	-	2,58	1,22	32	250	109	50,00	65	2120	1280	600
12	-	3,55	1,65	35	325	150	69,00	70	2650	1700	800
14	-	6,00	2,8	38	425	200	92,50	71	2720	1800	825
16	-	9,75	4,50	40	487	236	112	75	3250	2120	1000
18	-	14,50	6,70	42	560	280	132	80	3870	2650	1250
19	-	17,50	8,25	45	710	355	170	85	4750	3350	1550
20	-	21,20	9,75	48	850	450	212	90	5600	4120	1900

- Cas d'application (a) : transmission d'un couple de torsion pur

$$C = 9,80665 \pi / 4 \times 10^{-3} \times d^3 \text{ N.m}$$

- Cas d'application (b) : transmission simultanée d'un couple de flexion connu et d'un couple de torsion connu

$$C = 58,8399 \times 10^{-5} \times d^{3,5} \text{ N.m}$$

- Cas d'application (c) : transmission simultanée d'un couple de torsion connu et d'un couple de flexion indéterminé

$$C = 27,46862 \times 10^{-5} \times d^{3,5} \text{ N.m}$$

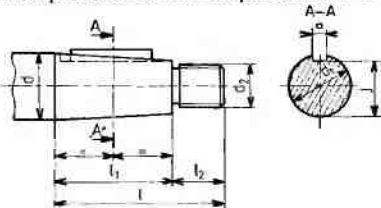
Cette formule s'applique au dimensionnement des bouts d'arbre des machines primaires (moteurs électriques, pompes...) devant répondre à toutes les possibilités d'utilisation.

Note : ces formules ont été établies pour l'emploi d'un acier de résistance à la traction $R = 50 - 60 \text{ da N/mm}^2$



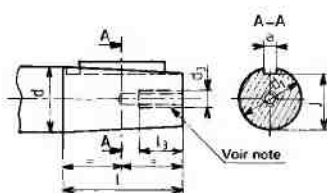
6.4.3. Bouts d'arbres coniques à conicité 1 / 10

- Arbres prévus avec clavette parallèle (NF E 22-175) ou sans clavette.

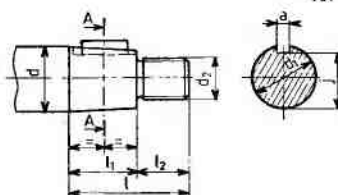


Bout d'arbre fileté

Série longue

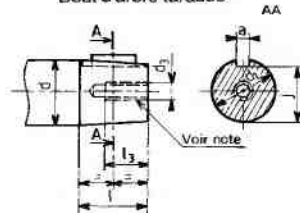


Bout d'arbre taraudé



Bout d'arbre fileté

série courte




Bout d'arbre taraudé

Ø	Dimensions série longue						Dimensions communes				Dimensions série courte						Ø	
	Longueurs		section clavette	Clavetage			Filetage		Taraudage		Longueurs		section clavette	Clavetage				
d	L	L ₁		a	d ₁	j	d ₂	L ₂	d ₃	L ₃	L	L ₁		a	d ₁	j	d	
6	16	10					M4	6										6
7	16	10					M4	6										7
8	20	12					M6	8										8
9	20	12					M6	8										9
10	23	15					M6	8										10
11	23	15	2 x 2	2	9,05	11,3	M6	8										11
12	30	18	2 x 2	2	9,9	12,8	M 8 x 1	12	M4	10								12
14	30	18	3 x 3	3	10,25	14,1	M 8 x 1	12	M4	10								14
16	40	28	3 x 3	3	11,1	15,1	M 10 x 1,25	12	M4	10	28	16	3 x 3	3	15,2	13,4		16
18	40	28	4 x 4	4	13,1	15,7	M 10 x 1,25	12	M5	13	28	16	4 x 4	4	17,2	14,7		18
19	40	28	4 x 4	4	14,6	17,7	M 10 x 1,25	12	M5	13	28	16	4 x 4	4	18,2	15,7		19
20	50	36	4 x 4	4	16,6	19,2	M 12 x 1,25	14	M6	16	36	22	4 x 4	4	18,9	16,4		20
22	50	36	4 x 4	4	17,6	19,9	M 12 x 1,25	14	M6	16	36	22	4 x 4	4	20,9	18,4		22
24	50	36	5 x 5	5	18,2	22,9	M 12 x 1,25	14	M6	16	36	22	5 x 5	5	22,9	19,9		24
25	60	42	5 x 5	5	20,2	24,1	M 16 x 1,5	18	M8	19	42	24	5 x 5	5	23,8	20,8		25
28	60	42	5 x 5	5	22,2	25,6	M 16 x 1,5	18	M8	19	42	24	5 x 5	5	26,8	23,8		28
30	80	58	5 x 5	5	22,9	28,6	M 20 x 1,5	22	M10	22	58	36	5 x 5	5	28,2	25,2		30
32	80	58	6 x 6	6	25,9	31,6	M 20 x 1,5	22	M10	22	58	36	6 x 6	6	30,2	26,7		32
35	80	58	6 x 6	6	27,1	30,9	M 20 x 1,5	22	M10	22	58	36	6 x 6	6	33,2	29,7		35
38	80	58	6 x 6	6	29,1	32,9	M 24 x 2	22	M12	28	58	36	6 x 6	6	36,2	32,7		38
40	110	82	10 x 8	10	32,1	35,9	M 24 x 2	28	M12	28	82	54	10 x 8	10	37,3	32,3		40
42	110	82	10 x 8	10	35,1	38,9	M 24 x 2	28	M12	28	82	54	10 x 8	10	39,3	34,3		42
45	110	82	12 x 8	12	35,9	40,9	M 30 x 2	28	M16	36	82	54	12 x 8	12	42,3	37,3		45
48	110	82	12 x 8	12	37,9		M 30 x 2	28	M16	36	82	54	12 x 8	12	45,3	40,3		48
50	110	82	12 x 8	12	40,9		M 36 x 3	28	M16	36	82	54	12 x 8	12	47,3	42,3		50

Note : Le filetage et le trou de centre doivent être conformes aux spécifications de la norme NF E 22-056

7. Éléments d'arrêt en rotation

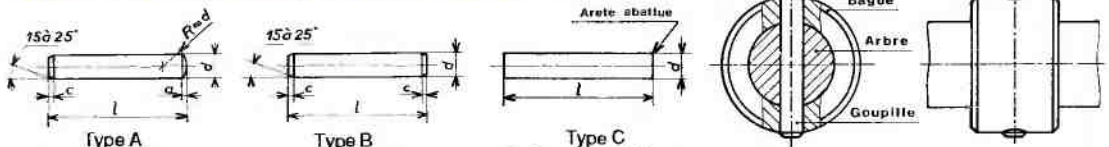


 Banque de DONNEES		
7.1. Goupilles		136
7.1.1. Goupilles cylindriques non trempées		
7.1.2. Goupilles de positionnement cylindriques		
7.1.3. Goupilles de positionnement cylindriques à trou fileté		
7.1.4. Goupilles coniques 1/50		137
7.1.5. Goupilles de positionnement conique à tête fileté 1/50		
7.1.6. Goupilles cylindriques fendues		138
7.1.7. Goupillages		
7.2. Goupilles cannelées		139
7.2.1. Goupilles cannelées standard		
7.2.2. Goupilles cannelées diverses		
7.3. Goupilles élastiques		140
7.3.1. Différents types de goupilles élastiques		
7.3.2. Dimensions et tolérances		141
7.3.3. Caractéristiques mécaniques		142
7.4. Clavetage longitudinal parallèle		143
7.4.1. Clavettes parallèles		
7.4.2. Clavettes parallèles fixées par vis		
7.4.3. Clavetages par clavettes parallèles		
7.5. Clavettes disques		144
7.6. Pieds de position		
7.6.1. Pieds de position au cône morse à tête fileté		
7.6.2. Pieds de position au cône morse à trou taraudé		
7.7. Axes dentelés cylindriques		
7.8. Cannelures cylindriques à flancs parallèles à centrage intérieur		145
7.8.1. Caractéristiques dimensionnelles		
7.8.2. Calcul : cannelures cylindriques à flancs parallèles		146
7.8.3. Arbres cannelés et manchons associés disponibles		147
7.8.4. Manchons et flasques cannelés		
7.8.5. Bagues de blocage		
7.9. Cannelures rectilignes à flancs en développante		148

7.1. Goupilles



7.1.1. Goupilles cylindriques non trempées NF E 27-484



Type A Tolérance sur d : m 6 Type B Tolérance sur d : h 8 Type C Tolérance sur d : h 11

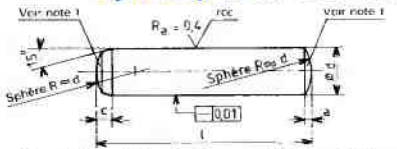
- Désignation :

Goupille cylindrique non trempée type A5 x 30, NF E 27-484

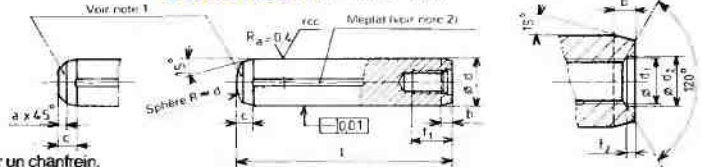
- Exemple de montage

d	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	
a =	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,63	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	
c =	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,63	0,8	1,2	1,6	2	2,5	3	3,5	4	5	6,3	
Longueurs normalisées, Tolérances js 15	2	2	4	4	4	6	6	8	8	10	12	14	20	25	30	40	50	60	80	
	3	3	5	5	5	8	8	10	10	12	14	16	20	30	35	45	55	65	90	
	4	4	6	6	6	10	10	12	12	14	16	20	30	35	40	50	60	70	100	
	5	5	8	8	8	12	12	14	14	16	20	25	35	40	45	55	65	75	110	
	6	6	10	10	10	14	14	16	16	20	25	30	40	45	50	60	70	80	120	
				12	12	16	16	20	20	25	30	35	45	50	55	65	75	90	130	
					14	20	20	25	25	30	35	40	50	55	60	70	80	100	140	
					16	25	25	30	30	35	40	45	55	60	65	75	90	110	150	
									35	40	45	50	60	65	70	80	100	120	160	
									40	45	50	55	65	70	75	90	110	130	170	
								45	50	55	60	70	75	80	100	120	140	180		
										60	65	75	80	90	110	130	150	190		
											70	80	90	100	120	140	160	200		

7.1.2. Goupille de positionnement cylindriques NF E 27-475



7.1.3. Goupille de positionnement cylindriques à trou fileté NF E 27-475



Note 1 : L'extrémité sphérique peut être remplacée par un chanfrein.

Note 2 : Léger méplat pour évacuation de l'air dans les trous borgnes.

- Matière et dureté : Pour les pièces trempées à cœur : dureté uniforme de 58 à 62 HRC
 Pour les pièces cémentées : - en surface 60 à 60 HRC - à cœur 35 à 40 HRC

- Etat de surface : Rectification cylindriques Ra = 0,4 μm

- Désignation :

Goupille de positionnement cylindrique cémentée

12 x 55, NF E 27-475

- Désignation :

Goupille de positionnement à trou fileté trempée à cœur

12 x 55, NF E 27-475

d (m6)	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	20	d (m6)	6	8	10	12	(14)	16	20
a ≈	0,25	0,4	0,4	0,5	0,63	0,8	1	1,2	1,6	2	2	2,5	b max	1,2	1,6	2	2,5	2,5	3	3,5
c	0,7	0,9	0,9	1,2	1,5	2	2,5	3,2	4	4	5	6	c	1,8	2,5	3,2	4	4	5	6
L js 15	6	6	8	14	14	14	18	24	28	36	40	50	d ₁	M4	M5	M6	M6	M8	M8	M10
	8	8	10	16	16	16	20	28	32	40	45	55	d ₂	4,3	5,3	6,4	6,4	8,4	8,4	10,5
	10	10	12	18	18	18	24	32	36	45	50	60	t ₁	6	8	10	10	12	12	16
	12	12	14	20	20	20	28	36	40	50	55	70	t ₂	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,6
	14	14	16	24	24	24	32	40	45	55	60	80	a ≈	0,8	1	1,2	1,6	1,6	2	2,5
	16	16	18	28	28	28	36	45	50	60	70	90		16	16	20	24	28	32	40
	18	18	20	32	32	32	40	50	55	70	80	100		20	20	24	28	32	36	45
	20	20	24	36	36	36	45	55	60	80	90	120		24	24	28	32	36	40	50
			24	40	40	40	50	60	70	90	100			28	28	32	36	40	45	55
				32	45	45	55	70	80	100	120			32	32	36	40	45	50	60
				50	50	60	80	90	100				36	36	40	45	50	55	70	
				55	60	70	90	100					40	40	45	50	55	60	80	
				60	80	100							45	45	50	55	60	70	90	
													50	50	55	60	70	80	100	
													55	55	60	70	80	90	110	
													60	60	70	80	90	100	120	
													70	80	90	100	110	130		

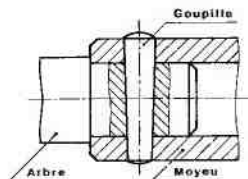
Goupilles (suite)



7.1.4. Goupilles cônes 1/50 NF E 27-490



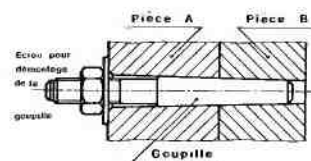
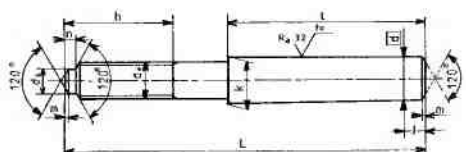
- Etat de surface : NR : non rectifié, tolérance de conicité qualité 10
R : rectifié, tolérance de conicité qualité 8
- Matière : acier de résistance à la rupture $\geq 800 \text{ N/mm}^2$
- Désignation : Goupille NR 6 x 50, acier, NF E 27-490



- Exemple de montage

diamètre d	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30
bombé a ≈	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,63	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4
b maxi	2	2	2	2	2	2	2	2	2,4	2,4	2,4	2,9	2,9	3,5	3,5	4,2	4,2	4,2
Longueurs L, Tolérance js 15	4	5	6	6	8	10	10	12	14	20	20	20	25	30	35	40	45	50
	5	6	8	8	10	12	12	14	16	25	25	25	30	35	40	45	50	55
	6	8	10	10	12	14	14	16	20	30	30	30	35	40	45	50	55	60
	8	10	12	12	14	16	16	20	25	35	35	35	40	45	50	55	60	65
		12	14	14	16	20	20	25	30	40	40	40	45	50	55	60	65	70
			16	16	20	25	25	30	35	45	45	45	50	55	60	65	70	75
				20	25	30	30	35	40	50	50	50	55	60	65	70	75	80
					25	30	35	40	45	55	55	55	60	65	70	75	80	90
						35	35	40	45	55	60	60	65	70	75	80	90	100
									55	60	65	70	75	80	90	100	110	120
										70	75	80	90	100	110	120	130	
										75	80	90	100	110	120	130	140	
										80	90	100	110	120	130	140		
										90	90	100	120	140	150	160	170	
Les longueurs soulignées sont recommandées																		

7.1.5. Goupilles de positionnement cône à tête filetée 1/50 NF E 27-482



- Exemple de montage

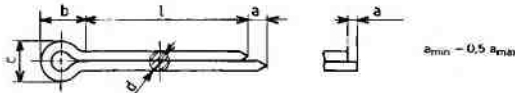
- Matière : acier de résistance à la rupture $\geq 800 \text{ N/mm}^2$
- Utilisation : - diamètre de perçage du trou $d' = d$
- la partie cône doit être engagée dans chacune des deux pièces en contact sur une longueur $\geq a$.
- Tolérance de conicité : qualité 10 suivant NF E 02-300
- Etat de surface de la partie cône : $Ra \leq 3,2 \mu\text{m}$
- Désignation : Goupille de position filetée A ; 12 x 100, NF E 27-482

d	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	
m	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2,5	3	
j max	2,4	2,9	3,5	4,2	5							
d1	M3	M4	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	
b ^{+2 p} / ₀	15	15	15	20	30	35	45	50	55	75	85	
d2	2	2,5	4,5	6	7	9	12	16	18	24	27	
n	1,25	1,5	2	3	3	4	5	6	8	10	12	
Série A (normale)	l	25	30	40	45	55	65	75	90	105	145	165
	k	5,5	6,6	8,8	10,9	13,1	17,3	26,8	32,1	42,9	53,3	
	L	40	45	55	65	85	100	120	140	160	220	250
	js 15 (*)	45	50	60	75	100	120	140	160	190	250	280
	50	55	65	85	120	140	160	190	220	280	320	
	-	-	-	-	-	-	-	-	250	320	360	

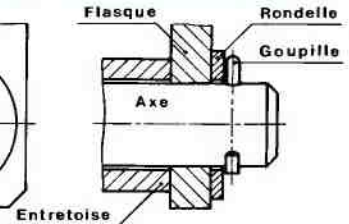
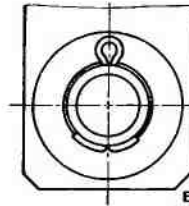
d	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	
m	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2,5	3	
j max	2,4	2,9	3,5	4,2	5							
d1	M3	M4	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	
b ^{+2 p} / ₀	15	15	15	20	30	35	45	50	55	75	85	
d2	2	2,5	4,5	6	7	9	12	16	18	24	27	
n	1,25	1,5	2	3	3	4	5	6	8	10	12	
Série C (courte)	l	-	15	20	25	30	45	50	60	75	100	120
	k	-	6,3	8,4	10,5	12,6	16,9	21	26,2	31,5	42	52,4
	L	-	30	35	45	65	85	100	120	140	160	220
	js 15 (*)	-	35	40	55	75	100	120	140	160	190	250
	-	40	45	65	85	120	140	160	190	220	280	
	-	-	-	-	-	-	-	-	220	250	280	

(*) La valeur soulignée est recommandée

7.1.6. Goupilles cylindrique fendue NF E 27-487



Les deux formes d'extrémités sont acceptées



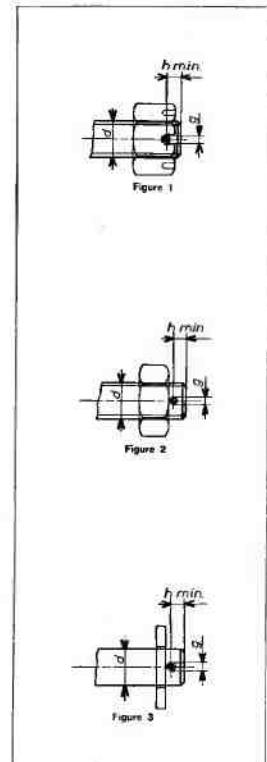
- Mise en place : suivant la norme NF E 27-488 ci-dessous
- Désignation : Goupille V 5 x 36, NF E 27-487

- Exemple de montage

Diamètre de perçage	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20
d maximum	0,5	0,7	0,9	1	1,4	1,8	2,3	2,9	3,7	4,6	5,9	7,5	9,5	12,4	15,4	19,3
d minimum	0,4	0,6	0,8	0,9	1,3	1,7	2,1	2,7	3,5	4,4	5,7	7,3	9,3	12,1	15,1	19,0
a maximum	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4	4	4	4	6,3	6,3	6,3	6,3
a environ	2	2,4	3	3	3,2	4	5	6,4	8	10	12,6	16	20	26	32	40,0
c maximum	1	1,4	1,8	2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,4	9,2	11,8	15	19	24,8	30,8	38,6
c minimum	0,9	1,2	1,6	1,7	2,4	3,2	4	5,1	6,5	8	10,3	13,1	16,6	21,7	27	33,8
	4	5	6	8	8	10	12	14	18	22	32	40	45	71	112	160
	5	6	8	10	10	12	14	16	20	25	36	45	50	80	125	180
	6	8	10	12	12	14	16	18	22	28	40	50	56	90	140	200
	8	10	12	14	14	16	18	20	25	32	45	56	63	100	160	224
	10	12	14	16	16	18	20	22	28	36	50	63	71	112	180	250
	12	14	16	18	18	20	22	25	32	40	56	71	80	125	200	280
		16	18	20	20	22	25	28	36	45	63	80	90	140	224	
			20	22	22	25	28	32	40	50	71	90	100	160	250	
				25	25	28	32	36	45	56	80	100	112	180	280	
					28	32	36	40	50	63	90	112	125	200		
					32	36	40	45	56	71	100	125	140	224		
						40	45	50	63	80	112	140	160	250		
							50	56	71	90	125	160	180			
								63	80	100	125	160	200			

7.1.7. Goupillages NF E 27-488

d	A travers écrou (fig 1) (*)			Derrière écrou (fig 2)			Sur tige lisse (fig 3)		
	Perçage g H 13	h mini	Goupilles NFE 27-487	Perçage g H 13	h mini	Goupilles NFE 27-487	Perçage g H 13	h mini	Goupilles NFE 27-487
3	0,8	1,5	V 0,8 - 8	0,8	1,5	V 0,8 - 5	0,8	1,6	V 0,8 - 5
4	1	1,8	V 1 - 10	1	1,8	V 1 - 8	1	2,2	V 1 - 8
5	1,2	2,0	V 1,2 - 12	1,2	2	V 1,2 - 8	1,2	2,9	V 1,2 - 8
6	1,6	2,5	V 1,6 - 14	1,6	2,5	V 1,6 - 10	1,6	3,2	V 1,6 - 10
8	2	3,2	V 2 - 18	2	3,2	V 2 - 14	2	3,5	V 2 - 14
10	2,5	3,8	V 2,5 - 25	2,5	3,8	V 2,5 - 18	3,2	4,5	V 3,2 - 18
12	3,2	4,5	V 3,2 - 28	3,2	4,5	V 3,2 - 22	3,2	5,5	V 3,2 - 22
14	3,2	4,5	V 3,2 - 32	3,2	4,5	V 3,2 - 25	4	6,8	V 4 - 25
16	4	5,3	V 4 - 36	4	5,3	V 4 - 28	4	6,8	V 4 - 28
18	4	5,3	V 4 - 40	4	5,3	V 4 - 28	5	7	V 5 - 32
20	4	5,3	V 4 - 40	4	5,3	V 4 - 32	5	8	V 5 - 36
22	5	6,8	V 4 - 45	5	6,8	V 4 - 36	5	8	V 5 - 36
24	5	6,8	V 4 - 50	5	6,8	V 4 - 40	6,3	9	V 6,3 - 45
27	5	6,8	V 4 - 56	5	6,8	V 4 - 40	6,3	9	V 6,3 - 45
30	6,3	8,7	V 6,3 - 63	6,3	8,7	V 6,3 - 50	8	10	V 8 - 56
33	6,3	8,7	V 6,3 - 71	6,3	8,7	V 6,3 - 50	8	10	V 8 - 56
36	6,3	8,7	V 6,3 - 71	6,3	8,7	V 6,3 - 56	8	10	V 8 - 63
39	6,3	8,7	V 6,3 - 80	6,3	8,7	V 6,3 - 56			
40							8	10	V 8 - 63
42	8	11,4	V 8 - 90	8	11,4	V 8 - 63			
45	8	11,4	V 8 - 90	8	11,4	V 8 - 71	10	12	V 10 - 80
48	8	11,4	V 8 - 100	8	11,4	V 8 - 71			
50	8			8			10	12	V 10 - 80
52	8	12,2	V 8 - 100	8	12,2	V 8 - 80			
55							10	14	V 10 - 80
56	8	12,5	V 8 - 112	8	12,5	V 8 - 80			
60	10	14,8	V 10 - 125	10	14,8	V 10 - 90	10	14	V 10 - 90
64	10	14,8	V 10 - 125	10	14,8	V 10 - 90			
68	10	14,8	V 10 - 125	10	14,8	V 10 - 100			
70							13	16	V 10 - 112
72	10	15,8	V 10 - 140	10	15,8	V 10 - 100			
76	10	15,8	V 10 - 140	10	15,8	V 10 - 100			
80	10	15,8	V 10 - 140	10	15,8	V 10 - 112	13	16	V 10 - 112



(*) Ecrou crénelé (voir figure 1) ou écrou H percé au diamètre g

7.2. Goupilles cannelées



7.2.1. Goupilles cannelées standard Type G7 NF E 27-496

Longueurs et Ø d1 les plus courants :
en caractères gras.

Tolérance sur d1 :

d1 ≤ 3 mm d'après DIN 671
d1 > 3 mm d'après DIN 668

Tolérance sur perçage :

alésage < 1,5 mm : H8
de 1,5 à 3 mm : H9
> 1,5 mm : H8

Bombé hauteur C : DIN 7

r = d1 env.



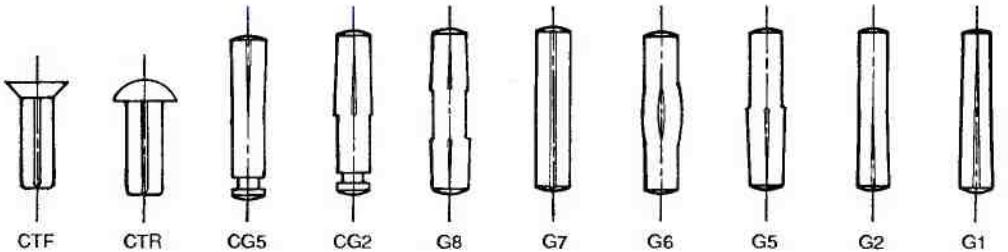
Tolérance pour longueur l : js 15

Désignation : Goupille cannelée G 7 - 8 x 45 - NF E 27-496

Diamètre nominal d1	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	13	14	16	20	25	
4																			
5																			
6																			
8																			
10																			
12																			
14																			
16																			
20																			
22																			
24																			
25																			
26																			
28																			
30																			
32																			
35																			
36																			
40																			
45																			
50																			
55																			
60																			
65																			
70																			
75																			
80																			
90																			
100																			
110																			
120																			

Matières :
Acier 1 / 2 dur
Aciers traités
Inox. Laiton

7.2.2. Goupilles cannelées diverses NF E 27-491



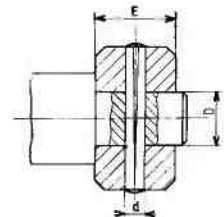
CTF	CTR	CG5	CG2	G8	G7	G6	G5	G2	G1
Normes NFE									
27-500	27-499	27-498		27-497	27-496	27-495	27-494	27-493	27-492

d ≤ D/2,5 d ≤ D/ 3,5

d ≤ E/3 d ≤ D/4

d H9 diamètres ≤ 3 mm

d H11 diamètres > 3 mm



Métaux courants: Fonte

7.3. Goupilles élastiques

NFE 27-489

MUBEA

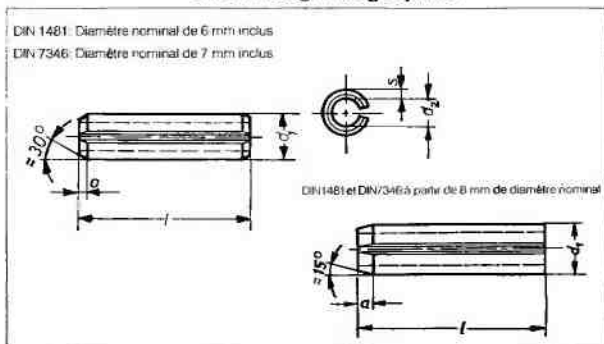


7.3.1. Différents types de goupilles élastiques

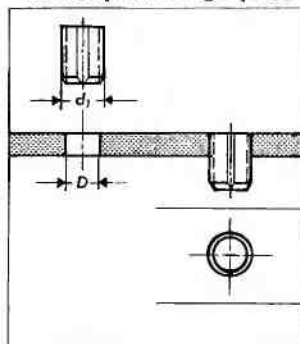
- Les goupilles élastiques se choisissent en fonction :
 - Des efforts de cisaillement engendrés.
 - De la rigidité de la fixation de plusieurs pièces à assembler.
 - De la résistance permanente exigée sous une charge variable et vibrante.
- Montage peu coûteux, peuvent être utilisées à la place des goupilles pleines.
- Grande fiabilité concernant la transmission de grands efforts.
- Grande résistance à l'usure.
- **Utilisation :**
 - Limitation de butées - Goupilles de sécurité - Axe de charnières
 - Assemblages divers - Fixation d'accessoires.



Chanfreinage des goupilles



Mise en place des goupilles

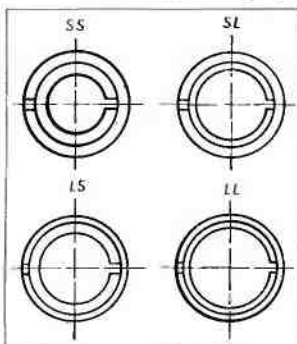


- Avant montage, le $\varnothing d_1$ est plus grand que le $\varnothing D$ de l'alésage du trou.
- Lors de la mise en place la goupille élastique est comprimée, la fente de la goupille est fortement comprimée mais elle reste ouverte.

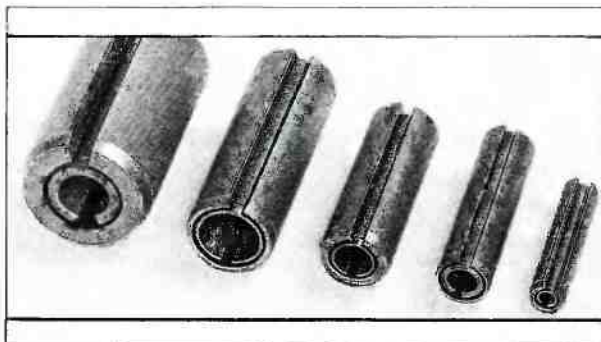
Ecarts de cote admissibles pour l'alésage, par rapport au diamètre nominal (H12)

Diamètre nominal	1 à 3	de 3 à 6	de 6 à 10	de 10 à 18	de 18 à 30	de 30 à 50
Tolérance admise	+ 0,09	+ 0,12	+ 0,15	+ 0,18	+ 0,21	+ 0,25

Différents types de goupilles



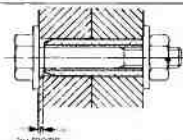
- SS : renforcée à l'extérieur et à l'intérieur.
- LL : légère à l'extérieur et l'intérieur.
- SL : renforcée à l'extérieur et légère à l'intérieur.
- LS : légère à l'extérieur et renforcée à l'intérieur.



Utilisation avec des assemblages par boulons

- Si on utilise des goupilles élastiques avec des assemblages par boulons la coordination ci-dessous sera réalisée :

Désignation : Goupille élastique, épaisse, de 8 x 40, NFE 27-489



Goupilles élastique DIN 1481

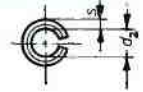
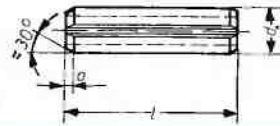
Diamètre nominal	6	8	10	12	16	18	21	25	28	32	35	38	40	45	50
Pour vis	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30

Goupilles élastique DIN 7346

Diamètre nominal	4,5	6	7	8	11	13	16	18	21	23	25	28	30	35	40	45	50
Pour vis	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M36	M39



7.3.2. Dimensions et tolérances



Goupilles DIN 1481 Diamètre nominal		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	8	10	12	13	14	16	18	20
a		0,15	0,25	0,35	0,4	0,5	0,6	0,65	0,8	0,9	1,2	2	2	2	2	2	2	2	3
Avant montage	d1 mini	1,2	1,7	2,3	2,8	3,3	3,8	4,4	4,9	5,4	6,4	8,5	10,5	12,5	13,5	14,4	16,5	18,5	20,5
	d1 maxi	1,3	1,8	2,4	2,9	3,5	4	4,6	5,1	5,6	6,7	8,8	10,8	12,8	13,8	14,8	16,8	18,9	20,9
	d2 =	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,3	2,8	2,9	3,4	3,9	5,5	6,5	7,5	8,5	8,5	10,5	11,5	12,5
s		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,75	0,8	1	1	1,25	1,5	2	2,5	2,5	3	3	3,5	4
Effort de cisaillement kN	sectionnement simple	0,35	0,79	1,41	2,19	3,16	4,53	5,62	7,68	8,77	13	21,4	35	52	57,5	72,3	85,5	111	140
	sectionnement double	0,7	1,58	2,82	4,38	6,32	9,06	11,2	15,4	15,5	26	42,8	70	104	115	144	171	222	280
Goupilles DIN 7346 Diamètre nominal		2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	10	11	12	13	14	16	18	
a		0,2	0,25	0,25	0,3	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	1,5	2	2	2	2	2	2	2	
Avant montage	d1 mini	2,3	2,8	3,3	3,8	4,4	4,8	5,4	6,4	7,5	8,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	16,5	18,5	
	d1 maxi	2,4	2,9	3,5	4	4,6	5	5,6	6,7	7,8	8,8	10,8	11,8	12,8	13,8	14,8	16,8	18,9	
	d2 =	1,9	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,4	4,9	6	7	8,5	9,5	10,5	11	11,5	13,5	15	
s		0,2	0,25	0,3	0,35	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	1	1	1	1,25	1,5	1,5	1,75	
Effort de cisaillement kN	sectionnement simple	0,75	1,2	1,75	2,3	4	4,4	5,2	9	10,5	12	20	22	24	33	42	49	63	
	sectionnement double	1,5	2,4	3,5	4,6	8	8,8	10,4	18	21	24	40	44	48	66	84	98	126	
Tolérance admissible	Longueur l																		
+0,5 0	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+1 0	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+1,5 0	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



7.3.3. Caractéristiques mécaniques

Combinaisons et efforts de cisaillement - Sectionnement simple - Pour les goupilles élastiques mixtes

Goupilles élastiques mixtes SS extérieure : DIN 1481 intérieure : DIN 1481			Goupilles élastiques mixtes LL extérieure : DIN 7346 intérieure : DIN 7346			Goupilles élastiques mixtes SL extérieure : DIN 1481 intérieure : DIN 7346			Goupilles élastiques mixtes LS extérieure : DIN 7346 intérieure : DIN 1481		
Ø nom.		Effort de cisaillement kN	Ø nom.		Effort de cisaillement kN	Ø nom.		Effort de cisaillement kN	Ø nom.		Effort de cisaillement kN
ext.	int.		ext.	int.		ext.	int.		ext.	int.	
2,5	1,5	2,98	2,5	2	1,95	3,5	2	5,28	2,5	2	2,61
3,5	2	5,94				4,5	2,5	8,88	4	3	7,16
4,5	2,5	9,87	4	3	5,75	5	3	10,52	4,5	3,5	8,93
5	3	11,93	4,5	3,5	6,70	6	3,5	15,32	5	4	10,82
6	3,5	17,55	5	4	9,20	8	5	26,58	6	4,5	16,68
8	5	30,15	6	4,5	13,40	10	6	44,08			
10	6	48,10				12	7	62,57	10	8	41,38
13	8	78,93	10	8	32,00	13	8	69,55	12	10	59,08
14	8	93,74	12	10	44,00	14	8	84,36	16	13	106,55
16	10	120,59	14	11	64,00	16	10	105,51	20	16	164,51
20	12	192,39	16	13	82,00	18	11	133,27	25	21	250,09
21	13	206,64	20	16	128,00	20	12	164,32	30	25	370,25
30	18	426,99	25	21	185,00	21	13	182,09	35	28	516,32
32	20	482,35	28	23	232,00	30	18	378,72	40	32	659,03
35	21	578,82	30	25	252,00	32	20	421,03	50	40	1 034,42
40	25	753,67	35	28	385,00	35	21	513,73			
45	28	951,54	50	40	817,00	38	23	593,53			
						40	25	635,42			
						45	28	820,22			

Combinaisons et efforts de cisaillement - Sectionnement double - Pour les goupilles élastiques mixtes

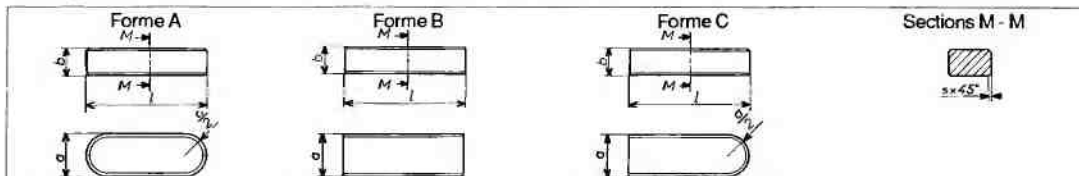
Goupilles élastiques mixtes SS extérieure : DIN 1481 intérieure : DIN 1481			Goupilles élastiques mixtes LL extérieure : DIN 7346 intérieure : DIN 7346			Goupilles élastiques mixtes SL extérieure : DIN 1481 intérieure : DIN 7346			Goupilles élastiques mixtes LS extérieure : DIN 7346 intérieure : DIN 1481		
Ø nom.		Effort de cisaillement kN	Ø nom.		Effort de cisaillement kN	Ø nom.		Effort de cisaillement kN	Ø nom.		Effort de cisaillement kN
ext.	int.		ext.	int.		ext.	int.		ext.	int.	
2,5	1,5	5,96	2,5	2	3,9	3,5	2	10,56	2,5	2	5,22
3,5	2	11,88				4,5	2,5	17,76	4	3	14,32
4,5	2,5	19,74	4	3	11,5	5	3	21,04	4,5	3,5	17,86
5	3	23,86	4,5	3,5	13,4	6	3,5	30,64	5	4	21,64
6	3,5	35,10	5	4	18,4	8	5	53,16	6	4,5	33,36
8	5	60,30	6	4,5	26,8	10	6	88,16			
10	6	96,20				12	7	125,14	10	8	82,76
13	8	157,86	10	8	64,0	13	8	139,10	12	10	118,16
14	8	187,48	12	10	88,0	14	8	168,72	16	13	213,10
16	10	241,18	14	11	128,0	16	10	211,02	20	16	329,02
20	12	384,78	16	13	164,0	18	11	266,54	25	21	500,18
21	13	413,28	20	16	256,0	20	12	328,64	30	25	740,50
30	18	853,98	25	21	370,0	21	13	364,18	35	28	1 032,64
32	20	964,70	28	23	464,0	30	18	757,44	40	32	1 318,06
35	21	1 157,64	30	25	504,0	32	20	842,06	50	40	2 068,84
40	25	1 507,34	35	28	770,0	35	21	1 027,46			
45	28	1 903,08	50	40	1 634,0	38	23	1 187,06			
						40	25	1 270,84			
						45	28	1 640,44			

7.4. Clavetage longitudinal parallèle



7.4.1. Clavettes parallèles NF E 27-656

- Chanfreins : seules les arêtes longitudinales et celles des bouts arrondis doivent être chanfreinées. Les autres arêtes doivent être cassées.
- Matière : acier de résistance à la traction à l'état fini $R \geq 600 \text{ N/mm}^2$ ou toute autre caractéristique suivant utilisation.
- Désignation : - clavette parallèle, forme A de $12 \times 8 \times 40$, NF E 27-656



Section nominale			l		s		Section nominale			l		s		Pressions admissibles (Pa)		
a	x	b(1)	de	à	min.	max.	a	x	b(1)	de	à	min.	max.	Montage	Conditions de fonctionnement	Pression admissible (MPa)
2	2	6	20	0,16	0,25	12	8	28	140	0,4	0,6	Glissant en charge Glissant sans charge Fixe	à coups, vibrations	0,5 < Pa < 2		
3	3	6	36	0,16	0,25	14	9	36	160	0,4	0,6			cas général	2 < Pa < 6	
4	4	8	45	0,16	0,25	16	10	45	180	0,4	0,6		très doux	6 < Pa < 10		
5	5	10	56	0,25	0,4	18	11	50	200	0,4	0,6		à coups, vibrations	6 < Pa < 10		
6	6	14	70	0,25	0,4	20	12	56	220	0,6	0,8		cas général	10 < Pa < 30		
8	7	18	90	0,25	0,4	22	14	63	250	0,6	0,8		très doux	30 < Pa < 60		
10	8	22	110	0,4	0,6								à coup, vibrations	10 < Pa < 20		
														cas général	20 < Pa < 40	
														très doux	40 < Pa < 90	

(1) La tolérance sur b est h 9 (même tolérance que sur a) lorsque les sections nominales a x b sont carrées et h 11 lorsque les sections nominales a x b sont rectangulaires.

7.4.2. Clavettes parallèles fixées par vis NF E 27. 658

- Chanfreins et matières : voir NF E 27. 656 ci-dessus
- Désignation : - clavette usuelle fixée, forme A de $12 \times 8 \times 40$, NF E 27. 658



Section nominale a x b	c	d ₁	Vis C, NF E 27-115 ou Vis CHC, NF E 27-161			d ₂	e	f	Section nominale a x b	c	d ₁	Vis C, NF E 27-115 ou Vis CHC, NF E 27-161		
			M 2,5	M 3	M 4							M 6	M 6	M 8
6 x 6	5,0	M 2,5	M 2,5 - 6	2,9	3	4,5	16 x 10	12	M 6	M 6 - 10	5,6	6,5	10,5	
8 x 7	6,5	M 3	M 3 - 8	3,4	3,5	6,5	18 x 11	16	M 8	M 8 - 12	9	8,5	14,5	
10 x 8	8,0	M 4	M 4 - 10	4,6	4,5	9	20 x 12	16	M 8	M 8 - 12	9	8,5	13,5	
12 x 8	10,0	M 5	M 5 - 10	5,5	5,5	10,5	22 x 14	20	M 10	M 10 - 12	11	10,5	14,5	
14 x 9	12,0	M 6	M 6 - 10	6,5	6,5	11,5	25 x 14	20	M 10	M 10 - 12	11	10,5	14,5	

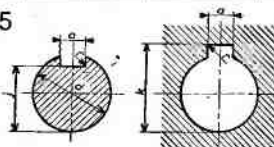
7.4.3. Clavetages par clavettes parallèles NF E 27-175

- Désignation : - clavette libre de $12 \times 8 \times 40$, NF E 27-175

(1) A titre indicatif pour les cas les plus courants.

La section de clavette correspondante est la plus forte section admissible pour l'arbre considéré : l'emploi d'une clavette de section plus faible reste admis si la résistance de cette clavette est suffisante pour l'effort à transmettre.

(2) Le congé de rayon r peut être remplacé par un chanfrein de même valeur.



	Tolérance logement	
	arbre	moyeu
libre	H 9	D 10
normal	N 9	Js 9
serré	P 9	P 9

Arbre (1)	clavette	logement de clavette					Arbre (1)	clavette	logement de clavette							
		d	Section nominale	nom. a	l	k			r (2)	d	Section nominale	nom. a	l	k	r (2)	
de 6 jusqu'à 8	2 x 2	2	d - 1,2	0	d + 1	0,16	0,08	au-delà de 12 jusqu'à 17	5 x 5	5	d - 3	0	d + 2,3	+100	0,26	0,16
au-delà de 8 jusqu'à 10	3 x 3	3	d - 1,8	0	d + 1,4	0,16	0,08	au-delà de 17 jusqu'à 22	6 x 6	6	d - 3,5	0	d + 2,8	+100	0,26	0,16
au-delà de 10 jusqu'à 12	4 x 4	4	d - 2,5	0	d + 1,6	0,16	0,08	au-delà de 22 jusqu'à 30	8 x 7	8	d - 4	0	d + 3,3	+200	0,26	0,16

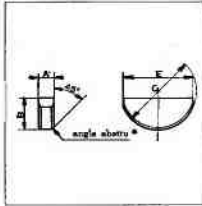
7.5. Clavettes disques

NF E 27-653



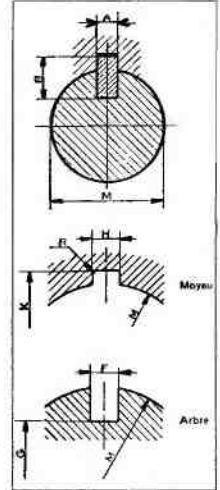
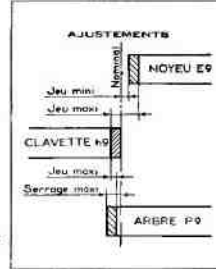
- Désignation : Clavette disque de 6 x 10, NF E 27-653

Clavette			Arbre			Moyeu		
A	B	E	F	G	H	K	R	
h11	h11	h11	P9	h11	E9	H13		
3	3,7	10	9,0	M - 2,7	M - 1,2			0,1
	5,0	13	11,5	3 M - 4,0	3 M - 1,2			
	6,5	16	15,0	M - 5,5	M - 1,2			
4	5,0	13	11,5	M - 3,5	M - 1,8			
	6,5	16	15,0	4 M - 5,0	4 M - 1,8			
	7,5	19	17,5	M - 6,0	M - 1,8			
	6,5	16	15,0	M - 4,5	M - 2,3			0,2
5	7,5	19	17,5	5 M - 5,5	5 M - 2,3			
	9,0	22	20,5	M - 7,0	M - 2,3			
	9,0	22	20,5	M - 6,5	M - 2,8			
6	10	25	23,0	M - 7,5	M - 2,8			
	11	28	25,5	6 M - 8,5	6 M - 2,8			
	13	32	30,0	M - 10,5	M - 2,8			0,2
	11	28	25,5	M - 8	M - 3,3			
	13	32	30,0	M - 10	M - 3,3			
8	15	38	35,0	8 M - 12	8 M - 3,3			
	16	45	41,0	M - 13	M - 3,3			
10	16	45	41,0	10 M - 13	10 M - 3,3			



Valeurs en microns de la tolérance P9 :
pour F de 1,5 à 3 : P9 = - 6 ; 31
pour F de 4 à 6 : P9 = - 12 ; 42
pour F 8 et 10 : P9 = - 15 ; 51

A	moyeu clavette		clavette arbre	
	jeu maxi	jeu mini	jeu maxi	serrage maxi
1,5 - 2 - 2,5 - 3	64	14	19	31
4 - 5 - 6	80	20	18	42
8 - 10	97	25	21	51



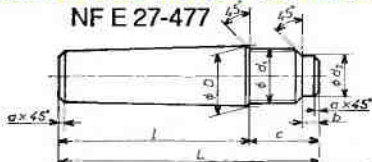
* l'angle abattu à 45° est facultatif ; néanmoins, dans tous les cas, éviter l'angle vif afin d'assurer le montage correct de la clavette.

Les valeurs des jeux et serrage sont exprimées en microns.

7.6. Pieds de position

7.6.1. Au cône morse à tête filetée

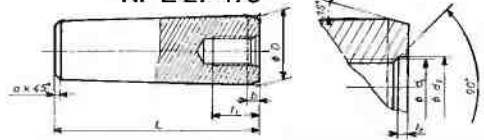
NF E 27-477



- Matière : acier 16 NC 6, traité dureté HRC 58. 62
- Désignation : pied de positionnement cône Morse, tête filetée, n° 1, NF E 27-477

7.6.2. Au cône morse à trou taraudé

NF E 27-478



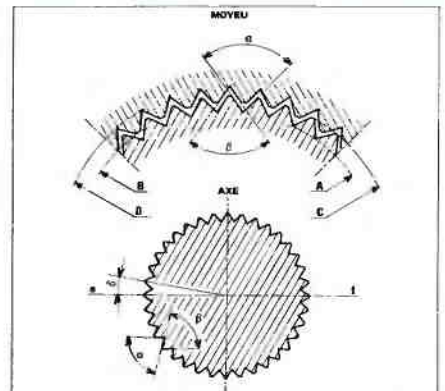
- Matière : acier 16 NC 6, traité dureté HRC 58. 62
- Désignation : pied de positionnement cône Morse, trou taraudé, n° 1, NF E 27. 478

N°	Conicité en %	D	L	l	d ₁	d ₂	b	c	a	N°	Conicité en %	D	L	d ₁	d ₂	b	t ₁	t ₂	a
0	5,205	9,045	50	40	M 8	6	3	10	1	0	5,205	9,045	40	M 5	5,3	1,6	8	1,2	1
1	4,988	12,065	60	45	M 10	7	3	15	1	1	4,988	12,065	45	M 6	6,4	2,5	10	1,2	1
2	4,995	17,780	75	55	M 16	12	5	20	1,5	2	4,995	17,780	55	M 8	8,4	3	12	1,2	1,5
3	5,020	23,825	95	70	M 20	16	6	25	1,5	3	5,020	23,825	70	M 10	10,5	3,5	16	1,6	1,5

7.7. Axes dentelés cylindriques

NFL 32-350 A

Ø nom axe	Nb dents	A	B	C	D	E	F	G	L	a	β	δ
		+0,1 0	+0,1 0	+0,1 0		max.		min.	min.	±2°	±2°	
8	24	6,88	7,1	7,8	8 ^{+0,1 0}	6,7	5,5	4	10,5	91°	76°	15°
10	36	8,90	9,1	9,8	10 ^{+0,1 0}	8,0	7	5	14	81°	71°	10°
15	48	13,98	14,1	14,8	15 ^{+0,15 0}	12,0	9	6	18	90°	82° 30'	7° 30'



- Le serrage entre l'axe et le moyeu peut être obtenu soit par pincement du moyeu, soit par extension de l'axe.
- Application aux robinets :
- axe de 8 pour canalisations jusqu'à 25
- axe de 10 pour canalisations jusqu'à 32
- axe de 15 pour canalisations de 40 et au-dessus.
- Désignation : Dentelures pour axe de 10. NFL 32-350

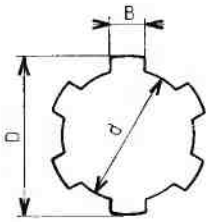
7.8. Cannelures cylindriques à flancs parallèles à centrage intérieur

NF E 22-131

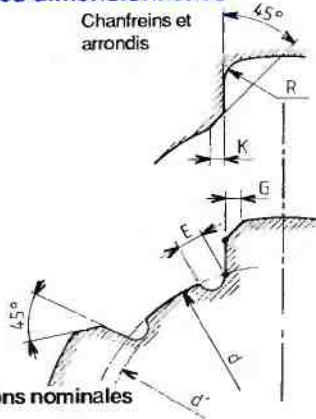


7.8.1. Caractéristiques dimensionnelles

Encombrement



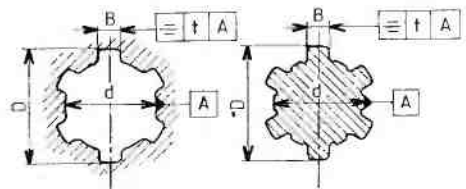
Chanfreins et arrondis



Dimensions nominales

- Type de cannelures très utilisé, mais ne convient pas pour les grandes vitesses.

Moyeu (centrage intérieur)



Tolérances

Série légère

Série moyenne

Série légère										Série moyenne									
Désignation										Désignation									
N	d	D	B	E _{max}	G _{min}	K _{max}	R _{max}	d' _{min}	A mm ²	N	d	D	B	E _{max}	G _{min}	K _{max}	R _{max}	d' _{min}	A mm ²
6	23	26	6	1,25	0,3	0,3	0,2	22,10	4	6	11	14	3	1,5	0,3	0,3	0,2	9,9	4
6	26	30	6	1,84	0,3	0,3	0,2	24,60	6,3	6	13	16	3,5	1,5	0,3	0,3	0,2	12,0	4
6	28	32	7	1,77	0,3	0,3	0,2	26,70	6,3	6	16	20	4	2,1	0,3	0,3	0,2	14,5	6,3
8	32	36	6	1,89	0,4	0,4	0,3	30,42	7,2	6	18	22	5	1,9	0,3	0,3	0,2	16,7	6,3
8	36	40	7	1,78	0,4	0,4	0,3	34,50	7,2	6	21	25	5	2	0,3	0,3	0,2	19,5	6,3
8	42	46	8	1,68	0,4	0,4	0,3	40,40	7,2	6	23	28	6	2,3	0,3	0,3	0,2	21,3	8,5
8	46	50	9	1,61	0,4	0,4	0,3	44,62	7,2	6	26	32	6	3	0,4	0,4	0,3	23,4	9,9
8	52	58	10	2,72	0,5	0,5	0,5	49,70	12	6	28	34	7	3	0,4	0,4	0,3	25,9	9,9
8	56	62	10	2,76	0,5	0,5	0,5	53,60	12	8	32	38	6	3,3	0,4	0,4	0,3	29,4	13,2
8	62	68	12	2,48	0,5	0,5	0,5	59,82	12	8	36	42	7	3	0,4	0,4	0,3	33,5	13,2
10	72	78	12	2,54	0,5	0,5	0,5	69,60	15	8	42	48	8	2,9	0,4	0,4	0,3	39,5	13,2
10	82	88	12	2,67	0,5	0,5	0,5	79,32	15	8	46	54	9	4,1	0,5	0,5	0,5	42,7	18
10	92	98	14	2,36	0,5	0,5	0,5	89,44	15	8	52	60	10	4	0,5	0,5	0,5	48,7	18
10	102	108	16	2,23	0,5	0,5	0,5	99,90	15	8	56	65	10	4,7	0,5	0,5	0,5	52,2	21
10	112	120	18	3,23	0,5	0,5	0,5	108,80	22,5	8	62	72	12	5	0,5	0,5	0,5	57,8	24
										10	72	82	12	5,4	0,5	0,5	0,5	67,4	30
										10	82	92	12	5,4	0,5	0,5	0,5	77,1	30

A : Surface portante équivalente (mm²) par mm de longueur de cannelures (correspond à 75 % de la surface théorique portante).

Montage	Conditions de fonctionnement	Pression (Pa) admissible (MPa)	Montage	Conditions de fonctionnement	Pression (Pa) admissible (MPa)	Montage	Conditions de fonctionnement	Pression (Pa) admissible (MPa)
Glissant en charge	à coups, vibrations	5 < Pa < 10	Glissant sans charge	à coups, vibrations	20 < Pa < 40	Fixe	à coups, vibrations	30 < Pa < 60
	cas général	10 < Pa < 20		cas général	40 < Pa < 60		cas général	60 < Pa < 120
	très doux	20 < Pa < 30		très doux	60 < Pa < 90		très doux	120 < Pa < 180

Pa : Pression admissible pour des aciers de R m mini = 1000 MPa

Tolérances du moyeu et de l'arbre

Tolérances de symétrie

Moyeu			Arbre			Montage	Longueur de cannelure B	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18		
Non traité après brochage	Traité après brochage		B	D	d																	
H9	H10	H7	H11	H10	H7	Glissant Glissant juste Fixe	tolérance de symétrie t	0,012 (IT 7)													0,015 (IT 7)	0,018 (IT 7)
			d 10 a 11 17	f 9 a 11 g 7	h 10 a 11 h 7																	

- Les tolérances concernent les pièces (arbres et moyeux) entièrement terminées.
- Les tolérances spécifiées pour B comprennent l'erreur de division et l'erreur de symétrie.

Désignation : Arbre (ou moyeu) 6 x 23 x 26 NFE 22-131
 ↓ ↓ ↓
 N d D

N : nombre de cannelures

Cannelures cylindriques à flancs parallèles à centrage intérieur (suite)

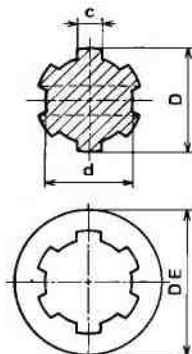


7.8.2. Calcul : cannelures cylindriques à flancs parallèles.

DONNEES	DEMARCHE	EXEMPLE
↓	<p>Cahier des charges</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le mécanisme étudié - l'encombrement : $\varnothing D$ de l'arbre et/ou longueur du moyeu L (dans le cas général, le diamètre de l'arbre est imposé, il existe des cas où c'est la longueur L) - Le couple à transmettre - Les conditions de fonctionnement - Le type de montage 	<ul style="list-style-type: none"> - machine à papier - arbre $\varnothing 40$ mm mini - arbre en 42 CD 4 - $C = 400$ N.m - fonctionnement avec vibrations, à-coups - montage fixe
↓	<p>- \varnothing de l'arbre cannelé, séries de cannelures, longueur des cannelures</p>	<p>$N, d, D, \text{ série}, L$</p>
↓	<p>1. Choix d'une série de cannelures :</p> <ul style="list-style-type: none"> - choix de d, D, de la série - déduire A (tableau page précédente) - calcul du diamètre moyen 	<p>1. Choix d'une série :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $d = 42, D = 46$, série légère - alors $A = 7,2 \text{ mm}^2 / \text{mm}$ - $d_m = (D+d)/2 = 44 \text{ mm}$
↓	<p>2. Calcul de l'effort tangentiel théorique T à transmettre :</p>	<p>2. Calcul de T</p>
↓	<p>$T = 2 C / d_m$</p>	<p>$T = (2 \cdot 400) / (44 \cdot 10^{-3}) = 18\,182 \text{ N}$</p>
↓	<p>3. Choix de la pression admissible p_a : Considérer le montage et les conditions de fonctionnement (tableau page précédente)</p>	<p>3. Choix de p_a - vibrations, à-coups - montage fixe alors : $30 < p_a < 60$ choix : $p_a = 40 \text{ Mpa}$</p>
↓	<p>4. Calcul de la surface théorique totale d'appui minimale nécessaire :</p>	<p>4. Calcul de A_{th}</p>
↓	<p>$A_{th} = T / p_a$</p>	<p>$A_{th} = T / p_a = 18\,182 / 40 = 472 \text{ mm}^2$</p>
↓	<p>5. Calcul de la longueur minimale L</p>	<p>5. calcul de L</p>
↓	<p>$L = A_{th} / A$</p>	<p>$L = 472 / 7,2 = 65,6 \text{ mm mini}$</p>
↓	<p>6. Vérification des conditions de brochage : Ce sont les possibilités des machines et des outils qui limitent la longueur brochée du moyeu. Dans une première approche, il est conseillé de ne pas dépasser $2,5 d$. Une valeur différente peut être fournie par le B.M.</p>	<p>$L < 2,5 \cdot 42 : \text{oui}$</p>
↓	<p>7. Vérification de l'arbre à la torsion. Dans le cas de grandes longueurs cannelées, et/ou de matériau à limite élastique faible, il est nécessaire prévoir ce calcul de résistance.</p>	
↓	<p>$N, d, D, \text{ série}, L$</p>	<p>$8, 42, 46, \text{ série légère}, L = 66 \text{ mm}$</p>

7.8.3. Arbres cannelés et manchons associés disponibles

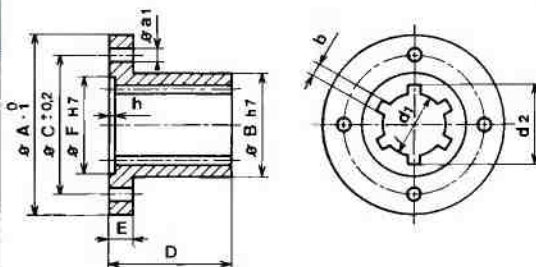
Séries moyennes								
Arbres cannelés							Manchons	
N	d mm	D m	tol.	C mm	tol.	L mm	DE mm	L mm
6	11	14	-0,07	3			21,5	25
6	13	16	-0,20	3,5			27,5	30
6	16	20	-0,07	4			31,5	35
6	18	22	-0,25	5	0	2500	35,5	40
6	21	25		5	-0,08		39,5	40
6	23	28		6			39,5	45
6	26	32	-0,07	6			44,5	50
8	32	38	-0,27	6			54	60
8	36	42		7			59	60
8	42	48		8			64	70
8	46	54		9			80	90



Matière : - acier étiré , acier inox

7.8.4. Manchons - Flasques cannelés

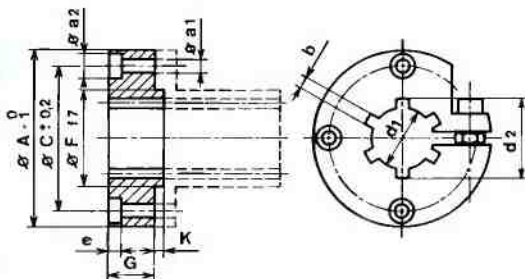
d1 mm	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	h mm	a ₁ mm
14	38	20	28	30	8	18	3	4,3
16	43	24	32	30	8	20	3	4,3
20	52	28	38	35	9	26	3	5,3
22	54	30	40	40	9	28	3	5,3
25	62	34	48	50	10	35	3,5	6,4
28	64	36	50	55	10	35	3,5	6,4
32	69	42	56	60	10	40	3,5	6,4
38	82	50	65	70	14	45	4	8,4
42	90	54	70	80	16	55	4	10,5
48	95	60	75	90	16	60	4	10,5
54	99	65	80	100	16	65	4	10,5



Matière : - acier nituré , bronze

7.8.5. Bagues de blocage

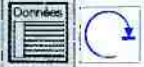
d1 mm	A mm	C mm	F mm	G mm	K mm	e mm	a ₁ mm	a ₂ mm
14	40	28	18	11				
16	45	32	20	12		5	4,3	8
20	52	38	26	14	2	6	5,3	10
22	54	40	28	14				
25	62	48	35	14	3	7	6,4	11
28	65	50	35	14				
32	70	56	40	15				
38	82	65	45	20		9	8,4	15
42	90	70	55	22				
48	95	75	60	22		11	10,5	18
54	99	80	65	24				



Matière : - acier nituré , bronze

7.9. Cannelures rectilignes à flancs en développante

NFE 22-141



Domaines d'application

- Utilisées dans toutes les branches de la mécanique (automobile, aviation, machines outils....)
- Présentent des qualités d'auto-centrage et assurent un entraînement silencieux aux grandes vitesses.

Principes fondamentaux

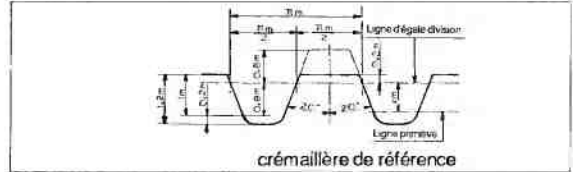
- Diamètres extérieur nominal des arbres identiques aux alésages des roulements à billes.
- Système de tolérances unique pour le moyeu quelque soit le mode d'assemblage envisagé.

Crémaillère de référence

- Crémaillère à fond droit, angle de référence : 20°
- Hauteur de dent : 1.2 module.

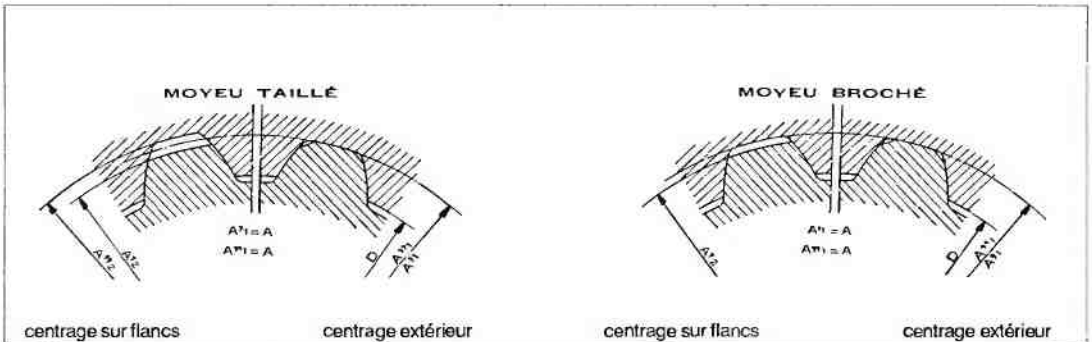
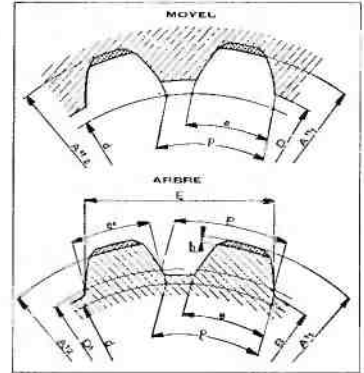
Modules

- Série primaire recommandée : 0,50 - 1,00 - 1,25 - 1,667 - 2,50 - 5,00 - 10,00 -
- Série secondaire : 0,75 - 3,75 - 7,50 -



Caractéristiques dimensionnelles

Symb.	Désignation	Valeur	Symb.	Désignation	Valeur
m	module	voir tableau	e	épais. curviligne de base	$e = e' \cos \alpha + 0,0149 d$
N	nb de dents	Voir tableau	e'	épais. curviligne au prim. taillage	$e' = p m + 2 X mtg$
A	Ø nom. alésage de roul. à billes	Voir tableau	h	haut. chanfreins	$h = \frac{A'^2 - A^2}{2}$
A'1	Ø extérieur	$A'1 = A$	K	Nb de dents pour la mesure de E	$P = \pi \cdot m$
A'2	Ø arbre	$A'2 = a - 0,2 \cdot m$	p	p pas au Ø curvi. ligne de base	$p = \pi \cdot m \cos \alpha$
A*1	Ø extérieur	$A^*1 = A$	P	pas au Ø prim.	$\alpha = 20^\circ$
A*2	Ø moyeux	$A^*2 = A + 0,3 m$	alpha	angle de pression	$X = \frac{A - m(N + 0,4)}{2m}$
B	Ø inté. de l'arbre	$B = A - 2,4 m$	X	pression de l'outil à tailler	
D	Ø inté. moyeux	$D = a - 2 m$			
D'	Ø prim. taillage	$D' = N \cdot m$			
d	Ø de base	$d = D' \cos \alpha$			
E	écartement K dents				



m = 0,50			m = 1,00			m = 1,25			m = 1,667			m = 2,50			m = 5,00			m = 10,00		
A' 2 = A - 0,10			A' 2 = A - 0,20			A' 2 = A - 0,25			A' 2 = A - 0,33			A' 2 = A - 0,50			A' 2 = A - 1,00			A' 2 = A - 2		
A* 2 = A + 0,15			A* 2 = A + 0,30			A* 2 = A + 0,37			A* 2 = A + 0,50			A* 2 = A + 0,75			A* 2 = A + 1,50			A* 2 = A + 3		
A	N	D	A	N	D	A	N	D	A	N	D	A	N	D	A	N	D	A	N	D
4	6	3	8	6	6	10	6	7,5	15	7	11,7	20	6	15	40	6	30	140	12	120
5	8	4	9	7	7	12	8	9,5	17	8	13,7	25	8	20	45	7	35	150	13	130
6	10	5	10	8	8	15	10	12,5	20	10	16,7	30	10	25	50	8	40	160	14	140
7	12	6	12	10	10	17	12	14,5	25	13	21,7	35	12	30	55	9	45	170	15	150
8	14	7	15	13	13	20	14	17,5	30	16	26,7	40	14	35	60	10	50	180	16	160
9	16	8	17	15	15	25	18	22,5	35	19	31,7	45	16	40	65	11	55	190	17	170
10	18	9	20	18	18	30	22	27,5	40	22	36,7	50	18	45	70	12	60	200	18	180
12	22	11	25	23	23	35	26	32,5	45	25	41,7	55	20	50	75	13	65	220	20	200
15	28	14	30	28	28	40	30	37,5	50	28	46,7	60	22	55	80	14	70	240	22	220
			35	33	33	45	34	42,5	55	31	51,7	65	24	60	85	15	75	260	24	240

8. Éléments d'arrêt en translation



Banque de
DONNEES

8.1. Circlips	150
8.1.1. Circlips intérieurs	
8.1.2. Circlips extérieurs	
8.1.3. Circlips intérieurs inversés	
8.1.4. Circlips extérieurs inversés	
8.2. Anneaux de serrage	151
8.2.1. Anneaux extérieurs bombés	
8.2.2. Anneaux extérieurs renforcés	
8.2.3. Anneaux d'arrêt d'axe extérieurs	
8.2.4. Anneaux de serrage extérieurs série normale	152
8.2.5. Anneaux de serrage extérieurs série renforcée	
8.2.6. Anneaux d'arrêt d'axe intérieur série normale	
8.2.7. Anneaux d'arrêt d'axe intérieur série renforcée	

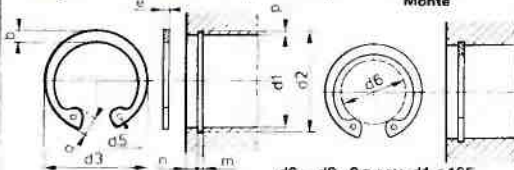
8.1. Circlips

NOMEL



8.1.1. Circlips intérieurs NF E 22-165

Désignation : Anneau élastique 30 x 1,2. NF E 22-165

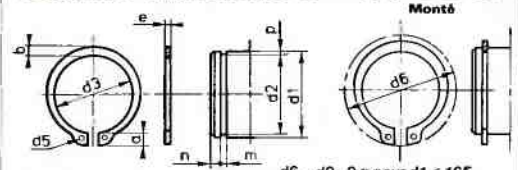


Acier : XC NF A 35-553

$d6 = d2 - 2$ a pour $d1 \leq 165$
Dureté : 44 à 52 HRC

8.1.2. Circlips extérieurs P

Désignation : Anneau élastique 30 x 1,5. NF E 22-163



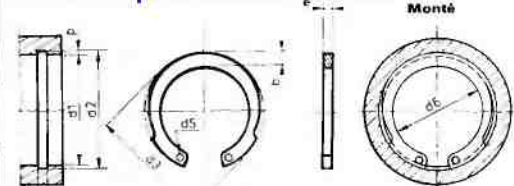
Acier : XC NF A 35-553

$d6 = d2 - 2$ a pour $d1 \leq 165$
Dureté : 44 à 52 HRC

Alésage	Anneau					Gorge				
	d1	d3	e	a	b	d5	d2	m	p	
8	8,7		0,8	2,4	1,1	1	8,4	+0,09	0,9	0,2
9	9,8			2,5	1,3		9,4	0		
10	10,8		1	3,2	1,4		10,4			
11	11,8	+0,36		3,3	1,5		11,4		1,1	
12	13,0	-0,18		3,4	1,7	1,5	12,5			0,25
13	14,1			3,6	1,8		13,6	+0,11		0,3
14	15,1			3,7	1,9	1,7	14,6	0		
15	16,2				2		15,7			0,35
16	17,3			3,8			16,8			0,4
17	18,3			3,9	2,1		17,8			
18	19,5			4,1	2,2	2	19			0,5
19	20,5						20			
20	21,5	+0,42		4,2	2,3		21			
21	22,5	-0,21			2,4		22	+0,21		
22	23,5				2,5		23	0		
24	25,9		1,2	4,4	2,6		25,2			0,6
25	26,9			4,5	2,7		26,2			
26	27,9			4,7	2,8		27,2		1,3	
28	30,1	+0,50		4,8	2,9		29,4			0,7

Arbre	Anneau					Gorge				
	d1	d3	e	a	b	d5	d2	m	p	
3	2,7	+0,06	0,4	1,9	0,8	1	2,8	0	0,5	0,1
4	3,7	-0,12		2,2	0,9		3,8	-0,06		
5	4,7	+0,075	0,6	2,5	1,1		4,8		0,7	
6	5,6	-0,15	0,7	2,7	1,3	1,2	5,7	0	0,8	0,15
7	6,5		0,8	3,1	1,4		6,7	0,075	0,9	0,15
8	7,4	+0,09		3,2	1,5		7,6			0,2
9	8,4	-0,18	1	3,3	1,7	1,3	8,6	0	1,1	
10	9,3				1,8	1,5	9,6	0,09		
11	10,2						10,5			0,25
12	11,0					1,7	11,5			
13	12,1			3,4	2,0		12,4			0,3
14	13,0	+0,18		3,5	2,1		13,4	0		
15	13,8	-0,36		3,6	2,2		14,3	-0,11		0,35
16	14,7			3,7			15,2			0,4
17	15,7			3,8	2,3		16,2			
18	16,5		1,2	3,9	2,4		17,8		1,3	0,5
19	17,5				2,5	2	18,0			
20	18,5	+0,21		4,0	2,6		19,0	0		
21	19,5	-0,42		4,1	2,7		20,0	-0,21		

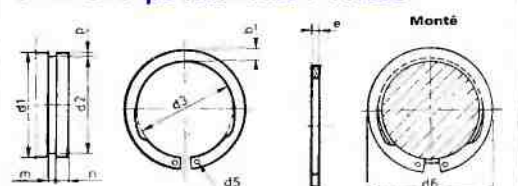
8.1.3. Circlips intérieurs inversés



Acier : XC NF A 35-553

Dureté : 44 à 52 HRC

8.1.4. Circlips extérieurs inversés



Acier : XC NF A 35-553

Dureté : 44 à 52 HRC

Alésage	Anneau				Gorge			
	d1	d3	e	b	d5	d2	m	p
19	20,5		1	2,2	1,3	20	1,1	0,5
20	21,55	+0,42		2,3	1,5	21		
21	23,55	-0,21		2,5		23		
22	24,7		1,2	2,6		24	+0,21	
23	25,85					25,2	0	0,6
24	26,85			2,8		26,2		
25	27,9			3		27,2		
26	30,02	+0,50		3,1		29,4		0,65
30	32,35	-0,25			1,8	31,4		0,75
32	34,45			3,2		33,7		0,8
35	37,75		1,5	3,4		37	+0,25	0,9
36	38,8			3,6		38	0	1
38	40,8			3,8	2	40		
40	43,55	+0,78	1,75	4		42,5		1,85
42	45,5	-0,39		4,2		44,5		
45	48,5			4,4		47,5		

Arbre	Anneau				Gorge			
	d1	d3	e	b	d5	d2	m	p
12	11,2		1	2	1,1	11,5	1,1	0,25
13	11,9			2,1		12,4		0,3
14	13,05			2,2	1,2	13,4		
15	13,95			2,35		14,3	0	0,35
16	14,88	+0,18		2,4		15,3	-0,11	
17	15,78	-0,36		2,6		16,2		0,4
18	16,5		1,2			17		1,3
19	17,51			2,85		18		0,5
20	18,45			3	1,5	19		
22	20,45			3,25	1,6	21	0	
24	22,35	+0,21		3,45		23	-0,21	
25	23,15	-0,42		3,6		23,9		0,55
26	24,2					24,9		
28	25,9		1,50	3,8		26,6		1,6
30	27,65			3,9	2	28,5		0,7
32	29,6			4		30,3		0,75
								0,85

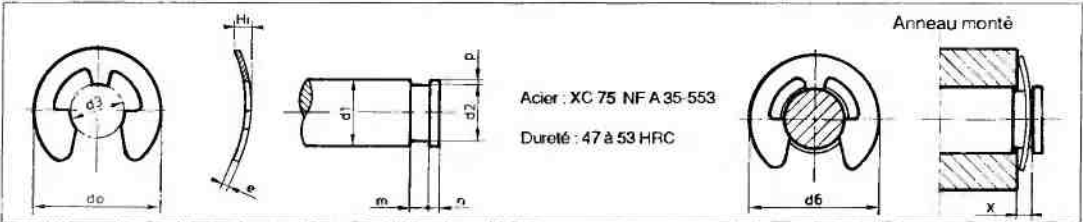
8.2. Anneaux de serrage

NOMEL

Données

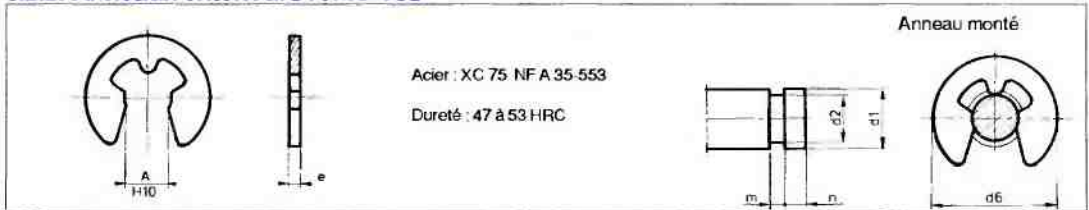


8.2.1. Anneaux extérieurs bombés



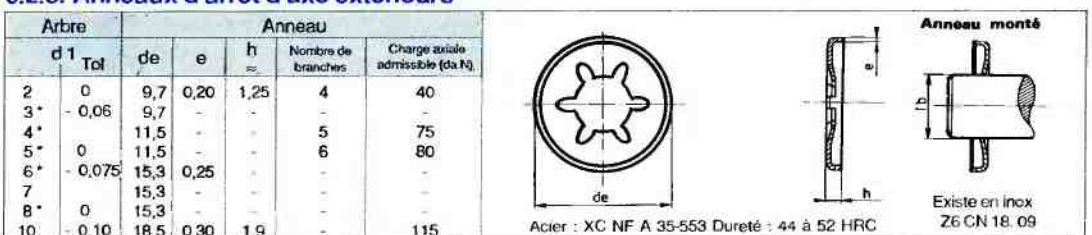
Arbre d1	Anneau					Gorge				n mini	X Hauteur maximale d'utilisation	Hi libre min
	d0	d3	e	Tol	d6	d2 Tol	m mini	p				
3	6,0	2,23	0,4		6,10	2,3	+ 0,005	0,7	0,35	1	0,65	0,75
4	7,3	3,00	0,6	0	7,40	3,1	0	1,05	0,45	-	1,00	1,10
5	8,6	3,70	-	- 0,03	8,70	3,8		-	0,6	1,2	-	-
6	9,8	4,70	-		9,90	4,8		-	-	-	-	1,22
7	11,2	5,25	-		11,40	5,4		-	0,8	-	-	-
8	12,5	6,25	-	0	12,70	6,4		-	-	1,5	-	-
10	15,0	7,85	0,8	- 0,05	15,20	8	+ 0,007	1,4	11,2	2	1,35	1,57
12	17,7	9,45	-		17,90	9,6	0	-	1,38	-	-	-
14	20,4	11,10	1		20,60	11,24		1,7	1,48	2,5	1,65	1,95
16	23,0	12,90	-	0	23,20	13,04		-	1,58	3	-	-
18	25,6	14,65	-	- 0,06	25,85	14,84		-	1,65	-	-	-
20	28,2	16,48	1,2		28,45	16,7		2,1	1,8	-	2,05	2,35
25	34,8	21,12	-		35,20	21,4	+ 0,12	-	1,9	4	-	-
30	41,2	25,85	-		41,60	26,2	0	-	-	4,5	2,55	2,85

8.2.2. Anneaux extérieurs renforcés



Arbre d1	pour arbre		Anneau				Gorge			n mini	Charge axiale admissible par l'anneau (da N)	Charge axiale admissible par la gorge (da N)
	de	à	d6	A H 10	e	Tol	d2 Tol	m mini				
2	2	2,5	4	1,28	0,4		1,5	0	0,44	0,8	7	20
2,5	2,5	3	4,5	1,61	0,5		1,9	- 0,03	0,54	1	10	32
3	3	4	6	1,94	0,6	± 0,02	2,3		0,64	-	14	47
4	4	5	7	2,70	0,6		3,2		0,64	-	20	62
5	5	7	9	3,34	0,7		4,0	0	0,74	1,2	30	91
6	6	8	11	4,11	0,7		5,0	- 0,05	0,74	-	40	109
7	7	9	12	5,26	0,7		6,0		0,74	-	50	128
8	8	11	14	5,84	0,9		7,0		0,94	1,5	60	188
10	10	14	18,5	7,63	1,1	± 0,03	9,0		1,15	2	80	267
16	16	24	29	12,61	1,5		15,0	0	1,55	3	130	628
20	20	31	37	15,92	1,75		19,0	- 0,10	1,8	3,5	150	916

8.2.3. Anneaux d'arrêt d'axe extérieurs





8.2.4. Anneaux de serrage extérieurs série normale

Arbre	Anneau			Montage avec gorge			Charge axiale admissible sans gorge (da N)
	d 1 Tol	de	e	Nombre de branches	d 2 Tol	m min	
3	± 0,03	7,4	0,25	4	2,92	0	10
4		8,6	-	-	3,90		
5		9,6	-	5	4,90		
6		10,5	0,4	-	5,90	-0,85	18
8		13,2	-	-	7,90		
10		15,4	-	-	9,87	0,85	18
12	17,6	-	6	11,87	0	18	
14	19,8	-	6	13,85	-0,7	22	
16	± 0,05	22,2	-	7	15,85	-	35
18		24,4	-	8	17,83	-	40
20		26,6	-	8	19,83	-	45

Sans gorge

Avec gorge

Acier : XC 75 NF A 35-553
Dureté : 47 à 52 HRC

8.2.5. Anneaux de serrage extérieurs série renforcée

Arbre	Anneau			Montage avec gorge			Charge axiale admissible sans gorge (da N)
	d 1 Tol	de	e	Nombre de branches	d 2 Tol	m min	
3	± 0,03	9,1	0,25	4	2,76	0	20
4		10,1	-	5	3,76		
5		11,5	-	6	4,76		
6		12,0	0,4	6	5,86	-0,85	35
8		14,8	-	8	7,82		
10		17,2	-	-	9,80	0,8	35
12	18,0	-	10	11,80	-0,7	-	
14	20,5	-	7	13,75	-	45	
16	± 0,05	24,5	-	7	15,70	-	70
18		27,0	-	8	17,70	-	70
20		29,0	0,5	8	19,70	-	90

Sans gorge

Avec gorge

Acier : XC 75 NF A 35-553
Dureté : 47 à 52 HRC

8.2.6. Anneaux d'arrêt d'axe intérieurs série normale

Arbre	Anneau			Montage avec gorge			Charge axiale admissible sans gorge (da N)
	d 1 Tol	di	e	Nombre de branches	d 2 Tol	m min	
8	± 0,03	3,0	0,25	5	8,10	0	25
10		4,8	-	6	10,13		
12		6,6	-	-	12,13		
14		8,5	-	-	14,15	-0,85	30
16		10,2	-	-	16,15		
18		12,0	-	8	18,17	0	35
20	± 0,05	13,0	0,4	-	20,17	-0,7	40
22		15,4	0,5	-	22,20	-	-
25		18,0	-	10	25,20	-	-
30		22,5	-	-	30,23	-	-

Sans gorge

Avec gorge

Acier : XC 75 NF A 35-553
Dureté : 47 à 52 HRC

8.2.7. Anneaux d'arrêt intérieurs série renforcée

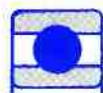
Arbre	Anneau			Montage avec gorge			Charge axiale admissible sans gorge (da N)
	d 1 Tol	de	e	Nombre de branches	d 2 Tol	m min	
8	± 0,03	4	0,25	5	8,10	0	45
10		5	-	6	10,1		
12		6	-	6	12,15		
16		9,4	0,3	6	16,20	-0,85	60
17		9,6	0,25	8	17,20		
18		10,5	0,4	8	18,20	0,8	70
20	± 0,05	11	-	8	20,20	0	80
22		13	0,5	10	22,20	-0,7	-
25		16	-	-	25,20	-	-
30		21	-	-	30,20	-	-

Sans gorge

Avec gorge


Acier : XC 75 NF A 35-553
Dureté : 47 à 52 HRC

9. Guidage en rotation



L=?

Roulements - Paliers - Butées

 Guide de CHOIX

 Fiche de CALCULS

 Banque de DONNEES

Démarche générale

9.1. Démarche de détermination d'un roulement	155
9.2. Choix du type de roulement : aptitudes	156
9.3. Règles générales de montage	157
9.4. Choix des fixations radiales et axiales	158
9.5. Choix du montage. Roulements à contact oblique - Forces axiales induites	159

Calculs

9.6. Bases de calculs - définitions	160
9.6.1. Durée de vie	
9.6.2. Charges, généralités	
9.6.3. Charges de base	
9.6.4. Charge radiale équivalente	
9.6.5. Durée de vie corrigée	
9.7. Fiabilité et probabilité de défaillance	163
9.7.1. Définition	
9.7.2. Calcul	
9.8. Diagramme de calcul de durée de vie	164
9.9. Calcul. Roulements rigides à une rangée de billes : cas type 1.	165
9.10. Calcul des roulements rigides à une rangée de billes : cas type 2.	166
9.11. Calcul des roulements à contact oblique non préchargés : cas type 1.)	167
9.12. Jeu de montage des roulements à contact oblique - montages préchargés	168
9.12.1. Montage de roulements à contact oblique avec jeu calibré	
9.12.2. Montages préchargés	

Choix technologiques

9.13. Choix du procédé de fixation axiale	169
9.14. Choix des ajustements : roulements	
9.15. Ajustements arbre / logement / roulement	170
9.15.1. Illustration dans le cas d'un roulement à billes	171
9.15.2. Tolérances des roulements	
9.15.3. Ajustements arbre/roulement	172
9.15.4. Ajustements \log^1 / roulement	173
9.16. Choix du jeu radial des roulements	174
9.17. Valeur du jeu nominal des roulements	175
9.18. Choix de la protection ou de l'étanchéité	176
9.19. Types de cage de roulement	177
9.20. Roulement à billes à contact radial: variantes	178
9.21. Choix d'une lubrification	179
9.22. Choix d'une huile	180
9.23. Choix d'une graisse	181
9.24. Entretien des roulements - lubrification	182

Roulements

9.25. Roulements à billes à contact radial à une rangée de billes	183
9.26. Roulements à billes à contact radial à deux rangées de billes	186
9.27. Roulements à rotule à deux rangées de billes	187
9.28. Roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux	189
9.29. Roulements à rouleaux cylindriques	191
9.30. Roulements à rouleaux coniques	193
9.31. Roulements à une rangée de billes à contacts obliques	195
9.32. Roulements à deux rangées de billes à contacts obliques	197

Paliers - Flasques

9.33. Palier en deux parties	198
9.34. Palier auto-aligneur à semelle	199
9.35. Palier auto-aligneur à applique 2 trous et 4 trous	200
9.36. Palier auto-aligneur tendeur	201
9.37. Flasques et roulement auto-aligneur	202

Roulements à aiguilles - douilles - galets

9.38. Roulements à aiguilles à cages avec ou sans bague intérieure	203
9.39. Cages à aiguilles. Une ou deux rangées d'aiguilles	204
9.40. Segments d'arrêt	205
9.41. Douilles à aiguilles	206
9.42. Roulements inversés à aiguilles jointives	208
9.43. Bagues d'étanchéité	209
9.44. Galets de cames	210

Butées - Roulements combinés

9.45. Butées à billes à simple effet	212
9.46. Butées à billes à double effet	213
9.47. Butées à rouleaux sphériques	214
9.48. Butées à aiguilles	215
9.49. Butées à rouleaux (séries légères)	216
9.50. Montages-types (butées à aiguilles et à rouleaux)	217
9.51. Butées à aiguilles ou à rouleaux avec contre-plaque incorporée	218
9.52. Roulements combinés	219
9.53. Montages-types (roulements combinés)	223
9.54. Désignation normalisée des roulements	224



Principaux coefficients et paramètres employés pour le choix et le calcul des roulements.

Symboles	Définitions	Formules	Unités	Renvois
	Liées au roulement			
B	Largeur du roulement		(mm)	9.25..9.52
d	Diamètre intérieur (sur B.I : bague intérieure)		(mm)	9.25...
D	Diamètre extérieur (sur B.E : bague extérieure)		(mm)	9.25...
Dm	Diamètre moyen : $(D+d) / 2$	$Dm = (D + d) / 2$	(mm)	9.2
C	Charge dynamique de base		(N)	9.6.3
Co	Charge statique de base		(N)	9.6.3
e	Coefficient de délimitation d'équidurée		-	
p	Coefficient lié aux éléments roulants (billes p=3; rouleaux p=10/3)		-	9.6.1
V	Volume de graisse (à incorporer au roulement)	$V = 0,005 D \cdot B$	(cm ³)	9.24
X	Facteur de charge radiale		-	9.6.4
Y	Facteur de charge axiale		-	9.6.4
Xo	Facteur statique de charge radiale		-	9.6.4
Yo	Facteur statique de charge axiale		-	9.6.4
	Liées aux charges			
F	Charge exercée sur le roulement		(N)	9.6.2
Fa	Charge axiale exercée sur le roulement		(N)	9.6.2
Fr	Charge radiale exercée sur le roulement		(N)	9.6.2
P	Charge radiale équivalente	$P = X Fr + Y Fa$	(N)	9.6.4
Pe	Charge pondérée équivalente		(N)	9.6.4
Po	Charge radiale statique équivalente	$P_o = X_o Fr + Y_o Fa$	(N)	9.6.4
	Liées au fonctionnement et aux calculs			
a ₁	Coefficient relatif à la fiabilité		-	9.6.1 9.6.5
a ₂	Coefficient relatif à la matière et à la conception interne du roulement		-	9.6.1 9.6.5
a ₃	Coefficient relatif aux conditions de fonctionnement		-	9.6.1 9.6.5
a ₂₃	Coefficient représentatif de a ₂ et a ₃		-	9.6.5
D	Probabilité de défaillance		%	9.7
F	Fiabilité		%	9.7
L	Durée de vie du roulement		(10 ⁶ tr)	9.6.1
L ₁₀	Durée de vie nominale (fiabilité 90%)	$L_{10} = (C/P)^p$	(10 ⁶ tr)	9.6.1
L _{10h}	Durée de vie nominale (fiabilité 90%) en heures	$L_{10h} = L_{10} (10^6/60N)$	(h)	9.6.1
L _{na}	Durée de vie nominale corrigée	$L_{na} = a_1 a_2 a_3 L_{10}$	(10 ⁶ tr)	9.6.1 9.6.5
N	Fréquence de rotation		tr/min	
v	Viscosité corrigée		mm ² /s	9.6.5
v ₁	Viscosité minimale à θ °C de fonctionnement		mm ² /s	9.6.5
K	Rapport de viscosité.	$K = v / v_1$	-	9.6.5

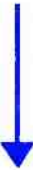
9.1. Démarche de détermination d'un roulement



Dans le cas général, la détermination d'un roulement s'effectue de la manière suivante :

- choix du type de roulement ou de plusieurs types "possibles" (9.2)
- choix du type de montage ou de plusieurs types "possibles" (9.3, 9.4, 9.5)
- calcul mécanique des charges radiales et axiales qui s'exercent sur les roulements dans le (les) cas choisi
- calcul en vue de son dimensionnement ou vérification d'un roulement imposé par ses dimensions (9.6...9.12).
- choix de la série et du suffixe (cage, étanchéité ...) : catalogue, banque de données ... (9.13, ..., 9.24)

DONNEES



BESOIN

Le cahier des charges du mécanisme étudié

- le nombre de mécanismes prévu (série)
- le torseur des forces extérieures exercées sur le mécanisme
- la fréquence de rotation N (tr/min)
- les caractéristiques de la rotation : précision, rigidité, accélération angulaire, balourd, vibrations ...
- les caractéristiques du montage : coaxialité des portées, montage-démontage, dans certains cas, le matériau du logement et/ou de l'arbre ...
- l'environnement intérieur : température, fluides ...
- l'environnement extérieur : fluides, poussières, pollution ...
- les dimensions du roulement (encombrement limites) (OU) sa durée de vie L^*

Le roulement

- le type de roulement, sa cage, son étanchéité, ...
- les caractéristiques du roulement (C, Co...), (9.6.3)
- la durée de vie L^* du roulement (9.6.1)
- les dimensions du roulement (série, N°) *
- les conditions de montage (ajustements, arrêts axiaux...)

* voir cas type ci-dessous

ELEMENTS
DU CHOIX
(à prendre en
compte)

Pour le choix du type de roulement et du type de montage (tableau 9.2, ..., 9.5) :

- direction de la charge (9.6.2)
- ordre de grandeur de l'intensité de la charge
- précision demandée pour la liaison
- caractéristiques de rotation (précision, vitesse maxi)
- caractéristiques du montage (coaxialité des portées)
- environnement intérieur (lubrification) et extérieur

Pour le calcul du roulement (exemples 9.9, 9.10, 9.11) :

- intensité des charges F_r et F_a
- mode d'application de la charge
- le type de roulement
- les caractéristiques du roulement ou une évaluation (e, \dot{X}, Y, C, Co), (9.6.4)

CAS TYPE
(principaux)



Cas type 1 : Dimensions limites du roulement imposées (exemple 9.9 et 9.11)

C'est en général la R.D.M. ou seulement un problème d'encombrement qui ont déterminé les dimensions limites.









- 1) choix du type de roulement et du type de montage (ou de plusieurs types "possibles")
- 2) calcul des charges radiale F_r et axiale F_a
- 3) sélection d'un ou de plusieurs roulements
- 4) calcul de leur durée de vie L (millions de tours ou heures)
- 5) choix définitif (série, suffixe ...)

Cas type 2 : Durée de vie L du roulement imposée (exemple 9.10)

- 1) choix du type de roulement et du type de montage (ou de plusieurs types "possibles")
- 2) calcul des charges radiale F_r et axiale F_a
- 3) calcul de C par évaluation de P
- 4) sélection de roulements "possibles"
- 5) vérification de L pour les roulements sélectionnés
- 6) optimisation, choix définitif (série, suffixe ...)

9.2. Choix du type de roulement : aptitudes



Aptitudes → Type de roulement ↓	Aptitude à la charge radiale Aptitude à la charge axiale Aptitude à la rotation Aptitude à accepter le défaut d'alignement Défaut angulaire maxi Prix relatif							Remarques, utilisations
	↓	↓	↓	N.Dm (2)	↓	↓	↓	
Roulement à billes à contact radial 	=	=	++	$500 \cdot 10^3$	=	10'	1	C'est le roulement universel, il existe dans de nombreuses variantes (étanchéité, cages, ...). Il est d'un excellent rapport performances/prix. Il exige toutefois un alignement correct des portées.
Roulement à billes à contact radial à deux rangées de billes 	+	=	-	$330 \cdot 10^3$	0	0	2,5	Il possède une bonne rigidité qui exige un alignement rigoureux des portées. Il est livré graissé.
Roulement à billes à contact oblique 	+	++	+	$380 \cdot 10^3$	=	10'	2	Il supporte des charges radiales et axiales assez importantes. Il se monte par deux en opposition ou en tandem. Il exige un bon alignement des portées. Il exige un réglage du jeu axial.
Roulement à billes à contact oblique à deux rangées de billes 	+	+	-	$320 \cdot 10^3$	0	0	3	Il s'oppose bien aux efforts de déversement. Sa rigidité exige un alignement rigoureux des portées. Seul, il peut être utilisé parfois comme palier remplissant ainsi le rôle de deux roulements.
Roulement à rotule sur billes 	=	-	+	$400 \cdot 10^3$	+++	3°	2	Il permet de compenser des défauts d'alignement importants. Avec un manchon de serrage, il peut se monter sur un arbre brut de laminage.
Roulement à rouleaux cylindriques 	++	0 (1)	+	$400 \cdot 10^3$	-	5'	2,5	Il supporte des charges radiales très élevées mais aucune charge axiale sauf pour les types NJ et NUP (faibles charges). Il exige un bon alignement des portées. Les bagues sont séparables, facilitant ainsi le montage.
Roulement à rouleaux coniques 	+++	++	-	$250 \cdot 10^3$	-	5'	1,5	Il supporte des charges radiales et axiales importantes. Il se monte par deux en opposition. Il exige un bon alignement des portées. Ses bagues sont séparables et facilitent le montage. Il exige un réglage du jeu axial.
Roulement à rouleaux sphériques 	+++	=	-	$250 \cdot 10^3$	++	1°5	5	Il supporte des charges radiales très élevées. Le chemin sphérique permet de compenser des défauts d'alignement importants. Avec un manchon de serrage, il peut se monter sur un arbre brut de laminage.

(1) Sauf pour les types NJ et NUP qui admettent une faible charge axiale

(2) N.Dm pour des roulements ouverts ou protégés, lubrifiés à la graisse, avec N la fréquence de rotation en tr/min et Dm le ø moyen en mm : $Dm = (D + d) / 2$

Legende: +++ excellente: ++ très bonne: + bonne: = moyenne: - faible: 0 nulle

9.3. Règles générales de montage.



Ces règles ou conseils sont à respecter en priorité dans le cas général. Des conditions d'emploi de roulements très particulières peuvent parfaitement les faire remplacer par d'autres ou par l'expérience du professionnel.

Conseil 1 La bague qui tourne par rapport à la direction de la charge doit être montée avec un ajustement serré (voir 9.4).

Conseil 2 La bague fixe par rapport à la direction de la charge doit être montée avec un ajustement libre permettant un déplacement axial (voir 9.4).

Conseil 3 Lorsque la direction de la charge est indéterminée ou oscillante, les deux bagues peuvent être montées serrées (9.4).

Conseil 4 Une bague montée serrée doit être arrêtée de préférence sur un épaulement (montage à la presse).

Conseil 5 S'il y a risque de dilatation en fonctionnement, un seul roulement assure le positionnement axial dans les deux sens.

Conseil 6 Toutes les bagues ne sont pas immobilisées axialement. Les arrêts axiaux doivent être tous justifiés :

- la première fonction de l'arrêt axial est de participer au guidage axial de la liaison globale (en général, liaison pivot, constituée par deux roulements). L'arrêt axial doit transmettre efficacement l'effort axial.

Si il y a risque de flambage de l'arbre, c'est le roulement le plus proche du point d'application de la charge qui encaisse la charge axiale. Dans les autres cas, pour un équilibre des durée de vie, c'est le roulement le moins chargé radialement qui doit encaisser la charge axiale.

- la deuxième fonction de l'arrêt axial est d'immobiliser axialement une bague de roulement ou un roulement complet.

Il est important de tenir compte des ajustements lors du choix des arrêts axiaux.

Conseil 7 Lors du choix des ajustements, il faut tenir compte du matériau du logement, de celui de l'arbre et du jeu interne du roulement.

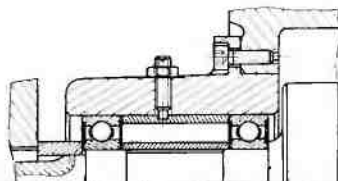
Quelques cas particuliers

Où les conseils ci-dessus ne s'appliquent pas de manière rigoureuse :

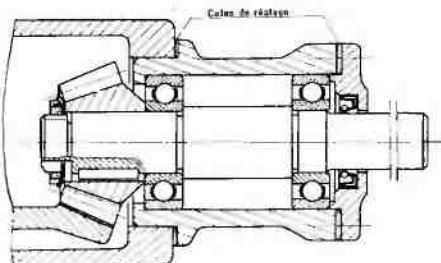
- fonctionnement à faible fréquence de rotation ou montages statiques
- fonctionnement sous charges très faibles
- fonctionnement sous charge fixe en intensité et direction quelle que soit l'utilisation
- fonctionnement à très haute vitesse (supérieures aux limites des tableaux)
- fonctionnement en atmosphère particulière (température, pression ...)
- cas où la précision de rotation est importante ...

Remarque : ces conseils et exemples permettent une première approche de l'étude des montages. Ils ne peuvent remplacer les manuels d'applications (avec cahier des charges) proposés par les constructeurs.

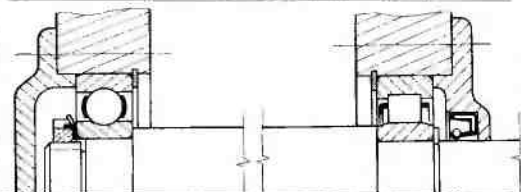
Exemples de montages courants



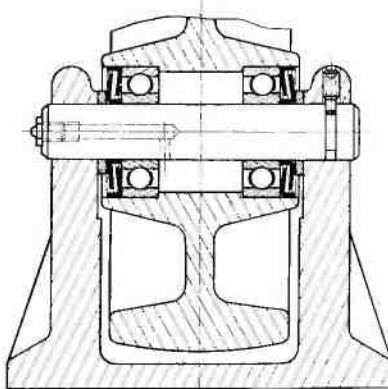
arbre : tolérance m5 alésage : tolérance H7
Palier de compresseur (doc. IDEI)



arbre : tolérance k6 alésage : tolérance J7
Arbre de renvoi d'angle (doc. SKF)



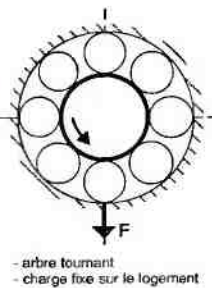
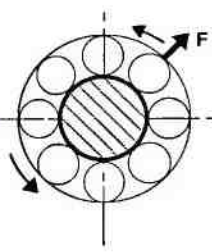
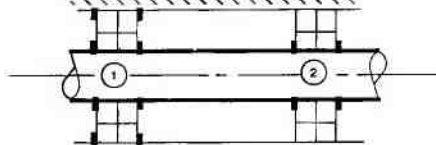
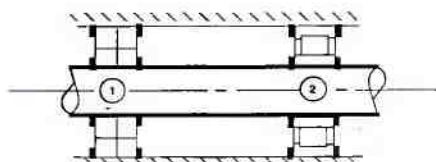
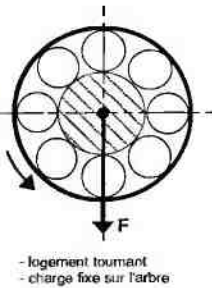
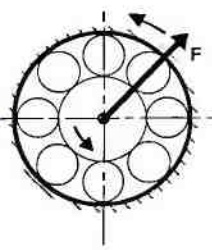
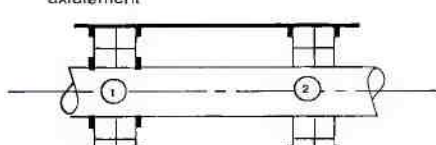
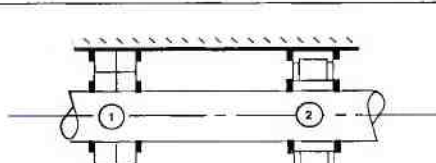
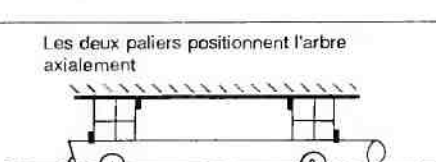
arbre : tolérance m5 alésage : tolérance H7
Arbre de machine textile (doc. SKF)



arbre : tolérance h8 alésage : tolérance M8
Roue à chape (doc. SKF)

9.4. Choix des fixations radiales et axiales.



Direction charge/rotation	Montage des bagues	Arrêts axiaux - Serrage des bagues cas type	Exemples de roulements
<p>Bague intérieure tournante / charge</p>  <p>- arbre tournant - charge fixe sur le logement</p> <p>OU</p>  <p>- logement tournant - charge tournante avec le logement</p>	<p>bagues intérieures montées serrées</p>	<p>Un palier positionne l'arbre axialement</p>  	<p>Paliers 1 et 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - billes à contact radial - à deux rangées de billes - à rotule sur billes ou sur rouleaux. <p>Le palier 1 supporte Fa</p> <p>Palier 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - billes à contact radial - à deux rangées de billes - à rotule sur billes ou sur rouleaux. <p>Palier 2</p> <p>rouleaux cylindriques NU ou N</p> <p>Le palier 1 supporte Fa</p>
<p>Bague extérieure tournante / charge</p>  <p>- logement tournant - charge fixe sur l'arbre</p> <p>OU</p>  <p>- arbre tournant - charge tournante avec l'arbre</p>		<p>bagues extérieures montées serrées</p>	<p>Un palier positionne l'arbre axialement</p>   <p>Les deux paliers positionnent l'arbre axialement</p> 

— bagues serrées — bagues libres | arrêts axiaux

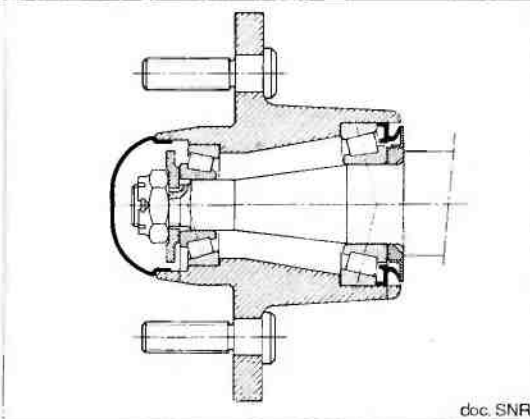
9.5. Choix du montage - Roulements à contact oblique à une rangée de corps roulants - Forces axiales induites.



Les roulements à contact oblique, à rouleaux coniques ou à billes, se montent généralement par paires et en opposition. Deux types de montages sont proposés :

Le montage en "O"

Exemple de moyeu de roue non motrice



doc. SNR

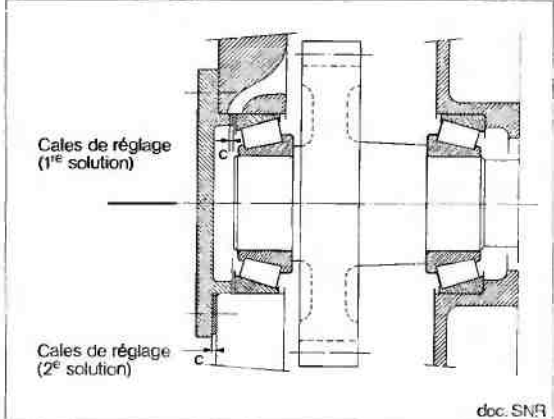
Dans ce type de montage, les bagues extérieures sont montées dans le logement contre un épaulement. Le réglage du jeu ou de la précharge est réalisé par l'intermédiaire des bagues intérieures.

Intérêts et utilisation du montage en "O"

- Il permet d'éloigner le point d'application des charges à l'extérieur des roulements et par conséquent, il permet de réaliser des montages rigides et compacts.
- Il est utilisé en priorité lorsque le logement est tournant par rapport à la direction de la charge. Dans ce cas les bagues extérieures sont montées serrées, les bagues intérieures sont montées glissantes (9.4 et 9.14). S'il est utilisé dans le cas de l'arbre tournant par rapport à la direction de la charge, une des deux bagues intérieures est glissante, l'autre est serrée.
- Le réglage sur l'arbre par l'intermédiaire d'un écrou est très aisé.
- Pour la dilatation, il est moins sensible aux variations de températures que le montage en "X".

Le montage en "X"

Exemple d'arbre intermédiaire



doc. SNR

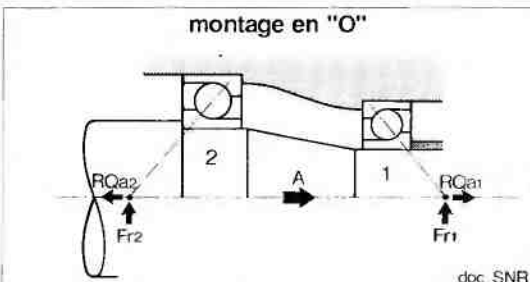
Dans ce type de montage, les bagues intérieures sont montées sur l'arbre contre un épaulement. Le réglage du jeu ou de la précharge est réalisé par l'intermédiaire des bagues extérieures.

Intérêts et utilisation du montage en "X"

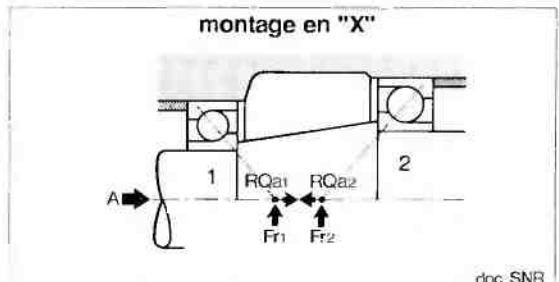
- Il est utilisé en priorité lorsque l'arbre est tournant par rapport à la direction de la charge. Dans ce cas, les bagues intérieures sont montées serrées sur l'arbre contre un épaulement, les bagues extérieures sont montées glissantes avec possibilité de réglage (voir 9.4 et 9.14).
- Il permet le montage facile d'un arbre totalement équipé avec cônes de roulements, dans le carter où il est mis en place.
- Le réglage axial se fait en général avec des cales de réglage. Dans certains cas, il est possible d'utiliser un écrou dans le carter (pont AR de véhicule) ou des rondelles élastiques (différentiel de voiture).

Forces axiales induites par les roulements dans le cas des roulements non préchargés.

Les charges radiales F_r appliquées sur chaque roulement induisent, par l'intermédiaire de la géométrie du roulement, des forces appelées charges induites (RQa_1 et RQa_2). Ces charges sont donc à prendre en compte lors du calcul des roulements à contact oblique (§ 9.11). Elles interviennent dans l'équilibre axial de l'arbre.



doc. SNR



doc. SNR

9.6. Bases de calcul - Définitions



9.6.1. Durée de vie

Durée de vie L

La durée de vie d'un roulement est définie par le nombre de tours qu'il peut effectuer sous une charge donnée avant qu'apparaisse le premier signe d'écaillage

Cette durée est liée aux phénomènes de fatigues et présente par conséquent un caractère statistique.

Durée de vie nominale L_{10}

C'est le nombre de millions de tours qu'atteignent ou dépassent 90% de l'ensemble des roulements d'un lot, essayés dans les mêmes conditions.

L_{10} : durée de vie (10^6 tr)

C : charge dynamique de base (N)

P : charge radiale équivalente (N)

p : coefficient (p = 3 pour les roulements à billes,

p = 10/3 pour les roulements à rouleaux et à aiguilles)

$$L_{10} = [C / P]^p$$

ou sous cette forme, en heures:

L_{10h} : durée de vie (h)

N : fréquence de rotation (tr/min)

$$L_{10h} = [C / P]^p \cdot (10^6 / 60 \cdot N)$$

9.6.2. Charges, généralités

Charge exercée sur le roulement

Une étude mécanique de statique ou de dynamique permet de déterminer la résultante des forces qui s'exercent sur le roulement.

Pour les roulements à contact oblique, cette résultante passe, par hypothèses, par le centre de poussée du roulement.

Il est souvent nécessaire de tenir également compte d'un coefficient de service lors de son calcul.

Charge effective sur un roulement : utilisation des coefficients de service

Cette résultante des forces qui s'exercent sur le roulement est calculée de façon théorique. Il est nécessaire de tenir également compte de la manière dont ces efforts sont transmis (fonctionnement interne, accouplements ...).

D'une manière simple, il est possible d'utiliser les coefficients ci-contre qui majorent la charge calculée en étude mécanique.

type de fonctionnement	coefficient
machines sans à-coups	1 à 1,2
machines à piston	1,2 à 1,3
machines sous chocs	1,5 à 3
engrenages précis	1,05 à 1,1
engrenages ordinaires	1,1 à 1,3
engrenages moulés	1,6 à 2,3
courroies trapézoïdales	2 à 2,5
courroies plates	2,5 à 3

Charge radiale F_r

C'est la composante radiale de la résultante des forces exercées sur le roulement.

Charge axiale F_a :

C'est la composante axiale de la résultante des forces exercées sur le roulement.

9.6.3. Charges de base

Charge dynamique de base C

C'est la charge fixe (direction et intensité), purement radiale qui permet à un roulement d'atteindre la durée de vie L_{10} de 1 Millions de tours.

Charge statique de base C_0

C_0 est défini comme la charge radiale (axiale pour les butées) qui crée au niveau du contact (corps roulant et chemin) le plus chargé une pression de Hertz de :

- 4 200 MPa pour les roulements et butées à billes (sauf rotule sur billes)
- 4 600 MPa pour les roulements à rotule sur billes
- 4 000 MPa pour les roulements et butées à rouleaux

Cas du palier constitué de deux roulements identiques, les charges de base deviennent:

$C_e = 1,625 C$ pour les roulements à billes

$C_e = 1,715 C$ pour les roulements à rouleaux

$C_{0e} = 2 C_0$ pour tous les roulements

C et C_0 étant les charges de base d'un roulement.



9.6.4.
Charge radiale équivalente

Charge radiale équivalente P (dynamique)

- Cas des charges fixes

C'est la charge radiale équivalente qui, exercée sur le roulement donnerait la même durée de vie que celle obtenue en exerçant F_r et F_a simultanément. Elle provient de l'étude approfondie des courbes d'équidurée.

Pratiquement, le calcul de la charge équivalente P est un calcul par défaut à l'aide de coefficients X et Y :

$$P = X F_r + Y F_a$$

Ces coefficients X, Y et e sont donnés dans les tableaux de caractéristiques des roulements (9.25 à 9.53).

Les charges F_r et F_a ne sont pas forcément constantes (voir calculs ci-après)

Utilisation des coefficients : cas général

- Roulements à une rangée de corps roulants:

$$P = F_r \quad \text{si } F_a / F_r \leq e$$

$$P = X_1 F_r + Y_1 F_a \quad \text{si } F_a / F_r > e$$

Roulements à deux rangées de corps roulants

$$P = X_1 F_r + Y_1 F_a \quad \text{si } F_a / F_r \leq e$$

$$P = X_2 F_r + Y_2 F_a \quad \text{si } F_a / F_r > e$$

Cas des roulements à une rangée de billes à contact radial :

L'angle de contact est théoriquement nul. En fait, il dépend du jeu du roulement, de sa rigidité et de l'intensité de la charge axiale. En pratique, il est nécessaire d'évaluer e, puis Y par l'intermédiaire de F_a / C_o (ex : 9.9 - 9.10).

Cas des roulements à contact oblique : voir au paragraphe 9.11

- cas de charges de direction fixe et d'intensité variable par paliers.

- Dans le cas où la charge reste constante pendant une période "i", il est nécessaire de passer par le calcul d'une charge pondérée équivalente qui aurait la même influence sur la durée de vie du roulement que la charge variable.

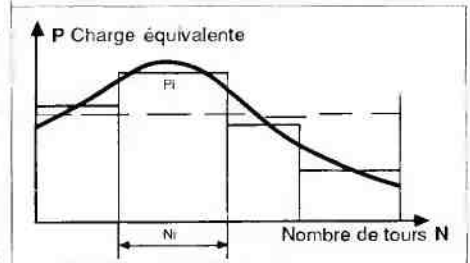
$$P_e = [\sum m_i \cdot P_i^p]^{1/p}$$

- P_i est la charge constante qui s'exerce pendant N_i tours

$N = N_1 + N_2 + \dots + N_n$ le nombre total de tours

$m_i = N_i / N$ (taux d'utilisation pendant la période "i")

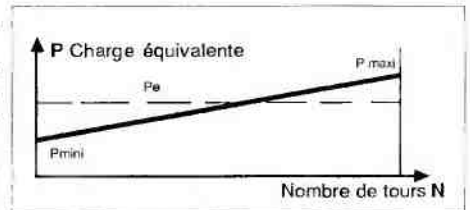
Charge équivalente pondérée



- Cas des charges d'intensité linéairement variable :

Dans le cas où la charge varie suivant une fonction linéaire entre P_{\min} et P_{\max} , la charge équivalente pondérée s'obtient par la formule approchée:

$$P_e = 1/3 [P_{\min} + 2 P_{\max}]$$



Charge statique équivalente P_o

Dans le cas où le roulement est soumis à des charges statiques F_r et F_a combinées, il est nécessaire de calculer une charge statique radiale équivalente afin de la comparer à la charge de base statique C_o .

P_o est la plus grande des deux valeurs obtenues par les formules ci-contre.

$$P_o = F_r \quad \text{ou} \quad P_o = X_o \cdot F_r + Y_o \cdot F_a$$

La capacité de charge C_o est à considérer comme un ordre de grandeur :

- si le roulement fonctionne dans des conditions normales : $P_o \leq 0,5 C_o$

- si le roulement est utilisé pour des rotations très lentes, sans précision : $P_o > 2 C_o$ est possible

Charge statique équivalente



9.6.5. Durée de vie corrigée

Coefficients de calcul
Calcul d'une durée de vie corrigée.

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 [C / P]^p$$

a_1 : facteur relatif à la fiabilité
 a_2 : facteur relatif à la matière
 a_3 : facteur relatif au fonctionnement

Remarque : ces coefficients sont égaux à 1 dans le cas courant, pour L_{10} (fiabilité, de 90%)

Coefficients a_2 et a_3 , a_{23} :
Les coefficients a_2 (matière) et a_3 (fonctionnement) sont interdépendants. Certains fabricants les regroupent en un coefficient unique a_{23} . Ce coefficient dépend du rapport de viscosité (diagramme 2 ci-dessous d'après SKF).

Avec : $K = v / v_1$ où :
 v_1 : représente la viscosité minimale nécessaire à température de fonctionnement (voir choix de la lubrification 9.22).
 v : la viscosité de l'huile choisie ramenée à la température de fonctionnement (voir le diagramme 1 ci-dessous).
 a_{23} est un coefficient expérimental qui traduit l'influence de la lubrification.

a_1 : facteur relatif à la fiabilité

fiabilité %	L_n	a_1
90	L_{10}	1
95	L_5	0,62
96	L_4	0,53
97	L_3	0,44
98	L_2	0,33
99	L_1	0,21

Exemple :

- Le fonctionnement d'un mécanisme demande pour un diamètre moyen, une fréquence de rotation et une température de fonctionnement donnés (70°C) une viscosité $v_1 = 9 \text{ mm}^2/\text{s}$
 - Si l'huile est une huile ISO VG 46 (46 mm^2/s de viscosité à 40°C)
 - Le diagramme 1 donne une viscosité v corrigée en fonction de la température, de 15 mm^2/s .
- Alors : $\kappa = 15 / 9 = 1,67$

Le diagramme 2 donne : $a_{23} = 1,4$
Conclusion : dans ce cas la lubrification va améliorer la durée de vie du roulement.

Diagramme 1 : viscosité / température (d'après SNR)

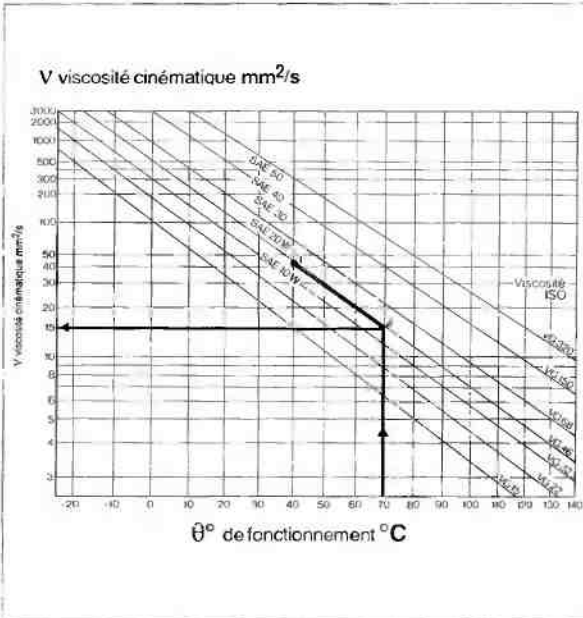
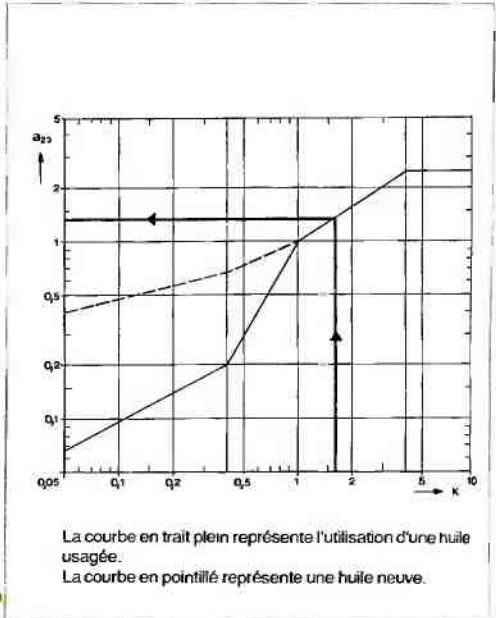


Diagramme 2 : calcul de a_{23} (d'après SKF)



La courbe en trait plein représente l'utilisation d'une huile usagée.
La courbe en pointillé représente une huile neuve.

9.7. Fiabilité et probabilité de défaillance



9.7.1.

Définition

pour une durée $L < L_{10}$

La durée de vie nominale L_{10} a été calculée pour une fiabilité de 90%. Il est souvent utile de connaître la fiabilité de la tenue d'un roulement pour une durée L bien inférieure à sa durée nominale L_{10} .

Par exemple, il peut être utile de connaître la fiabilité de la tenue d'un roulement ou sa probabilité de défaillance ($D = 1 - F$) à la limite d'une durée de vie L . Cette limite peut par exemple correspondre à une fin de période de garantie du mécanisme.

Fiabilité et probabilité de défaillance en fonction du rapport L / L_{10}

d'après un document SNR

9.7.2.

Calcul

$$F = \exp \left[-0.105 \left(\frac{L / L_{10} - 0.025}{0.975} \right)^{1.5} \right] \quad \text{et } D = 1 - F$$

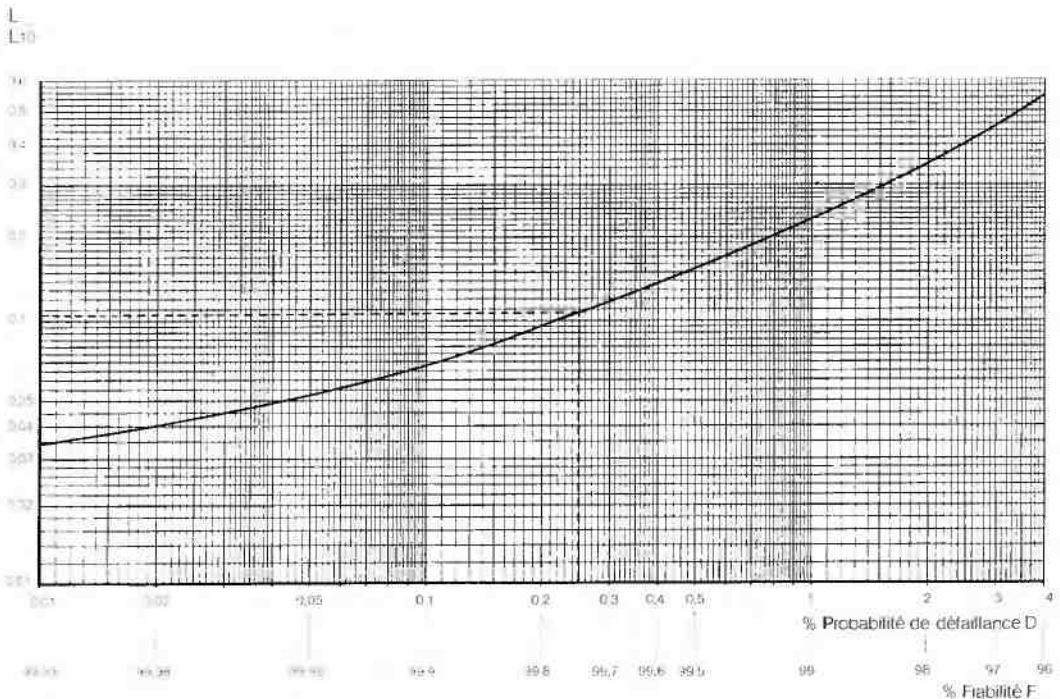
Exemple

Si la durée L_{10} est de 19 100 heures, quelle est la fiabilité à 2 000 heures ?

Le rapport $L/L_{10} = 0,105$

Ce qui donne sur le graphe ci-dessous : $F = 99,75\%$ et donc $D = 0,25\%$

Graphe (d'après SNR)



9.8. Diagrammes de calcul de la durée de vie

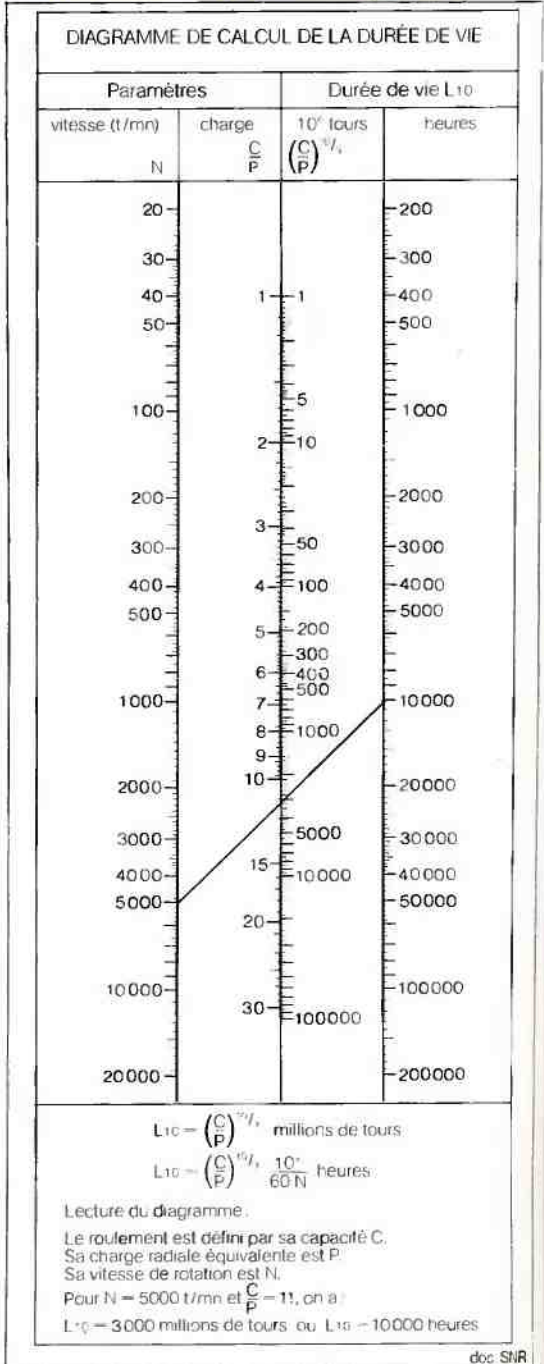
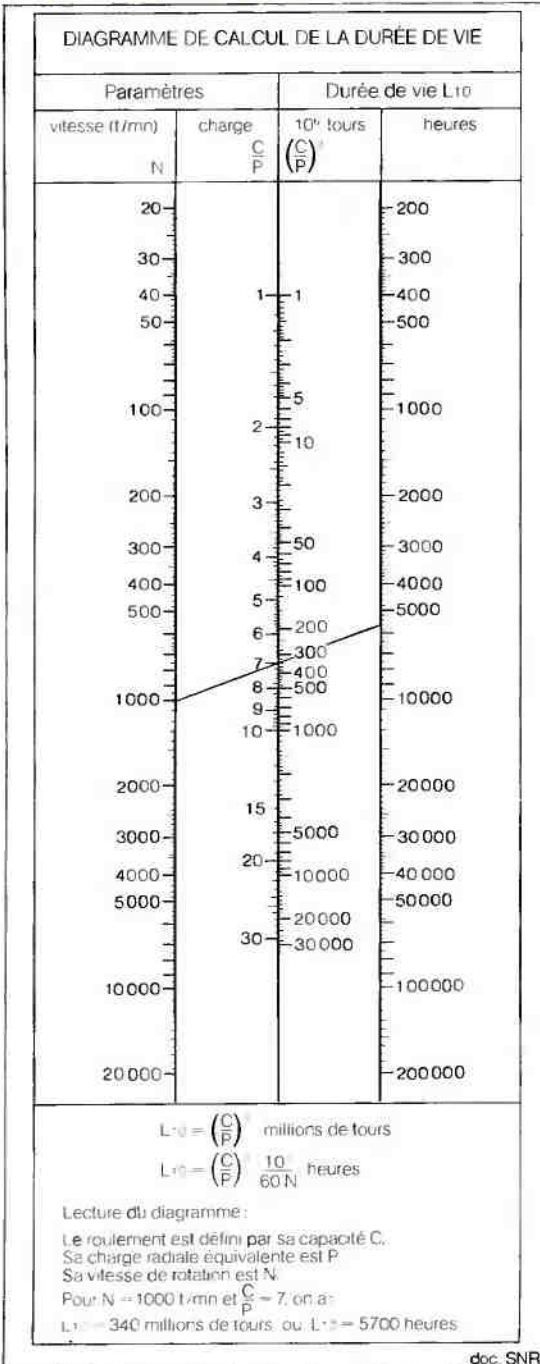


Ces diagrammes permettent :

- d'obtenir la durée de vie en millions de tours à partir de C/P (ligne centrale)
- d'obtenir la durée correspondante en heures à partir de C/P et de la fréquence de rotation N en tr/min (points alignés)

Cas des roulements à billes ($n = 3$)

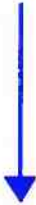
Cas des roulements à rouleaux ($p = 10/3$)



9.9. Calcul. Roulements rigides à une rangée de billes Cas type 1. (voir 9.1.)



DONNEES



BESOIN



CALCUL



RESULTATS

DEMARCHE

Cahier des charges

- Le mécanisme (exemple d'ensemble unitaire ci-contre)
- la fréquence de rotation
- Type de roulement : 2 roulements rigides à une rangée de billes
- Les charges appliquées sur l'arbre et leur mode d'application
- Les encombrements limites (arbres et alésage)
- Le N° du roulement, C, Co

- La durée de vie L_{10}

Auparavant il est nécessaire de connaître l'intensité de la charge, sa direction et la manière dont elle est appliquée.

1. Calcul des charges radiales F_r et axiales F_a

Il est nécessaire d'isoler l'arbre pour en faire une étude statique (ou dynamique si nécessaire). Cette étude permet de calculer la charge radiale F_r et la charge axiale F_a qui s'exercent sur le roulement.

2. Calcul de F_a / C_o , évaluation de e (roulement soumis à une charge axiale) Voir au paragraphe 9.6.4.

Former F_a / C_o : à cette valeur correspond une valeur de e

3. Calcul de F_a / F_r calculer F_a / F_r

4. Calcul de la charge équivalente P

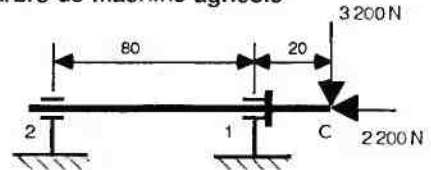
- si $F_a / F_r \leq e$ alors $P = F_r$
- si $F_a / F_r > e$ alors $P = X F_r + Y F_a$

5. Calcul de la durée de vie L

- en millions de tours
 $L = [C / P]^p$ avec $p = 3$
- en heures :
 $L = [C / P]^p \cdot (10^6 / 60 N)$

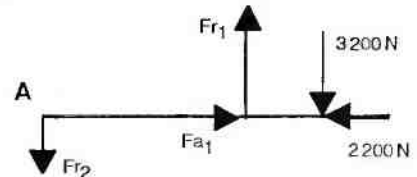
EXEMPLE

arbre de machine agricole



- arbre ϕ 28 mm mini $N = 100$ tr / min
- logement ϕ 70 Maxi
- charges constantes
- roulement (30 - 55 - 13)
- $C = 12\ 600$ N ; $C_o = 8\ 200$ N

$L_{10} = ?$



1. Calcul de F_{a1} et F_{r1} (roulement1)

Il vient immédiatement :

- en projection sur l'axe : $F_{a1} - 2\ 200 = 0$
 $F_{a1} = 2\ 200$ N
- une équation de moment autour du point A donne : $3\ 200 \times 100 - 80 F_{r1} = 0$
 $F_{r1} = 4\ 000$ N

2. Calcul de F_a / C_o

$F_a / C_o = 2\ 200 / 8\ 200 = 0,27$;
les données (9.25) donne : $e = 0,38$

3. Calcul de F_a / F_r $F_a / F_r = 0,55$

4. Calcul de la charge équivalente

$F_a / F_r = 0,55$; $e = 0,38$ donc $F_a / F_r > e$
alors : $P = X F_r + Y F_a$
Le (9.25) donne : $X = 0,56$ $Y = 1,15$
 $P = 0,56 \times 4\ 000 + 1,15 \times 2\ 200$
 $= 4\ 770$ daN

5. calcul de L

$L = [C / P]^p = [12\ 600 / 4\ 770]^3$
 $L = 18,4$ MT (millions de tours)

$L = 3\ 068$ h

avec $C/P = 2,64$, on pouvait utiliser l'abaque §9.8 et déduire $L = 18$ MT et 3 000h (un peu moins précis)

9.10. Calcul. Roulements rigides à une rangée de billes

Cas type 2. (voir 9.1.)



DONNEES



BESOIN



CALCUL



RESULTATS

DEMARCHE

Cahier des charges :

- Le mécanisme (exemple d'ensemble unitaire ci-contre)
- La fréquence de rotation
- Type de roulement : 2 roulements rigides à une rangée de billes
- Les charges appliquées sur l'arbre et leur mode d'application
- Eventuellement un encombrement limite
- La durée de vie minimale L

Le roulement (C, Co, σ , ...)

1. Calcul de F_a et F_r

Comme au 9.9, une étude mécanique nous permet de calculer F_a et F_r

2. Calcul de C / P

$C/P = [(Lh/10^6) \cdot 60N]^{1/p}$ avec Lh en heures

3. Evaluation de P (cas général)

Les données catalogue proposent $e_1 < e < e_2$ et un coefficient Y qui dépend de e. Pour l'évaluation de P, il est nécessaire de choisir une valeur de Y. Il est recommandé de se placer dans un des cas défavorables suivants

- si $F_a/F_r \leq e_1$
alors $X = 1$ et $Y = 0$ (rigides à billes). Pour certains autres roulements $Y_1 < Y < Y_2$: choisir $Y = Y_2$
- si $F_a/F_r > e_2$
alors $X = Cte$ et $Y_3 < Y < Y_4$: choisir $Y = Y_4$
- si $e_1 < F_a/F_r < e_2$
alors, cas indéterminé : choisir $X = Cte$ et $Y = Y_4$

4. calcul de C

à partir de C / P calculé plus haut

5. Sélection [roulements possibles]

Cette sélection doit permettre de trouver, à partir de C un roulement qui après vérification correspondra à la durée de vie désirée. Il est courant d'encadrer la valeur de C (sélection).

6. Vérification de L [rts sélectionnés]

1). Evaluation de e (rigides à billes), e direct dans les autres cas
Former F_a / C_o , à cette valeur correspond une valeur de e puis de Y

2). Calcul de la charge équivalente P

- si $F_a/F_r < e$ alors $P = F_r$
- si $F_a/F_r > e$ alors $P = X F_r + Y F_a$

3). Calcul de la durée de vie L

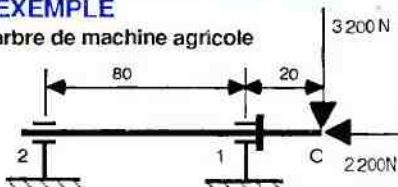
$L = [C / P]^p$ en millions de tours
 $L = [C / P]^p (10^6 / 60 N)$ en heures

7. Choix et optimisation

Les durée de vie trouvées vont permettre d'effectuer un choix définitif si l'une d'entre elles se situe correctement au dessus de la durée souhaitée. Dans le cas contraire, il est nécessaire de refaire une sélection plus fine (meilleur choix de Y) et de réitérer.

EXEMPLE

arbre de machine agricole



- $N = 100$ tr / min
- charges constantes
- $L_{min} = 3\ 000$ heures

Le roulement ?

1. Calcul de F_{a1} et F_{r1} (palier 1)

$F_{a1} = 2\ 200$ N (exemple § 9.9)

$F_{r1} = 4\ 000$ N (exemple § 9.9)

2. Calcul de C / P

$C/P = [(3\ 000/10^6) \cdot 60 \cdot 100]^{1/3} = 2,62$

3. Evaluation de P

$F_a / F_r = 0,55$

pour les roulements à une rangée de billes, les données "catalogue du 9.25" proposent :

$X = 0,56$ et $1 < Y < 2,3$

et $0,19 < e < 0,44$

alors $F_a / F_r > e$: choix $Y = 2,3$

alors : $P = 0,56 \cdot 4\ 000 + 2,3 \cdot 2\ 200 = 7\ 300$

4. calcul de C

$C/P = 2,62$ alors, $C = 7\ 300 \cdot 2,62 = 19\ 130$ N

5. Sélection: [roulements possibles]

avec $C = 19\ 130$ N et σ arbre = 28 mm mini

R lts	d	D	B	C	Co
[A]	30	55	13	12 600	8 200
[B]	30	62	16	19 500	11 300

6. Vérification de L pour [A] et [B]

1). Calcul de F_a / C_o

[A] : $F_a / C_o = 2\ 200 / 8\ 200 = 0,27$, les données "catalogue" donnent : $e = 0,38$; $Y = 1,15$

[B] : $F_a / C_o = 2\ 200 / 11\ 300 = 0,19$:

$e = 0,35$; $Y = 1,28$ (interpolation)

2). Calcul de P

$F_a / F_r = 0,55 > e$, alors : $P = X F_r + Y F_a$

[A] : $P = 0,56 \cdot 4\ 000 + 1,15 \cdot 2\ 200 = 4\ 770$ N

[B] : $P = 0,56 \cdot 4\ 000 + 1,28 \cdot 2\ 200 = 5\ 056$ N

3). calcul de L

[A] : $L = [12\ 600 / 4\ 770]^3 = 18,4$ MT = 3 068 h

[B] : $L = [19\ 500 / 5\ 056]^3 = 57,4$ MT = 9 558 h

On pouvait également utiliser l'abaque 9.8

7. Choix

Le roulement (A) convient. Il faut remarquer que nous avons choisi un coefficient $Y = 2,3$ pessimiste. La sélection de "roulements possibles" pourrait être plus large. S'il y avait optimisation, il faudrait cette fois choisir un Y voisin de 1,2 lors de l'évaluation.

9.11. Calcul.

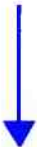
Roulements à contact oblique non préchargés Cas type 1.(voir 9.1.)



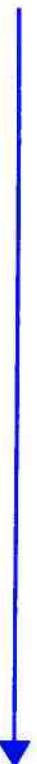
DONNEES



BESOIN



CALCUL



RESULTATS

DEMARCHE

Cahier des charges :

- Le mécanisme (exemple d'ensemble unitaire ci-contre)
- la fréquence de rotation
- Type de roulement : 2 roulements à contact oblique (billes ou rouleaux coniques)
- le type de montage ("X" ou "O")
- Les charges appliquées sur l'arbre et leur mode d'application
- Les encombrements limites (arbres et alésage)
- Le N° du roulement, C, Co

- La durée de vie L_{10}

Indices affectés aux roulements

Afin de permettre un calcul systématique et son application facile sur informatique, il est intéressant d'utiliser la règle suivante :

Indice 1 réservé au roulement dont la force induite a le sens de la force axiale A.

1. Calcul des charges radiales F_r

Il est nécessaire d'isoler l'arbre et d'en faire une étude mécanique (statique ou dynamique)

2. Calcul des charges axiales induites RQ_{a1} et RQ_{a2} avec

- pour les roulements à rouleaux coniques :

$$RQ_a = F_r / 2Y$$

- pour les billes à contact oblique:

$$RQ_a = F_r / 1,14$$

Remarque : Il est impératif d'indiquer le bon sens des charges induites, c'est-à-dire de faire attention au montage ("X" ou "O") et à la partie isolée (arbre ou alésage) 9.5

3. Recherche du roulement en contact, calcul des charges axiales F_{a1} et F_{a2} .

- si $A + RQ_{a1} > RQ_{a2}$:

le roulement 1 fonctionne avec jeu et le roulement 2 est en contact alors, $F_{a1} = RQ_{a1}$ et $F_{a2} = A + RQ_{a1}$

- si $A + RQ_{a1} < RQ_{a2}$:

le roulement 2 fonctionne avec jeu et le roulement 1 est en contact alors, $F_{a1} = RQ_{a2} - A$ et $F_{a2} = RQ_{a2}$

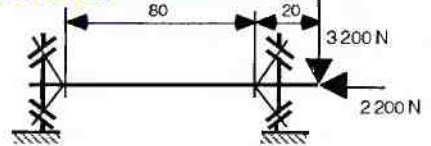
4. Calcul de la charge équivalente P

- roulement avec jeu : $P = F_r$
- roulement en contact :
 - si $F_a / F_r \leq e$ alors $P = F_r$
 - si $F_a / F_r > e$ alors $P = X F_r + Y F_a$

5. Calcul de la durée de vie L

- en millions de tours
- $L = [C / P]^p$ avec $p = 10/3$
- en heures :
- $L = [C / P]^p \cdot (10^6 / 60 N)$

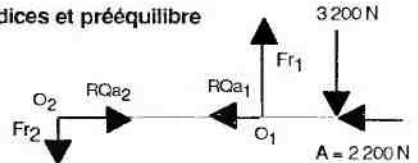
EXEMPLE arbre de machine



- arbre $\varnothing 28$ mm mini $N = 100$ tr / min
- logement $\varnothing 70$ Maxi
- charges constantes fixes / logement
- roulements à rouleaux coniques (30-55-17)
- $C = 38\ 500$ N ; $e = 0,43$; $Y = 1,39$ (don. 9.30)
- montage en "X"

- $L_{10} = ?$

Indices et prééquilibre



1. Calcul de F_{r1} et F_{r2}

Il vient immédiatement :

$$F_{r1} = 4000 \text{ N et } F_{r2} = 800 \text{ N}$$

2. Calcul des charges axiales induites RQ_{a1} et RQ_{a2} .

$$RQ_{a1} = 4000 / (2 \cdot 1,39) = 1\ 440 \text{ N}$$

$$RQ_{a2} = 800 / (2 \cdot 1,39) = 290 \text{ N}$$

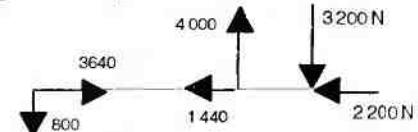
3. Recherche du roulement en contact, calcul des charges F_{a1} F_{a2}

$$2200 + 1440 > 290 : A + RQ_{a1} > RQ_{a2} :$$

le roulement 1 fonctionne avec jeu et le roulement 2 est en contact alors :

$$F_{a1} = RQ_{a1} = 1\ 440 \text{ N}$$

$$F_{a2} = A + RQ_{a1} = 2\ 200 + 1\ 440 = 3\ 640 \text{ N}$$



4. Calcul de la charge équivalente

- $P_1 = F_{r1} = 4\ 000$ N
- $F_{a2} / F_{r2} = 4,55$; $e = 0,43$ donc $F_{a2} / F_{r2} > e$
- alors : $P_2 = 0,4 F_{r2} + Y F_{a2}$
- avec $Y = 1,39$ $P_2 = 5\ 380$ N

5. calcul de L

$$L_1 = [C / P]^p = [9,6]^p = 1\ 900 \text{ MT}$$

$$L_{1h} = 310\ 000 \text{ h}$$

$$L_2 = [7,15]^p = 700 \text{ MT}$$

$$L_{2h} = 120\ 000 \text{ h}$$

Remarque : Nous constatons une durée de vie bien supérieure à celle du 9.9. il est donc possible de réduire l'encombrement

9.12. Jeu axial de montage - Montages préchargés

Roulements à contact oblique



9.12.1. Montage des roulements à contact oblique avec jeu calibré

Ce type de montage est utilisé dans la majorité des applications qui ne demande pas une précision ni une rigidité exceptionnelle.

Dans le cas général les montages de roulements à contact oblique tolèrent des jeux axiaux de l'ordre de :

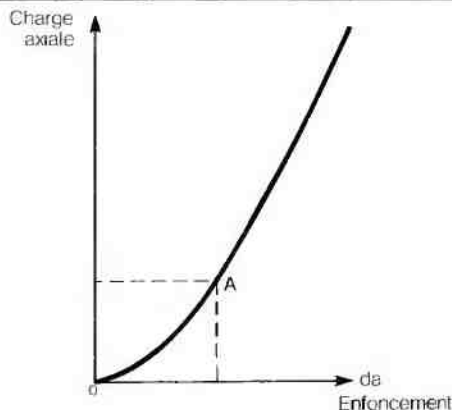
$$0,2 < \text{jeu courant} < 0,3 \text{ mm} \quad \text{et} \quad 0,05 < \text{jeu précis} < 0,15$$

Ces jeux induisent des défauts d'alignement arbre / logement très faibles (environ 1 / 1 000).

Lorsque le montage subit une charge axiale A, il en résulte un accroissement du jeu interne.

La courbe ci-contre donne l'allure de l'enfoncement en fonction de la charge axiale sur un roulement à contact oblique.

Courbe d'enfoncement axial d'un roulement



doc. SNR

9.12.2. Montages préchargés

Cette technique n'est utilisée que pour des applications particulières qui demandent une grande précision de guidage et une certaine rigidité sous charge (broches de machines-outils par exemple...).

Par définition, la précharge "P" sur un montage au repos est la même sur chaque roulement. Il est donc possible d'étudier le montage préchargé en rapprochant les courbes d'enfoncement des deux roulements jusqu'à la précharge "P" (figure ci-contre).

L'enfoncement de précharge (global pour les deux roulements) est alors "p".

Nous pouvons constater sur ces courbes qu'au repos :

- le roulement 1 subit un enfoncement d_1
- le roulement 2, un enfoncement d_2

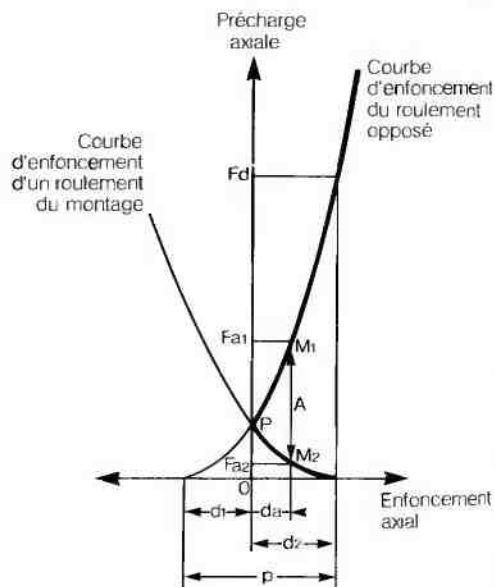
Si l'on exerce une charge axiale "A" pendant le fonctionnement :

- la charge "P" du roulement 1 augmente et devient F_{a1}
- l'enfoncement du roulement 1 devient $d_1 + da$
- la précharge "P" du roulement 2 diminue et devient F_{a2}
- l'enfoncement du roulement 2 devient $d_2 - da$

A partir d'une charge axiale "Fd" dite de décollement :

- le roulement 2 est soumis à une charge axiale nulle
- l'enfoncement du roulement 2 est nul
- le roulement 1 est soumis à Fd
- si l'on dépasse Fd, le montage peut prendre du jeu.

Détermination de la précharge



en pratique, $P \approx A / 3$

doc. SNR

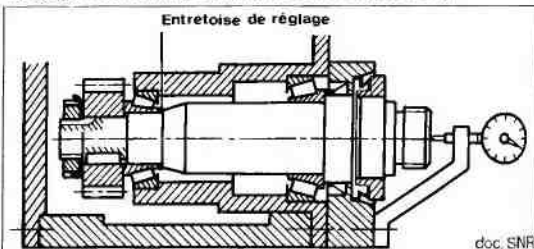
Réglage des montages

Pratiquement, l'enfoncement de précharge se met en place au comparateur (exemple ci-contre). Cet enfoncement peut se contrôler sur un montage de roulements neufs par la mesure du couple de frottement. Les fabricants fournissent des courbes (couple de frottement / charge).

Durée de vie des montages préchargés

Lors du calcul de la durée de vie d'un roulement préchargé, il faut tenir compte de cette charge axiale supplémentaire. Les calculs deviennent beaucoup plus complexes et ne se traitent facilement que par l'intermédiaire de moyens informatiques.

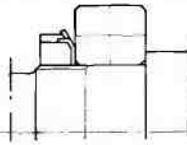
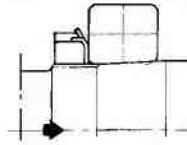
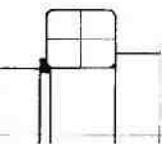

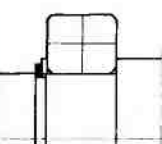
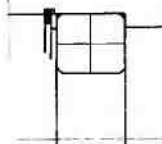
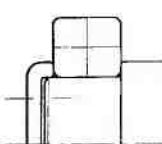
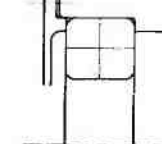
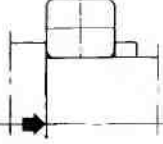


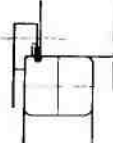

Réglage de précharge (entretoise + comparateur)



doc. SNR

9.13. Choix du procédé de fixation axiale



Principaux procédés de fixation des bagues Intérieures et extérieures (doc. SNR)		Remarques Conseils d'utilisation	Prix relatif
Ecrou et rondelle	 <p>Portée cylindrique Serrage contre épaulement</p>  <p>Portée conique Roulement à alésage conique</p>	<p>Le choix de ce procédé doit tenir compte de deux remarques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'écrou à encoches et sa rondelle, outre l'arrêt axial, permettent de maîtriser un jeu ou un serrage axial. - Leur utilisation imposent un filetage et une rainure sur l'arbre. 	4,5
Segment d'arrêt	 <p>sur l'arbre</p>  <p>sur l'alésage</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ce montage est simple, rapide et peu encombrant. - Il est d'un excellent rapport performances / prix. - Il subsiste un jeu axial segment d'arrêt / r^l après montage (0,1mm) - Ce montage peut être utilisé pour remplacer un épaulement 	1,5
Segment d'arrêt et rondelle	 <p>sur l'arbre</p>  <p>sur l'alésage</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ce montage présente les mêmes caractéristiques que le précédent. - L'interposition d'une rondelle d'appui permet d'encaisser des charges axiales plus importantes 	2
Chapeau	 <p>sur l'arbre</p>  <p>sur l'alésage</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Il est impératif de prévoir un jeu chapeau / bout d'arbre ou chapeau / carter pour assurer un serrage de la bague contre l'épaulement. Dans ce cas, ce sont les vis qui encaissent l'effort axial. - Ce montage impose l'usinage de chapeaux spécifiques. 	4
Anneau fretté		<ul style="list-style-type: none"> - Ce procédé est réservé aux arbres. - Lors du démontage du roulements, il faut détruire l'anneau. - L'efficacité de l'arrêt axial dépend des matériaux de l'arbre et de l'anneau ainsi que de la qualité de l'ajustement avant frettage. 	3,5
Manchons	 <p>manchon de serrage</p>  <p>manchon de démontage</p>	<p>Ils sont réservés aux roulements à rouleaux sphériques.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le manchon de serrage permet le montage sur un arbre étiré ou comprimé, sans usinage. - Le second impose un filetage de l'arbre mais facilite le démontage de la portée conique. 	8,5
Segment d'arrêt sur roulement	 	<p>Ce procédé économique permet un arrêt axial dans les deux sens.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans le cas du montage avec chapeau, il est impératif de prévoir un jeu chapeau / carter pour éliminer le jeu segment / carter. - Le deuxième montage impose un carter en deux parties. 	1 à 4

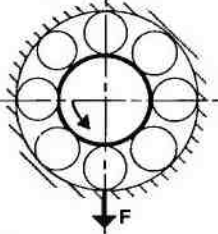
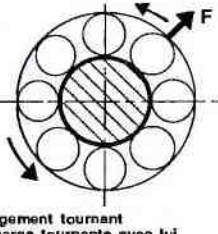
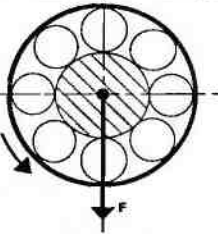
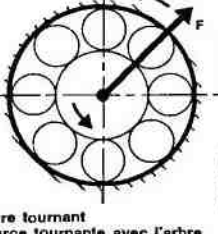
← Sens préférentiel de poussée axiale

(1) base établie pour des séries moyennes

(1)

9.14. Choix des ajustements : roulements

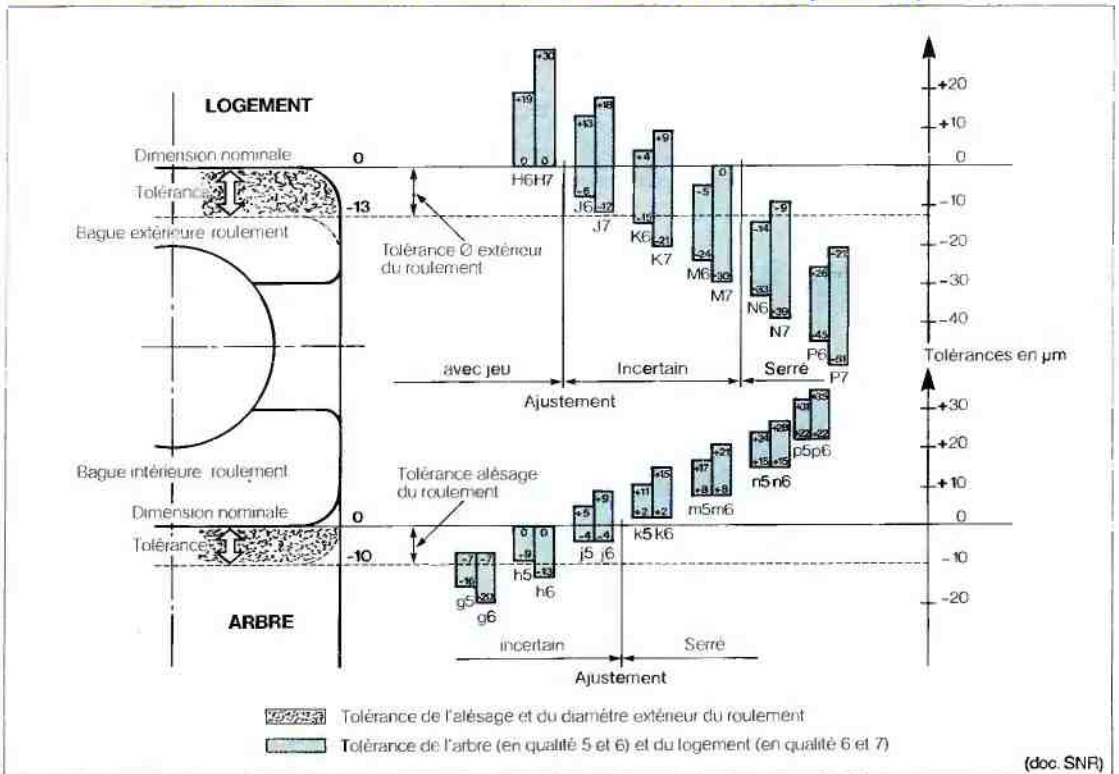


Direction charge / rotation	Montage des bagues	charge C / P	a de l'arbre	tolérances			Alésage	Observations	Exemples d'utilisation
				Arbre					
				Type de roulement					
à billes	à rouleaux	à rotule sur rouleaux							
Bague intérieure tournante / charge  - arbre tournant - charge fixe sur le logement OU  - logement tournant - charge tournante avec lui	bagues intérieures montées serrées	faible > 10	< 40 40 - 140 140 - 200	h6 j6 k6	j6 k6 m6	j6 k6 m6	H7	Déplacement de la bague extérieure (B.E.) possible facilement	- Petits moteurs électriques, - machines-outils, - ventilateurs, pompes - mécanique courante - transporteurs
		normale > 5 < 10	< 40 40 - 140 140 - 200	j6 k6 m6	k6 m6 n6	k6 m6 p6	H7		- mécanique générale - moteurs électriques - turbines pompes - réducteurs à engrenages
		élevée < 5	< 40 40 - 140 140 - 200	- - -	n6 n6 p6	n6 p6 p6	J7		Déplacement de la bague extérieure (B.E.) encore possible - boîtes d'essieux pour véhicules sur rails - laminoirs - gros compresseurs
Direction de charge indéterminée		faible normale élevée	tous ø	j6 k6 -	k6 m6 n6	k6 m6 p6	K7 K7 M7	Déplacement de la bague extérieure (B.E.) impossible	- pompes, peliers de vilebrequin - moteurs de traction
Bague extérieure tournante / charge  - logement tournant - charge fixe sur l'arbre OU  - arbre tournant - charge tournante avec l'arbre	bagues extérieures montées serrées	faible > 10	tous ø		g6		K7 - M7	Déplacement de la bague extérieure (B.E.) impossible. La bague intérieure (B.I.) peut être déplacé axialement	- roues folles - rouleaux transporteurs ...
		normale > 5 < 10	tous ø		g6		N7		- poulies-tendeur - têtes de bielles - galets-porteurs
		élevée < 5	tous ø		g6		P7		- poulies-tendeur - poulies à gorges - têtes de bielles - galets-porteurs
Autres roulements Cas particuliers	- charges purement axiales			j6			H7	tous types de roulements	
	- roulements à alés. conique sur manchon			h9 - h10				transmissions, matériel agricole	
	- roulements type N sans B.E.						G7		
	- roulements type NU sans B.I.			f6 - g6					
Les ajustements concernant les cages, les douilles, et les butées sont donnés sur les fiches 9.38 à 9.52									

9.15. Ajustements arbre et logement / roulement



9.15.1. Illustration dans le cas d'un roulement à billes 25 x 62 x 17 (SNR 6 305)



9.15.2. Tolérances des roulements : cas de la classe de précision courante

La norme ISO 492 prévoit les tolérances dimensionnelles des roulements. La précision normale (utilisée en l'absence de toute indication) est la **classe 0**, classe de précision courante.

Des classes de précision supérieures sont définies, ce sont les classes de haute précision. Elles sont, par ordre de précisions croissant, les classes : ISO 6, ISO 5, ISO 4, ISO 2.

Tolérances de l'alésage et du ϕ extérieur pour la classe 0

Bague intérieure. Ecart par rapport à l'alésage nominal Valeurs en μm					
Alésage d mm		Tous roulements sauf roulements à rouleaux coniques Δdmp		Roulements à rouleaux coniques Δdmp	
au-dessus de	jusqu'à	sup.	inf.	sup.	inf.
2,5	10	0	- 8		
10	18	0	- 8	0	- 12
18	30	0	- 10	0	- 12
30	50	0	- 12	0	- 12
50	80	0	- 15	0	- 15
80	120	0	- 20	0	- 20
120	180	0	- 25	0	- 25
180	250	0	- 30	0	- 30
250	315	0	- 35	0	- 35
315	400	0	- 40	0	- 40

Bague extérieure. Ecart par rapport au diamètre nominal Valeurs en μm					
Diamètre D mm		Tous roulements sauf roulements à rouleaux coniques ΔDmp		Roulements à rouleaux coniques ΔDmp	
au-dessus de	jusqu'à	sup.	inf.	sup.	inf.
6	18	0	- 8		
18	30	0	- 9	0	- 12
30	50	0	- 11	0	- 14
50	80	0	- 13	0	- 16
80	120	0	- 15	0	- 18
120	150	0	- 18	0	- 20
150	180	0	- 25	0	- 25
180	250	0	- 30	0	- 30
250	315	0	- 35	0	- 35
315	400	0	- 40	0	- 40
400	500	0	- 45	0	- 45
500	630	0	- 50	0	- 50



9.15.3. Ajustement de l'arbre / tolérance de l'alésage du roulement

(sauf roulements à rouleaux coniques de $\varnothing d \leq 30\text{mm}$)

Les tableaux suivants permettent :

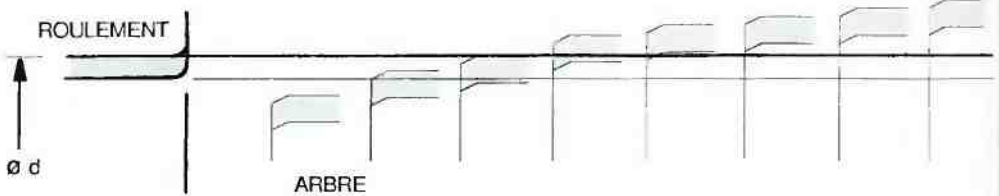
- en fonction de la tolérance (μm) sur l'alésage des roulements (classe 0)

- en fonction de l'ajustement et de la tolérance (μm) des arbres,

de donner la différence entre les diamètres respectifs du roulement et de sa portée. Cette différence est donnée avant le montage du roulement sur l'arbre :

- en valeur théorique,

- en valeur probable, par un calcul statistique avec une probabilité de 99,7 %.



doc. SNR

Diamètre nominal de l'arbre (mm)	Tolérance alésage roulement (μm)	Ajustement	f6	g6	h6	j6	k6	m6	n6	p6	
3<d≤6	-8 0	Tolérance de l'arbre (μm)	-18 -10	-12 -4	-8 0	-1 +7	+1 +9	+4 +12	+8 +16	+12 +20	
		Différence des diamètres	Théorique	+18 +2	+12 -4	+8 -8	+1 -15	-1 -17	-4 -20	-8 -24	-12 -28
			Probable	+10	+4	0	-7	-9	-12	-16	-20
6<d≤10	-8 0	Tolérance de l'arbre (μm)	-22 -13	-14 -5	-9 0	-2 +7	+1 +10	+6 +15	+10 +19	+15 +24	
		Différence des diamètres	Théorique	+22 +5	+14 -3	+9 -8	+2 -15	-1 -18	-6 -23	-10 -27	-15 -32
			Probable	+13,5	+5,5	+0,5	-6,5	-9,5	-14,5	-18,5	-23,5
10<d≤18	-8 0	Tolérance de l'arbre (μm)	-27 -16	-17 -6	-11 0	-3 +8	+1 +12	+7 +18	+12 +23	+18 +29	
		Différence des diamètres	Théorique	+27 +8	+17 -2	+11 -8	+3 -18	-1 -20	-7 -26	-12 -31	-18 -37
			Probable	+17,5	+7,5	+1,5	-6,5	-10,5	-16,5	-21,5	-28,5
18<d≤30	-10 0	Tolérance de l'arbre (μm)	-33 -20	-20 -7	-13 0	-4 +9	+2 +15	+8 +21	+15 +28	+22 +35	
		Différence des diamètres	Théorique	+33 +10	+20 -3	+13 -10	+4 -19	-2 -25	-8 -31	-15 -38	-22 -45
			Probable	+21,5	+8,5	+1,5	-7,5	-13,5	-19,5	-26,5	-33,5
30<d≤50	-12 0	Tolérance de l'arbre (μm)	-41 -25	-25 -9	-18 0	-5 +11	+2 +18	+9 +25	+17 +33	+26 +42	
		Différence des diamètres	Théorique	+41 +13	+25 -3	+16 -12	+5 -23	-2 -30	-9 -37	-17 -45	-26 -54
			Probable	+27	+11	+2	-9	-16	-23	-31	-40
50<d≤65	-15 0	Tolérance de l'arbre (μm)	-49 -30	-29 -10	-19 0	-7 +12	+2 +21	+11 +30	+20 +39	+32 +51	
		Différence des diamètres	Théorique	+49 +15	+29 -5	+19 -15	+7 -27	-2 -38	-11 -45	-20 -54	-32 -66
			Probable	+32	+12	+1,5	-10	-19	-28	-37	-49
65<d≤80	-15 0	Tolérance de l'arbre (μm)	-49 -30	-29 -10	-19 0	-7 +12	+2 +21	+11 +30	+20 +39	+32 +51	
		Différence des diamètres	Théorique	+49 +15	+29 -5	+19 -15	+7 -27	-2 -36	-11 -45	-20 -54	-32 -66
			Probable	+32	+12	+2	-10	-19	-28	-37	-49
80<d≤100	-20 0	Tolérance de l'arbre (μm)	-58 -38	-34 -12	-22 0	-9 +13	+3 +25	+13 +35	+23 +45	+37 +59	
		Différence des diamètres	Théorique	+58 +16	+34 -8	+22 -20	+9 -33	-3 -45	-13 -55	-23 -65	-37 -79
			Probable	+37	+13	+1	-12	-24	-34	-44	-58
100<d≤120	-20 0	Tolérance de l'arbre (μm)	-58 -36	-34 -12	-22 0	-9 +13	+3 +25	+13 +35	+23 +45	+37 +59	
		Différence des diamètres	Théorique	+58 +16	+34 -8	+22 -20	+9 -33	-3 -45	-13 -55	-23 -65	-37 -79
			Probable	+37	+13	+1	-12	-24	-34	-44	-58

Ajustements moyens extrêmes



9.15.4. Ajustement du logement / tolérance du σ extérieur du roulement.

Les tableaux suivants permettent : (sauf roulements à rouleaux coniques de $\sigma \leq 150$)

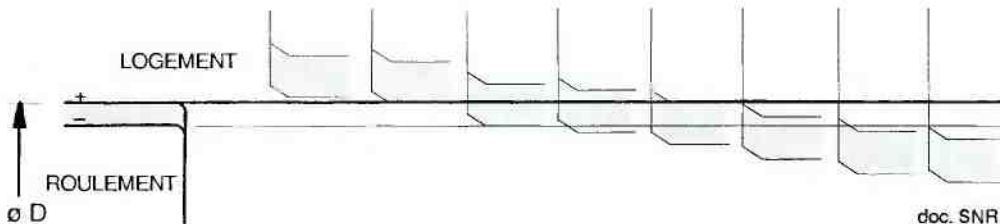
- en fonction de la tolérance (μm) sur le σ extérieur des roulements (classe 0),

- en fonction de l'ajustement et de la tolérance (μm) des logements,

de donner la différence entre les diamètres respectifs du roulement et de sa portée. Cette différence est donnée avant le montage du roulement dans son logement :

- en valeur théorique

- en valeur probable, par un calcul statistique avec une probabilité de 99,7 %.



doc. SNR

doc. SNR

Diamètre nominal du logement (mm)	Tolérance σ extérieur roulement (μm)	Ajustement	G 7	H 7	J 7	K 7	M 7	N 7	P 7	R 7	
10 < D ≤ 18	-8 0	Tolérance de l'arbre (μm)	+ 6 + 24	0 + 18	- 8 + 10	- 12 + 6	- 18 0	- 23 - 5	- 29 - 11	- 34 - 16	
		Différence des diamètres	Théorique	+32 + 6	+26 0	+18 - 8	+14 - 12	+ 8 - 18	+ 3 - 23	- 3 - 29	- 8 - 34
			Probable	+ 19 + 9	+13 + 3	+ 5 - 5	+ 1 - 9	- 5 - 15	- 10 - 20	- 16 - 26	- 21 - 31
18 < D ≤ 30	-9 0	Tolérance de l'arbre (μm)	+ 7 + 28	0 + 21	- 9 + 12	- 15 + 6	- 21 0	- 28 - 7	- 35 - 14	- 41 - 20	
		Différence des diamètres	Théorique	+37 + 7	+30 0	+21 - 9	+15 - 15	+ 9 - 21	+ 2 - 28	- 5 - 35	- 11 - 41
			Probable	+ 22 + 10,5	+15 + 3,5	+ 6 - 5,5	0 - 15,5	- 6 - 17,5	- 13 - 24,5	- 20 - 31,5	- 26 - 37,5
30 < D ≤ 50	-11 0	Tolérance de l'arbre (μm)	+ 9 + 34	0 + 25	- 11 + 14	- 18 + 7	- 25 0	- 33 - 8	- 42 - 17	- 50 - 25	
		Différence des diamètres	Théorique	+45 + 9	+38 0	+25 - 11	+18 - 18	+11 - 25	+ 3 - 33	- 6 - 42	- 14 - 50
			Probable	+ 27 + 13,5	+18 + 4,5	+ 7 - 6,5	+ 0 - 13,5	- 7 - 20,5	- 15 - 28,5	- 24 - 37,5	- 32 - 45,5
50 < D ≤ 65	-13 0	Tolérance de l'arbre (μm)	+ 10 + 40	0 + 30	- 12 + 18	- 21 + 9	- 30 0	- 39 - 9	- 51 - 21	- 60 - 30	
		Différence des diamètres	Théorique	+53 + 10	+43 0	+31 - 12	+22 - 21	+13 - 30	+ 4 - 39	- 8 - 51	- 17 - 60
			Probable	+ 31,5 + 15	+21,5 + 5	+ 9,5 - 7	0,5 - 16	- 8,5 - 25	- 17,5 - 34	- 29,5 - 46	- 38,5 - 55
65 < D ≤ 80	-13 0	Tolérance de l'arbre (μm)	+ 10 + 40	0 + 30	- 12 + 18	- 21 + 9	- 30 0	- 39 - 9	- 51 - 21	- 62 - 32	
		Différence des diamètres	Théorique	+53 + 10	+43 0	+31 - 12	+22 - 21	+13 - 30	+ 4 - 39	- 8 - 51	- 19 - 60
			Probable	+ 31,5 + 15	+21,5 + 5	+ 9,5 - 7	0,5 - 16	- 8,5 - 25	- 17,5 - 34	- 29,5 - 46	- 40,5 - 57
80 < D ≤ 100	-15 0	Tolérance de l'arbre (μm)	+ 12 + 47	0 + 35	- 13 + 22	- 25 + 10	- 35 0	- 45 - 10	- 59 - 24	- 73 - 38	
		Différence des diamètres	Théorique	+62 + 12	+50 0	+37 - 13	+25 - 25	+15 - 35	+ 5 - 45	- 9 - 59	- 23 - 73
			Probable	+ 37 + 18	+25 + 6	+ 12 - 7	+ 0,5 - 19	- 10 - 29	- 20 - 39	- 34 - 53	- 48 - 67
100 < D ≤ 120	-15 0	Tolérance de l'arbre (μm)	+ 12 + 47	0 + 35	- 13 + 22	- 25 + 10	- 35 0	- 45 - 10	- 59 - 24	- 76 - 41	
		Différence des diamètres	Théorique	+62 + 12	+50 0	+37 - 13	+25 - 25	+15 - 35	+ 5 - 45	- 9 - 59	- 26 - 76
			Probable	+ 37 + 18	+25 + 6	+ 12 - 7	+ 0,5 - 19	- 10 - 29	- 20 - 39	- 34 - 53	- 51 - 70
120 < D ≤ 140	-18 0	Tolérance de l'arbre (μm)	+ 14 + 54	0 + 40	- 14 + 26	- 28 + 12	- 40 0	- 52 - 12	- 68 - 26	- 88 - 48	
		Différence des diamètres	Théorique	+72 + 14	+58 0	+44 - 14	+30 - 28	+18 - 40	+ 4 - 52	- 10 - 68	- 30 - 88
			Probable	+ 43 + 21	+29 + 7	+ 15 - 7	+ 1 - 21	- 11 - 33	- 23 - 45	- 39 - 61	- 59 - 81
140 < D ≤ 150	-18 0	Tolérance de l'arbre (μm)	+ 14 + 54	0 + 40	- 14 + 26	- 28 + 12	- 40 0	- 52 - 12	- 68 - 28	- 90 - 50	
		Différence des diamètres	Théorique	+72 + 14	+58 0	+44 - 14	+30 - 28	+18 - 40	+ 4 - 52	- 10 - 68	- 32 - 90
			Probable	+ 43 + 21	+29 + 7	+ 15 - 7	+ 1 - 21	- 11 - 33	- 23 - 45	- 39 - 61	- 61 - 81

Ajustements moyens extrêmes

9.16. Choix du jeu radial des roulements à partir de doc. SNR



Jeu radial du roulement avant montage - jeu en fonctionnement

Le jeu d'un roulement est normalisé. La valeur nominale de ce jeu **Jo** (avant montage) est fonction du type de roulement, de son alésage et de la catégorie du jeu dans laquelle il peut être fabriqué.

Le montage d'un roulement avec un ajustement serré **S** entraîne une réduction de son jeu radial initial **Jo** par dilatation de la B.I. (bague intérieure) ou par contraction de la B.E. (bague extérieure).

Le jeu de fonctionnement du roulement après montage **Jf**, se calcule par la formule

$$Jf = Jo - ti.Si - te.Se$$

Jo : jeu nominal avant montage (microns) 9.17 (catégorie 2, normale 3, 4, 5)

Jf : jeu de fonctionnement après montage (microns)

Si : serrage moyen de la bague intérieure (microns)

Se : serrage moyen de la bague extérieure (microns)

ti : taux de répercussion du serrage éventuel Si

te : taux de répercussion du serrage éventuel Se

Tableau 1 : Valeurs approximatives des taux de répercussion (cas courants)

Élément du roulement	Portée	Taux de répercussion
Bague intérieure	Arbre plein	ti = 0,8
	Arbre creux	ti = 0,6
Bague extérieure	Logement acier ou fonte	ti = 0,7
	Logement alliage léger	ti = 0,5

Tableau 2 : Jeux de fonctionnement moyen **Jf** (microns après montage) recommandés

Type de roulement	Jeu Jf (µm) d (mm)
Roulements à billes à contact radial	$Jf = \sqrt{d}$
Roulements à rouleaux cylindriques	$Jf = 4\sqrt{d}$
Roulements à rotule sur billes	$Jf = 2\sqrt{d}$
Roulements à rotule sur rouleaux	$Jf = 5\sqrt{d}$

Démarche :

DONNEES

Le cahier des charges du mécanisme et le roulement



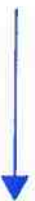
BESOIN

La catégorie de jeu du roulement



CALCUL

1. choisir l'ajustement (9.14)
2. Déterminer la valeur moyenne de **Si** et **Se** (9.15.3 et 9.15.4). Il y a serrage si cette valeur est négative.
3. Déterminer **ti** et **te** (tableau 1, ci-dessus)
4. Calcul du jeu de fonctionnement minimum **Jf** recommandé (tableau 2, ci-dessus)



RESULTAT

5. Calculer le jeu **Jo** minimal du roulement (formule ci-dessus) : $Jo = Jf + ti.Si + te.Se$
6. Choisir la catégorie du roulement à partir de **Jo** (9.17) en considérant **Jo** moyen

Exemples :

Exemple 1 : axe de rouleaux de transporteurs
Roulement rigide à une rangée de billes : 30 x 62 x 16

?

B.I. : sur arbre fixe : g6 ;
B.E. : M7

g6 : pas de serrage : Si = 0
M7 dans un logement d'acier
serrage moyen Se = 8,5

ti = 0,7

$Jf_{\text{mini}} = \sqrt{30} = 5,5$

$Jo_{\text{mini}} = 5,5 + 0,7 \cdot 8,5 = 11,5$

Choix du jeu normal :
5 à 20 µm : moyenne 12,5 µm

Exemple 2 : réducteur
Roulement à rouleaux cylindriques : 40 x 80 x 18

?

B.I. : sur arbre tournant : m6 ;
B.E. : H7

m6 arbre plein, serrage
moyen: Si = 23
H7 : pas de serrage Se = 0

ti = 0,8

$Jf_{\text{mini}} = 4\sqrt{40} = 25$

$Jo_{\text{mini}} = 25 + 0,8 \cdot 23 = 44$

Choix du jeu catégorie 3
(appariés) : 45 à 55 : moyenne 50

9.17. Valeur du jeu nominal des roulements:

NF E 22 336

Données



Roulements à une ou deux rangées de billes à contact radial, alésage cylindrique (jeu en microns)

Roulements à rotule sur billes alésage cylindrique

Alésage d (mm)	Catégorie 2		Catégorie normale		Catégorie 3		Catégorie 4		Catégorie 5		Alésage d (mm)	Catégorie 2		Catégorie normale		Catégorie 3		Catégorie 4		Catégorie 5		
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
2,5	0	7	2	13	8	23	-	-	-	-	2,5	6	1	8	5	15	10	20	15	25	21	33
6	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37	6	10	2	9	6	17	12	25	19	33	27	42
10	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45	10	14	2	10	6	19	13	26	21	35	30	48
18	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48	18	18	3	12	8	21	15	28	23	37	32	50
24	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53	18	24	4	14	10	23	17	30	25	39	34	52
30	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64	24	30	5	16	11	24	19	35	29	46	40	58
40	1	11	6	23	18	36	30	51	45	73	30	40	6	18	13	29	23	40	34	53	46	66
50	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90	40	50	6	19	14	31	25	44	37	57	50	71
65	1	15	10	30	25	51	46	71	65	105	50	65	7	21	16	36	30	50	45	69	62	88
80	1	18	12	36	30	58	53	84	75	120	65	80	8	24	18	40	35	60	54	83	76	108
100	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140	80	100	9	27	22	48	42	70	64	96	89	124
120	2	23	18	48	41	81	71	114	105	160	100	120	10	31	25	56	50	83	75	114	105	145
140	2	23	18	53	46	91	81	130	120	180	120	140	10	38	30	68	60	100	90	135	125	175
160	2	25	20	61	53	102	91	147	135	200	140	160	15	44	35	80	70	120	110	161	150	210
180	2	30	25	71	63	117	107	163	150	230												

Roulements à rouleaux cylindriques

Alésage d (mm)	jus-qu'à	Catégorie 2 interchangeable appariés				Catégorie normale interchangeable appariés				Catégorie 3 interchangeable appariés				Alésage d (mm)	jus-qu'à	Catégorie 4 interchangeable appariés				Catégorie 5 interchangeable appariés			
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.			min.	max.	min.	max.	min.	max.		
10	10	0	10	20	30	10	20	30	40	25	35	45	55	10	10	35	45	55	65	-	-	-	-
16	18	0	10	20	30	10	20	30	40	25	35	45	55	18	18	35	45	55	65	55	65	75	85
24	30	0	10	25	30	10	25	35	45	30	40	50	65	24	30	40	50	60	70	60	70	80	90
30	40	0	12	25	35	15	25	40	50	35	45	55	70	30	40	45	55	70	80	70	80	95	105
40	50	5	15	30	40	20	30	45	55	40	50	65	75	40	50	55	65	80	90	85	95	110	120
50	65	5	15	35	45	20	35	50	65	45	55	75	90	50	65	65	75	90	105	100	110	130	140
65	80	5	20	40	55	25	40	60	75	55	70	90	105	65	80	75	90	110	125	115	130	150	165
80	100	10	25	45	60	30	45	70	80	65	80	105	115	80	100	90	105	125	140	145	155	180	195
100	120	10	25	50	65	35	50	80	90	80	95	120	135	100	120	105	120	145	160	165	180	205	220
120	140	10	30	60	75	40	60	90	105	90	105	135	155	120	140	115	135	160	180	185	200	230	250
140	160	15	35	65	80	50	65	100	115	100	115	150	165	140	160	130	150	180	195	210	225	260	275
160	180	20	35	75	85	60	75	110	125	110	125	165	175	160	180	150	165	200	215	235	250	285	300
180	200	25	40	80	95	65	80	120	135	125	140	180	195	180	200	165	180	220	235	260	275	315	330
200	225	30	45	90	105	75	90	135	150	140	155	200	215	200	225	180	200	240	255	290	305	350	365

Roulements à rouleaux sphériques alésage cylindrique

Alésage d (mm)	jus-qu'à	Catégorie 2		Catégorie normale		Catégorie 3		Catégorie 4		Catégorie 5	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
14	18	10	20	20	35	35	45	45	60	60	75
18	24	10	20	20	35	35	45	45	60	60	75
24	30	15	25	25	40	40	55	55	75	75	95
30	40	15	30	30	45	45	60	60	80	80	100
40	50	20	35	35	55	55	75	75	100	100	125
50	65	20	40	40	65	65	90	90	120	120	150
65	80	30	50	50	80	80	110	110	145	145	180
80	100	35	60	60	100	100	135	135	180	180	225
100	120	40	75	75	120	120	160	160	210	210	260
120	140	50	95	95	145	145	190	190	240	240	300
140	160	60	110	110	170	170	220	220	280	280	350
160	180	65	120	120	180	180	240	240	310	310	390
180	200	70	130	130	200	200	260	260	340	340	430
200	225	80	140	140	220	220	290	290	380	380	470
225	250	90	150	150	240	240	320	320	420	420	520
250	280	100	170	170	260	260	350	350	460	460	570
280	315	110	190	190	280	280	370	370	500	500	630
315	355	120	200	200	310	310	410	410	550	550	690

Illustration du jeu radial : roulements à rouleaux sphériques (doc. SNR)






Nota : le jeu des roulements à alésage conique est différent de celui des roulements à alésage cylindrique


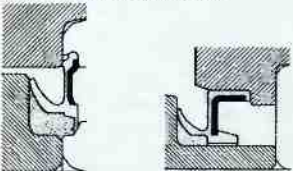

9.18. Choix de la protection ou de l'étanchéité

doc. SNR.



Aptitudes Type de joint	Efficacité relative	Vitesse limite	Température de fonctionnement minimale - maximale	Remarques
à partir de doc. SNR Défecteur suffixe Z Tôle d'acier doux 	=	sans changement	Celle du roulement de base non protégé, sauf dans le cas de protection bilatérale, la graisse limite la température à 110°C	C'est une protection et non une étanchéité. Elle peut être unilatérale ou bilatérale. Elle n'introduit aucun couple de frottement additionnel
Joint radial standard E Nitrile acrylique noir 	+	70% de la vitesse limite du roulement ouvert	-30°C à +110°C	Ils sont montés sur la bague extérieure et trottent sur la bague intérieure. Ils ne sont pas adaptés aux conditions sévères de pollution et de pression
Joint haute température E3 Elastomère fluoré rouge 	+	sans changement	-40°C à +200°C	Excellente résistance aux agents chimiques. Coût plus élevé que celui du joint standard. Ils ne limitent pas la fréquence de rotation

Etanchéité renforcée pour applications particulières (grande série, grande fiabilité...)

Joint radial double E32 Nitrile acrylique noir 	++	70% de la vitesse limite du roulement ouvert	-30°C à +110°C	Permet un fonctionnement en ambiance polluée. Joint totalement intégré au roulement qui n'est plus standard. Ils exigent un élargissement des bagues du roulement.
Joint à lèvres frontale E10 E16 Nitrile acrylique noir 	++	60% de la vitesse limite du roulement ouvert	-30°C à +110°C	Ils assurent une étanchéité à plusieurs niveaux. Ils sont destinés aux applications où la pollution est importante. Le joint E16 est surtout prévu pour les rouleaux coniques. Il est vendu séparément.
Joint intégré à étanchéité renforcée E30 Nitrile acrylique noir 	++		-30°C à +110°C	Etanchéité très performante en milieu pollué (roues de véhicules). Joint totalement intégré au roulement qui n'est plus standard. C'est le plus performant.

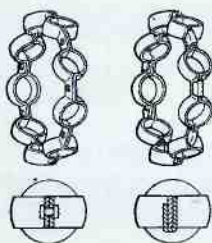


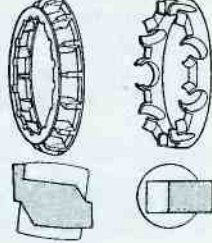
Remarques: Ces températures limites sont relatives aux déflecteurs et joints. Ces plages peuvent être modifiées par la nature de la graisse, de la cage ou par l'acier à roulement. **Légende :** ++ très bonne; + bonne; = moyenne

9.19. Types de cage de roulement

doc. SNR



Avertissement : Les roulements sont livrés, dans la version standard, avec un type de cage adapté au cas général.
Le tableau suivant est destiné au choix d'une cage spéciale et à la connaissance des aptitudes limites.

<p>Type de cage</p> <p>→</p> <p>Aptitudes</p> <p>↓</p>	 <p>Cage emboutie</p>	 <p>Cage usinée laiton</p>	 <p>Cage usinée résine</p>	 <p>Cage moulée</p>
<p>Vitesse limite</p>	<p>Celle du roulement</p>	<p>Permet d'augmenter la vitesse limite du roulement</p>	<p>Généralement centrée sur la bague, elle permet d'augmenter la vitesse limite du roulement.</p>	<p>Celle du roulement</p>
<p>Température</p>	<p>Ne limite pas la température de fonctionnement du roulement</p>	<p>Ne limite pas la température de fonctionnement du roulement.</p>	<p>110°C maxi en utilisation continue.</p>	<p>La plus courante étant en polyamide 6/6, la température se limite à : -120°C en continu -150°C en discontinu</p>
<p>Lubrification</p>	<p>Contact métal/métal donc sensible à la lubrification.</p>	<p>Meilleur coefficient de frottement métal/métal</p>	<p>Excellent coefficient de frottement. Cage imprégnée d'huile, lubrification optimale du roulement.</p>	<p>Bon coefficient de frottement. Bon comportement dans le cas de lubrification déficiente.</p>
<p>Tenue aux vibrations</p>	<p>Limitée par : - résistance mécanique - mode d'assemblage - balourd éventuel</p>	<p>Excellent e tenue, notamment pour cage centrée sur une bague. Maintient le centrage malgré les balourds dynamiques.</p>	<p>- Bon comportement avec cage centrée sur une bague. - Faible inertie - Bon équilibrage</p>	<p>Excellent comportement: - légèreté - élasticité</p>
<p>Tenue aux accélérations</p>	<p>Risque de rupture de la cage</p>	<p>Résistance mécanique élevée mais: - manque de flexibilité - manque d'inertie</p>	<p>Excellent comportement: - faible inertie - bonne résistance mécanique</p>	<p>Excellent comportement : - légèreté - élasticité</p>
<p>Aptitude aux défauts d'alignement arbre / logement</p>	<p>Risque de rupture de la cage</p>	<p>Utilisation non recommandée</p>	<p>Utilisation non recommandée</p>	<p>Excellent comportement : - élasticité</p>
<p>Remarques</p>	<p>Les cages sont en tôle d'acier ou de laiton. Elles sont rivetées, agrafées ou soudées</p>	<p>- Coût élevé - Sensible aux phénomènes électrolytiques en présence d'humidité</p>	<p>- Coût élevé - Réservé généralement aux roulements à grande vitesse et/ou à grande précision.</p>	<p>Elles remplacent la cage tôle pour de nombreux types de roulements. Bon comportement à l'humidité.</p>

9.20. Roulement à billes à contact radial et variantes



Remarques

- Le roulement à billes à contact radial existe dans de nombreuses variantes (cages, étanchéité, protection, jeu, ...).
 - Ses aptitudes (voir 9.2, aptitudes comparatives) et sa grande diffusion lui confère un excellent rapport performances / prix.
- C'est le roulement qui a, par conséquent, le plus grand domaine d'application. Lors du choix d'un roulement, il doit donc être considéré en priorité.

Exemples de suffixes utilisés pour les roulements à billes à contact radial

FAG	SNR	SKF	Définitions	Figures SNR
RSR 2RSR	E EE	RS 2RS	Etanchéité assurée par joint acrylique (-30°C à +110°C), couleur noire - Unilatérale - Bilatérale	 EE ou EE3
	E3		Etanchéité pour haute température (-40°C à 350°C) assurée par joint en élastomère fluoré (couleur rouge)	
	E10		Etanchéité unilatérale par joint à lèvres frontale en nitrile acrylique	
TNH TVH	G14 G15	TN TN9	Cages en polyamide	
P	J..	P	Jeu et précision Exemples : P6 : précision classe ISO 6 J26 : jeu catégorie 2, précision classe ISO 6	
K	K	K	Alésage conique conicité 1 / 12	
M MA MB	M MA MB	M MA MB	Cage en laiton usinée centrée sur les éléments roulants Cage en laiton usinée centrée sur la bague extérieure (B.E.) Cage en laiton usinée centrée sur la bague intérieure (B.I.)	
N NR	N NR	N NR	Rainure sur \varnothing extérieur pour segment d'arrêt Rainure et segment d'arrêt sur bague extérieure	
ZR 2ZR	Z ZZ	Z ZZ	Protection assurée par déflecteur métallique - unilatérale - bilatérale	

9.21. Choix d'une lubrification

à partir de doc. SNR.



Rôle de la lubrification

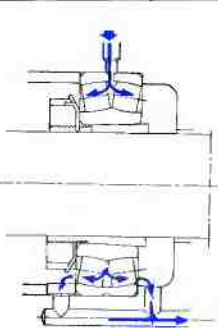
La lubrification est un élément essentiel pour le bon fonctionnement du roulement et pour le maintien de sa durée de vie. Elle a pour rôle d'interposer un film de lubrifiant entre les corps roulants et le chemin de roulement afin de limiter l'usure des éléments en contact et de réduire l'échauffement.

La lubrification a également deux autres fonctions : elle évite l'oxydation et assure une protection contre la pollution extérieure.

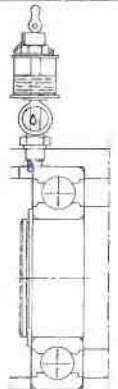
Les deux principaux moyens utilisés sont la lubrification à l'huile et la lubrification à la graisse.

Comparaison des lubrifications à l'huile et à la graisse

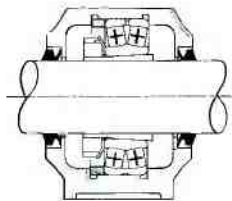
	La lubrification à l'huile	La lubrification à la graisse
Intérêt principal	Elle est généralement employée lorsque le roulement est intégré dans un mécanisme déjà lubrifié à l'huile (réducteur, boîte de vitesse)	Elle est de plus en plus utilisée : la graisse devient un composant à part entière du roulement. Elle permet dans certain cas le graissage à vie. Le choix de la graisse doit être rigoureux.
Limite de température	en continu : - 20°C à +140°C conditions exceptionnelles : 200°C	- en continu : -30°C à +90°C - conditions exceptionnelles : 200°C
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - bonne pénétration dans le roulement - bonne stabilité physico-chimique - bon refroidissement (évacuation de la chaleur) - évacuation des corps étrangers - contrôle aisé du lubrifiant (état et niveau) - bonne tenue à la température 	<ul style="list-style-type: none"> - graissage facile en des points éloignés du mécanisme - propreté du mécanisme - étanchéité plus facile qu'à l'huile - simplicité de mise en œuvre - utilisation possible de roulements prégraissés - démarrage doux
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - bonne étanchéité nécessaire - en cas d'arrêt prolongé, mauvaise protection contre l'oxydation - retard au démarrage (dans le cas de mise en circulation) - nécessite une centrale dans le cas de lubrification dispersée 	<ul style="list-style-type: none"> - mauvaise tenue dans le roulement et limitation de la fréquence de rotation - coefficient de frottement plus élevé qu'avec de l'huile - contrôle de la lubrification délicate (nécessité d'un apport périodique) - température limite de fonctionnement
Dispositif de lubrification	<ul style="list-style-type: none"> - bain d'huile (mécanisme fermé) - à l'huile perdue (évacuation nécessaire) - ruissellement- projection (engrenage) - circulation d'huile (pompe) - brouillard d'huile (sous pression) 	<ul style="list-style-type: none"> - garnissage manuel - roulement prégraissé - graissage par pompe et graisseurs - circuit de graissage centralisé - soupape à graisse



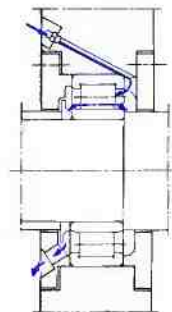
par circulation d'huile



huile perdue



graissage manuel



graissage par pompe
(soupape à graisse)

Exemples de systèmes de lubrification

Exemples de dispositif de graissage

9.22. Choix d'une huile



Choix d'une huile - Vérification de la qualité d'une lubrification.

Les abaques suivants permettent de déterminer la viscosité minimale de l'huile à choisir pour assurer un fonctionnement correct du montage de roulements. Ils permettent également de vérifier l'efficacité d'une lubrification donnée.

Vérification d'une lubrification

Abaque 2

- 1- entrer la température de fonctionnement (ex. 70°C)
- 2- entrer l'huile retenue et sa viscosité nominale à 40°C (ex. VG 46)
- 3- déduire la viscosité minimale à la température de fonctionnement: ex. 15 mm²/s

Abaque 1

- 1- entrer le ø moyen (ex. 46 mm en A)
- 2- entrer la vitesse (ex. 2000 tr/min en B)
- 3- entrer la viscosité minimale de l'huile (à la température de fonctionnement) trouvée précédemment (ex. 15 mm²/s)
- 4- on déduit la qualité de la lubrification en tenant compte du type de roulement (ex. favorable pour des roulements à billes.

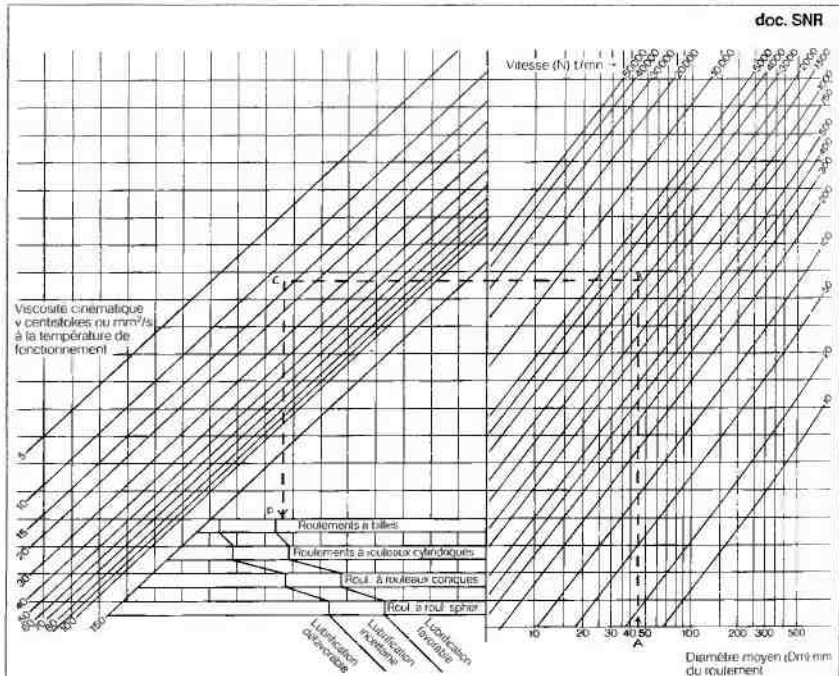
Recherche d'une huile

Abaque 1

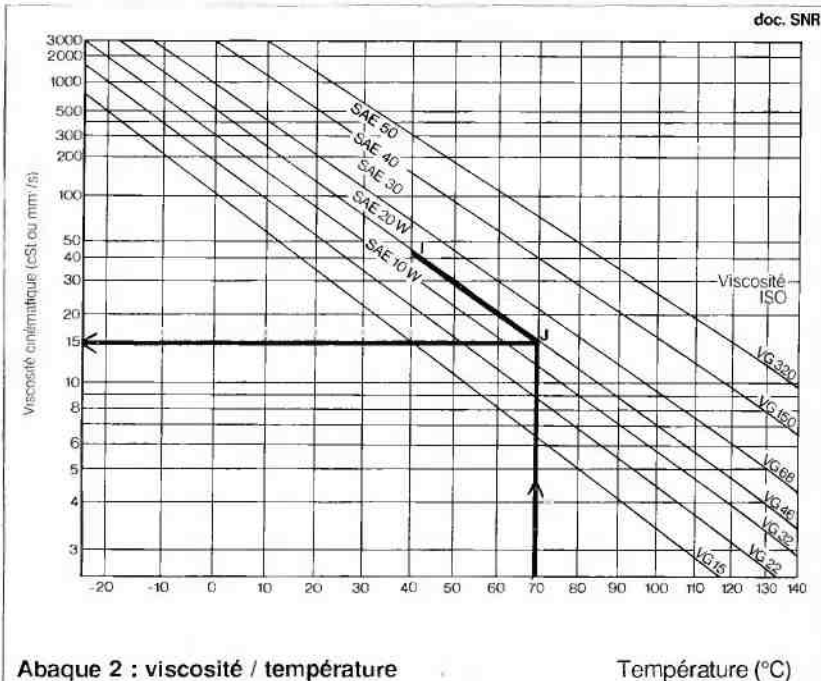
- 1- entrer le ø moyen (A)
- 2- entrer la vitesse (B)
- 3- entrer la qualité de lubrification choisie et le type de roulement (D)
- 4- on déduit la viscosité minimale de l'huile à la température de fonctionnement

Abaque 2

- 1- entrer la viscosité trouvée
- 2- entrer la température de fonctionnement
- 3- déduire la viscosité minimale de l'huile à 40°C et par suite, le type d'huile



Abaque 1: recherche d'une lubrification à l'huile



Abaque 2 : viscosité / température

Température (°C)

9.23. 'Choix d'une graisse

à partir d'un doc. SNR



Limites et choix Type de fonctionnement	Limites d'utilisation		Caractéristiques des graisses recommandées	Réf SNR	Applications type
	température	Vitesse			
Usage courant	-30°C à +120°C	< vitesse limite du roulement	Graisse à base d'huile minérale et de savon traditionnel (lithium, calcium...), Consistance : généralement grade 2, grade 3 pour roulements grande dimension ou particularité fonctionnement. A partir de 80° C en continu, les performances des graisses d'usage courant s'altèrent de façon notable; certaines applications peuvent demander un choix mieux adapté.	LUB MS	Automobile Machines agricoles Mécanique générale Matériel manutention Outillage électrique
Forte charge	-30°C à +110°C	≤2/3 vitesse limite du roulement	Graisse de conception similaire aux graisses d'usage courant avec additif extrême pression.	LUB EP	Sidérurgie, matériel de travaux publics
Haute température jusqu'à 130°C jusqu'à 140°C jusqu'à 170°C jusqu'à 220°C	-30°C à +130°C	≤2/3 vitesse limite du roulement	Graisse à savon généralement traditionnel avec huile de base minérale de forte viscosité ou synthétique. (1)	LUB HT	Moteurs électriques classe E
	-20°C à +140°C				Moteurs électriques classe F Alternateurs
	-20°C à +180°C	≤1/3 vitesse limite du roulement	Graisse entièrement synthétiques. Attention : les graisses d'huile de base silicone ont une tenue réduite sous charge.(1)	LUB THT	Equipements de fours Moteurs électriques classe H Ccupleurs
	-20°C à +220°C	N.Dm<10 000 avec: - N (tr/min) - D (mm)	Produits de synthèse se présentant sous forme solide ou pâteuse. Utilisation limitée à des vitesses de rotation très faibles. Produits difficilement miscibles. Mise en oeuvre à spécifier par le fabricant.	LUB THT	Equipements de fours Waggonnets de four
Basse température	jusqu'à -60°C	≤2/3 vitesse limite du roulement	Graisse à très faible viscosité d'huile de base. Attention à la retenue de graisse si la température risque de s'élever à des valeurs supérieures à 80°C.	LUB GV	Aviation Engins spéciaux
Grande vitesse	-20°C à +110°C	>vitesse limite du roulement	Graisse à très faible viscosité d'huile de base. Une attention particulière doit être apportée à la quantité, au maintien, au voisinage des parties actives et de la retenue de la graisse.	LUB GV	Broches de machines-outils Machines à bois Broches textile
Humidité	-30°C à +120°C	≤2/3 vitesse limite du roulement	Graisse traditionnelle fortement dopée avec additifs anti-corrosion.	LUB MS	Machines à laver
Centrifugation vibrations bague ext. tournante.	-20°C à +120°C	≤2/3 vitesse limite du roulement	Graisse consistante (grade 2 ou 3) à forte adhérence.	LUB VX	Alternateurs Matériel travaux publics Poulies folles

(1) La durée de vie de ces graisses est sensible au niveau thermique d'utilisation, d'où la nécessité d'avoir une estimation précise de ce niveau.

9.24. Entretien des roulements - Lubrification



Débit d'huile

- sur circuit d'huile spécial

C'est une pompe qui assure un débit constant.

Le diagramme suivant donne un ordre de grandeur du débit minimal de sécurité dans les conditions normales d'utilisation des roulements.

Dans le cas de fonctionnement à plus haute température (à partir de 70 °C), il est nécessaire :

- de calculer la viscosité corrigée (§9.13) en fonction de la température réelle de fonctionnement
- d'utiliser des huiles avec additifs anti-oxydants
- d'augmenter le débit de circulation d'huile pour éliminer plus efficacement les calories
- de prévoir si besoin, un échangeur de refroidissement

- sur le circuit d'huile du mécanisme

Dans ce cas il faut en plus tenir compte de la température initiale de l'huile dans le mécanisme.

Quantité de graisse

Dans le cas des roulements prégraissés, la quantité de graisse est déterminée par avance par le constructeur pour un fonctionnement normal.

Dans les autres cas, la quantité nécessaire au bon fonctionnement du roulement doit être comprise entre 20 et 30% du volume libre à l'intérieur du roulement.

Une formule permet de définir le volume correct de graisse à incorporer :

$$V = 0,005 \cdot D \cdot B$$

avec : - V : cm³

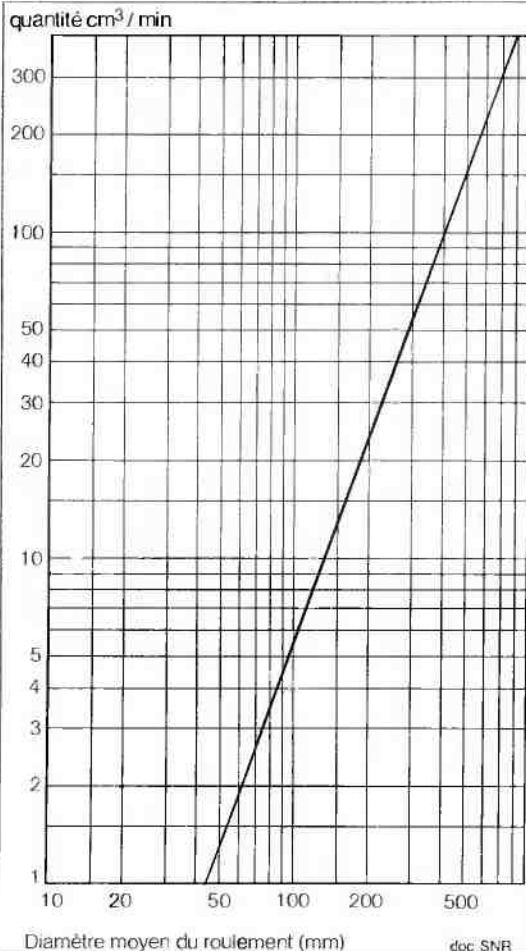
- D : diamètre extérieur du roulement en mm

- B : largeur du roulement en mm

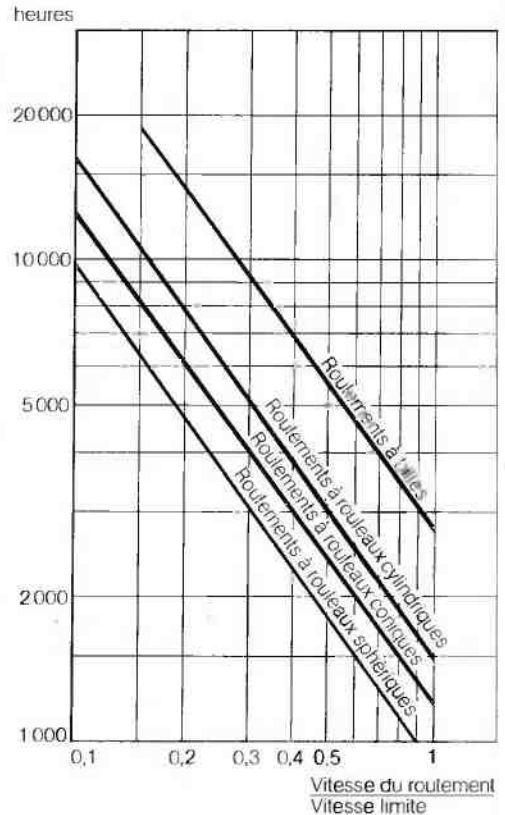
Cas particuliers :

- paliers munis d'orifices d'évacuation de graisse usée : ce volume peut être augmenté de 20%
- roulement tournant à faible vitesse : le volume libre peut être entièrement comblé.

Débit minimal d'huile (cm³ / min)



Intervalles de graissage (heures)



Pour un roulement lubrifié à la graisse d'usage général pour une température inférieure à 80°C.

doc. SNR

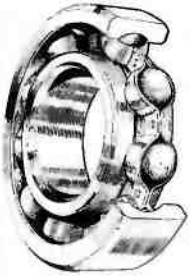
9.25. Roulements à billes à contact radial une rangée de billes

NF E 22 315

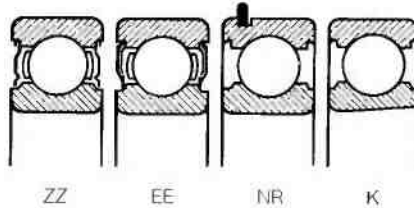
Données



S N R



Symbole



Types

Remarques : Ils sont fabriqués suivant de nombreuses versions (9.20), en particulier:

- types protégés ou étanches Z ou E
- types à joints spéciaux (9.18)
- types à rainure pour segment d'arrêt N
- types à rainure et segment d'arrêt NR

Utilisation : Voir les aptitudes au 9.2. Il a de bonnes capacités de charges axiales et radiales. Il permet de grandes vitesses de rotation.

Coefficients de calculs

Charge equival. dynamique

$$F_a / F_r \leq e : P = F_r$$

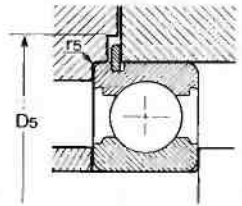
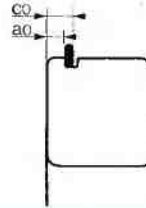
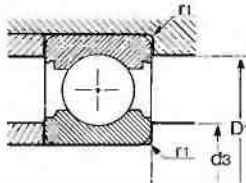
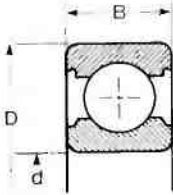
$$F_a / F_r > e : P = 0,56 F_r + Y F_a$$

Fa / Co	X	Y	e
0,014		2,3	0,19
0,028		1,99	0,22
0,056		1,71	0,26
0,084		1,55	0,28
0,11	0,56	1,45	0,30
0,17		1,31	0,34
0,28		1,15	0,38
0,42		1,04	0,42
0,56		1,00	0,44

Charge équivalente statique

La plus grande des deux valeurs

$$P_o = F_r \text{ et } P_o = 0,6 F_r + 0,5 F_a$$



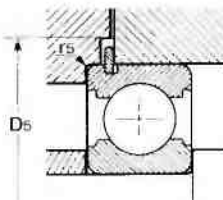
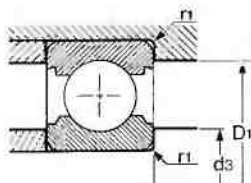
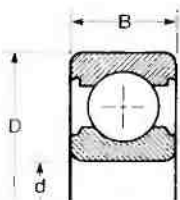
DIMENSION (mm)	CHARGE DE BASE (10 ³ N)	Vitesse (tr/min)			EPAULEMENTS ET CONGES (mm)			Cotes de montage complémentaires pour roulements type NR (mm)												
		graisse		huile	d3	D1	r1	a0	c0	D5	r5									
		roul ^t Z et ZZ	roul ^t E et EE									mini	maxi	mini	maxi	max	min	max	min	
3	10	4	0,71	0,26	46 000	31 000	54 000	5,0	5,1	7,9	8,0	0,15								
4	13	5	1,30	0,49	36 000	24 000	43 000	5,5	5,7	11,4	11,5	0,20								
	16	5	1,88	0,68	37 000	25 000	45 000	6,0	6,5	12,5	14,0	0,30								
5	16	5	1,88	0,68	36 000	24 000	43 000	7,0	7,1	13,9	14,0	0,30								
	19	6	2,46	1,05	31 000	21 000	37 000	7,0	8,0	15,5	17,0	0,30								
6	19	6	2,46	1,05	30 000	22 000	36 000	8,0	8,1	16,9	17,0	0,30								
	22	7	3,30	1,36	26 000	21 000	31 000	9,0	9,2	16,9	17,0	0,30								
7	19	6	2,46	1,05	37 000	22 000	42 000	9,0	9,2	16,9	17,0	0,30								
	22	7	3,30	1,36	26 000	21 000	31 000	9,0	10,5	19,8	20,0	0,30								
8	22	7	3,30	1,36	32 000	21 000	37 000	10,0	10,5	19,3	20,0	0,30								
	26	8	4,60	1,97	29 000	20 000	33 000	11,0	11,5	21,9	22,0	0,30								
9	24	7	3,65	1,64	21 000	19 000	26 000	12,9	13,1	21,9	22,1	0,60								
	26	8	4,60	1,97	21 000	19 000	26 000	12,9	13,1	21,9	22,1	0,60								
10	26	8	4,60	1,97	31 000	21 000	36 000	12,0	12,8	23,6	24,0	0,30								
	30	9	6,00	2,65	25 000	17 000	31 000	14,0	14,6	25,8	26,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	36,0	0,6		
	35	11	8,10	3,45	22 000	15 000	27 000	14,0	16,6	29,2	31,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	41,0	0,6		
12	28	8	5,10	2,37	27 000	18 000	32 000	14,0	14,8	25,6	26,0	0,30								
	32	10	6,90	3,10	23 000	15 000	28 000	16,0	16,5	27,9	28,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	38,0	0,6		
	37	12	9,70	4,20	20 000	13 000	24 000	17,9	18,1	31,3	31,5	1,00	2,06	1,90	3,18	2,92	42,5	0,6		
15	32	8	5,60	2,85	23 000		28 000	17,0	18,3	29,1	30,0	0,30								
	32	9	5,60	2,85	23 000	15 000	28 000	17,0	18,3	29,1	30,0	0,30								
	35	11	7,70	3,75	20 000	13 000	25 000	19,0	19,6	31,0	31,2	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	38,0	0,3		
	42	13	11,30	5,40	18 000	12 000	21 000	21,0	21,2	36,1	36,3	1,00	2,06	1,90	3,18	2,92	41,0	0,6		
17	35	8	6,00	3,25	21 000		25 000	19,0	20,7	31,7	33,0	0,30								
	35	10	6,00	3,25	21 000	14 000	25 000	19,0	20,7	31,7	33,0	0,30								
	40	12	9,60	4,75	18 000	12 000	22 000	21,0	22,4	35,0	36,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	41,0	0,3		
	47	14	13,50	6,60	16 000	11 000	19 000	23,0	24,5	40,3	41,0	1,00	2,46	2,31	3,58	3,33	54,0	0,6		
20	42	8	9,40	5,00	15 000		21 000	22,0	25,1	37,1	40,0	0,30								
	42	12	9,40	5,00	18 000	12 000	21 000	24,0	25,1	37,1	38,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	47,5	0,6		
	47	14	12,80	6,60	15 000	10 000	19 000	26,0	26,2	41,1	41,3	1,00	2,46	2,31	3,58	3,33	54,0	0,6		
	47	14	12,80	6,60	15 000	10 000	19 000	26,0	26,2	41,1	41,3	1,00	2,46	2,31	3,58	3,33	54,0	0,6		

* Valeurs d'épaulements permettant le démontage

Roulements à billes à contact radial (suite)

NFE 22 315

SNR



DIMENSION (mm)			CHARGE DE BASE (10 ³ N)		Vitesse (tr /min)			EPAULEMENTS ET CONGES (mm)					Cotes de montage complémentaires pour roulements type NR (mm)						
d	D	B	dyn	stat	Co	graisse		huile	d3		D1		r1	a0		c0		D5	r5
						roul ^t Z et ZZ	roul ^t E et EE		mini	maxi*	mini*	maxi		max	min	max	min		
	52	15	15,90	7,90	14 000	9 300	17 000	27,0	27,9	44,5	45,0	1,10	2,46	2,31	3,58	3,33	59,0	0,6	
	72	19	29,50	15,50	10 000		13 000	28,0	37,4	59,6	64,0	1,10	3,28	3,07	4,98	4,67	80,0	0,6	
22	44	12	14,70	6,50	17 000	11 000	20 000	26,0	26,5	39,9	40,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	49,5	0,6	
	50	14	20,80	8,90	14 000	9 300	17 000	28,0	28,4	43,9	44,1	1,00	2,46	2,31	3,58	3,33	57,0	0,6	
	56	16	23,90	10,40	13 000	8 700	15 000	29,0	30,7	48,7	49,0	1,10	2,46	2,31	3,58	3,33	63,0	0,6	
25	47	8	10,10	5,90	15 000		18 000	27,0	30,1	42,1	45,0	0,30							
	47	12	10,10	5,90	15 000	10 000	18 000	29,0	30,1	42,1	43,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	54,0	0,6	
	52	15	14,00	7,90	13 000	8 700	16 000	31,0	31,4	46,3	46,5	1,00	2,46	2,31	3,58	3,33	59,0	0,6	
28	62	17	23,70	12,20	11 000	7 300	14 000	32,0	34,9	53,1	55,0	1,10	3,28	3,07	4,98	4,67	69,0	0,6	
	80	21	36,00	19,30	9 000		11 000	35,0	42,1	66,3	70,0	1,50	3,28	3,07	4,98	4,67	88,0	0,6	
	52	12	19,10	9,30	14 000	9 300	16 000	32,0	33,3	47,1	48,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	59,0	0,6	
30	58	16	23,60	11,10	12 000	8 000	15 000	34,0	35,1	51,3	52,0	1,00	2,46	2,31	3,58	3,33	65,0	0,6	
	68	18	36,00	16,40	10 000	6 700	13 000	35,0	38,8	59,7	61,0	1,10	3,28	3,07	4,98	4,67	76,0	0,6	
	55	9	12,60	8,20	13 000		15 000	32,0	36,2	48,8	53,0	0,30							
32	55	13	12,60	8,20	13 000	8 700	15 000	35,0	36,2	48,8	50,0	1,00	2,08	1,88	3,20	2,90	62,0	0,6	
	62	16	19,50	11,30	11 000	7 300	14 000	36,0	38,0	54,6	56,0	1,00	3,28	3,07	4,98	4,67	69,0	0,6	
	72	19	28,00	15,80	9 800	6 500	12 000	37,0	41,7	62,3	65,0	1,10	3,28	3,07	4,98	4,67	80,0	0,6	
35	90	23	43,20	23,80	7 900		9 600	40,0	47,0	73,0	80,0	1,50	3,28	3,07	5,74	5,43	97,5	0,6	
	58	13	22,40	11,20	12 000	8 000	14 000	37,0	37,9	52,5	53,0	1,00	2,08	1,88	3,20	2,90	65,0	0,6	
	65	17	30,50	14,60	10 000	6 700	13 000	38,0	39,3	57,5	59,0	1,00	3,28	3,07	4,98	4,67	72,0	0,6	
40	75	20	41,50	19,40	9 300	6 200	11 000	39,0	43,2	65,6	68,0	1,10	3,28	3,07	4,98	4,67	83,0	0,6	
	62	9	13,90	9,30	11 000		13 000	37,0	41,2	56,2	60,0	0,30							
	62	14	16,00	10,30	11 000	7 300	13 000	40,0	41,2	56,2	57,0	1,00	2,08	1,88	3,78	3,48	69,0	0,6	
45	72	17	25,50	15,30	9 300	6 200	12 000	42,0	43,8	63,7	65,0	1,10	3,28	3,07	4,98	4,67	80,0	0,6	
	80	21	33,50	19,10	8 700	5 800	10 000	44,0	46,4	68,4	71,0	1,50	3,28	3,07	4,98	4,67	88,0	0,6	
	100	25	55,00	31,00	7 000		8 500	45,0	53,1	81,9	90,0	1,50	3,28	3,07	5,74	5,43	107,5	0,6	
50	68	9	15,20	11,10	10 000		12 000	42,0	46,5	61,9	66,0	0,30							
	68	15	17,40	11,50	10 000	6 700	12 000	45,0	46,5	61,9	63,0	1,00	2,49	2,29	4,19	3,89	76,0	0,6	
	80	18	29,00	17,90	8 300	5 500	10 000	47,0	49,8	70,7	73,0	1,10	3,28	3,07	4,98	4,67	88,0	0,6	
55	90	23	40,50	23,90	7 700	5 100	9 200	49,0	52,9	77,6	81,0	1,50	3,28	3,07	5,74	5,43	97,5	0,6	
	110	27	64,00	36,50	6 300		7 700	52,0	59,6	90,4	98,0	2,00	3,28	3,07	5,74	5,43	118,0	0,6	
	75	10	17,50	12,70	9 200		11 000	49,0	52,3	68,7	71,0	0,60							
60	75	16	21,00	15,20	9 200	6 100	11 000	50,0	52,3	68,1	70,0	1,00	2,49	2,29	4,19	3,89	83,0	0,6	
	85	19	32,50	20,50	7 700	5 100	9 600	52,0	54,4	76,1	78,0	1,10	3,28	3,07	4,98	4,67	93,0	0,6	
	100	25	53,00	31,50	6 900	4 600	8 300	54,0	59,2	86,7	91,0	1,50	3,28	3,07	5,74	5,43	107,5	0,6	
65	120	29	77,00	45,00	5 800		7 000	57,0	66,2	99,8	108,0	2,00	4,06	3,86	6,88	6,58	131,0	0,6	
	80	10	16,10	13,10	8 500		10 000	54,0	57,3	73,1	76,0	0,60							
	80	16	21,80	16,60	8 500	5 700	10 000	55,0	57,3	73,1	75,0	1,00	2,49	2,29	4,19	3,89	88,0	0,6	
70	90	20	35,00	23,20	7 100	4 700	8 900	57,0	59,4	81,1	83,0	1,10	3,28	3,07	5,74	5,43	97,5	0,6	
	110	27	62,00	38,00	6 200	4 100	7 500	61,0	65,8	95,1	99,0	2,00	3,28	3,07	5,74	5,43	118,0	0,6	
	130	31	92,00	54,00	5 300		6 400	64,0	72,2	107,8	116,0	2,10	4,06	3,86	6,88	6,58	141,0	0,6	
75	90	11	19,50	16,20	7 600		9 000	59,0	63,3	82,5	86,0	0,60							
	90	18	28,50	21,30	7 600	5 100	9 000	61,0	63,3	82,5	84,0	1,10	2,87	2,67	5,33	5,03	97,5	0,6	
	100	24	43,50	29,00	6 500	4 300	8 100	64,0	65,9	89,6	91,0	1,50	3,28	3,07	5,74	5,43	107,5	0,6	
80	120	29	72,00	44,50	5 700	3 800	6 900	66,0	72,1	103,4	109,0	2,00	4,06	3,86	6,88	6,58	131,0	0,6	
	140	33	100,00	62,00	4 900		5 900	69,0	76,9	118,1	126,0	2,10	4,90	4,65	7,72	7,37	151,0	0,6	
	95	11	20,00	17,50	7 100		8 400	64,0	68,3	87,5	91,0	0,60							
85	95	18	29,50	23,20	7 100	4 700	8 400	66,0	68,3	87,5	89,0	1,10	2,87	2,67	5,33	5,03	103,0	0,6	
	110	22	52,00	36,00	5 900	3 900	7 400	69,0	70,9	98,7	101,0	1,50	3,28	3,07	5,74	5,43	118,0	0,6	
	130	31	82,00	52,00	5 300	3 500	6 300	73,0	78,7	111,8	117,0	2,10	4,06	3,86	6,88	6,58	141,0	0,6	
150	35	109,00	70,00	4 500		5 500	74,0	84,0	125,5	136,0	2,10	4,90	4,65	7,72	7,37	161,0	0,6		

* Valeurs d'épaulements permettant le démontage

Roulements à billes à contact radial (suite)

NFE 22 315

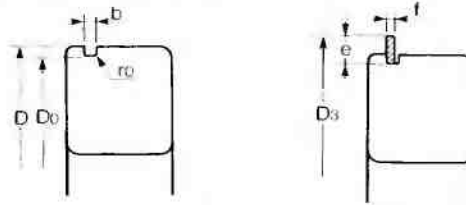
SNR



DIMENSION (mm)			CHARGE DE BASE (10 ³ N)		Vitesse (tr/min)			EPAULEMENTS ET CONGES (mm)					Cotes de montage complémentaires pour roulements type NR (mm)							
					roul ^t Z et ZZ	roul ^t E et EE	huile	d ₃		D ₁		r ₁	a ₀		c ₀		D ₅	r ₅		
d	D	B	dyn C	stat Co							mini	maxi	mini	maxi	maxi	max	min	max	min	maxi
65	100	11	21,20	19,60	6 700		7 900	69,0	73,3	92,5	96,0	0,60								
	100	18	30,50	25,00	6 700	4 500	7 900	71,0	73,3	92,5	94,0	1,10	2,87	2,67	5,33	5,03	107,5	0,6		
	120	23	57,00	40,00	5 400	3 600	6 800	74,0	78,1	106,7	111,0	1,50	4,06	3,86	6,88	6,58	131,0	0,6		
70	140	33	93,00	60,00	4 900	3 300	5 900	78,0	85,2	120,3	127,0	2,10	4,90	4,65	7,72	7,37	151,0	0,6		
	160	37	118,00	79,00	4 200		5 100	79,0	90,0	134,0	146,0	2,10	4,90	4,65	7,72	7,37	171,0	0,6		
	110	13	28,00	25,00	6 100		7 200	74,0	79,8	101,0	106,0	0,60								
75	110	20	36,00	28,50	6 100	4 100	7 200	76,0	79,8	101,0	104,0	1,10	2,87	2,67	5,33	5,03	117,5	0,6		
	125	24	62,00	44,00	5 100	3 400	6 400	79,0	84,0	111,8	116,0	1,50	4,06	3,86	6,88	6,58	136,0	0,6		
	150	35	104,00	68,00	4 500	3 000	5 400	83,0	91,8	128,7	137,0	2,10	4,90	4,65	7,72	7,37	161,0	0,6		
80	160	42	144,00	103,00	3 800		4 600	86,0	99,7	150,3	164,0	3,00	5,69	5,44	8,79	8,44	194,0	0,6		
	115	13	28,50	27,00	5 800		6 800	79,0	84,8	106,0	111,0	0,60								
	115	20	39,50	33,50	5 800	3 900	6 800	81,0	84,8	106,0	109,0	1,10	2,87	2,67	5,33	5,03	123,0	0,6		
85	130	25	66,00	49,50	4 900	3 300	6 100	84,0	87,4	117,2	121,0	1,50	4,06	3,86	6,88	6,58	141,0	0,6		
	160	37	113,00	77,00	4 300	2 900	5 100	88,0	98,3	137,2	147,0	2,10	4,90	4,65	7,72	7,37	171,0	0,6		
	190	45	153,00	114,00	3 600		4 300	91,0	107,2	157,7	174,0	3,00	5,69	5,44	8,79	8,44	204,0	0,6		
90	125	14	32,00	31,00	5 400		6 300	84,0	91,4	114,4	121,0	0,60								
	125	22	47,50	39,50	5 400	3 600	6 300	86,0	91,4	114,4	119,0	1,10	2,87	2,67	5,69	5,39	136,0	0,6		
	140	26	73,00	53,00	4 500	3 000	5 700	91,0	95,6	126,2	129,0	2,00	4,90	4,65	7,72	7,37	151,0	0,6		
200	170	39	123,00	86,00	4 000	2 700	4 800	93,0	104,9	145,6	157,0	2,10	5,69	5,44	8,79	8,44	184,0	0,6		
	200	48	163,00	125,00	3 400		4 100	96,0	187,0	164,0	184,0	3,00	5,69	5,44	8,79	8,44	214,0	0,6		

SEGMENT D'ARRET pour roulements à rainure (NR)

*valeurs d'épaulements permettant le démontage



(1) Les dimensions données pour D3 s'appliquent aux segments montés. Les segments doivent être ajustés dans la rainure sans jeu radial

D (mm)	D ₀		b		r ₀	D ₃ (1)	e		f	
	min	maxi	min	maxi	maxi	mini	maxi	mini	max	
30	27,91	28,17	1,35	1,65	0,4	34,7	3,10	3,25	1,02	1,12
32	29,90	30,15	1,35	1,65	0,4	36,7	3,10	3,25	1,02	1,12
35	32,92	33,17	1,35	1,65	0,4	39,7	3,10	3,25	1,02	1,12
37	34,52	34,77	1,35	1,65	0,4	41,3	3,10	3,25	1,02	1,12
40	37,85	38,10	1,35	1,65	0,4	44,6	3,10	3,25	1,02	1,12
42	39,50	39,75	1,35	1,65	0,4	46,3	3,10	3,25	1,02	1,12
47	44,35	44,60	1,35	1,65	0,4	52,7	3,89	4,04	1,02	1,12
50	47,35	47,60	1,35	1,65	0,4	55,7	3,89	4,04	1,02	1,12
52	49,48	49,73	1,35	1,65	0,4	57,9	3,89	4,04	1,02	1,12
55	52,35	52,60	1,35	1,65	0,4	60,7	3,89	4,04	1,02	1,12
56	53,35	53,60	1,35	1,65	0,4	61,7	3,89	4,04	1,02	1,12
58	55,35	55,60	1,35	1,65	0,4	63,7	3,89	4,04	1,02	1,12
62	59,11	59,61	1,90	2,20	0,6	67,7	3,89	4,04	1,60	1,70
65	62,10	62,60	1,90	2,20	0,6	70,7	3,89	4,04	1,60	1,70
68	64,31	64,82	1,90	2,20	0,6	74,6	4,70	4,85	1,60	1,70
72	68,30	68,81	1,90	2,20	0,6	78,6	4,70	4,85	1,60	1,70
75	71,32	71,83	1,90	2,20	0,6	81,6	4,70	4,85	1,60	1,70
80	76,30	76,81	1,90	2,20	0,6	86,6	4,70	4,85	1,60	1,70
85	81,31	81,81	1,90	2,20	0,6	91,6	4,70	4,85	1,60	1,70
90	86,28	86,79	2,70	3,00	0,6	96,5	4,70	4,85	2,36	2,46
95	91,31	91,82	2,70	3,00	0,6	101,6	4,70	4,85	2,36	2,46
100	96,29	96,80	2,70	3,00	0,6	106,5	4,70	4,85	2,36	2,46
110	106,30	106,81	2,70	3,00	0,6	116,6	4,70	4,85	2,36	2,46
115	111,30	111,81	2,70	3,00	0,6	121,6	4,70	4,85	2,36	2,46
120	114,71	115,21	3,10	3,40	0,6	129,7	7,06	7,21	2,72	2,82
125	119,71	120,22	3,10	3,40	0,6	134,7	7,06	7,21	2,72	2,82
130	124,71	125,22	3,10	3,40	0,6	139,7	7,06	7,21	2,72	2,82
140	134,72	135,23	3,10	3,40	0,6	149,7	7,06	7,21	2,72	2,82
145	139,73	140,23	3,10	3,40	0,6	154,7	7,06	7,21	2,72	2,82
150	144,73	145,24	3,10	3,40	0,6	159,7	7,06	7,21	2,72	2,82
160	154,71	155,22	3,10	3,40	0,6	169,7	7,06	7,21	2,72	2,82
170	163,14	163,65	3,50	3,80	0,6	182,9	9,45	9,60	3,00	3,10
180	173,15	173,66	3,50	3,80	0,6	192,9	9,45	9,60	3,00	3,10
190	183,13	183,64	3,50	3,80	0,6	202,9	9,45	9,60	3,00	3,10
200	193,14	193,65	3,50	3,80	0,6	212,9	9,45	9,60	3,00	3,10

* Valeurs d'épaulements permettant le démontage

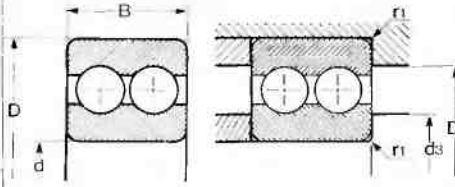
9.26. Roulements à billes à contact radial deux rangées de billes

NF E 22 315

Données


S N R


Symbole



Dimensions

Coefficients de calculs

Charge équival. dynamique

$$F_a / F_r \leq e : P = F_r$$

$$F_a / F_r > e : P = 0,56 F_r + Y F_a$$

Fa/Co	X	Y	e
0,014	0,56	2,3	0,19
0,028		1,99	0,22
0,056		1,71	0,26
0,084		1,55	0,28
0,11		1,45	0,30
0,17		1,31	0,34
0,28		1,15	0,38
0,42		1,04	0,42
0,56		1,00	0,44

Charge équivalente statique

La plus grande des deux valeurs

$$P_o = F_r \quad P_o = 0,6 F_r + 0,5 F_a$$

Remarques : Ils sont livrés graissés.

Utilisation : Voir les aptitudes au 9.2. Ils supportent des charges radiales importantes. Ils possèdent une bonne rigidité qui exige un alignement rigoureux des portées.

DIMENSIONS (mm)			CHARGE DE BASE (10 ³ N)		Vitesse limite (tr/min)		EPAULEMENTS ET CONGES (mm)				
d	D	B	dyn. C	stat. Co	graisse	huile	d ₃		D ₁		r ₁ maxi
							mini	maxi*	mini*	maxi	
10	30	14	9,20	5,20	18 000	23 000	14,0	16,0	24,0	26,0	0,60
12	32	14	9,40	5,50	16 000	20 000	16,0	18,0	26,0	28,0	0,60
15	35	14	10,40	6,60	14 000	18 000	19,0	21,0	29,0	31,0	0,60
	42	17	14,80	9,10	12 000	16 000	21,0	24,0	33,0	36,0	1,00
17	40	16	14,70	9,50	12 000	16 000	21,0	24,0	33,0	36,0	0,60
	47	19	19,70	13,20	11 000	14 000	23,0	26,0	38,0	41,0	1,00
20	47	18	17,80	12,70	10 000	13 000	26,0	29,0	39,0	41,0	1,00
	52	21	23,40	16,00	9 700	13 000	27,0	30,0	42,0	45,0	1,10
25	52	18	19,20	14,70	9 100	12 000	31,0	34,0	43,0	46,0	1,00
	62	24	22,40	8 000	10 900		32,0	37,0	50,0	55,0	1,10
30	62	20	26,00	20,70	7 600	9 800	36,0	40,0	52,0	56,0	1,00
	72	27	39,50	30,50	6 900	8 800	37,0	44,0	59,0	65,0	1,10
35	72	23	32,00	26,00	6 500	8 400	42,0	47,0	60,0	65,0	1,10
	80	31	51,00	38,00	6 100	7 800	44,0	49,0	66,0	71,0	1,50
40	80	23	34,00	30,00	5 800	7 500	47,0	53,0	67,0	73,0	1,10
	90	33	63,00	48,00	5 400	6 900	49,0	56,0	74,0	81,0	1,50
45	85	23	36,00	33,00	5 400	6 900	52,0	59,0	71,0	78,0	1,10
	100	36	72,00	60,00	4 800	6 200	54,0	62,0	83,0	91,0	1,50
50	90	23	37,50	36,50	5 000	6 400	57,0	63,0	77,0	83,0	1,10
	110	40	89,00	76,00	4 400	5 600	61,0	67,0	93,0	99,0	2,00
55	100	25	43,00	43,00	4 500	5 800	64,0	71,0	84,0	91,0	1,50
	120	43	104,00	90,00	4 000	5 100	66,0	73,0	102,0	109,0	2,00
60	110	28	57,00	58,00	4 100	5 300	69,0	77,0	93,0	101,0	1,50
	130	46	120,00	106,00	3 700	4 700	73,0	79,0	111,0	117,0	2,10
65	120	31	67,00	67,00	3 800	4 900	74,0	84,0	101,0	111,0	1,50
	140	48	129,00	113,00	3 400	4 400	78,0	87,0	118,0	127,0	2,10
70	125	31	70,00	73,00	3 600	4 600	79,0	90,0	107,0	116,0	1,50
75	130	31	73,00	80,00	3 400	4 400	84,0	92,0	113,0	121,0	1,50
80	140	33	81,00	90,00	3 200	4 100	91,0	99,0	120,0	129,0	2,00
85	150	36	94,00	106,00	3 000	3 800	96,0	106,0	128,0	139,0	2,00

* Valeurs d'épaulements permettant le démontage

9.27. Roulements à rotule sur deux rangées de billes

NFE 22 315

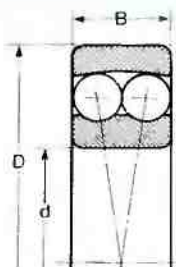
Données



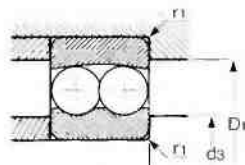
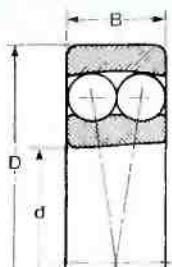
SNR



Symbole



Dimensions



Coefficients de calculs

$$Fa/Fr \leq e : P = Fr + YFa$$

$$Fa/Fr > e : P = 0,65Fr + YFa$$

$$Po = Fr + YoFa$$

Remarques : Ils sont limités en diamètre. Pour les gros diamètres, utiliser des roulements à rotule sur rouleaux.

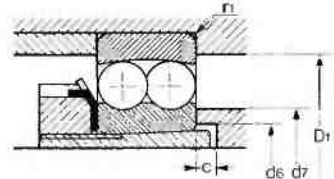
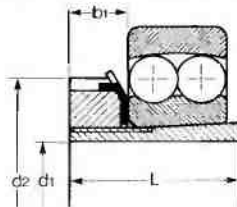
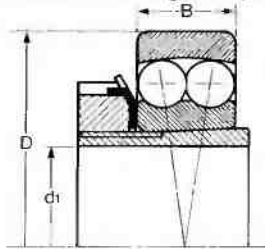
Utilisation : Voir les aptitudes au 9.2. Ils permettent de compenser des défauts d'alignement importants (défaut angulaire de 3° maxi). Ils sont fabriqués en alésage cylindrique ou conique (suffixe K - conicité 1/12), ce qui permet leur montage sur un manchon. Le manchon permet leur montage sur un arbre brut de laminage. Ils sont souvent utilisés sur du matériel agricole ou forestier pour des arbres de transmission de grande longueur, là où l'alignement des paliers est difficile à maîtriser.

DIMENSIONS (mm)			CHARGES DE BASE (10 ³ N)		Coefficients de calculs				Vitesse limite (tr/min)		EPAULEMENTS ET CONGES (mm)			
d	D	B	dyn C	stat Co	e	Y		Yo	limite (tr/min)		d3 maxi*	D1		r1 maxi
						Fa/Fr ≤ e	Fa/Fr > e		graisse	huile		mini*	maxi	
10	30	9	5,70	1,19	0,31	2,0	3,1	2,0	23 000	31 000	16	25,0	26	0,6
	30	14	7,60	1,58	0,31	2,0	3,1	2,0	23 000	31 000	15	27,0	26	0,6
	32	10	5,70	1,26	0,31	2,0	3,1	2,0	20 000	28 000	18	27,0	28	0,6
12	32	14	7,80	1,71	0,31	2,0	3,1	2,0	20 000	28 000	18	27,0	28	0,6
	37	12	9,80	2,14	0,33	1,9	2,9	1,9	18 000	22 000	20	31,0	31	1,0
	35	11	7,70	1,75	0,31	2,0	3,1	2,0	18 000	25 000	21	30,5	31	0,6
15	35	14	7,80	1,82	0,31	2,0	3,1	2,0	18 000	24 000	21	30,0	31	0,6
	42	13	9,80	2,28	0,33	1,9	2,9	1,9	16 000	20 000	22	35,0	36	1,0
	42	17	12,40	2,90	0,50	1,2	2,0	1,2	16 000	18 000	23	34,0	36	1,0
17	40	12	8,10	2,03	0,31	2,0	3,1	2,0	16 000	22 000	24	34,0	36	0,6
	40	16	10,10	2,41	0,31	2,0	3,1	2,0	16 000	19 000	24	35,0	36	0,6
	47	14	12,90	3,20	0,33	1,9	2,9	1,9	14 000	18 000	26	41,0	41	1,1
20	47	19	14,90	3,55	0,50	1,2	2,0	1,2	14 000	16 000	26	39,0	41	1,1
	47	14	10,10	2,65	0,28	2,2	3,4	2,2	13 000	18 000	28	40,0	42	1,0
	47	18	12,20	3,00	0,36	1,8	2,7	1,8	13 000	18 000	28	40,0	41	1,0
25	52	15	12,70	3,35	0,28	2,2	3,4	2,2	13 000	16 000	31	44,0	47	1,1
	52	21	17,50	4,25	0,50	1,2	2,0	1,2	13 000	14 000	29	46,0	45	1,1
	52	15	12,30	3,30	0,28	2,2	3,4	2,2	12 000	16 000	32	46,0	47	1,0
30	52	18	12,70	3,50	0,36	1,8	2,7	1,8	12 000	16 000	33	46,0	46	1,0
	62	17	18,40	5,00	0,28	2,2	3,4	2,2	10 000	13 000	37	53,0	55	1,5
	62	24	20,70	5,40	0,44	1,5	2,2	1,5	10 000	12 000	36	54,0	55	1,1
35	62	16	15,90	4,70	0,23	2,7	4,2	2,7	10 000	13 000	39	54,0	57	1,0
	62	20	16,60	4,75	0,36	1,8	2,7	1,8	10 000	14 000	40	56,0	56	1,0
	72	19	21,70	6,30	0,26	2,4	3,8	2,4	9 000	11 000	43	61,0	65	1,5
40	72	27	27,50	7,30	0,44	1,5	2,2	1,5	9 000	10 000	43	63,0	65	1,1
	72	17	16,00	5,10	0,23	2,7	4,2	2,7	8 500	11 000	46	61,0	65	1,1
	72	23	22,00	6,70	0,36	1,8	2,7	1,8	8 500	11 000	47	65,0	65	1,1
45	80	21	25,50	7,90	0,26	2,4	3,8	2,4	8 000	9 500	51	69,0	72	1,5
	80	31	35,00	9,60	0,44	1,5	2,2	1,5	8 000	9 000	48	70,0	71	1,5
	80	18	19,50	6,50	0,21	2,9	4,5	2,9	7 500	10 000	53	70,0	73	1,1
50	80	23	21,70	6,90	0,27	2,3	3,6	2,3	7 500	10 000	53	71,0	73	1,1
	90	23	30,00	9,70	0,26	2,4	3,8	2,4	7 000	8 000	57	77,0	82	2,0
	90	33	46,00	13,40	0,44	1,5	2,2	1,5	7 000	8 000	55	78,0	81	1,5
55	85	19	22,10	7,40	0,21	2,9	4,5	2,9	7 000	9 300	57	74,0	78	1,1
	85	23	22,60	7,70	0,27	2,3	3,6	2,3	7 000	9 200	58	76,0	78	1,1
	100	25	38,50	12,90	0,26	2,4	3,8	2,4	6 000	7 500	63	86,0	92	2,0
60	100	36	56,00	16,40	0,44	1,5	2,2	1,5	6 000	7 000	62	87,0	91	1,5
	90	20	23,00	8,10	0,20	3,2	4,9	3,2	6 500	8 600	61	81,0	83	1,1
	90	23	22,70	8,00	0,27	2,3	3,6	2,3	6 500	8 600	63	82,0	83	1,1
65	110	27	44,00	14,20	0,23	2,8	4,3	2,8	5 500	7 000	69	94,0	99	2,1
	110	40	55,00	17,60	0,44	1,5	2,2	1,5	5 500	6 500	67	98,0	99	2,0
	100	21	27,00	10,00	0,20	3,2	4,9	3,2	6 000	7 700	68	90,0	92	1,5
70	100	25	24,90	8,90	0,27	2,3	3,6	2,3	6 000	7 800	70	90,0	91	1,5
	120	29	46,00	15,80	0,23	2,8	4,3	2,8	5 000	6 000	76	105,0	109	2,1
	120	43	66,00	21,40	0,44	1,5	2,2	1,5	5 000	6 000	74	107,0	109	2,0
75	110	22	27,50	10,70	0,18	3,6	5,5	3,6	5 500	7 100	76	99,0	102	1,5
	110	28	33,00	11,80	0,27	2,3	3,6	2,3	5 500	7 100	77	99,0	101	1,5
	130	31	50,00	17,50	0,23	2,8	4,3	2,8	4 700	5 500	85	115,0	117	2,1
80	130	46	77,00	25,50	0,40	1,6	2,5	1,6	4 700	5 400	81	115,0	117	2,1
	120	23	31,50	12,40	0,18	3,6	5,5	3,6	4 900	6 500	84	107,0	111	1,5
	120	31	38,00	14,30	0,27	2,3	3,6	2,3	4 900	6 500	83	107,0	111	1,5
85	140	33	57,00	20,70	0,23	2,8	4,3	2,8	4 400	5 000	90	122,0	127	2,1
	140	48	94,00	32,50	0,40	1,6	2,5	1,6	4 400	5 000	88	123,0	127	2,1
	125	24	31,50	12,90	0,18	3,6	5,5	3,6	4 600	6 200	86	110,0	116	1,5
90	125	31	40,00	15,70	0,27	2,3	3,6	2,3	4 600	6 100	88	112,0	116	1,5
	150	35	68,00	25,00	0,23	2,8	4,3	2,8	4 100	5 000	95	133,0	137	2,1
	150	51	108,00	37,50	0,40	1,6	2,5	1,6	4 100	4 700	94	132,0	137	2,1

* Valeurs d'épaulements permettant le démontage



Roulements à alésage cône (suffixe K) : montage sur manchon de serrage



d ₁ (mm)	Dimensions du roulement (mm)			Dimensions du manchon (mm)			EPAULEMENTS ET CONGES (mm)					
	d	D	B	L	d ₂	b ₁	d ₇ maxi*	d ₆ min	c mini*	mini	D ₁ maxi	r ₁ maxi
17	20	47	14	24	32	7,00	28	23	5	40	42	1,0
	20	52	15	28	32	7,00	31	23	8	44	47	1,1
	20	52	21	31	32	7,00	29	24	5	45	46	1,1
20	25	52	15	26	38	8,25	32	28	5	46	47	1,0
	25	52	18	29	38	8,25	33	28	5	46	47	1,0
	25	62	17	29	38	8,25	37	28	6	53	55	1,1
	25	62	24	35	38	8,25	36	30	5	54	55	1,1
25	30	62	16	27	45	8,25	39	33	5	54	56	1,0
	30	62	20	31	45	8,25	40	33	5	56	56	1,0
	30	72	19	31	45	8,25	43	33	6	61	65	1,1
	30	72	27	38	45	8,25	43	35	5	63	65	1,1
30	35	72	17	29	52	9,25	46	38	5	61	65	1,1
	35	72	23	35	52	9,25	47	39	5	65	65	1,1
	35	80	21	35	52	9,25	51	39	8	69	71	1,5
	35	80	31	43	52	9,25	48	40	5	70	71	1,5
35	40	80	18	31	58	10,25	53	43	5	70	73	1,1
	40	80	23	36	58	10,25	53	44	5	71	73	1,1
	40	90	23	36	58	10,25	57	44	5	77	81	1,5
	40	90	33	46	58	10,25	55	45	5	78	81	1,5
40	45	85	19	33	65	11,25	57	48	5	74	78	1,1
	45	85	23	39	65	11,25	58	50	8	76	78	1,1
	45	100	25	39	65	11,25	63	50	5	86	91	1,5
	45	100	36	50	65	11,25	62	50	5	87	91	1,5
45	50	90	20	35	70	12,25	61	53	5	81	83	1,1
	50	90	23	42	70	12,25	63	55	10	82	83	1,1
	50	110	27	42	70	12,25	69	55	5	94	99	2,0
	50	110	40	55	70	12,25	67	56	5	98	99	2,0
50	55	100	21	37	75	12,25	68	60	6	90	91	1,5
	55	100	25	45	75	12,25	70	60	10	90	91	1,5
	55	120	29	45	75	12,25	76	60	6	105	109	2,0
	55	120	43	59	75	12,25	74	61	56	107	109	2,0
55	60	110	22	38	80	12,50	76	64	5	99	101	1,5
	60	110	28	47	80	12,50	77	65	8	99	101	1,5
	60	130	31	47	80	12,50	85	65	5	115	117	2,1
	60	130	46	62	80	12,50	81	66	5	115	117	2,1
60	65	120	23	40	85	13,50	84	70	5	107	111	1,5
	65	120	31	50	85	13,50	83	70	8	107	111	1,5
	70	125	24	41	92	13,50	86	75	5	110	116	1,5
	70	125	31	52	92	13,50	88	75	11	112	116	1,5
	65	140	33	50	85	13,50	90	70	5	122	127	2,1
	65	140	48	65	85	13,50	88	72	5	123	127	2,1
	70	150	35	52	92	13,50	95	75	5	133	137	2,1
	70	150	51	68	92	13,50	94	77	5	132	137	2,1
65	75	130	25	43	98	14,50	92	80	5	118	121	1,5
	75	130	31	55	98	14,50	93	80	12	117	121	1,5
	75	160	37	55	98	14,50	102	80	5	141	147	2,1
	75	160	55	73	98	14,50	101	82	5	141	147	2,1
70	80	140	26	46	105	16,75	101	85	5	127	129	2,0
	80	140	33	59	105	16,75	100	85	12	125	129	2,0
	80	170	39	59	105	16,75	108	85	5	151	157	2,1

* Valeurs d'épaulements permettant le démontage

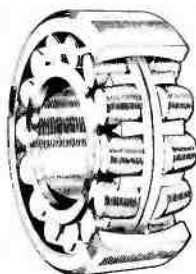
9.28. Roulements à rotule deux rangées de rouleaux

NF E 22 315

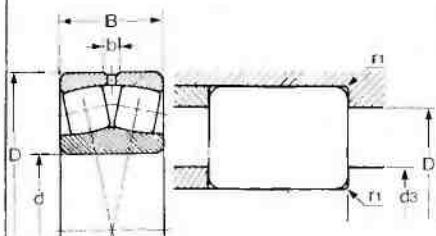
Normes



SNR



Symbole



Dimensions

Remarques :

- Roulement à alésage cylindrique ou alésage conique (cônicité 1/12 - suf. K)
- Roulement acceptant un déversement de la bague intérieure par rapport à la bague extérieure (1/2° maxi).

Utilisation : Roulement supportant des charges radiales très élevées. Avec un manchon (suffixe K), il peut se monter sur un arbre brut de laminage.

Coefficients de calculs

$Fa/Fr \leq e : P = Fr + YFa$

$Fa/Fr > e : P = 0,67Fr + YFa$

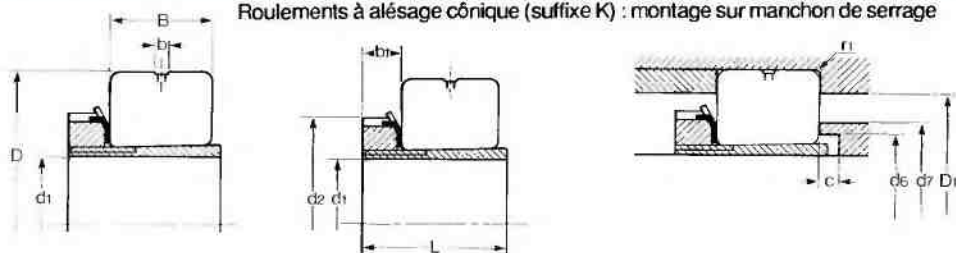
$Po = Fr + YoFa$

DIMENSIONS (mm)				CHARGES DE BASE (10 ³ N)		Coefficients de calculs				Vitesse limite (tr/min)		EPAULEMENTS ET CONGES (mm)			
d	D	B	b	dyn C	stat Co	e	Y			graisse	huile	d3 maxi*	D1		r1 maxi
							Fa/Fr ≤ e	Fa/Fr > e	Yo				mini*	maxi	
25	52	18	2,6	44,00	43,00	0,34	2,0	3,0	2,0	8 900	11 400	30	47	47	1,0
	62	17		44,00	41,00	0,29	2,3	3,5	2,3	6 700	9 000	33	54	54	1,1
30	62	20	3,3	58,00	61,00	0,31	2,1	3,2	2,1	7 400	9 500	36	56	56	1,0
	72	19		57,00	55,00	0,28	2,4	3,6	2,4	5 800	7 700	39	62	63	1,1
35	72	23	3,3	78,00	88,00	0,31	2,2	3,3	2,1	6 200	8 000	43	65	65	1,1
	80	21		71,00	71,00	0,27	2,5	3,7	2,4	5 100	6 800	44	70	71	1,5
40	80	23	3,8	90,00	100,00	0,27	2,5	3,7	2,4	5 600	7 200	48	73	73	1,1
	90	23		85,00	90,00	0,26	2,5	3,8	2,5	4 500	6 000	51	78	81	1,5
	90	33	4,4	133,00	147,00	0,36	1,9	2,8	1,8	4 400	5 900	50	80	81	1,5
45	85	23	3,9	94,00	108,00	0,26	2,6	3,9	2,6	5 200	6 700	53	77	78	1,1
	100	25		104,00	110,00	0,26	2,6	3,9	2,6	4 000	5 400	57	88	91	1,5
	100	36	4,4	162,00	182,00	0,36	1,9	2,8	1,9	3 900	5 300	56	88	91	1,5
50	90	23	3,9	101,00	118,00	0,24	2,8	4,2	2,8	4 900	6 300	58	82	83	1,1
	110	27		124,00	140,00	0,25	2,7	4,0	2,7	3 600	4 900	64	96	99	2,0
	110	40	5,5	197,00	226,00	0,36	1,9	2,8	1,8	3 600	4 800	61	97	99	2,0
55	100	25	4,4	120,00	142,00	0,23	2,9	4,4	2,9	4 400	5 600	63	92	92	1,5
	120	29		150,00	174,00	0,24	2,8	4,2	2,8	3 300	4 400	70	106	109	2,0
	120	43	5,5	234,00	265,00	0,36	1,9	2,8	1,8	3 300	4 400	66	106	109	2,0
60	110	28	5,0	146,00	174,00	0,24	2,8	4,2	2,8	4 000	5 100	69	101	101	1,5
	130	31		167,00	193,00	0,24	2,8	4,2	2,8	3 100	4 100	76	114	118	2,1
	130	46	6,1	270,00	310,00	0,35	1,9	2,9	1,9	3 000	4 000	73	115	117	2,1
65	120	31	5,5	177,00	216,00	0,24	2,8	4,1	2,7	3 700	4 700	75	110	111	1,5
	140	33		195,00	223,00	0,23	2,9	4,3	2,8	2 800	3 800	82	123	128	2,1
	140	48	6,6	290,00	330,00	0,33	2,1	3,1	2,0	2 800	3 800	79	124	127	2,1
70	125	31	5,0	184,00	231,00	0,22	3,0	4,5	2,9	3 400	4 400	81	115	116	1,5
	150	35		214,00	248,00	0,23	2,9	4,3	2,8	2 600	3 500	88	131	138	2,1
	150	51	7,2	330,00	385,00	0,34	2,0	3,0	2,0	2 600	3 500	84	132	137	2,1
75	130	31	5,0	191,00	240,00	0,22	3,1	4,7	3,1	3 300	4 200	86	120	121	1,5
	160	37		243,00	285,00	0,23	2,9	4,4	2,9	2 500	3 300	94	141	148	2,1
	160	55	7,2	385,00	455,00	0,34	2,0	3,0	2,0	2 500	3 300	89	142	147	2,1
80	140	33	5,5	219,00	280,00	0,22	3,1	4,7	3,1	3 100	3 900	92	129	129	2,0
	170	39		265,00	310,00	0,23	2,9	4,4	2,9	2 300	3 100	100	148	158	2,1
	170	58	7,7	425,00	510,00	0,34	2,0	3,0	2,0	2 300	3 100	96	151	157	2,1

* Valeurs d'épaulements permettant le démontage



Roulements à alésage cônique (suffixe K) : montage sur manchon de serrage

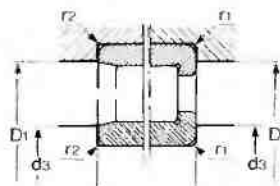
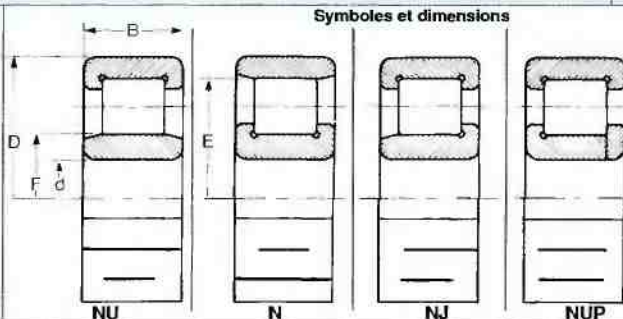


d ₁ (mm)	Dimensions du roulement (mm)			Dimensions du manchon (mm)			EPAULEMENTS ET CONGES (r ₁ mm)					
	d	D	B	L	d ₂	b ₁	d ₇ max*	d ₆ min	c mini*	mini	D ₁ maxi	r ₁ maxi
20	25	62	17,0	29	38	8,25	33	31	5	54	54	1,1
	25	52	18,0	29	38	8,25	30	28	5	47	47	1,0
25	30	72	19,0	31	45	8,25	39	36	5	62	63	1,1
	30	62	20,0	31	45	8,25	36	33	5	56	56	1,0
30	35	80	21,0	35	52	9,25	44	40	5	70	71	1,5
	35	72	23,0	35	52	9,25	43	39	5	65	65	1,1
35	40	90	23,0	36	58	10,25	51	44	5	78	81	1,5
	40	80	23,0	36	58	10,25	48	44	5	73	73	1,1
	40	90	33,0	46	58	10,25	50	45	5	80	81	1,5
40	45	100	25,0	39	65	11,25	57	50	5	88	91	1,5
	45	85	23,0	39	65	11,25	53	50	8	77	78	1,1
	45	100	36,0	50	65	11,25	56	50	5	88	91	1,5
45	50	110	27,0	42	70	12,25	64	55	5	96	99	2,0
	50	90	23,0	42	70	12,25	58	55	10	82	83	1,1
	50	110	40,0	55	70	12,25	61	56	5	97	99	2,0
50	55	120	29,0	45	75	12,25	70	60	6	106	109	2,0
	55	100	25,0	45	75	12,25	63	60	10	92	92	1,5
	55	120	43,0	59	75	12,25	66	61	6	106	109	2,0
55	60	130	31,0	47	80	12,25	76	65	5	114	118	2,1
	60	110	28,0	47	80	12,50	69	65	8	101	101	1,5
	60	130	46,0	62	80	12,50	73	66	5	115	117	2,1
60	65	140	33,0	50	85	13,50	82	70	5	123	128	2,1
	70	150	35,0	52	92	13,50	88	75	5	131	138	2,1
	65	120	31,0	50	85	13,50	75	70	8	110	111	1,5
	70	125	31,0	52	92	13,50	81	75	11	115	116	1,5
65	65	140	48,0	65	85	13,50	79	72	5	124	127	2,1
	70	150	51,0	68	92	13,50	84	77	5	132	137	2,1
	75	160	37,0	55	98	14,50	94	80	5	141	148	2,1
70	75	130	31,0	55	98	14,50	86	80	12	120	121	1,5
	75	160	55,0	73	98	14,50	89	82	5	142	147	2,1
	80	170	39,0	59	105	16,75	100	85	5	149	158	2,1
80	80	140	33,0	59	105	16,75	92	85	12	129	129	2,0
	80	170	58,0	78	105	16,75	96	88	5	151	157	2,1

* Valeurs d'épaulements permettant le démontage.

9.29 Roulements à rouleaux cylindriques

NF E 22 315
S N R



Epaulements et congés

Remarques : Ils peuvent être livrés sans bague extérieure (RN) ou sans bague intérieure (RNU)

Utilisation : Voir choix et aptitudes au 9.2.

d	DIMENSIONS (mm)				CHARGES DE BASE (10 ³ N)		Vitesse limite (tr/min)		EPAULEMENTS ET CONGES (mm)			
	D	B	F	E	dyn C	stat Co	graisse	huile	d ₃ maxi*	D ₁ mini	r ₁ max	r ₂ maxi
20	47	14	26,5	41,5	28,00	24,70	13 500	16 500	24,2	41,4	1,0	0,6
	47	18	26,5	41,5	33,50	31,00	13 500	16 500	24,2	41,4	1,0	0,6
	52	15	27,5	45,5	35,00	29,50	11 500	14 500	24,2	45,0	1,0	0,6
	52	21	27,5	45,5	46,50	42,50	11 500	14 500	24,2	45,0	1,0	0,6
25	47	12	30,5	41,5	13,70	12,00	14 500	18 000	26,8	43,8	0,6	0,3
	52	15	31,5	46,5	32,00	30,00	11 500	14 000	29,2	46,4	1,0	0,6
	52	18	31,5	46,5	38,00	37,50	11 500	14 000	29,2	46,4	1,0	0,6
	62	17	34,0	54,0	45,50	41,00	9 500	11 500	32,0	55,0	1,0	1,0
	62	24	34,0	54,0	62,00	61,00	9 500	11 500	32,0	55,0	1,0	1,0
30	80	21	38,8	62,8	46,00	37,50	6 500	10 000	36,0	69,0	1,5	1,5
	55	13	36,5	48,5	17,20	15,90	12 000	15 000	32,6	50,4	1,0	0,5
	62	16	37,5	55,5	42,50	40,00	9 500	12 000	34,2	56,4	1,0	0,6
	62	20	37,5	55,5	53,00	54,00	9 500	12 000	34,2	56,4	1,0	0,6
	72	19	40,5	62,5	56,00	51,00	8 000	9 500	37,0	65,0	1,0	1,0
	72	27	40,5	62,5	79,00	81,00	8 000	9 500	37,0	65,0	1,0	1,0
35	90	23	45,0	73,0	62,00	52,00	7 500	9 000	41,0	79,0	1,5	1,5
	62	14	42,0	55,0	21,20	20,40	10 500	13 000	37,6	57,4	1,0	0,5
	72	17	44,0	64,0	54,00	54,00	8 500	10 500	39,2	65,0	1,0	0,6
	72	23	44,0	64,0	67,00	70,00	8 500	10 500	39,2	65,0	1,0	0,6
	80	21	46,2	70,2	70,00	68,00	7 000	8 500	42,0	71,0	1,5	1,0
	80	31	46,2	70,2	99,00	106,00	7 000	8 500	42,0	71,0	1,5	1,0
	100	25	53,0	83,0	77,00	69,00	6 700	8 000	46,0	89,0	1,5	1,5
40	68	15	47,0	61,0	24,40	24,10	9 500	12 000	43,2	63,4	1,0	0,6
	80	18	49,5	71,5	57,00	56,00	7 500	9 000	47,0	73,0	1,0	1,0
	80	23	49,5	71,5	76,00	80,00	7 500	9 000	47,0	73,0	1,0	1,0
	90	23	52,0	80,0	88,00	85,00	6 300	7 500	49,0	81,0	1,5	1,5
45	90	33	52,0	80,0	122,00	129,00	6 300	7 500	49,0	81,0	1,5	1,5
	110	27	58,0	92,0	96,00	87,00	6 000	7 100	53,0	97,0	2,0	2,0
	75	16	52,5	67,5	29,50	30,00	8 500	10 500	48,2	70,4	1,0	0,6
	85	19	54,5	76,5	65,00	67,00	7 000	8 500	52,0	78,0	1,0	1,0
	85	23	54,5	76,5	79,00	86,00	7 000	8 500	52,0	78,0	1,0	1,0
	100	25	58,5	88,5	100,00	98,00	5 600	6 700	54,0	91,0	1,5	1,5
100	36	58,5	88,5	141,00	153,00	5 600	6 700	54,0	91,0	1,5	1,5	
120	29	64,5	100,5	108,00	99,00	5 600	6 700	58,0	107,0	2,0	2,0	

Roulements à rouleaux cylindriques (suite)

NF E 22 315

Données



SNR

Coefficients de calculs

Ces roulements sont conçus pour supporter uniquement des charges radiales.

Ils peuvent toutefois supporter des charges axiales (F_a) faibles, s'ils sont munis d'épaulements sur les bagues extérieures et intérieures pour s'opposer aux efforts

Charge
équivalente
statique
 $P_0 = F_r$

Charge
équivalente
dynamique
 $P = F_r$

d	DIMENSIONS (mm)				CHARGES DE BASE (10^3 N)		Vitesse limite (tr/min)		EPAULEMENTS ET CONGES (mm)			
	D	B	F	E	dyn C	stat Co	graisse	huile	d_3 maxi*	D_1 mini	r1 max	r2 maxi
50	80	16	57,5	72,5	31,50	34,00	8 000	10 000	53,2	75,4	1,0	0,6
	90	20	59,5	81,5	68,00	72,00	6 300	8 000	57,0	83,0	1,0	1,0
	90	23	59,5	81,5	83,00	93,00	6 300	8 000	57,0	83,0	1,0	1,0
	110	27	65,0	97,0	120,00	122,00	5 000	6 100	61,0	99,0	2,0	2,0
	110	40	65,0	97,0	176,00	201,00	5 000	6 100	61,0	99,0	2,0	2,0
	130	31	70,8	110,8	132,00	124,00	5 000	6 000	64,0	116,0	2,0	2,0
55	90	18	64,5	80,5	37,00	41,50	7 200	9 000	59,6	84,0	1,0	1,0
	100	21	66,0	90,0	85,00	94,00	5 800	7 200	62,0	91,0	1,5	1,0
	100	25	66,0	90,0	101,00	117,00	5 800	7 200	62,0	91,0	1,5	1,0
	120	29	70,5	106,5	146,00	150,00	4 600	5 600	66,0	109,0	2,0	2,0
	120	43	70,5	106,5	216,00	247,00	4 600	5 600	66,0	109,0	2,0	2,0
	140	33	77,2	117,2	143,00	138,00	4 700	5 600	69,0	126,0	2,0	2,0
60	95	18	69,5	85,5	38,50	44,00	6 700	8 000	64,6	89,0	1,0	1,0
	110	22	72,0	100,0	101,00	109,00	5 200	6 500	69,0	101,0	1,5	1,5
	110	28	72,0	100,0	137,00	161,00	5 200	6 500	69,0	101,0	1,5	1,5
	130	31	77,0	115,0	162,00	169,00	4 300	5 200	72,0	118,0	2,0	2,0
	130	46	77,0	115,0	241,00	280,00	4 300	5 200	72,0	118,0	2,0	2,0
	150	35	83,0	127,0	172,00	168,00	4 200	5 000	74,0	136,0	2,0	2,0
65	100	18	74,5	90,5	39,50	46,50	6 300	7 500	69,6	94,0	1,0	1,0
	120	23	78,5	108,5	116,00	126,00	4 800	6 000	74,0	111,0	1,5	1,5
	120	31	78,5	108,5	160,00	192,00	4 800	6 000	74,0	111,0	1,5	1,5
	140	33	82,5	124,5	196,00	206,00	4 000	4 800	77,0	128,0	2,0	2,0
	140	48	82,5	124,5	270,00	310,00	4 000	4 800	77,0	128,0	2,0	2,0
	160	37	89,3	135,3	187,00	186,00	4 000	4 800	79,0	146,0	2,0	2,0
70	110	20	80,0	100,0	58,00	67,00	5 700	6 800	74,6	104,0	1,0	1,0
	125	24	83,5	113,5	127,00	145,00	4 500	5 600	79,0	116,0	1,5	1,5
	125	31	83,5	113,5	167,00	205,00	4 500	5 600	79,0	116,0	1,5	1,5
	150	35	89,0	133,0	222,00	239,00	3 600	4 300	82,0	138,0	2,0	2,0
	150	51	89,0	133,0	295,00	350,00	3 600	4 300	82,0	138,0	2,0	2,0
	180	42	100,0	152,0	229,00	230,00	3 600	4 300	86,0	164,0	2,5	2,5
75	115	20	85,5	105,0	59,00	71,00	5 400	6 500	79,6	109,0	1,0	1,0
	130	25	88,5	118,5	139,00	165,00	4 200	5 200	84,0	121,0	1,5	1,5
	130	31	88,5	118,5	173,00	219,00	4 200	5 200	84,0	121,0	1,5	1,5
	160	37	95,0	143,0	260,00	285,00	3 400	4 000	87,0	148,0	2,0	2,0
	160	55	95,0	143,0	355,00	425,00	3 400	4 000	87,0	148,0	2,0	2,0
	190	45	104,5	160,5	265,00	265,00	3 300	4 000	91,0	174,0	2,5	2,5
80	125	22	91,5	113,5	68,00	81,00	5 000	6 000	84,6	119,0	1,0	1,0
	140	26	95,3	127,3	149,00	176,00	4 000	5 000	91,0	129,0	2,0	2,0
	140	33	95,3	127,3	201,00	250,00	4 000	5 000	91,0	129,0	2,0	2,0
	170	39	101,0	151,0	275,00	295,00	3 200	3 800	92,0	158,0	2,0	2,0
	170	58	101,0	151,0	380,00	455,00	3 200	3 800	92,0	158,0	2,0	2,0
	200	48	110,0	170,0	300,00	310,00	3 200	3 800	96,0	184,0	2,5	2,5

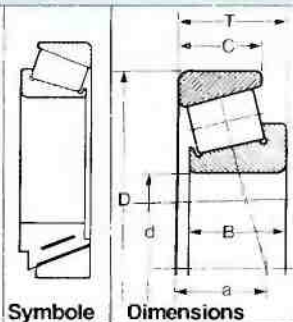
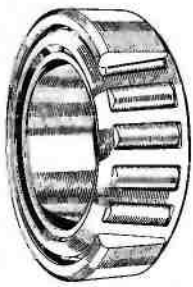
9.30. Roulements à rouleaux coniques

NF E 22 330

Données



SNR



Le code de la norme ISO 355 comporte un chiffre et deux lettres:
 - le chiffre indique la classe d'angle à laquelle appartient le roulement (2,3,4,5,6,7)
 - la première lettre se réfère à la série de diamètres exprimant le rapport D/d du roulement
 - la seconde se rapporte à la série de largeurs exprimant le rapport largeur/section du roulement.

Charge équivalente dynamique

$$Fa/Fr \leq e : P = Fr$$

$$Fa/Fr > e : P = 0,4Fr + YFa^*$$

* Calcul de Fa, voir 9.5 et 9.11

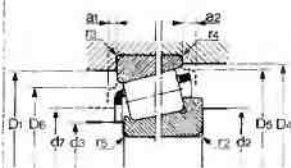
Charge équivalente statique

La plus grande des 2 valeurs:
 $Po = Fr$
 $Po = 0,5Fr + Yo Fa^*$

Coefficients de calcul

Remarques : Ils sont composés de deux éléments séparables, une bague extérieure et un ensemble bague intérieure / corps roulants. Le jeu de fonctionnement est réglable (voir 9.12. Ils se définissent par les classes d'angle α (page suivante) en fonction de leur aptitude aux charges axiales, caractérisée par le facteur Y. La nouvelle symbolisation ISO comprend un chiffre et deux lettres. Le chiffre indique la classe d'angle à laquelle appartient le roulement (tableau page suivante).

d	DIMENSIONS (mm)					CHARGES DE BASE (10 ³ N)		Coefficients de calcul			Vitesse limite (tr/min)		Code ISO
	D	T	B	c	a	C	Co	e	Y	Yo	huile	graisse	
17	40	13,25	12,0	11,0	9,75	20,80	19,00	0,34	1,74	0,96	13300	9800	2 DB
	40	17,25	16,0	14,0	11,25	31,00	31,00	0,31	1,92	1,06	13300	9800	2 DD
20	42	15,00	15,0	12,0	10,50	26,50	27,50	0,37	1,60	0,88	12300	9000	3 CC
	47	15,25	14,0	12,0	11,25	31,00	31,50	0,35	1,74	0,96	11300	8400	2 DB
25	47	15,00	15,0	11,5	11,50	28,50	31,50	0,43	1,39	0,76	11000	8000	4 CC
	52	16,25	15,0	13,0	12,75	36,00	39,50	0,37	1,60	0,88	10000	7500	3 CC
	52	19,25	18,0	15,0	16,75	41,50	49,00	0,58	1,03	0,57	9600	7000	5 CD
28	52	22,00	22,0	18,0	14,50	52,00	65,00	0,35	1,71	0,94	9800	7200	2 DE
	62	18,25	17,0	15,0	12,75	46,00	43,00	0,31	2,00	1,07	9000	6700	2 FB
30	52	16,00	16,0	12,0	12,50	35,00	42,50	0,43	1,39	0,77	9400	6900	4 CC
	58	20,25	19,0	16,0	17,25	46,50	55,00	0,56	1,07	0,59	8600	6300	5 DD
	58	24,00	24,0	19,0	15,50	62,00	72,00	0,34	1,77	0,97			2 DE
32	55	17,00	17,0	13,0	13,50	39,50	45,00	0,43	1,39	0,76	9000	6700	4 CC
	62	17,25	16,0	14,0	13,75	46,00	49,00	0,37	1,60	0,88	8500	6300	3 DE
	62	21,25	20,0	17,0	14,75	50,00	55,00	0,37	1,60	0,88	8500	6300	3 DC
	62	21,25	20,0	17,0	18,25	55,00	64,00	0,56	1,07	0,59	8000	5900	5 DC
	62	25,00	25,0	19,5	16,00	69,00	80,00	0,34	1,76	0,97	8500	6300	2 DE
	72	20,75	19,0	16,0	16,25	55,00	52,00	0,31	1,90	1,05	7500	5600	2 FB
35	62	18,00	18,0	14,0	15,00	46,50	58,00	0,45	1,32	0,73	8000	6000	4 CC
	68	23,00	23,0	18,5	15,50	58,00	62,00	0,37	1,60	0,88	7000	5300	2 DD
	72	18,25	17,0	15,0	15,25	58,00	62,00	0,37	1,60	0,88	7000	5300	3 DB
40	72	24,25	23,0	19,0	18,25	70,00	80,00	0,37	1,60	0,88	7000	5300	3 DC
	72	24,25	23,0	19,0	21,75	63,00	85,00	0,58	1,03	0,57	6900	5000	5 DC
	72	28,00	28,0	22,0	18,50	89,00	108,00	0,35	1,70	0,94	7000	5300	2 DE
	78	33,00	32,5	27,0	21,00	118,00	130,00	0,32	1,85	1,02	6700	5000	2 EE
	80	22,75	21,0	18,0	16,75	73,00	73,00	0,31	1,90	1,05	6700	5000	2 FB
	80	22,75	21,0	15,0	25,75	62,00	65,00	0,81	0,74	0,41	6300	4800	7 FB
	80	32,75	31,0	25,0	25,25	95,00	113,00	0,55	1,10	0,61	6300	4800	5 FE
	88	19,00	19,0	14,5	15,00	53,00	65,00	0,38	1,58	0,87	7000	5300	3 CD
	75	24,00	24,0	19,5	19,5	75,00	88,00	0,37	1,60	0,88	6300	4800	3 DC
	80	24,75	23,0	19,0	22,25	81,00	92,00	0,55	1,10	0,60	6400	4700	5 DC
45	80	27,00	26,5	21,5	23,00	86,00	113,00	0,57	1,06	0,58	6200	4500	5 DD
	80	32,00	32,0	25,0	21,00	109,00	145,00	0,36	1,68	0,92	6300	4600	2 DE
	85	33,00	32,5	28,0	22,00	130,00	154,00	0,34	1,74	0,96	6100	4500	2 EE
	90	35,25	33,0	27,0	23,25	115,00	133,00	0,35	1,74	0,96	5800	4300	2 FD
	90	35,25	33,0	27,0	27,75	113,00	134,00	0,55	1,10	0,61	5800	4300	5 FD
	75	20,00	20,0	15,5	16,50	59,00	73,00	0,39	1,53	0,84	6300	4800	3 CC
	80	24,00	24,0	19,5	19,5	75,00	88,00	0,38	1,57	0,86	6000	4500	2 CD
	80	26,00	26,0	20,5	19,00	93,00	122,00	0,38	1,57	0,86	6000	4500	3 CE
	85	20,75	19,0	16,0	17,75	67,00	74,00	0,40	1,48	0,81	5600	4300	3 OE
	85	24,75	23,0	19,0	20,75	81,00	95,00	0,40	1,46	0,81	5600	4300	3 OC
50	85	24,75	23,0	19,0	23,75	87,00	104,00	0,59	1,01	0,56	5700	4200	5 OC
	85	32,00	32,0	25,0	22,00	112,00	154,00	0,39	1,56	0,86	5600	4300	3 DE
	90	32,00	31,0	26,0	26,50	117,00	151,00	0,55	1,10	0,60	5700	4200	5 ED
	95	29,00	26,5	20,0	32,50	96,00	120,00	0,87	0,89	0,38	5900	3900	7 FC
	95	36,00	35,0	30,0	24,00	157,00	187,00	0,32	1,88	1,02	5400	4000	2 ED
	100	27,25	25,0	22,0	20,75	112,00	122,00	0,35	1,74	0,96	5000	3800	2 FE
	100	38,25	36,0	30,0	30,25	152,00	187,00	0,55	1,10	0,61	4800	3600	5 FD



classe d'angle	faible 2	moyen 3 4	grand 5	très grand 7
angle α	$10^\circ < \alpha \leq 14^\circ$	$14^\circ < \alpha \leq 19^\circ$	$19^\circ < \alpha \leq 25^\circ$	$27^\circ < \alpha \leq 30^\circ$
Facteur axial Y	$Y > 1,58$	$1,33 < Y < 1,58$	$1,05 < Y < 1,15$	$0,69 < Y < 0,75$
figure				

Dimensions

Classes d'angle en fonction de l'aptitude aux charges axiales

d (mm)	EPAULEMENTS ET CONGES										COTES DE MONTAGES				
	d ₂		r ₂	d ₃	r ₅	D ₁		r ₃	D ₄	r ₄	d ₇	D ₅	a ₂	D ₆	a ₁
	min.	max.*	max	max.	max.	min.	max.	max	min.	max.	max	min.	min.	min.	min.
17	23,8	24,3	1,0	22,0	0,30	34,9	35,2	1,0	38,1	0,30	24,5	38,0	1,6	32,5	0,0
	23,8	25,4	1,0	22,1	0,30	33,6	34,2	1,0	37,9	0,30	24,5	34,5	2,8	31,0	0,2
20	25,6	28,1	0,8	23,5	0,20	35,6	38,4	0,6	39,7	0,15	25,0	39,0	2,8	32,0	1,9
	26,8	30,8	1,0	27,2	0,30	40,8	41,2	1,0	44,2	0,30	30,5	42,5	2,7	37,0	0,3
25	30,6	33,6	0,6	29,0	0,15	40,2	41,4	0,6	44,9	0,15	29,5	44,5	3,1	36,5	2,1
	31,8	35,3	1,0	31,2	0,30	44,6	45,8	1,0	49,0	0,30	35,5	47,0	2,8	40,5	0,3
28	32,4	36,5	1,0	30,4	0,30	44,2	44,6	1,0	49,9	0,30	33,0	48,5	2,5	39,5	0,9
	33,2	37,0	1,5	33,9	0,50	53,6	54,8	1,5	58,8	0,50	36,5	55,0	2,4	48,5	1,7
30	35,4	37,8	1,0	32,7	0,60	45,7	46,5	1,0	49,9	0,30	35,0	48,5	2,7	41,5	1,1
	35,4	40,3	1,0	31,8	0,30	46,2	50,6	1,0	58,0	0,30	34,0	54,5	2,9	42,0	1,2
32	36,8	39,7	1,0	34,7	0,30	47,9	48,2	1,0	51,9	0,30	38,0	51,5	3,4	43,5	2,0
	36,8	42,2	1,0	36,5	0,30	53,4	55,8	1,0	58,5	0,30	41,5	56,0	2,8	49,0	0,7
35	36,8	42,0	1,0	37,0	0,30	52,4	55,2	1,0	59,0	0,30	39,5	56,5	2,9	47,5	1,4
	36,8	44,3	1,0	34,5	0,60	49,8	55,2	1,0	60,1	0,30	38,0	58,5	3,1	45,5	1,0
40	36,8	43,3	1,0	38,1	0,30	53,0	55,2	1,0	58,4	0,30	39,5	55,5	3,1	44,5	1,8
	38,2	44,6	1,5	42,0	0,60	62,4	63,8	1,5	67,4	0,60	43,5	63,0	4,4	56,5	0,0
32	38,2	47,4	1,5	37,6	0,60	54,7	63,8	1,5	68,8	0,50	39,5	65,5	2,9	49,0	0,8
	38,8	42,8	1,0	37,0	0,30	50,2	51,2	1,0	55,5	0,30	38,5	55,0	3,9	45,5	2,5
35	41,8	45,1	1,0	39,0	0,30	54,0	55,2	1,0	59,9	0,30	41,0	59,0	3,8	49,0	2,4
	43,2	48,8	1,5	43,9	0,50	63,0	63,8	1,5	67,7	0,50	48,5	65,0	2,4	57,5	1,1
40	43,2	48,3	1,5	43,1	0,60	61,2	63,8	1,5	67,5	0,60	45,0	65,5	3,8	58,0	0,1
	43,2	50,6	1,5	41,4	0,30	57,2	63,8	1,5	68,7	0,30	42,5	68,0	4,5	52,0	1,7
45	43,2	50,2	1,5	41,5	0,60	61,3	63,8	1,5	68,5	0,60	47,0	66,5	4,1	55,5	1,7
	48,2	49,1	2,5	42,2	0,60	67,1	67,8	2,0	74,7	0,60	48,0	71,5	4,7	59,5	2,0
40	45,2	49,5	2,0	45,6	0,50	70,0	71,8	1,5	75,7	0,50	48,5	71,5	4,0	63,5	1,2
	45,2	54,5	2,0	44,1	0,60	63,0	71,8	1,5	77,7	0,50	48,0	74,5	4,9	57,0	0,0
45	45,2	53,2	2,0	42,2	0,50	61,2	71,8	1,5	76,6	0,50	44,5	74,5	5,0	55,5	1,1
	46,8	50,0	1,0	44,2	0,30	60,3	61,2	1,0	65,2	0,30	48,5	64,5	4,4	55,5	2,3
50	49,2	53,4	1,5	48,0	0,60	65,8	65,8	1,5	71,9	0,60	50,0	69,5	3,4	58,5	1,9
	48,2	53,3	1,5	49,6	0,60	69,9	71,8	1,5	75,3	0,60	51,5	71,5	2,5	63,5	0,2
55	48,2	54,4	1,5	48,5	0,60	68,9	71,8	1,5	75,4	0,60	51,0	73,0	4,8	63,5	0,0
	49,2	55,6	1,5	45,9	0,60	66,1	70,8	1,5	76,3	0,60	50,0	74,5	3,9	59,5	1,3
60	54,9	56,2	4,0	46,7	0,60	64,1	69,8	2,0	76,3	1,20	49,0	74,5	3,5	57,5	1,3
	49,2	57,2	1,5	48,2	0,80	68,1	70,8	1,5	76,4	0,60	53,0	74,5	3,5	61,5	1,3
65	53,2	55,1	2,5	47,5	0,80	71,8	74,8	2,0	81,5	0,60	53,0	77,5	4,1	63,5	2,0
	50,2	57,7	2,0	50,4	0,60	73,9	80,8	1,5	83,2	0,60	55,4	80,0	5,1	67,2	1,0
70	50,2	61,1	2,0	47,6	0,60	69,7	80,8	1,5	86,3	0,60	51,0	83,5	4,5	63,0	1,2
	51,8	56,0	1,0	50,0	0,30	67,6	68,2	1,0	72,3	0,30	52,5	71,5	4,1	62,0	2,8
75	53,2	59,1	1,5	50,7	0,60	69,8	71,8	1,5	76,5	0,60	55,0	75,0	4,1	64,0	2,7
	53,2	58,9	1,5	53,5	0,60	74,6	76,8	1,5	81,4	0,60	58,5	77,5	3,2	68,5	2,8
80	53,2	60,1	1,5	53,5	0,60	73,8	76,8	1,5	81,4	0,60	57,0	79,0	4,5	68,0	0,9
	53,2	61,9	1,5	51,0	0,60	70,3	76,8	1,5	83,5	0,60	54,5	80,0	4,5	64,5	2,1
85	53,2	63,3	1,5	53,1	0,60	72,2	76,8	1,5	82,7	0,60	57,5	80,0	4,5	66,5	2,0
	61,2	61,2	4,0	51,2	0,60	71,6	79,8	2,0	88,2	1,20	55,0	83,5	3,4	64,5	1,7
90	58,2	67,7	2,5	52,2	0,80	73,7	81,8	2,5	91,2	0,60	55,0	90,5	5,2	64,5	1,8
	58,2	62,1	2,5	53,5	0,60	82,4	84,8	2,5	90,2	0,60	61,0	65,5	3,7	72,5	2,7
95	55,2	65,1	2,0	59,2	0,80	85,9	91,8	1,5	94,3	0,60	62,5	69,5	4,0	79,0	2,4
	55,2	68,6	2,0	53,4	0,60	75,8	91,8	1,5	95,0	0,60	59,0	91,0	4,1	69,5	1,5

* Valeurs d'épaulements permettant le démontage

9.31. Roulements à une rangée de billes à contact oblique.

NF E 22 315

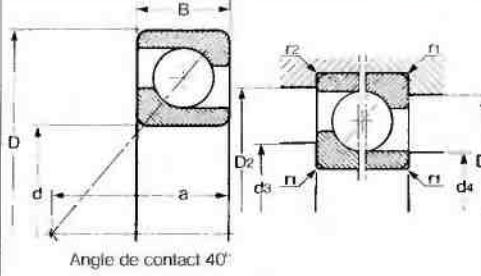
Données



S N R



Symbole



Angle de contact 40°

Dimensions

Charge équivalente dynamique

$F_a/F_r \leq 1,14 :$

$P = F_r$

$F_a/F_r > 1,14 :$

$P = 0,35 F_r + 0,57 F_a^{**}$

** Calcul de F_a , voir 9.5 et 9.11

Charge équivalente statique

La plus grande des 2 valeurs:

$P_o = F_r$

$P_o = 0,5 F_r + 0,26 F_a^{**}$

Remarques : Ils possèdent un angle α de 40° (suffixe B). Les séries avec suffixe BG, correspondent à des exécutions de roulements pouvant être appariés indifféremment :

- dos à dos et face à face avec jeu axial
- en tandem avec léger jeu ou précharge

Dans ces cas précis, les coefficients de calcul sont donnés à la page suivante.

Les charges de bases indiquées sont celles de la paire de roulements.

Utilisation : Voir les aptitudes au 9.2.

Coefficients de calculs

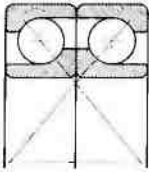
DIMENSIONS (mm)				CHARGES DE BASE ($10^3 N$)		Vitesse limite (tr/min)		EPAULEMENTS ET CONGES (mm)									
d	D	B	a	dyn C	stat Co	graisse	huile	d ₃		d ₄		D ₁		D ₂		r ₁	r ₂
								mini	maxi*	mini	maxi	mini*	maxi	mini	maxi	maxi	maxi
15 B	35	11	16,0	8,10	4,35	18 000	23 000	19,0	22,0	19,0	19,0	28,5	30,0	32,0	32,6	0,6	0,3
17 B	40	12	18,0	9,90	5,50	15 000	19 000	20,5	25,0	20,5	21,0	33,0	36,5	36,0	36,5	0,6	0,6
	47	14	20,5	14,80	8,00	12 500	17 500	23,0	26,0	22,0	23,0	38,0	41,0	41,0	43,0	1,0	0,6
20 B	47	14	21,0	13,30	7,60	13 000	17 000	24,5	30,0	24,5	25,4	39,0	42,5	42,0	43,6	1,0	0,6
20BG	47	14	21,0	21,60	15,20	13 000	17 000	24,5	30,0	24,5	25,4	39,0	42,5	42,0	43,6	1,0	0,6
20 B	52	15	22,5	17,30	9,70	11 000	15 000	26,0	30,5	25,5	26,5	42,0	46,0	47,0	48,5	1,0	0,6
20BG	52	15	22,5	28,10	18,80	11 000	15 000	26,0	30,5	25,5	26,5	42,0	46,0	47,0	48,5	1,0	0,6
25 B	52	15	23,5	14,80	9,40	11 000	14 000	29,5	35,0	29,5	30,5	44,0	47,5	47,5	48,5	1,0	0,6
25BG	52	15	23,5	24,00	18,90	11 000	14 000	29,5	35,0	29,5	30,5	44,0	47,5	47,5	48,5	1,0	0,6
25 B	62	17	26,5	24,40	14,70	9 200	12 000	31,0	37,5	31,0	32,0	50,0	56,0	56,0	58,5	1,0	0,6
25BG	62	17	26,5	39,70	29,40	9 200	12 000	31,0	37,5	31,0	32,0	50,0	56,0	56,0	58,5	1,0	0,6
30 B	62	16	27,5	20,50	13,50	9 500	12 000	34,5	40,0	34,5	35,8	52,0	57,5	56,0	58,5	1,0	0,6
30BG	62	16	27,5	33,50	27,00	9 500	12 000	34,5	40,0	34,5	35,8	52,0	57,5	56,0	58,5	1,0	0,6
30 B	72	19	31,0	31,00	19,90	7 700	10 000	36,0	45,5	36,0	38,0	59,0	66,0	65,5	68,5	1,0	0,6
30BG	72	19	31,0	50,50	39,80	7 700	10 000	36,0	45,5	36,0	38,0	59,0	66,0	65,5	68,5	1,0	0,6
35 B	72	17	31,0	27,00	18,40	8 000	10 000	41,0	47,0	41,0	41,8	60,0	66,0	66,0	68,5	1,0	0,6
35BG	72	17	31,0	44,00	36,50	8 000	10 000	41,0	47,0	41,0	41,8	60,0	66,0	66,0	68,5	1,0	0,6
35 B	80	21	34,5	36,50	24,10	7 000	9 500	42,0	50,5	42,0	43,0	66,0	73,0	72,5	75,5	1,5	1,0
35BG	80	21	34,5	60,00	48,00	7 000	9 500	42,0	50,5	42,0	43,0	66,0	73,0	72,5	75,5	1,5	1,0
40 B	80	18	34,0	32,00	23,00	7 000	9 000	46,0	52,0	46,0	47,4	66,0	74,0	70,0	76,5	1,0	0,6
40BG	80	18	34,0	52,00	46,00	7 000	9 000	46,0	52,0	46,0	47,4	66,0	74,0	70,0	76,5	1,0	0,6
40 B	90	23	39,0	45,00	30,00	6 300	8 500	47,0	57,0	47,0	48,5	74,0	83,0	82,0	85,5	1,5	1,0
40BG	90	23	39,0	73,00	60,00	6 300	8 500	47,0	57,0	47,0	48,5	74,0	83,0	82,0	85,5	1,5	1,0
45 B	85	19	37,0	36,00	26,50	6 500	8 500	51,0	56,0	51,0	51,8	72,0	79,0	79,5	81,5	1,0	0,6
45BG	85	19	37,0	59,00	53,00	6 500	8 500	51,0	56,0	51,0	51,8	72,0	79,0	79,5	81,5	1,0	0,6
45 B	100	25	43,0	58,00	40,00	5 600	7 500	52,0	63,5	52,0	53,5	82,5	93,0	92,0	95,5	1,5	1,0
45BG	100	25	43,0	95,00	80,00	5 600	7 500	52,0	63,5	52,0	53,5	82,5	93,0	92,0	95,5	1,5	1,0

* valeurs d'épaulements permettant le démontage

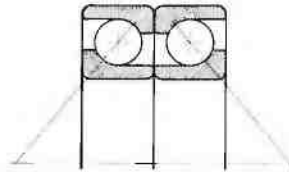


Types BG pour montages par paires

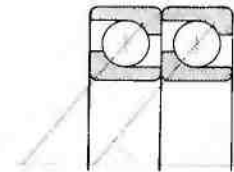
Types de montages de roulements appariés



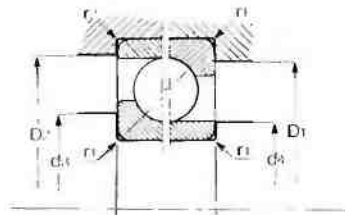
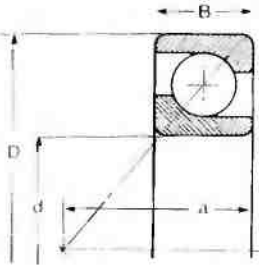
X



O



Tandem



Charge équivalente dynamique d'une paire, montage en "O" et "X"	
$F_a / F_r \leq 1,14$	$P = F_r + 0,55 F_a$
$F_a / F_r > 1,14$	$P = 0,57 F_r + 0,93 F_a$
Charge dynamique de base (paire) $C_e = 1,625 C$ (avec C pour un roulement)	

Charge équivalente dynamique d'une paire, montage en tandem	
$F_a / F_r \leq 1,14$	$P = F_r$
$F_a / F_r > 1,14$	$P = 0,35 F_r + 0,57 F_a$
Charge dynamique de base (paire) $C_e = 1,625 C$ (avec C pour un roulement)	

Charge équivalente statique : La plus grande des deux valeurs	
$P_o = X_o F_r + Y_o F_a$	
- montages "O" et "X" : $X_o = 1$ $Y_o = 0,52$	
- montage en tandem $X_o = 0,5$ $Y_o = 0,26$	
Charge statique de base : $C_{oe} = 2 C_o$ (avec C_o pour un roulement)	

DIMENSIONS (mm)			CHARGES DE BASE ($10^3 N$)		Vitesse limite (tr/min)		EPAULEMENTS ET CONGES (mm)										
d	D	B	a	dyn C	stat Co	graisse	huile	d ₃		d ₄		D ₁		D ₂		r ₁	r ₂
								mini	maxi*	mini	maxi	mini*	maxi	mini	maxi	maxi	maxi
50 B	90	20	39,5	37,50	28,50	6 000	7 500	56,0	61,0	56,0	56,8	79,0	84,0	84,0	86,5	1,0	0,6
50BG	90	20	39,5	61,00	57,00	6 000	7 500	56,0	61,0	56,0	56,8	79,0	84,0	84,0	86,5	1,0	0,6
50 B	110	27	47,0	68,00	48,00	5 000	6 700	60,0	69,0	59,0	60,0	92,0	100,0	102,0	106,5	2,0	1,0
50BG	110	27	47,0	111,00	96,00	5 000	6 700	60,0	69,0	59,0	60,0	92,0	100,0	102,0	106,5	2,0	1,0
55 B	100	21	43,0	46,50	36,00	5 500	7 000	62,0	68,0	62,0	62,6	87,5	93,0	93,5	95,5	1,5	1,0
55BG	100	21	43,0	75,00	72,00	5 500	7 000	62,0	68,0	62,0	62,6	87,5	93,0	93,5	95,5	1,5	1,0
55 B	120	29	51,0	79,00	56,00	4 500	6 000	65,0	75,0	64,0	65,0	101,0	110,0	111,5	116,5	2,0	1,0
55BG	120	29	51,0	128,00	113,00	4 500	6 000	65,0	75,0	64,0	65,0	101,0	110,0	111,5	116,5	2,0	1,0
60 B	110	22	46,5	56,00	44,50	5 000	6 300	67,0	75,0	67,0	68,0	95,0	103,0	103,0	105,5	1,5	1,0
60BG	110	22	46,5	91,00	89,00	5 000	6 300	67,0	75,0	67,0	68,0	95,0	103,0	103,0	105,5	1,5	1,0
60 B	130	31	55,5	90,00	65,00	4 200	5 600	71,0	81,0	70,0	71,0	109,0	119,0	121,0	124,0	2,0	1,0
60BG	130	31	55,5	146,00	131,00	4 200	5 600	71,0	81,0	70,0	71,0	109,0	119,0	121,0	124,0	2,0	1,0
65 B	120	23	50,5	64,00	53,00	4 500	5 600	72,0	82,0	72,0	73,5	104,0	113,0	111,0	115,5	1,5	1,0
65BG	120	23	50,5	104,00	106,00	4 500	5 600	72,0	82,0	72,0	73,5	104,0	113,0	111,0	115,5	1,5	1,0
65BG	140	33	59,6	166,00	151,00	4 000	5 200	75,0	90,5	75,0	77,5	118,5	130,0	130,0	135,0	2,1	1,1
70 B	125	24	53,0	69,00	58,00	4 300	5 500	77,0	86,0	77,0	78,5	111,0	118,0	118,5	120,5	1,5	1,0
70BG	125	24	53,0	112,00	116,00	4 300	5 500	77,0	86,0	77,0	78,5	111,0	118,0	118,5	120,5	1,5	1,0
70BG	150	35	63,7	186,00	172,00	3 600	4 700	80,0	96,0	80,0	83,0	126,5	140,0	139,5	145,0	2,1	1,1
75 B	130	25	55,5	72,00	62,00	4 000	5 200	82,0	90,5	82,0	83,5	116,0	123,0	123,5	125,5	1,5	1,0
75BG	130	25	55,5	117,00	124,00	4 000	5 200	82,0	90,5	82,0	83,5	116,0	123,0	123,5	125,5	1,5	1,0
75BG	160	37	67,9	202,00	195,00	3 400	4 400	85,0	102,0	85,0	89,5	134,5	150,0	148,5	155,0	2,1	1,1
80BG	140	26	59,2	131,00	138,00	3 700	4 800	88,0	99,5	88,0	89,5	123,5	132,0	133,0	135,5	2,0	1,0
80BG	170	39	72,0	219,00	218,00	3 200	4 200	90,0	110,0	90,0	95,5	142,5	160,0	157,5	165,0	2,1	1,1

* valeurs d'épaulements permettant le démontage

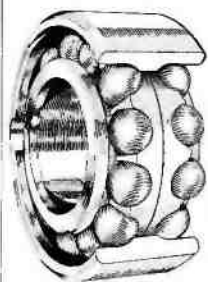
9.32. Roulements à deux rangées de billes à contact oblique

NF E 22 315

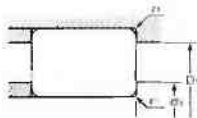
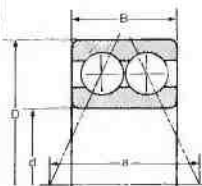
Connées



SNR



Symbole



Coefficients de calculs

Charge équivalente dynamique coefficients X et Y

Fa / Fr ≤ e		Fa / Fr > e		e	Type
X	Y	X	Y		
1	0,92	0,67	1,41	0,68	A
1	0,73	0,62	1,17	0,86	B

Charge équivalente statique

Xo	Yo	type
1	0,76	A
1	0,63	B

Remarques : Ils supportent des charges radiales et axiales importantes. Ils s'opposent bien aux efforts de déversement. Leur rigidité exige un alignement rigoureux des portées. Deux versions : Type A, angle de contact 25°; type B, 32°

Utilisation : Voir les aptitudes au 9.2. Il est possible de les utiliser seuls comme palier, remplissant le rôle de deux roulements. Ils existent en version étanche dans le type A (suffixe EE) ou version protégée (suffixe ZZ)

DIMENSIONS (mm)					CHARGES DE BASE (10 ³ N)		Vitesse limite (tr/min)		EPAULEMENTS ET CONGES (mm)					
d	type	D	B	a	dyn C	stat Co	graisse	huile	d ₃		D ₁		r ₁	
										mini	maxi*	mini	maxi*	maxi
10	A	30	14,0	15,1	7,80	4,55	16 000	23 000	15,0	17,0	24,0	25,0	0,6	
12	A	32	15,9	16,6	10,70	5,90	15 000	20 000	17,0	18,0	26,0	27,0	0,6	
15	A	35	15,9	18,0	11,80	7,10	13 000	18 000	20,0	21,0	29,0	30,0	0,6	
	A	42	19,0	21,2	16,20	10,10	11 000	16 000	21,0	23,5	35,0	36,0	1,0	
17	A	40	17,5	20,5	14,60	9,00	11 000	16 000	22,0	23,5	33,0	35,0	0,6	
	A	47	22,2	24,1	20,90	12,40	10 000	14 000	23,0	24,2	38,0	41,0	1,0	
20	A	47	20,6	24,2	19,60	12,50	9 700	13 000	26,0	27,5	39,0	41,0	1,0	
	B	52	22,2	33,6	24,60	18,30	9 000	13 000	27,0	29,0	43,0	45,0	1,0	
25	B	52	20,6	34,8	22,40	18,20	8 400	12 000	31,0	32,5	45,0	46,0	1,0	
	B	62	25,4	39,6	34,00	26,50	7 500	10 000	32,0	35,0	53,0	55,0	1,0	
30	B	62	23,8	40,8	32,00	27,00	7 100	9 800	36,0	38,0	54,0	56,0	1,0	
	B	72	30,2	46,9	48,00	38,00	6 400	8 800	37,0	41,5	62,0	65,0	1,0	
35	B	72	27,0	46,9	43,50	37,50	6 100	8 400	42,0	45,0	63,0	65,0	1,0	
	B	80	34,9	52,7	61,00	49,50	5 700	7 800	44,0	46,5	69,0	71,0	1,5	
40	B	80	30,2	52,6	53,00	46,50	5 400	7 500	47,0	51,0	71,0	73,0	1,0	
	B	90	36,5	59,3	71,00	63,00	5 000	6 900	49,0	52,5	80,0	81,0	1,5	
45	A	85	30,2	43,2	48,00	37,00	5 000	6 900	52,0	55,0	74,0	78,0	1,0	
	A	100	39,7	50,1	69,00	51,00	4 500	6 200	54,0	59,0	83,0	91,0	1,5	
50	A	90	30,2	45,5	51,00	42,00	4 600	6 400	57,0	60,0	79,0	83,0	1,0	
	A	110	44,4	55,0	81,00	62,00	4 100	5 600	60,0	65,0	91,0	100,0	2,0	
55	B	100	33,3	65,0	66,00	69,00	4 200	5 800	64,0	69,0	88,0	91,0	1,5	
	B	120	49,2	80,4	119,00	113,00	3 700	5 100	65,0	77,0	107,0	110,0	2,0	
60	B	110	36,5	71,3	84,00	85,00	3 800	5 300	69,0	75,0	98,0	101,0	1,5	
	B	130	54,0	89,1	137,00	133,00	3 400	4 700	73,0	83,0	115,0	118,0	2,0	
65	B	120	38,1	76,8	90,00	97,00	3 500	4 900	74,0	83,0	108,0	111,0	1,5	
	B	140	58,7	94,7	157,00	153,00	3 200	4 400	78,0	89,0	123,0	128,0	2,0	
70	B	125	39,7	80,9	100,00	108,00	3 300	4 600	79,0	86,5	113,0	116,0	1,5	
	B	150	63,5	100,8	174,00	172,00	3 000	4 100	83,0	95,0	133,0	138,0	2,0	
75	B	130	41,3	84,7	99,00	109,00	3 200	4 400	84,0	92,0	117,0	121,0	1,5	
80	B	140	44,4	91,0	119,00	133,00	3 000	4 100	90,0	98,0	125,0	130,0	2,0	
85	B	150	49,2	97,1	129,00	146,00	2 800	3 800	95,0	104,0	135,0	140,0	2,0	
90	B	160	52,4	104,3	137,00	165,00	2 600	3 600	100,0	112,0	145,0	150,0	2,0	

* Valeurs d'épaulements permettant le démontage

9.33. Palier en deux parties

NF E 22 309



S N R

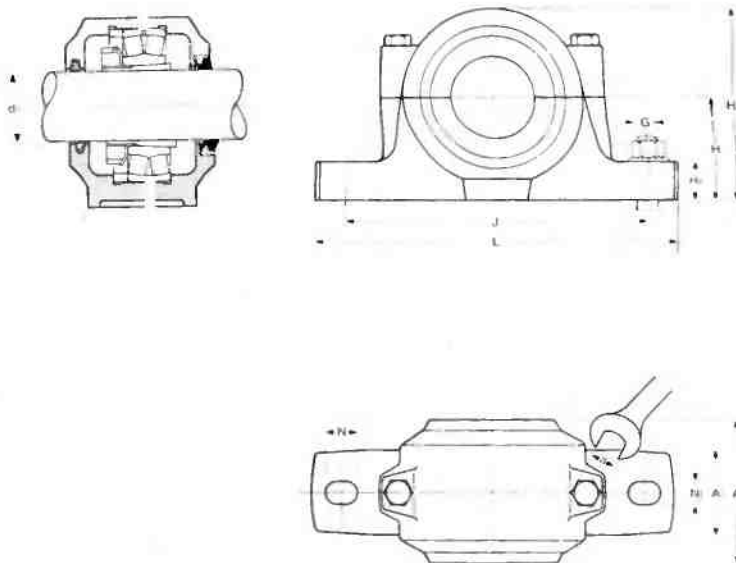
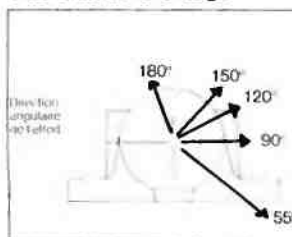
Utilisations

Le palier est constitué d'un corps et d'un chapeau en fonte, ce qui permet de dégager la ligne d'arbre sans la démonter. Il évite au constructeur l'usinage d'un logement et d'un arbre. Le joint d'étanchéité en feutre tolère un défaut d'alignement de 1/2 degré, le joint à lèvres frontale tolère un défaut jusqu'à un degré

Charges admissibles

Pour le calcul des charges admissibles, il faut tenir compte, soit de la résistance du corps en fonte, soit de celle des vis du chapeau selon la direction de la charge appliquée (charge maxi dans le tableau ci-dessous).

Direction de la charge



Avec joint feutre ou joint à lèvres frontale

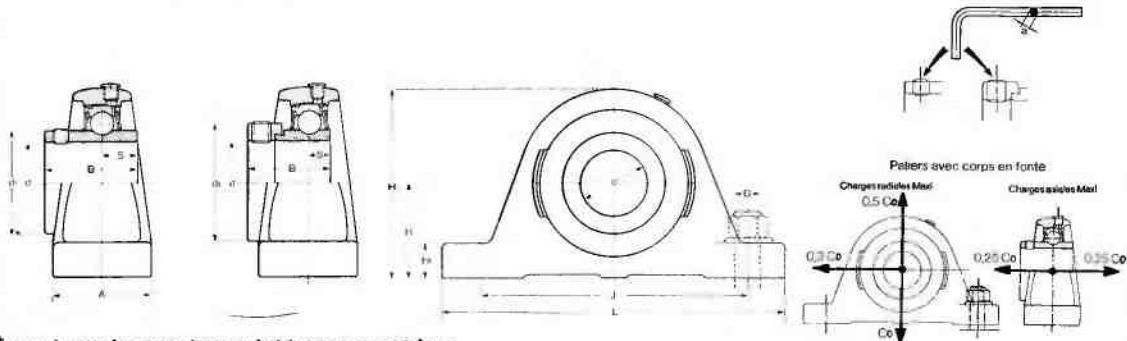
Dimensions (mm)											Fixation		masse (g) palier vide	Charge maxi en kN				
d ₁	H	J	N ₁	N	A	L	A1	H ₁	H ₂	G	a	55°		90°	120°	150°	180°	
20	40	130	13	20	67	165	42	19	71	10	11	1,2	130	80	35	20	18	
	40	150	13	22	77	185	45	22	71	10	11	1,8	140	85	35	20	18	
25	50	150	13	22	77	185	45	22	87	10	11	1,8	140	85	35	20	18	
	50	150	13	20	82	185	45	22	92	10	13	2,0	150	95	50	30	25	
30	50	150	13	20	82	185	45	22	92	10	11	2,0	150	95	35	20	18	
	60	170	15	20	85	205	50	25	106	12	13	2,6	180	110	50	30	25	
35	60	170	15	20	85	205	50	25	106	12	13	2,5	180	110	50	30	25	
	60	170	15	20	90	205	50	25	112	12	13	3,0	220	130	50	30	25	
40	60	170	15	20	85	205	50	25	109	12	13	2,9	190	115	50	30	25	
	70	210	18	23	95	255	58	28	127	16	17	4,2	230	140	80	45	40	
45	60	170	15	20	90	205	50	25	112	12	13	3,0	220	130	50	30	25	
	70	210	18	23	105	255	60	30	133	16	17	4,8	250	150	80	45	40	
50	70	210	18	23	95	255	58	28	127	16	17	4,2	230	140	80	45	40	
	80	230	18	24	110	275	65	30	148	16	17	6,1	280	170	80	45	40	
55	70	210	18	23	105	255	60	30	33	16	17	4,8	250	150	80	45	40	
	80	230	18	26	115	280	65	30	154	16	17	6,5	340	205	80	45	40	
60	80	230	18	24	110	275	65	30	148	16	17	6,1	280	170	80	45	40	
	95	260	22	29	120	315	75	32	175	20	17	8,9	360	215	80	45	40	
65	80	230	18	26	115	280	65	30	154	16	17	6,5	340	205	80	45	40	
	100	290	22	27	140	345	85	35	192	20	17	12,5	450	280	80	45	40	
70	95	260	22	29	120	315	75	32	175	20	17	8,8	360	215	80	45	40	
	112	290	22	27	145	345	85	35	209	20	19	14,5	480	290	130	75	65	
75	95	260	22	30	125	320	75	32	181	20	17	10,0	400	240	80	45	40	
	112	320	26	32	160	380	95	40	215	24	19	16,5	520	310	130	75	65	
	100	290	22	27	140	345	85	35	192	20	19	12,5	450	280	130	75	65	

9.34. Palier auto-aligneur à semelle

NFE 22 313

S N R

Données



* pour la version avec bague de blocage excentrique

Utilisations : Ces paliers sont constitués

- d'un support en fonte ou en tôle d'acier comportant un logement de forme sphérique, équipé ou non d'un graisseur.

- d'un roulement à une rangée de billes à contact radial, étanche et prélubrifié (rep. 1 au 9.37 - repères 2 3 4, en option).

Ils permettent l'utilisation d'arbre en acier étiré. Ils permettent de compenser les défauts d'alignement au montage d'environ 5°. Ils trouvent un grand nombre d'applications sur les machines agricoles, les machines textiles, l'industrie du bâtiment ...

Calcul : Pour le calcul des charges axiales admissibles, deux cas peuvent se présenter :

- sans épaulement sur l'arbre, l'arrêt est assuré par les vis ou l'excentrique, dans ce cas la charge axiale maxi (admissible sans épaulement) ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau ci-après.

- avec épaulement, la valeur maxi de la charge admissible est fonction de la direction de la charge et de la charge de base statique C_0 du roulement (figure ci-dessus).

Pour les charges dynamiques, les coefficients X et Y sont identiques à ceux des roulements rigides à une rangée de billes de mêmes dimensions (9.25).

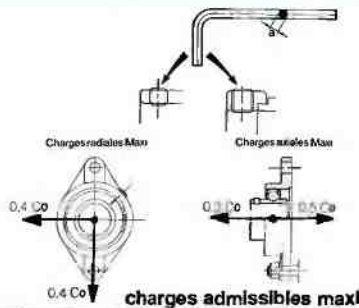
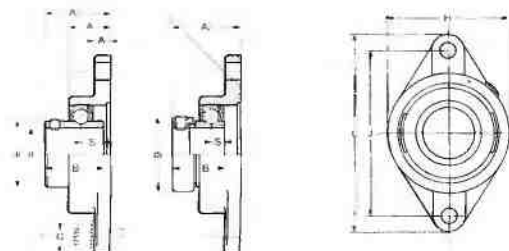
Dimensions (mm)				Charge de base (10^3 N)		Charge axiale maxi (N)	vitesse limite (tr/min)	Cotes complémentaires et cotes de montage (mm)										masse (kg)
d_1^*	H	L	A	dyn. C	stat. Co			H ₁	H ₂	J		G	B	S	d_1	a		
20	31,75	126,5	32,0	12,8	6,6	2 500	7 450	12,5	63,7	88,5	100,5	10	30,96	12,66	28,5	3	0,6	
20*	31,75	126,5	32,0	12,8	6,6	2 500	7 450	12,5	63,7	88,5	100,5	10	31,23	7,47	33,3	3	0,6	
25	33,30	139,0	36,0	14,0	7,9	2 500	6 250	12,8	67,8	98,2	110,2	10	34,11	14,23	34,0	3	0,7	
25*	33,30	139,0	36,0	14,0	7,9	2 500	6 250	12,8	67,8	98,2	110,2	10	31,23	7,47	38,0	3	0,7	
30	39,67	161,5	41,0	19,5	11,3	2 500	5 300	14,5	79,5	109,0	130,0	10	38,10	15,84	40,0	3	1,3	
30*	39,67	161,5	41,0	19,5	11,3	2 500	5 300	14,5	79,5	109,0	130,0	10	36,00	8,95	44,5	4	1,3	
35	46,02	166,0	44,5	25,2	15,3	2 500	4 500	16,0	91,5	121,5	136,5	12	42,88	17,44	46,7	3	1,7	
35*	46,02	166,0	44,5	25,5	15,3	2 500	4 500	16,0	91,5	121,5	136,5	12	39,20	9,46	55,6	5	1,7	
40	49,20	180,5	51,0	29,0	17,9	3 500	4 000	18,5	98,5	127,0	148,0	12	49,23	19,01	52,7	4	2,1	
40*	49,20	180,5	51,0	29,0	17,9	3 500	4 000	18,5	98,5	127,0	148,0	12	43,95	10,96	60,3	5	2,1	
45	52,37	197,5	54,0	32,5	20,5	3 500	3 700	18,5	106,4	141,5	161,5	12	49,23	19,01	57,3	4	3,0	
45*	52,37	197,5	54,0	32,5	20,5	3 500	3 700	18,5	106,4	141,5	161,5	12	43,95	10,96	63,5	5	3,0	
50	55,55	213,5	55,0	35,0	23,2	3 500	3 400	20,0	114,0	151,0	177,0	12	51,59	19,01	62,2	4	3,4	
50*	55,55	213,5	55,0	35,0	23,2	3 600	3 400	20,0	114,0	151,0	177,0	12	43,95	10,96	69,8	5	3,4	
55	61,90	219,5	60,0	43,5	29,0	5 000	3 100	23,2	127,4	162,5	178,5	16	55,55	22,19	68,8	5	5,3	
60	68,25	249,0	69,8	52,0	36,0	5 000	2 800	28,0	138,1	182,6	204,8	16	65,07	25,36	75,3	5	6,1	
65	82,55	298,5	82,0	57,0	40,0	5 000	2 450	35,0	166,7	220,7	242,9	20	77,77	33,28	92,0	5	11,5	
70	82,55	298,5	82,0	62,0	44,0	5 000	2 450	35,0	166,7	220,7	242,9	20	77,77	33,28	92,0	5	11,5	

9.35. Palier auto-aligneur à applique 2 et 4 trous

NFE 22 313

S N R

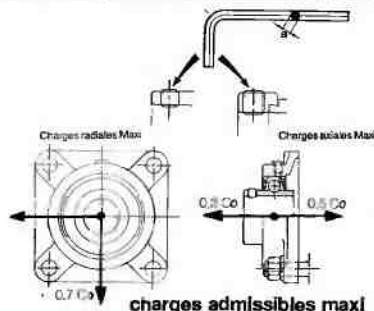
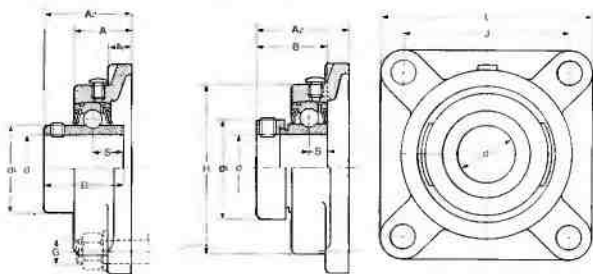
Données



* pour la version avec bague de blocage excentrique (Rep. 3 au 9.37)

Utilisations et calcul : voir paliers auto-aligneurs à semelle au 9.34

Dimensions (mm)				Charge de base (10^3 N)		Charge axiale maxi (N)	vitesses limite (tr/min)	Cotes complémentaires et cotes de montage (mm)									masse (kg)
d*	H	L	A	dyn C	stat Co			J	A ₁	G	A ₂	B	S	d ₁	a		
17	52,5	98	24,6	9,6	4,75	2 500	8 800	76,5	9,5	10	32,86	27,38	11,46	24,21	3	0,4	
20	60,0	112	27,8	12,8	6,60	2 500	7 450	90,0	11,1	10	37,24	30,96	12,66	28,50	3	0,6	
20*	60,0	112	27,8	12,8	6,60	2 500	7 450	90,0	11,1	10	42,45	31,23	7,47	33,30	3	0,6	
25	68,3	124	28,6	14,0	7,90	2 500	6 250	99,0	11,1	10	38,82	34,11	14,23	34,00	3	0,9	
25*	68,3	124	28,6	14,0	7,90	2 500	6 250	99,0	11,1	10	42,45	31,23	7,47	38,00	3	0,9	
30	82,0	141	29,8	19,5	11,30	2 500	5 300	116,5	12,7	10	42,20	38,00	15,84	40,00	3	1,1	
30*	82,0	141	29,8	19,5	11,30	2 500	5 300	116,5	12,7	10	46,74	36,00	8,95	44,50	4	1,1	
35	95,5	155	31,4	25,5	15,30	2 500	4 500	130,0	12,7	12	46,38	42,88	17,44	46,70	3	1,4	
35*	95,5	155	31,4	25,5	15,30	2 500	4 500	130,0	12,7	12	50,43	39,20	9,46	55,60	5	1,4	
40	101,0	171	34,9	29,0	17,90	3 500	4 000	143,5	12,7	12	54,16	49,23	19,01	52,70	4	1,9	
40*	101,0	171	34,9	29,0	17,90	3 500	4 000	143,5	12,7	12	56,68	43,95	10,96	60,30	5	1,9	
45	110,0	179	35,3	32,5	20,50	3 500	3 700	148,5	14,3	16	54,16	49,23	19,01	57,30	4	2,2	
50	115,0	189	39,7	35,0	23,20	3 500	3 400	157,0	14,3	16	60,52	51,59	19,01	62,20	4	2,5	
55	127,6	216	43,7	43,5	29,00	3 500	3 100	184,0	17,5	16	64,30	55,55	22,19	68,80	5	3,5	



* pour la version avec bague de blocage excentrique (Rep. 3 au 9.37)

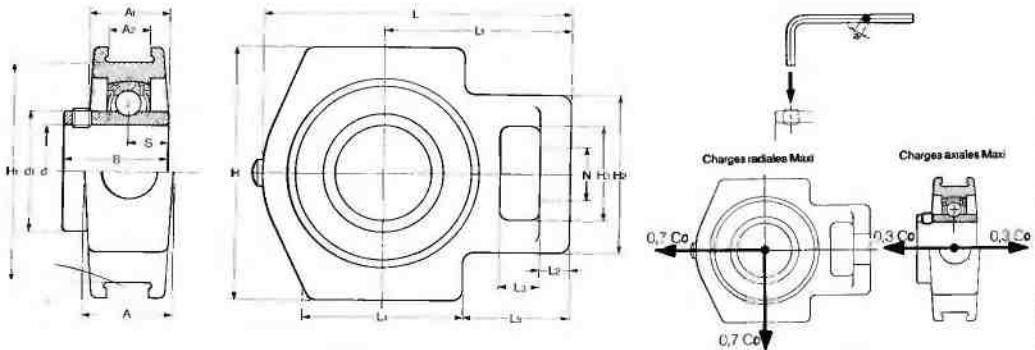
Dimensions (mm)				Charge de base (10^3 N)		Charge axiale maxi (N)	vitesses limite (tr/min)	Cotes complémentaires et cotes de montage (mm)									masse (kg)
d*	H	L	A	dyn C	stat Co			J	A ₁	G	A ₂	B	S	d ₁	a		
20	60,3	85,0	27,8	12,8	6,6	2 500	7 450	63,5	11,1	10	37,24	30,96	12,66	28,5	3	0,7	
20*	60,3	85,0	27,8	12,8	6,6	2 500	7 450	63,5	11,1	10	42,45	31,23	7,47	33,3	3	0,7	
25	68,3	95,0	28,6	14,0	7,9	2 500	6 250	70,0	11,1	10	38,82	34,11	14,23	34,0	3	1,0	
25*	68,3	95,0	28,6	14,0	7,9	2 500	6 250	70,0	11,1	10	42,45	31,23	7,47	38,0	3	1,0	
30	82,6	107,5	29,8	19,5	11,3	2 500	5 300	82,5	12,7	10	42,20	38,10	15,84	40,0	3	1,3	
30*	82,6	107,5	29,8	19,5	11,3	2 500	5 300	82,5	12,7	10	46,74	36,00	8,95	44,5	4	1,3	
35	95,0	117,0	31,4	25,5	15,3	2 500	4 500	92,0	12,7	12	46,38	42,88	17,44	46,7	3	1,7	
35*	95,0	117,0	31,4	25,5	15,3	2 500	4 500	92,0	12,7	12	50,43	39,20	9,46	55,6	5	1,7	
40	101,5	130,0	34,9	29,0	17,9	3 500	4 000	101,5	12,7	12	54,16	49,23	19,01	52,7	4	2,2	
40*	101,5	130,0	34,9	29,0	17,9	3 500	4 000	101,5	12,7	12	56,68	43,95	10,96	60,3	5	2,2	
45	111,1	136,0	35,3	32,5	20,5	3 500	3 700	105,0	14,3	16	54,16	49,23	19,01	57,3	4	2,6	
45*	111,1	136,0	35,3	32,5	20,5	3 500	3 700	105,0	14,3	16	56,68	43,95	10,96	63,5	5	2,6	
50	115,9	142,9	39,7	35,0	23,2	3 500	3 400	111,0	14,3	16	60,52	51,59	19,01	62,2	4	2,8	
50*	115,9	142,9	39,7	35,0	23,2	3 500	3 400	111,0	14,3	16	60,68	43,95	10,96	69,8	5	2,8	
55	126,5	161,8	43,7	43,5	29,0	5 000	3 100	130,0	17,5	16	64,30	55,55	22,19	68,8	5	4,0	

9.36. Palier auto-aligneur tendeur

NF E 22 213

SNR

Données



Utilisations et calcul: voir paliers auto-aligneurs à semelle au 9.34

Dimensions du palier (mm)								Charge de base (10 ³ N)		Charge axiale maxi (N)	vitesse limite (tr/min)
d	L	H	A	A ₁	L ₄	L ₅	H ₂	dyn C	stat Co		
20	97,0	88,5	36,0	27,5	52	36,5	58,5	12,8	6,6	2 500	7 450
25	99,5	88,5	36,0	27,5	52	36,5	58,5	14,0	7,9	2 500	6 250
30	117,0	101,5	36,5	30,0	65	43,0	64,5	19,5	11,3	2 500	5 300
35	125,5	101,5	36,5	30,0	65	43,0	64,5	25,5	15,3	2 500	4 500
40	146,0	118,0	49,5	37,0	84	50,5	82,5	29,0	17,9	3 500	4 000
45	148,0	118,0	49,5	37,0	84	50,5	82,5	32,5	20,5	3 500	3 700
50	152,0	118,0	49,5	37,0	84	50,5	82,5	35,0	23,2	3 500	3 400
60	195,0	146,0	64,0	46,6	102	70,0	102,5	52,0	36,0	5 000	2 800

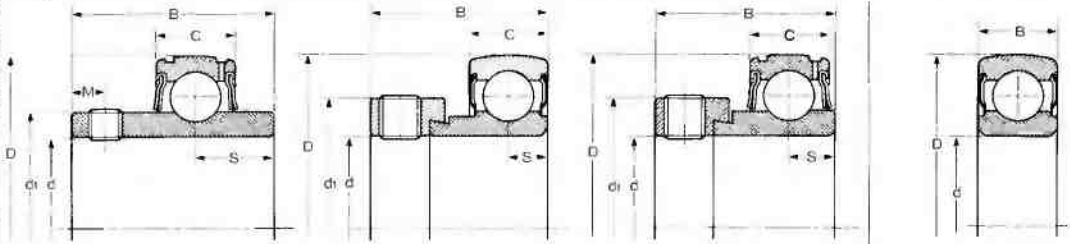
Cotes complémentaires et cotes de montage (mm)												masse (kg)
d	H ₁	A ₂	N	H ₃	L ₁	L ₂	L ₃	d ₁	B	S	a	
20	75,8	13,5	22,5	32,0	62,0	11,5	16,0	33,0	30,96	12,66	3	0,8
25	75,8	13,5	22,5	32,0	62,0	11,5	16,0	34,0	34,11	14,23	3	1,0
30	88,8	13,5	22,5	37,5	71,8	12,5	16,5	40,0	38,10	15,84	3	1,6
35	88,8	13,5	22,5	37,5	75,6	12,5	16,5	46,7	42,88	17,44	3	1,6
40	100,8	17,5	29,0	49,5	89,3	15,5	20,5	52,7	49,23	19,01	4	2,7
45	100,8	17,5	29,0	49,5	89,3	15,5	20,5	57,3	49,23	19,01	4	2,8
50	100,8	17,5	29,0	49,5	90,6	15,5	20,5	62,2	51,59	19,01	4	2,8
60	129,8	27,0	35,0	64,0	118,8	19,0	32,0	75,0	65,07	25,36	5	5,4

9.37. Flasques et roulement auto-aligneur

NFE 22 314

SNR

Données



1. Prégraissé avec trou de lub.
- fixation avec 2 vis

2. Prégraissé, joint type E
- fixation avec excentrique

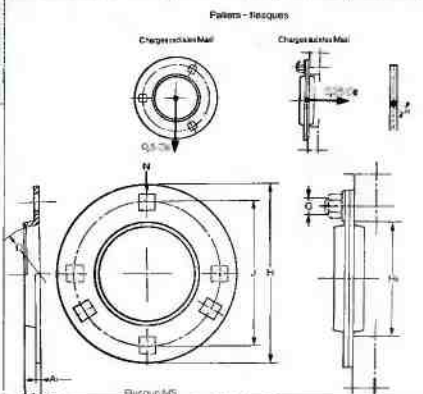
3. Prégraissé avec trou de lub.
- fixation avec excentrique

4. Prégraissé, joint type E
- fixation par ajustement

Utilisations et calcul: voir paliers auto-aligneurs à semelle au 9.34. Un palier se compose de deux flasques et d'un roulement

Dimensions du roulement (mm)					Charge de base (10 ³ N)		Charge axiale maxi (N)	vitesse limite (tr/min)	Cotes complémentaires de montage (mm)				
d	rép.	D	B	C	dyn C	stat Co			S	M	d ₁	a	masse (kg)
20	1	47	30,96	14	12,8	6,6	2 500	7 450	12,66 7,50 7,47	5,35	28,5 33,0 33,3	3 3 3	0,130 0,118 0,160 0,105
	2	47	30,96	14	12,8	6,6	2 500	7 450					
	3	47	31,23	14	12,8	6,6	2 500	7 450					
	4	47	14,00	14	12,8	6,6	2 500	10 000					
25	1	52	34,11	15	14,0	7,9	2 500	6 250	14,23 7,50 7,47	5,35	34,0 38,0 38,0	3 3 3	0,170 0,141 0,230 0,128
	2	52	30,96	15	14,0	7,9	2 500	6 250					
	3	52	31,23	15	14,0	7,9	2 500	6 250					
	4	52	15,00	15	14,0	7,9	2 500	8 700					
30	1	62	38,10	16	19,5	11,3	2 500	5 300	15,84 9,00 8,95	5,85	40,0 44,0 44,5	3 4 4	0,370 0,218 0,400 0,200
	2	62	35,70	16	19,5	11,3	2 500	5 300					
	3	62	36,00	16	19,5	11,3	2 500	5 300					
	4	62	16,00	16	19,5	11,3	2 500	7 300					
35	1	72	42,88	17	25,5	15,3	2 500	4 500	17,44 9,50 9,46	7,35	46,7 55,0 55,6	3 5 5	0,510 0,314 0,580 0,280
	2	72	38,90	17	25,5	15,3	2 500	4 500					
	3	72	39,20	17	25,5	15,3	2 500	4 500					
	4	72	17,00	17	25,5	15,3	2 500	6 200					
40	1	80	49,23	18	29,0	17,9	3 500	4 000	19,01 11,00 10,96	7,95	52,7 60,0 60,3	4 5 5	0,640 0,620 0,730 0,365
	2	80	43,70	18	29,0	17,9	3 500	4 000					
	3	80	43,95	18	29,0	17,9	3 500	4 000					
	4	80	18,00	18	29,0	17,9	3 500	5 500					
45	1	85	49,23	19	32,5	20,5	3 500	3 700	19,01 11,00 10,96	7,95	57,3 63,5 63,5	4 5 5	0,730 0,516 0,870 0,404
	2	85	43,70	19	32,5	20,5	3 500	3 700					
	3	85	43,95	19	32,5	20,5	3 500	3 700					
	4	85	19,00	19	32,5	20,5	3 500	5 100					
50	1	90	51,59	20	35,0	23,2	3 500	3 400	19,01 11,00 10,96	8,95	62,2 70,0 69,6	4 5 5	0,910 0,650 0,980 0,460
	2	90	43,70	20	35,0	23,2	3 500	3 400					
	3	90	43,95	20	35,0	23,2	3 500	3 400					
	4	90	20,00	20	35,0	23,2	3 500	4 700					
55	1	100	55,55	21	43,5	29,0	5 000	3 100	22,19	9,55	68,8	5	1,120 0,600
	4	100	21,00	21	43,5	29,0	5 000	4 300					
60	1	110	65,07	22	52,0	36,0	5 000	2 800	25,36	9,55	75,3	5	1,470 0,766
	4	110	22,00	22	52,0	36,0	5 000	3 900					

alésage roulement d (mm)	Dimensions du flasque				Cotes de montage				masse (kg)
	D (mm)	H (mm)	A (mm)	A ₁ (mm)	J (mm)	boulons : nombre et ø N G	H ₁ (mm)		
20	47	91,0	7,5	2,0	71,5	3 8	55	0,080	
25	52	95,0	9,0	2,0	76,2	3 8	60	0,090	
30	62	112,0	9,0	2,5	90,5	3 10	71	0,150	
35	72	122,5	9,5	2,5	100,0	3 10	81	0,165	
40	80	148,0	10,0	3,5	119,0	4 12	90	0,340	
45	85	150,0	10,0	3,5	120,5	4 12	97	0,380	
50	90	155,5	10,5	4,0	127,0	4 12	102	0,400	
55	100	166,0	12,0	4,0	138,0	4 12	113	0,500	
60	110	176,0	12,0	4,0	148,0	4 12	123	0,520	



9.38. Roulements à aiguilles à cage avec ou sans bague intérieure

NF E 22 370

Norme



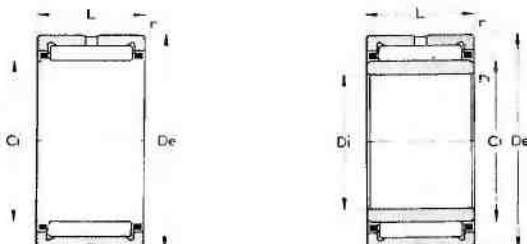
NADELLA

Coefficients de calculs

$$P = Fr$$

Remarques-Utilisations

- Ils supportent une grande charge radiale pour un faible encombrement.
- Ils peuvent être utilisés sans bague intérieure si la portée de l'arbre présente une dureté suffisante (58 à 64 HRC) et un état de surface convenable (Ra 0,35 maxi).
- Les bagues extérieures doivent être arrêtées latéralement.
- Les bagues intérieures doivent être arrêtées quand l'arbre est à la tolérance h5.
- Pour une tolérance de l'arbre k5, le serrage est suffisant.



Dimensions

Tolérances des arbres et logements

Cas de fonctionnement	Direction de la charge	Tolérances de l'arbre			Tolérances du logement cote De
		sans B.I. cote Ci	avec B.I. ≤ 85	cote Di 85 à 130	
Arbre tournant et logement fixe	- Fixe	h5	k5	m5	J6
	- Tournante à même vitesse que l'arbre	g5	h5	h5	M6
	- Indéterminée	g5	k5	m5	M6
Arbre fixe et logement tournant	- Fixe	g5	h5	h5	M6
	- Tournante à même vitesse que le logement	h5	k5	m5	J6
	- Indéterminée	g5	k5	m5	M6
Arbre et logement tournants	- Quelconque	g5	k5	m5	M6
Mouvements oscillants	- Quelconque	h5	k5	k5	M6

Arbre avec bague ø mm	Arbre sans bague ø mm	Ci (mm)	Di (mm)	De (mm)	L (mm)	r (mm)	r ₁ (mm)	CHARGES DE BASE (N)		Masse		Vitesse (tr/min)
								dyn C	stat Co	avec bague (g)	sans bague (g)	
5	8	8	5	15	12	0,35	0,20	4 500	4 600	12,1	9,4	50 000
6	9	9	6	16	12	0,35	0,20	5 000	5 500	13,4	10,3	44 000
		9	6	16	16	0,35	0,20	6 300	7 300	18	13,8	44 000
7	10	10	7	17	12	0,35	0,20	4 400	4 750	15,3	11,7	40 000
		10	7	17	16	0,35	0,20	6 100	7 200	20	15,2	40 000
9	12	9	9	19	12	0,35	0,20	5 050	6 000	17,7	13,3	33 000
		12	9	19	16	0,35	0,20	6 600	8 400	23,3	17,5	33 000
10	14	14	10	22	13	0,30	0,30	10 600	11 600	24,3	17	28 500
		14	10	22	16	0,35	0,30	13 100	15 300	30	21	28 500
12	15	15	12	23	16	0,35	0,20	13 800	16 500	30	22,3	27 000
		16	12	24	13	0,30	0,30	11 700	13 700	27,5	19	25 000
13	16	16	12	24	16	0,35	0,30	14 500	18 000	34	23,5	25 000
		18	18	26	16	0,35	0,35	15 700	20 500	40,5	26	22 000
15	19	19	15	27	16	0,35	0,30	15 500	20 800	40	27	21 000
		19	15	27	20	0,35	0,30	19 400	27 500	50	34	21 000
20	20	20	15	28	13	0,30	0,30	13 100	16 900	36	22,5	20 000
		20	15	28	16	0,35	0,35	16 200	22 000	44,5	28	20 000
20	20	20	15	28	20	0,35	0,35	20 000	29 000	56	35,5	20 000
		21	17	29	16	0,35	0,30	16 800	23 500	43,5	29	19 000
17	21	21	17	29	20	0,35	0,30	20 800	31 000	55	37	19 000
		22	17	30	13	0,30	0,30	14 000	18 900	39	24,5	18 000
22	22	22	17	30	16	0,35	0,35	17 400	24 800	49	30,5	18 000
		22	17	30	20	0,35	0,35	21 500	32 500	61	38	18 000
20	24	24	20	32	16	0,35	0,30	18 500	27 500	49	33	16 700
		24	20	32	20	0,35	0,30	22 800	36 500	62	41	16 700
25	25	25	20	33	16	0,35	0,35	19 000	29 000	55	34	16 000
		25	20	33	20	0,35	0,35	22 500	36 500	69	43	16 000
22	25	25	20	37	17	0,30	0,30	25 000	30 000	79	56	16 000
		26	22	34	20	0,35	0,30	23 300	38 000	67	44	15 400
23	28	28	22	39	17	0,30	0,30	27 000	34 500	84	53	14 000
		28	23	37	20	0,35	0,35	27 500	42 500	83	54	14 000
25	29	29	25	38	20	0,35	0,30	27 300	42 500	80	54	13 800
		29	25	38	30	0,35	0,30	41 500	73 000	120	82	13 800
30	30	30	25	40	20	0,35	0,35	28 000	44 500	97	65	13 000
		30	25	40	30	0,35	0,35	41 000	73 000	147	98	13 000
28	32	32	25	42	17	0,30	0,30	28 000	36 500	93	65	13 000
		32	28	42	20	0,35	0,30	28 500	47 000	96	68	12 500
30	35	35	30	45	20	0,35	0,30	42 000	77 000	145	103	12 500
		35	30	45	30	0,35	0,35	30 500	53 000	112	74	11 000
32	35	35	30	47	17	0,30	0,30	44 000	84 000	170	112	11 000
		37	32	47	20	0,35	0,35	31 000	55 000	107	75	11 000
33	38	38	33	48	20	0,35	0,35	32 000	57 000	120	80	10 500
		40	40	50	20	0,35	0,35	32 500	59 000	127	83	10 000
35	40	40	35	50	30	0,35	0,35	47 500	97 000	192	125	10 000
		42	35	55	20	0,60	0,60	40 000	64 000	178	115	9 500

9.39. Cages à aiguilles.

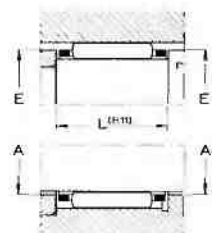
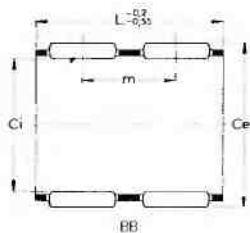
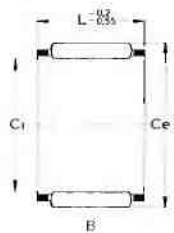
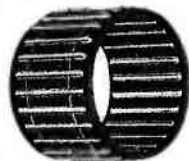
Une ou deux rangées d'aiguilles

NF E 22 373

Données



NADELLA



Dimensions

Tolérances des arbres et logements

Jeu de fonctionnement	Arbre cote Ci	Logement cote Ce
Plus petit que normal	j5 h5	G6 H6
Normal	h5 g5	G6 H6
Plus grand que normal	g6 h6	G6 H6

Utilisations :

- Une rangée d'aiguilles, type B. 2 rangées d'aiguilles, type BB.
- Ces roulements type B et BB peuvent être fabriqués en deux parties. (MB et MBB)
- Grande rigidité évitant les déformations lors des manipulations.
- Résistance mécanique élevée, insensible au vieillissement.
- Bonne résistance aux composants synthétiques contenus dans les lubrifiants.
- Faible masse minimisant les effets des accélérations et des forces centrifuges.

Qualité de L'arbre et le logement:

Rugosité
 arbre : Ra = 0,35 µm mini
 logement : Ra = 0,40 µm mini
 Dureté des chemins de roulement : 58 < HRC < 64

Coefficients de calculs

$$P = Fr$$

Maintien latéral des cages

Elles doivent être maintenues soit sur l'arbre soit sur l'alésage avec un segment d'arrêt. Il est nécessaire d'interposer une rondelle entre la cage et le segment d'arrêt.

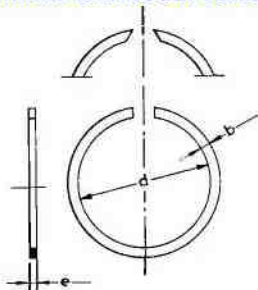
Arbre ø (mm)	Série B et BB	Ci (mm)	Ce (mm)	L (mm)	m approx. (mm)	r maxi (mm)	A maxi (mm)	E mini (mm)	CHARGES DE BASE (N)		Vitesse limite (tr/min)	Masse approx. (g)
									dyn Cr	stat Cor		
6	B	6	9	8		0,3	6,4	7,4	3000	2600	65000	11,1
	BB	6	10	13		0,3	6,4	8,0	5400	4700	65000	2,6
8	B	8	11	10		0,3	8,4	9,4	4500	4600	50000	1,7
	BB	8	12	12		0,4	8,6	10,2	5900	5500	50000	3
9	B	9	12	10		0,3	9,3	10,4	5000	5500	44000	2
	BB	9	12	13		0,4	9,5	11,1	6000	6950	44000	3
10	B	10	13	9		0,3	10,3	12,4	3800	3950	40000	2,4
	BB	10	13	10		0,3	10,3	12,4	4400	4750	40000	2,7
10	B	10	13	13		0,3	10,3	12,4	6100	7200	40000	2,8
	BB	10	14	13		0,6	10,7	12,7	7000	7100	40000	4,3
12	B	12	15	10		0,3	12,4	14,4	4800	5600	33000	3,2
	BB	12	15	10		0,3	12,4	14,4	4550	5200	33000	3,2
12	B	12	15	13		0,3	12,4	14,4	6600	8400	33000	4,2
	BB	14	17	20		0,2	14,4	16,4	10500	16000	28500	8,8
14	B	14	18	10		0,8	15,0	17,0	6350	6900	28500	4,4
	BB	14	18	13		0,6	14,8	16,8	9000	10900	28500	5,9
15	B	15	19	13		0,6	15,8	17,8	9400	11700	26500	6,3
	BB	15	19	24		0,4	15,8	17,8	17000	25000	26500	11,3
16	B	16	20	13		0,6	16,7	18,7	9700	12500	25000	6,6
	BB	17	21	15		0,7	17,9	19,9	11800	16300	23500	8,3
17	B	18	22	13		0,6	18,8	20,8	10400	14000	22000	7,4
	BB	18	24	20		0,8	19,1	22,1	19000	23400	22000	18,5
18	B	18	28	16		2,2	20,9	23,4	22500	21500	22000	22,5
	BB	20	24	13		0,7	20,9	22,9	11000	15500	20000	8,2
20	B	20	24	17		0,7	20,9	22,9	14700	22800	20000	11
	BB	20	24	29,7		0,7	20,9	23,0	22000	38500	20000	19,5
20	B	20	26	13,6		0,8	21,0	23,4	12400	13800	20000	11,6
	BB	20	26	17		0,8	21,1	24,1	16500	20000	20000	16,7
22	B	22	26	13		0,4	22,5	24,9	11200	16500	16000	9,5
	BB	22	26	17		0,4	22,5	24,9	15000	24000	18000	12,8
22	B	22	32	18		2,3	25,0	27,4	28000	29500	18000	30
	BB	22	33	20		2,5	29,0	31,4	25000	24000	18000	33,5
25	B	25	29	13		0,5	25,6	28,0	12000	18800	16000	10,8
	BB	25	29	17		0,5	25,6	28,0	16000	27500	16000	14,5
25	B	25	30	20		0,8	26,0	28,4	21300	33500	16000	20
	BB	25	33	20		2	30,4	32,4	29000	36500	16000	27,5
28	B	28	33	17		0,6	28,8	31,2	20000	32500	14300	18,8
	BB	28	33	27		0,6	28,8	31,2	31500	58000	14300	31
30	B	30	35	17		0,8	31,0	33,4	20500	34000	13300	20
	BB	30	35	27		0,8	31,0	33,4	32000	60000	13300	33
32	B	30	37	16		2	34,6	36,6	25000	35000	13300	26,4
	BB	32	37	17		0,8	33,1	35,5	21500	36500	12500	21,5
32	B	32	37	27		0,8	33,1	35,5	33500	65000	12500	35
	BB	33	37	30,7		0,5	33,6	36,0	26900	58000	12000	34
34	B	34	39	45		0,5	34,7	37,7	43500	93000	11800	65
	BB	35	40	17		0,7	35,9	38,4	22000	39500	11500	23
35	B	35	40	27		0,7	35,9	38,4	35000	70000	11500	38
	BB	35	45	30		2,5	41,4	44,4	55000	80000	11400	47,3

9.40. Segments d'arrêt

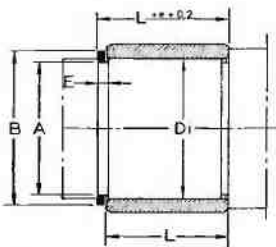
NADELLA



Segments d'arrêt sur l'arbre



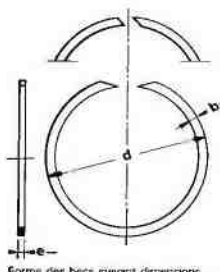
Forme des becs suivant dimensions



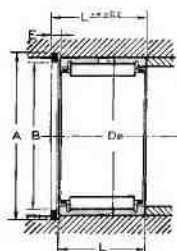
A : diamètre de gorge

A : diamètre de la gorge Forme du bec suivant dimensions

Segments d'arrêt dans le logement



Forme des becs suivant dimensions



A : diamètre de la gorge

A : diamètre de la gorge Forme du bec suivant dimensions

Arbre ø (mm)	d		e		A		E mini (mm)	B maxi (mm)	Vitesse critique tr/min	masse approx. (g)	Log ø (mm)	d		e		A		E mini (mm)	B maxi (mm)	masse approx. (g)
	maxi (mm)	0/0,1 (mm)	0/0,1 (mm)	nom. (mm)	tol. (mm)	mini (mm)						maxi (mm)	mini (mm)	0/0,1 (mm)	0/0,1 (mm)	nom. (mm)	tol. (mm)			
5	4,7	1	0,5	4,8		0,6	6,8	192 000	0,05	14	14,8	1,3	1	14,5		1,1	11,9	0,31		
6	5,6	1,1	0,7	5,7		0,8	7,9	141 000	0,09	15	15,8	1,3	1	15,5		1,1	12,9	0,34		
7	6,5	1,2	0,7	6,7	0,09	0,8	9,1	134 000	0,12	16	16,8	1,6	1,2	16,5	+0,11 0	1,3	13,3	0,53		
8	7,4	1,3	1	7,6		1,1	10,2	108 000	0,2	17	17,8	1,7	1,2	17,5		1,3	14,1	0,55		
9	8,4	1,3	1	8,6		1,1	11,2	80 000	0,24	19	19,9	1,75	1,2	19,6		1,3	16,1	0,72		
10	9,4	1,3	1	9,6		1,1	12,2	68 000	0,25	22	23	1,75	1,2	22,6		1,3	19,1	0,81		
12	11,2	1,3	1	11,5		1,1	14,1	53 000	0,3	23	24	1,75	1,2	23,6		1,3	20,1	0,88		
13	12,2	1,3	1	12,5		1,1	15,1	43 000	0,35	24	25,2	1,75	1,2	24,8	+0,13 0	1,3	21,3	0,90		
14	13,1	1,5	1,2	13,5	0,11	1,3	16,5	45 000	0,50	26	27,2	1,75	1,2	26,8		1,3	23,3	0,98		
15	14	1,75	1,2	14,4		1,3	17,9	44 000	0,66	27	28,2	1,75	1,2	27,8		1,3	24,3	1,11		
17	16	1,75	1,2	16,4		1,3	19,9	34 000	0,72	28	29,2	1,75	1,2	28,8		1,3	25,3	1,13		
20	18,7	1,75	1,2	19,2		1,3	22,7	26 000	0,84	29	30,2	1,75	1,2	29,8		1,3	26,3	1,15		
22	20,7	1,75	1,2	21,2		1,3	24,7	21 000	0,91	30	31,4	2,3	1,5	31		1,6	28,4	2,00		
23	21,5	1,75	1,2	22		1,3	25,5	19 000	0,95	32	33,4	2,3	1,5	33		1,6	28,4	2,11		
25	23,5	1,75	1,2	24	0,13	1,3	27,5	16 000	1	33	34,4	2,3	1,5	34		1,6	29,4	2,26		
28	26,5	2,3	1,5	27		1,6	31,6	15 000	2,11	34	35,4	2,3	1,5	35		1,6	30,4	2,34		
30	28,5	2,3	1,5	29		1,6	33,6	13 000	2,33	35	36,4	2,3	1,5	36		1,6	31,4	2,36		
32	30,2	2,3	1,5	30,8		1,6	35,4	13 000	2,41	37	38,8	2,3	1,5	38,2		1,6	33,6	2,53		
35	33,2	2,3	1,5	33,8		1,6	38,4	11 000	2,51	38	39,8	2,3	1,5	39,2	+0,16 0	1,6	34,6	2,61		
37	35,2	2,3	1,5	35,8		1,6	40,4	9 200	2,72	39	40,8	2,3	1,5	40,2		1,6	35,6	2,67		
40	37,8	2,3	1,5	38,5	0,16	1,6	43,1	8 100	2,91	40	41,8	2,3	1,5	41,2		1,6	36,6	2,80		
42	39,8	2,3	1,5	40,5		1,6	45,1	7 000	3,10	42	43,8	2,3	1,5	43,2		1,6	38,6	2,92		
45	42,8	2,3	1,5	43,5		1,6	48,1	5 800	3,39	45	46,8	2,3	1,5	46,2		1,6	41,6	3,25		
50	47,8	2,3	1,5	48,5		1,6	53,1	4 800	3,73	47	48,8	2,3	1,5	48,2		1,6	43,6	3,29		
55	52,6	2,3	1,5	53,5		1,6	58,1	4 400	4,11	48	49,8	2,3	1,5	49,2		1,6	44,6	3,45		
58	55,6	2,3	1,5	56,5		1,6	61,1	3 800	4,4	50	51,8	2,3	1,5	51,2		1,6	46,6	3,57		
60	57,6	2,3	1,5	58,5		1,6	63,1	3 500	4,55	52	54,3	2,3	1,5	53,5		1,6	48,9	3,58		
62	59,6	2,3	1,5	60,5	0,19	1,6	65,1	3 200	4,75	55	57,3	2,3	1,5	56,5		1,6	51,9	3,93		
65	62,6	2,3	1,5	63,5		1,6	68,1	2 850	4,64	57	59,3	2,3	1,5	58,5		1,6	53,9	4,12		
70	67,4	2,8	2	68,2		2,2	73,8	2 500	8,71	58	60,3	2,3	1,5	59,5	+0,19 0	1,6	54,9	4,13		
75	72,4	2,8	2	73,2		2,2	78,8	2 300	9,32	62	64,3	2,3	1,5	63,5		1,6	58,9	4,42		
80	77,4	2,8	2	78,2		2,2	83,8	1 950	9,67	65	67,3	2,3	1,5	66,5		1,6	61,9	4,72		
85	82	3,4	2,5	83		2,7	89,8	2 300	16	68	70,3	2,3	1,5	69,5		1,6	64,9	4,90		
90	87	3,4	2,5	88		2,7	94,8	2 000	16	72	74,6	2,8	2	73,8		2,2	68,2	8,49		
95	92	3,4	2,5	93		2,7	99,8	1 750	18,2	78	80,6	2,8	2	79,8		2,2	74,2	9,05		
100	97	3,4	2,5	98	0,22	2,7	104,8	1 560	18,9	80	82,6	2,8	2	81,8		2,2	76,2	9,22		
105	101,7	3,4	2,5	102,7		2,7	109,5	1 390	20,7	82	84,6	2,8	2	83,8		2,2	78,2	9,45		
110	106,7	3,4	2,5	107,7		2,7	114,5	1 240	20,9	85	87,6	2,8	2	86,8		2,2	81,2	9,81		
120	116,7	3,4	2,5	117,7		2,7	124,5	1 000	24,1	90	93	3,4	2,5	92		2,7	85,2	15,60		

9.41. Douilles à aiguilles

NF E 22 372

NADELLA



A aiguilles jointives retenues

A aiguilles à cage

A aiguilles, à cage



Sans fond



Avec fond



Sans fond



Avec fond



à joint d'étanchéité Incorporée

Tolérances	Arbre		Logement				Coefficients de calcul
	Rotation	Oscillation	aiguilles jointives		aiguilles à cage		
			Acier	Non ferreux	Acier	Non ferreux	
sans bague intérieure	h5 (h6)	j5 (j6)	H6 (H7)	M6 (M7)	N6 (N7)	R6 (R7)	charge équivalente P = Fr charge limite dynamique PL = 0,2 Co
avec bague intérieure	h5 (h6)	j5 (j6)	H6 (H7)	M6 (M7)	N6 (H7)	R6 (R7)	

Bagues Intérieures

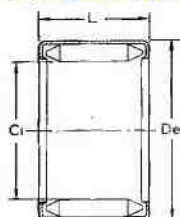
Remarques :

- Roulements de très faible encombrement radial et d'un emploi particulièrement économique.
- Capacité de charge élevée.
- Peuvent fonctionner sans bague intérieure. Dans ce cas la dureté de l'arbre doit être de 650 HV mini, si l'on veut conserver la capacité de charge maximale admissible.
- La bague intérieure évite un traitement de l'arbre.
- Exigent une grande coaxialité logement- arbre.
- Permettent l'emploi d'arbre de diamètre optimal.

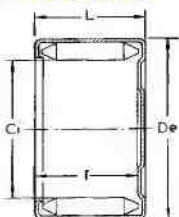
Types et utilisation :

- à **aiguilles jointives retenues dans la bague extérieure**. Leur prix est faible, la capacité de charge est élevée, et ils permettent une mise en place facile.
- à **aiguilles à cage**. Ils sont moins sensibles aux défauts d'alignement et sont préférables pour les montages à axe vertical sous charges faibles ou moyennes. Le volume de graisse important qu'ils acceptent permet un graissage à vie.
- à **aiguilles à cage, à joint d'étanchéité incorporé**. Ils facilitent la mise en place de l'étanchéité

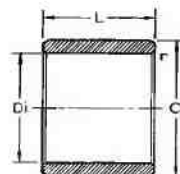
Douilles à aiguilles jointives retenues



DL, DL...P



DLF, DLF...P



IM
Bagues intérieures

*avec fond

Arbre (mm)	Ci (mm)	De (mm)	L 0/0,25 (mm)	f mini. (mm)	Charge de base (N) Dyn. C Stat. Co	charge limite (N)	Vitesse limite tr/min	masse approx. (g)*	arbre ø (mm)	Di (mm)	Ci (mm)	L 0/0,12 (mm)	r mini (mm)	masse approx. (g)		
8	8	14	10	7,7	4500	6500	2 000	37 500	5,6							
9	9	14	12	9,7	6100	9200	2 950	33 000	6,5							
10	10	16	12	9,7	7000	10900	3 400	30 000	8,5							
12	12	18	10	7,7	6000	9700	2 800	25 000	5,4	8	8	12,4	0,3	5,8		
				9,7	7000	11500	4 000	25 000	10,2							
13	13	19	12	9,7	8500	14200	4 200	23 000	10,9	9	9	13	12,4	0,3	6,4	
14	14	20	12	9,7	7900	13500	4 600	21 500	11,6	10	10	14	12,4	0,3	7	
15	15	21	12	9,7	9400	16400	4 800	20 000	12,2	12	12	15	12,4	0,2	5,8	
16	16	22	12	9,7	8700	15500	5 200	18 500	13,4			12	16	12,4	0,3	8,1
17	17	23	12	9,7	9000	16200	5 400	17 500	14,4			13	17	12,4	0,3	8,7
				9,7	9000	16200	5 400	17 500	14,4			13	17	12,4	0,3	8,7
18	18	24	12	9,7	10700	19500	5 700	16 500	16	13	13	18	12,4	0,35	11,2	
				13,7	16000	29500	9 000	16 500	21			13	18	16,4	0,35	15
20	20	26	12	9,7	10200	19500	6 300	15 000	17							
				13,7	16000	30500	10 000	15 000	22	15	15	20	12,4	0,35	12,7	
22	22	28	16	13,7	17000	33000	10 800	13 500	25			15	20	16,4	0,35	17
25	25	33	16	13,7	16000	32500	10 800	12 000	39	17	17	22	16,4	0,35	18,8	
				17,7	22800	46000	15 500	12 000	47	20	20	25	16,4	0,35	21,5	
28	28	36	20	17,7	24500	52000	17 000	11 000	51			20	25	20,4	0,35	27
30	30	38	16	13,7	21700	46500	12 600	10 000	45	23	23	28	20,4	0,35	30,5	
				17,7	26000	56000	18 000	10 000	55			25	30	16,4	0,35	26,5
				22,7	35500	76000	25 000	10 000	68	25	25	30	20,4	0,35	33	
35	35	42	16	13,7	21500	48000	15 400	8 500	46			25	30	25	0,35	40
				13,7	24000	54000	14 500	8 500	53			30	35	16,4	0,35	31
				17,7	29000	65000	21 000	8 500	64	30	30	35	16,4	0,35	31	
40	40	48	16	13,7	26500	62000	16 500	7 500	61			30	35	20,4	0,35	39
				17,7	36000	84000	23 500	7 500	74	35	35	40	16,4	0,35	36	
44	44	52	16	13,7	23800	57000	18 000	6 800	66			35	40	20,4	0,35	45
45	45	52	16	13,7	25800	63000	19 800	6 500	58	40	40	44	16,4	0,3	32	
47	47	55	16	13,7	25000	61000	19 200	6 400	71			40	45	16,4	0,3	32
50	50	58	12	9,7	20000	50000	15 000	6 000	61							
				15,7	36500	92000	24 500	6 000	85	45	45					

Douilles à aiguilles (suite)

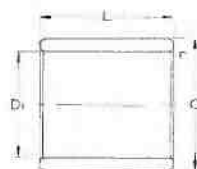
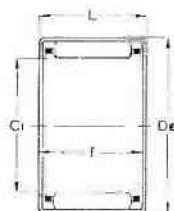
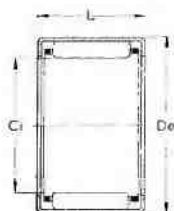
NF E 22 372

NADELLA

Données



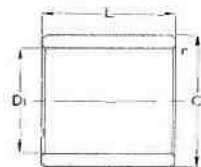
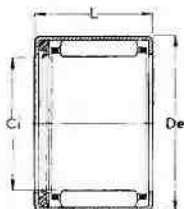
Douilles à aiguilles à cage



Bagues intérieures

Arbre (mm)	Ci (mm)	De (mm)	L (mm) 0/-0,25	f mini (mm)	Charge de base (N)		charge limite (N)	Vitesse limite tr/min	masse avec fond (g)	arbre ø (mm)	Di (mm)	Ci (mm)	L (mm) 0/-0,12	r mini (mm)	masse approx. (g)
					Dyn. C	Stat. Co									
5	5	9	9	7,9	2150	1950	670	80 000	2,1						
6	6	10	9	6,9	2000	1800	600	67 000	2,1						
7	7	11	10	7,9	2390	2280	760	67 000	2,4						
8	8	12	10	6,9	2750	2650	930	57 000	2,9						
9	9	13	10	8,9	2500	2580	820	50 000	2,8						
10	10	14	10	8,9	3500	3900	1250	50 000	3,4						
10	10	14	12	8,9	3800	4500	1400	44 000	3,8						
12	12	16	12	10,9	3950	4900	1500	40 000	4,2						
12	12	16	12	10,9	5000	6600	2100	40 000	5,0						
12	12	16	10	10,9	4450	6000	1800	33 000	5,0		8	12	10	0,3	4,6
12	12	16	10	10,9	4750	5000	1800	33 000	7,8						
12	12	16	10	10,9	6300	7200	2500	33 000	9,5		8	12	12,4	0,3	5,8
13	13	19	12	10,8	6300	7200	2500	33 000	9,5		8	12	12,4	0,3	5,8
13	13	19	12	10,8	6800	8000	2800	31 000	10,0		9	13	12,4	0,3	6,4
14	14	20	12	10,8	6800	8000	2800	31 000	10,0		9	13	12,4	0,3	6,4
14	14	20	12	10,8	6900	8500	2900	29 000	10,7		10	14	12,4	0,3	7,0
14	14	20	12	10,8	6900	8500	2900	29 000	10,7		10	14	12,4	0,3	7,0
15	15	21	14	10,7	9900	13500	4800	29 000	13,9		10	14	16,0	0,3	9,0
15	15	21	14	10,7	7400	9300	3100	27 000	11,5		12	15	16,0	0,3	5,8
15	15	21	14	10,7	7400	9300	3100	27 000	11,5		12	15	16,4	0,3	5,8
16	16	22	12	10,7	12700	18500	6200	27 000	20,8		12	16	16,4	0,3	10,7
16	16	22	12	10,7	7400	9800	3300	25 000	12,3		12	16	12,4	0,3	8,1
16	16	22	12	10,7	7400	9800	3300	25 000	12,3		12	16	16,4	0,3	10,5
17	17	23	12	10,7	10800	15700	5200	25 000	16,0		13	17	12,4	0,3	8,7
17	17	23	12	10,7	7900	10500	3500	24 000	13,0		13	17	12,4	0,3	8,7
18	18	24	12	10,7	7900	10500	3500	24 000	13,0		13	17	12,4	0,3	8,7
18	18	24	14	10,7	7900	11000	3600	22 000	14,3		13	18	12,4	0,35	11,2
18	18	24	14	10,7	11400	17500	5800	22 000	18,6		13	18	16,4	0,35	11,2
18	18	24	14	10,7	11500	17700	5800	22 000	18,6		13	18	16,4	0,35	11,2
20	20	28	10	8,5	6300	8500	2800	20 000	13,5		15	20	16,4	1,35	15,0
20	20	26	12	10,5	8400	12300	4000	20 000	15,8		15	20	12,4	0,35	12,7
20	20	26	12	10,5	8400	12300	4000	20 000	15,8		15	20	12,4	0,35	12,7
20	20	26	16	14,5	12200	19500	6400	20 000	20,4		15	20	16,0	0,35	16,5
20	20	26	16	14,5	12200	19500	6400	20 000	20,4		15	20	16,4	0,35	17,0
20	20	26	20	18,5	15500	27000	8700	20 000	25,0		15	20	20	0,35	20,5

Douilles à aiguilles à cage avec joint d'étanchéité

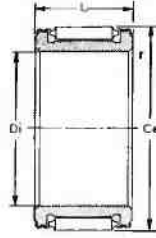


Bagues intérieures

Arbre (mm)	Ci (mm)	De (mm)	L (mm) 0/-0,25	Charge de base (N)		charge limite (N)	Vitesse limite tr/min	masse approx. (g)	arbre ø (mm)	Di (mm)	Ci (mm)	L (mm) 0/-0,12	r mini (mm)	masse approx. (g)
				Dyn. C	Stat. Co									
14	14	20	14	6900	8500	2900	14300	10,8	10	10	14	16	0,3	9,0
15	14	20	14	6900	8500	2900	14300	10,8	10	10	14	16,4	0,3	9,2
15	15	21	24	12700	18500	6200	13300	20,8						
16	16	22	14	7400	9800	3300	12500	12,2	12	12	16	16	0,3	10,5
16	16	22	18	10800	15700	5200	12500	16,2						
18	18	24	14	7900	11000	3600	11100	13,7	13	13	18	16	0,35	13,2
20	20	26	18	12200	19500	6400	10000	19,8	15	15	20	20	0,35	20,5
22	22	28	18	12800	21700	7000	9100	21,6	17	17	22	20	0,35	23,0
25	25	32	18	14400	22700	7400	8000	28	20	20	25	20	0,35	26,5
30	30	37	18	15900	27300	8700	6700	32	25	25	30	20	0,35	32,0
35	35	42	18	17200	31800	10100	5700	39	30	30	35	20	0,35	38,0
40	40	47	18	17500	34000	10700	5000	44	35	35	40	20	0,35	44,0
45	45	52	18	16800	39000	12000	4400	47	40	40	45	20	0,35	50,0
45	45	52	22	24800	55000	17000	4400	58	40	40	45	25	0,35	62,0
50	50	58	22	29500	64000	20000	4000	76	45	45	50	25	0,65	69,0

9.42. Roulements inversés à aiguilles jointives

NADELLA

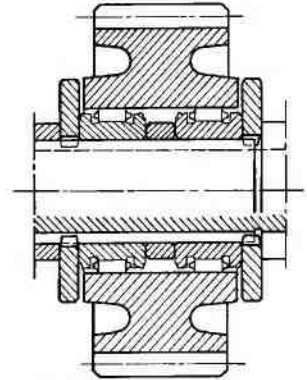


Dimensions

Coefficients de calculs

$$P = Fr$$

Exemple de montage



Tolérances

Tolérances de l'arbre
Tolérances du logement

k5
F6

Remarques :

- Utilisés lorsque l'alésage peut être utilisé comme bague extérieure.
- Permet d'augmenter le diamètre de l'arbre et sa longueur.
- Ils se montent par paires. Le chemin de roulement est réalisé convexe sur sa bague intérieure afin d'assurer une meilleure répartition de la charge

- Utilisation :

Par exemple, montage des pignons de boîte de vitesses.

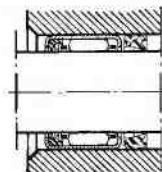
Arbre ø (mm)	Di (mm)	Ce (mm)	L		r mini (mm)	CHARGES DE BASE (N)		Vitesse limite (tr/min)	Masse (g)
			nom. (mm)	tol. (mm)		dyn C	stat Co		
22	22	36,5	28	0 -0,10	0,35	40 500	72 000	12 500	120
25	25	39,5	18	0 -0,10	0,85	22 900	41 500	11 300	85
	35	46,4	18	0 -0,10	0,85	26 000	50 000	9 400	80
35	35	46,4	22	0 -0,10	0,85	37 500	72 000	9 400	98
	35	46,4	28	0 -0,10	0,35	49 000	95 000	9 400	125
40	35	52	38	0 -0,10	0,85	84 000	167 000	8 400	300
	40	55,72	18	0 -0,12	1,3	30 000	62 000	7 600	120
41,5	41,5	55,7	18	0 -0,12	1,3	30 000	62 000	7 600	125
45	45	62,4	20	0 -0,12	1,3	40 000	85 000	6 700	190
49,45	49,45	68,41	18	0 -0,12	1,7	35 500	77 000	6 100	210
50,5	50,5	67,1	22,5	+0,070 -0,015	1,7	50 000	110 000	6 200	236
55	55	72,9	18,5	0 -0,15	1,7	37 000	83 000	5 700	226
64	64	80,5	20	0 -0,15	1,7	40 000	93 000	5 100	254
70	70	90,1	22	0 -0,15	1,7	53 000	128 000	4 500	385
77,8	77,8	96,8	22	0 -0,08	1,7	66 000	163 000	4 200	390
	77,8	96,8	26	0 -0,08	1,7	87 000	213 000	4 200	470
82	82	102,4	22	0 -0,15	1,7	58 500	147 000	4 000	490

9.43. Bagues d'étanchéité

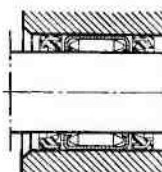
NADELLA



Dimensions



lubrification à la graisse



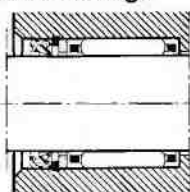
lubrification à l'huile

Orientation de la lèvre de la bague

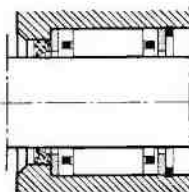
Remarques :

- Permettent de réaliser, dans un encombrement réduit des paliers à roulements étanches à faibles prix.
- La portée d'arbre sous les aiguilles permet d'atteindre des vitesses de 10 à 12 m/s.
- Température d'utilisation des bagues standards comprise entre -20°C et +120°C.
- Montage à la graisse avec chanfrein pour emmanchement.

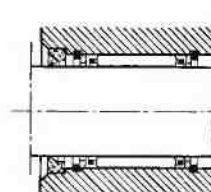
Cas type de montage



Diamètres extérieur identique à celui de la bague



Diamètres extérieur plus grand que celui de la bague



Diamètres extérieur plus petit que celui de la bague

Arbre (mm)	d (mm)	D (mm)	e (mm)	Vitesse limite (tr/mm)	masse approx. (g)	Arbre (mm)	d (mm)	D (mm)	e (mm)	Vitesse limite (tr/mm)	masse approx. (g)
5	5	9	2	45 000	0,37	20	20	26	4	11 200	2,10
6	6	10	2	37 500	0,43	22	22	28	4	10 200	2,20
	6	12	3	37 500	0,67						
7	7	11	2	32 000	0,45	24	24	32	4	9 400	3,25
	8	8	12	3	28 000						
8	8	14	3	28 000	0,80	25	25	32	4	9 000	2,95
	8	14	3	28 000	0,80						
9	9	13	3	25 000	0,85	28	28	35	4	8 000	3,30
	9	14	3	25 000	1,15						
10	10	14	3	22 500	0,90	30	30	37	4	7 500	3,40
	10	16	3	22 500	0,95						
12	12	16	3	19 000	1,06	35	35	42	4	6 500	4,90
	12	18	3	19 000	1,12						
13	13	19	3	17 500	1,20	40	40	47	4	5 600	5,30
	13	19	3	17 500	1,20						
14	14	20	3	16 000	1,25	44	44	52	4	5 100	6,55
	14	20	3	16 000	1,25						
15	15	21	4	15 000	1,70	45	45	52	4	5 000	5,80
16	16	22	3	14 000	1,40						
17	17	23	3	13 200	1,50	50	50	58	4	4 500	7,50
	17	23	3	13 200	1,50						
18	18	24	4	12 500	1,80	55	55	63	4	4 000	8,40

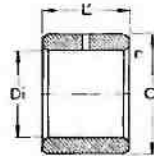
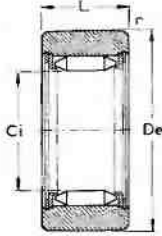
9.44. Galets de cames

NF E 22 376

Données



NADELLA

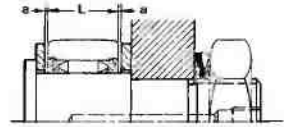


RNA...B6 **Dimensions**

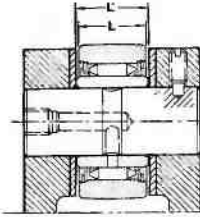
Coefficients de calcul

$$P = Fr$$

Exemples de montage



Jeu latéral total: $2a = 0,2\text{ mm env.}$



Tolérances de l'arbre

Galets avec bague intérieure **k5**

Galets sans bague intérieure **h5**

Remarques

- Galets prévus pour rouler directement sur des pistes diverses (cames, rampes, glissières).
- Supportent de fortes charges et des chocs importants.

Caractéristiques communes

- Bague extérieure en acier haute résistance (58 à 61,5 HRC).
- Bague extérieure sans trou ni gorge de graissage afin d'éviter l'introduction d'impuretés.
- Bague extérieure légèrement convexe tolérant un défaut de parallélisme entre galet et piste.
- Trous de graissage dans l'axe débouchant sous les aiguilles.
- La bague extérieure peut être cylindrique pour des utilisations particulières

(1) Charges maximales à ne pas dépasser

ø galet (mm)	Ci (mm)	De h9 (mm)	L		r mini (mm)	Charge de base Dyn (N)	Charges limites Dyn.F ⁽¹⁾ Stat.Fo (N)		Masse approx.	Arbre ø (mm)	Di (mm)	Ci (mm)	L'		r mini (mm)	Masse approx. (g)	Vitesse limite à la graisse
			nom. (mm)	tol. (mm)			nom. (mm)	tol. (mm)									
19	7,3	19	12	0	0,35	5100	4050	4050	19								8 700
22	9,7	22	12	0	0,35	6000	5100	5200	25								7 000
				-0,10													
24	12,1	24	12	0	0,35	6200	4700	5600	27								5 800
				-0,10													
28	12,1	28	12	0	0,35	7400	7100	7100	42								5 800
				-0,10													
32	17,6	32	15	-0,20	0,35	10800	9100	12700	57	12	12	17,6	15	-0,10	0,35	16	4 200
				0									0				
35	20,8	35	15	-0,20	0,65	10800	9100	13400	62	15	15	20,8	15	-0,10	0,65	18	3 650
				0									0				
42	23,9	42	15	-0,20	0,65	13400	13900	18500	98	17	17	23,9	15	-0,10	0,65	26	3 200
				0									0				
47	28,7	47	18	-0,20	0,65	16800	15400	23000	133	20	20	28,7	18	-0,10	0,65	46	2 700
				0									0				
52	33,5	52	18	-0,20	0,65	17200	16500	24700	152	25	25	33,5	18	-0,10	0,65	54	2 330
				0									0				
62	38,2	62	22	-0,30	0,65	28500	31500	49500	275	30	30	38,2	22	-0,10	0,65	74	2 050
				0									0				
72	44	72	22	-0,34	0,65	32000	41000	61000	370	35	35	41	22	-0,12	0,65	93	1 800
				0									0				
80	49,7	80	22	-0,34	0,85	34000	47000	68000	450	40	40	49,7	22	-0,12	0,85	115	1 620
				0									0				
85	55,4	85	22	-0,34	0,85	33500	47500	69000	480	45	45	55,4	22	-0,12	0,85	139	1 450
				0									0				
90	62,1	90	24	-0,34	0,85	32500	51000	68000	540	50	50	62,1	24	-0,12	0,85	196	1 300

Galets de cames (suite)

NF E 22 376

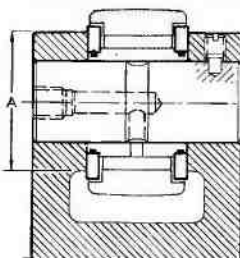
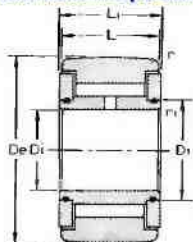
Données



NADELLA

Galets de came avec bagues intérieure et extérieure inséparables

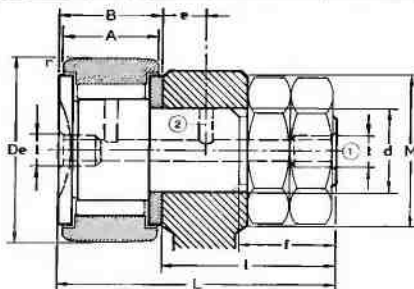
Exemples de montage



Dimensions

ø galet (mm)	Di (mm)	De h9 (mm)	D1 (mm)	A (mm)	L (mm)	L1 (mm)	r mini (mm)	r1 (mm)	Charge de base Dyn (N)	Charges limites (1)		Masse approx. (g)	Vitesse limite à la graisse min ⁻¹
										Dyn. F N	Stat. Fo N		
16	5	16	7,1	10	11	12	0,3	0,3	5050	3250	5400	16	9300
19	6	19	8,5	12	11	12	0,3	0,3	5800	4050	6700	19	7600
24	8	24	10,8	14,5	12	13	0,3	0,3	6900	6600	9200	37	6300
24	8	24	10,8	14,5	14	15	0,3	0,3	8700	8500	12300	44	6300
30	10	30	13,8	19,5	14	15	0,6	0,3	12900	8500	15500	66	4800
32	12	32	16	21,5	14	15	0,6	0,3	12900	8300	16200	77	4200
35	15	35	18,7	24	18	19	0,6	0,3	18000	12200	25600	103	3750
40	17	40	22	28	20	21	0,6	0,3	22300	14200	31000	155	3150
47	20	47	25,7	32,5	24	25	1	0,3	26300	21400	44500	295	2700
52	25	52	30,5	37	24	25	1	0,3	29000	23800	48000	310	2330
62	30	62	35,2	44	28	29	1	0,3	38500	38000	73000	490	2050
72	35	72	41	50	28	29	1	0,6	43500	49000	90000	670	1800
80	40	80	46,7	56	30	32	1	0,6	54000	66000	123000	890	1620
85	45	85	52,4	62	30	32	1	0,6	53000	69000	125000	970	1450
90	50	90	59,1	69	30	32	1	0,6	51000	74000	123000	1040	1300

Galets de came sur axe



Dimensions

ø De galet (mm)	d (mm)	A (mm)	B maxi (mm)	L maxi (mm)	I maxi (mm)	f (mm)	pas (mm)	r mini (mm)	t (mm)	e (mm)	M (mm)	Charges de base Dyn C (N)	Charges limites (1)		Vitesse limite à la graisse min ⁻¹
													Dyn. F N	Stat. Fo N	
16	6	11	12,2	28,7	16,5	8	1	0,3	4		13,3	5050	1180	2200	9300
19	8	11	12,2	32,7	20,5	10	1,25	0,3	4		15,3	5750	2830	5200	7600
22	10	12	13,2	36,7	23,5	12	1,25	0,3	4		18,2	6300	4900	8100	6300
24	10	12	13,2	36,7	23,5	12	1,25	0,3	4		18,2	6900	5200	9200	6300
26	10	12	13,2	36,7	23,5	12	1,25	0,3	4		20,8	8900	5200	9600	5500
28	10	12	13,2	36,7	23,5	12	1,25	0,3	4		20,8	9600	5200	9600	5500
30	12	14	15,2	40,7	25,5	13	1,5	0,6		6	24,8	12900	7700	14300	4800
32	12	14	15,2	40,7	25,5	13	1,5	0,6		6	24,8	13800	7700	14300	4800
35	16	18	19,6	52,6	33	17	1,5	0,6	6	8	28,8	19200	11400	24000	3650
40	18	20	21,6	58,6	37	19	1,5	1	6	8	33,8	20000	14200	27000	3150
47	20	24	25,6	66,6	41	21	1,5	1	6	9	38,7	28300	21400	40000	2700
52	20	24	25,6	66,6	41	21	1,5	1	6	9	38,7	34000	21400	40000	2700
62	24	29	30,6	80,6	50	25	1,5	1	8	11	52	42000	31000	57500	2330
72	24	29	30,6	80,6	50	25	1,5	1	8	11	52	44000	31000	57500	2330
80	30	35	37	100,5	63,5	32	1,5	1	8	15	68	60000	50000	93000	1700
85	30	35	37	100,5	63,5	32	1,5	1	8	15	68	64000	50000	93000	1700
90	30	35	37	100,5	63,5	32	1,5	1	8	15	68	65000	50000	93000	1700

(1) Charges maximales à ne pas dépasser

9.45. Butées à billes à simple effet

NFE 22 320

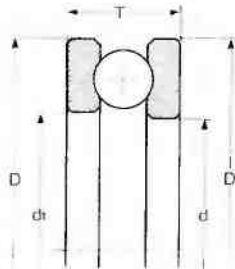
Données



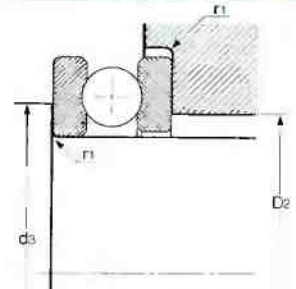
S N R



Symbole



Dimensions



Remarques - Utilisation

Ces butées sont conçues pour absorber uniquement des charges axiales pures. Dans le cas de guidage en rotation, il est nécessaire de prévoir l'adjonction d'un roulement radial (par exemple). Ces butées à simple effet ne supportent des charges axiales que dans un seul sens.

Pour compenser les effets de la force centrifuge, il est nécessaire d'exercer en permanence sur les billes une charge axiale minimale F_{am} . Si cette charge n'est pas atteinte, il est nécessaire d'exercer une précharge au moyen de ressorts.

La rondelle-logement possède un diamètre "d1" supérieur au diamètre "d" de la rondelle-arbre pour permettre son auto-centrage (figure ci-dessus).

Tolérances :

cas du centrage sur l'arbre : j6
ou centrage sur le logement H7

Coefficients de calculs

Charges équival. dynamique

et statique : $P = Fa$, $P_0 = Fa$

Charge axiale minimale :

$F_{am} = 10^{-14} (N.Co)^2$

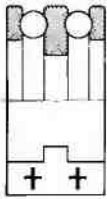
avec F_{am} et Co en newtons, N en tr/min.

DIMENSIONS (mm)					CHARGE DE BASE $10^3 N$ ISO		Vitesse limite tr/min		EPAULEMENTS ET CONGES (mm)			Masse (kg)
d	d ₁	D	D ₁	T	dyn C	stat Co	graisse	huile	d ₃ mini	D ₂ maxi	r ₁ maxi	
15	16	28	28	9	10,20	12,00	7 100	9 400	23	20	0,3	0,020
	17	32	32	12	15,20	16,40	6 000	7 900	25	22	0,6	0,050
17	18	30	30	9	11,00	14,40	7 100	9 400	25	22	0,3	0,030
	19	35	35	12	15,60	18,80	5 600	7 500	28	24	0,6	0,050
20	21	35	35	10	14,50	19,70	6 300	8 400	29	26	0,3	0,040
	22	40	40	14	21,60	26,00	5 000	6 700	32	28	0,6	0,080
25	26	42	42	11	17,60	27,50	5 300	7 100	35	32	0,6	0,060
	27	47	47	15	27,00	36,00	4 500	6 000	38	34	0,6	0,120
	27	52	52	18	34,50	42,00	3 800	5 000	41	36	1,0	0,180
	27	60	60	24	54,00	56,00	2 600	3 400	46	39	1,0	0,340
30	32	47	47	11	18,20	31,50	5 000	6 700	40	37	0,6	0,070
	32	52	52	16	28,50	43,50	4 000	5 300	43	39	0,6	0,140
	32	60	60	21	41,50	56,00	3 300	4 500	48	42	1,0	0,270
	32	70	70	28	70,00	80,00	2 200	3 000	54	46	1,0	0,530
35	37	52	52	12	19,50	38,00	4 700	6 300	45	42	0,6	0,080
	37	62	62	18	38,00	58,00	3 500	4 700	51	46	1,0	0,220
	37	68	68	24	54,00	74,00	2 800	3 800	55	48	1,0	0,390
	37	80	80	32	84,00	101,00	2 000	2 800	62	53	1,0	0,790
40	42	60	60	13	26,00	51,00	4 200	5 600	52	48	0,6	0,120
	42	68	68	19	42,50	70,00	3 200	4 200	57	51	1,0	0,270
	42	78	78	26	67,00	95,00	2 700	3 500	63	55	1,0	0,550
	42	90	90	36	109,00	132,00	1 700	2 200	70	60	1,0	1,140
45	47	65	65	14	27,00	57,00	4 000	5 300	57	53	0,6	0,150
	47	73	73	20	45,00	82,00	3 000	4 000	62	56	1,0	0,320
	47	85	85	28	78,00	117,00	2 400	3 200	69	61	1,0	0,690
	47	100	100	39	126,00	158,00	1 600	2 000	78	67	1,0	1,470
50	52	70	70	14	28,00	64,00	3 800	5 000	62	58	0,6	0,160
	52	78	78	22	46,00	88,00	2 800	3 800	67	61	1,0	0,390
	52	95	95	31	94,00	145,00	2 200	2 800	77	68	1,0	1,000
	52	110	110	43	153,00	205,00	1 400	1 800	86	74	1,5	1,990
55	57	78	78	16	33,50	79,00	3 300	4 500	69	64	0,6	0,240
	57	90	90	25	67,00	123,00	2 500	3 300	76	69	1,0	0,610
	57	105	105	35	116,00	174,00	2 000	2 500	85	75	1,0	1,340
	57	120	120	48	199,00	250,00	1 300	1 700	94	81	1,5	2,640
60	62	85	85	17	40,00	95,00	3 200	4 200	75	70	1,0	0,290
	62	95	95	26	71,00	141,00	2 400	3 200	81	74	1,0	0,690
	62	110	110	35	120,00	193,00	2 000	2 500	90	80	1,0	1,430
	62	130	130	51	216,00	285,00	1 200	1 600	102	88	1,5	3,300
65	67	90	90	18	40,50	100,00	3 000	3 800	80	75	1,0	0,340
	67	100	100	27	73,00	150,00	2 400	3 200	86	79	1,0	0,770
	67	115	115	36	124,00	212,00	1 900	2 400	95	85	1,0	1,570
	68	140	140	56	225,00	330,00	1 100	1 500	110	95	2,0	4,180

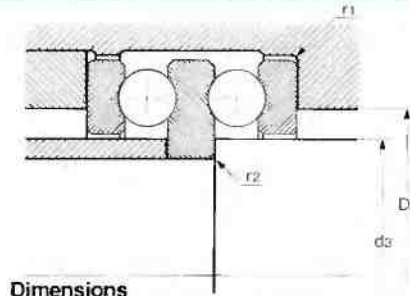
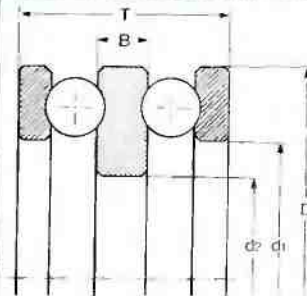
9.46. Butées à billes à double effet

NFE 22 320

S N R



Symbole



Dimensions

Remarques - Utilisation

Ces butées sont conçues pour absorber des charges axiales pures dans les deux sens. Dans le cas de guidage en rotation, il est nécessaire de prévoir l'adjonction d'un roulement radial (par exemple).

La rondelle-arbre possède un diamètre "d₂", très inférieur au diamètre "d₁" des rondelles-logement, pour permettre le passage d'une entretoise (figure ci-dessus).

Tolérances :

- ou centrage sur l'arbre : j6
- centrage sur le logement H7

Coefficients de calculs

Charges équival. dynamique

et statique : $P = Fa$, $P_0 = Fa$

Charge axiale minimale :

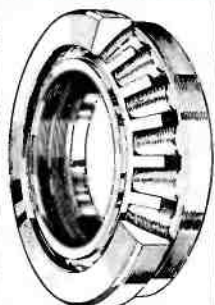
$$F_{am} = 10^{-14} (N.Co)^2$$

avec F_{am} et Co en newtons, N en tr/min.

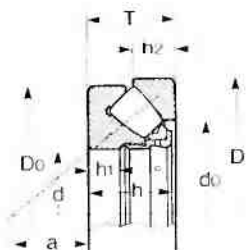
DIMENSIONS (mm)					CHARGE DE BASE $10^3 N$ ISO		Vitesse limite tr/min		EPAULEMENTS ET CONGES (mm)				Masse (kg)
d ₂	d ₁	D	T	B	dyn C	stat Co	graisse	huile	d ₃ maxi	D ₂ maxi	r ₁ maxi	r ₂ maxi	
15	22	40	26	6	21,60	26,00	4 000	5 000	20	28	0,6	0,3	0,150
	27	47	28	7	27,00	36,00	3 800	4 800	25	34	0,6	0,3	0,230
20	27	52	34	8	34,50	42,00	3 200	4 000	25	36	1,0	0,3	0,330
	32	52	29	7	28,50	43,50	3 600	4 500	30	39	0,6	0,3	0,280
25	32	60	38	9	41,50	56,00	2 800	3 600	30	42	1,0	0,3	0,490
	37	62	34	8	38,00	58,00	3 000	3 800	35	46	1,0	0,3	0,420
30	37	68	44	10	54,00	74,00	2 400	3 200	35	48	1,0	0,3	0,710
	42	68	36	9	42,50	70,00	2 800	3 600	40	51	1,0	0,6	0,540
	42	78	49	12	67,00	95,00	2 200	3 000	40	55	1,0	0,6	1,060
	42	90	65	15	109,00	132,00	1 700	2 200	40	60	1,0	0,6	2,030
35	47	73	37	9	45,00	82,00	2 400	3 200	45	56	1,0	0,6	0,620
	47	85	52	12	78,00	117,00	2 000	2 800	45	61	1,0	0,6	1,2090
	47	100	72	17	126,00	158,00	1 600	2 000	45	67	1,0	0,6	2,710
40	52	78	39	9	46,00	88,00	2 400	3 200	50	61	1,0	0,6	0,710
	52	95	58	14	97,00	139,00	1 800	2 400	50	68	1,0	0,6	1,860
	52	110	78	18	153,00	205,00	1 400	1 800	50	74	1,5	0,6	3,560
45	57	90	45	10	67,00	123,00	2 200	3 000	55	69	1,0	0,6	1,120
	57	105	64	15	116,00	174,00	1 600	2 000	55	75	1,0	0,6	2,510
	57	120	87	20	199,00	250,00	1 300	1 700	55	81	1,5	0,6	4,700
50	62	95	46	10	71,00	141,00	2 000	2 800	60	74	1,0	0,6	1,250
	62	112	64	15	120,00	193,00	1 600	2 000	60	80	1,0	0,6	2,680
	62	130	93	21	216,00	285,00	1 200	1 600	60	88	1,5	0,6	5,910
	68	140	101	23	225,00	330,00	1 100	1 500	65	95	2,0	1,0	7,450
55	67	100	47	10	73,00	150,00	1 900	2 600	65	79	1,0	0,6	1,360
	67	115	65	15	124,00	212,00	1 600	2 000	65	85	1,0	0,6	2,900
	72	105	47	10	74,00	160,00	1 900	2 600	70	84	1,0	1,0	1,480
	72	125	72	16	144,00	250,00	1 400	1 800	70	92	1,0	1,0	3,900
	73	150	107	24	242,00	370,00	1 000	1 400	70	102	2,0	1,0	8,970
60	77	110	47	10	95,00	130,00	1 800	2 400	75	89	1,0	1,0	1,570
	77	135	79	18	178,00	310,00	1 300	1 700	75	99	1,5	1,0	4,830
	78	160	115	26	290,00	440,00	950	1 300	75	110	2,0	1,0	11,000
65	82	115	48	10	76,00	182,00	1 700	2 200	80	94	1,0	1,0	1,690
	82	140	79	18	176,00	315,00	1 300	1 700	80	104	1,5	1,0	5,060
	83	170	120	27	310,00	485,00	1 200	1 600	80	117	2,0	1,0	12,400
	88	180	128	29	325,00	530,00	900	1 200	85	124	2,0	1,0	15,900
70	88	125	55	12	92,00	217,00	1 600	2 000	85	101	1,0	1,0	2,340
	88	150	87	19	217,00	375,00	1 200	1 600	85	111	1,5	1,0	6,430
	93	190	135	30	370,00	620,00	800	1 000	90	131	2,0	1,0	18,200

9.47. Butées à rouleaux sphériques

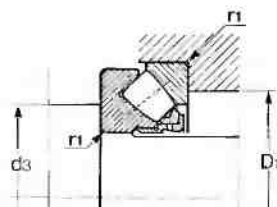
S N R



Symbole



Dimensions



Remarques - utilisation

Ces butées possèdent :

- une capacité de charge axiale très grande
- une capacité de charge radiale relativement importante (environ la moitié de la capacité axiale)
- une possibilité d'auto-alignement permanent.

Ces butées à simple effet ne supportent des charges axiales que dans un seul sens.

Pour assurer une rotation sans glissement des rouleaux, il est nécessaire d'exercer en permanence sur les butées une charge axiale minimale F_{am} . Si cette charge n'est pas atteinte, il est nécessaire d'exercer une précharge au moyen de ressorts.

La rondelle-arbre est montée serrée sur l'arbre (m6, p6) (figure ci-dessus). La rondelle-logement est centrée dans le logement (H7), si la butée n'est pas associée à un roulement radial. Si au contraire, elle est associée à un roulement radial (roulement à rouleaux sphériques en général), elle n'est pas centrée dans le logement. Les points d'application des charges du roulement et de sa butée doivent coïncider.

Coefficients de calculs

Charge équival. dynamique :

$$P = Fa + 1,2 Fr$$

avec $Fr / Fa < 0,55$

Charge équivalente statique :

$$Po = Fa + 2,7 Fr$$

avec $Fr / Fa < 0,55$

Charge axiale dynamique minimale :

$$F_{am} = 2 \times 10^{-16} (N \cdot Co)^2$$

F_{am} et Co en newtons, N en tr/min.

DIMENSIONS (mm)									CHARGE DE BASE $10^3 N$ ISO		Vitesse limite tr/min	EPAULEMENTS ET CONGES (mm)			Masse (kg)
d	D	T	d ₀	D ₀	h	h ₁	h ₂	a	dyn. C	stat. Co		d ₃ mini	D ₂ maxi	r ₁ maxi	
60	130	42	88,0	123	39,5	15	20	38	295,00	830,00	2 400	90	109	1,5	2,650
65	140	45	96,5	133	42,5	16	21	42	350,00	990,00	2 200	100	118	2,0	3,300
70	150	48	102,0	142	45,5	17	23	44	380,00	1 090,00	2 000	105	126	2,0	4,000
75	160	51	109,0	152	48,0	18	24	47	440,00	1 280,00	2 000	115	134	2,0	4,870
80	170	54	116,0	162	51,0	19	26	50	475,00	1 390,00	1 900	120	143	2,0	5,840
85	180	58	125,0	170	55,0	21	28	54	540,00	1 600,00	1 800	130	153	2,0	6,950
90	190	60	130,0	180	57,0	22	29	56	600,00	1 820,00	1 700	135	161	2,0	8,080
100	210	67	144,5	200	64,0	24	32	62	720,00	2 210,00	1 500	150	178	2,5	11,800
110	190	48	143,0	182	45,0	16	23	64	445,00	1 460,00	1 600	145	166	2,0	5,480
	230	73	160,0	220	69,0	26	35	69	840,00	2 650,00	1 400	165	196	2,5	14,500
120	210	54	157,5	200	51,0	18	26	70	560,00	1 880,00	1 400	160	184	2,0	7,580
	250	78	172,0	236	74,0	29	37	74	960,00	3 050,00	1 300	180	212	3,0	18,100
130	225	58	170,0	215	55,0	20	28	76	630,00	2 130,00	1 300	170	198	2,0	9,300
	270	85	188,0	255	81,0	31	41	81	1 120,00	3 600,00	1 200	195	229	3,0	22,500
140	240	60	183,0	230	57,0	20	29	82	690,00	2 400,00	1 300	185	211	2,0	11,000
	280	85	197,5	268	81,0	31	41	86	1 160,00	3 800,00	1 200	205	239	3,0	24,200
150	250	60	193,0	240	57,0	20	29	87	710,00	2 500,00	1 200	195	222	2,5	11,500
	300	90	211,5	285	86,0	32	44	92	1 320,00	4 350,00	1 100	220	257	3,0	29,400
160	270	67	207,0	260	64,0	23	32	92	820,00	2 900,00	1 100	210	239	2,5	15,200
170	280	67	215,0	217	64,0	23	32	96	820,00	2 900,00	1 100	220	248	2,5	16,000
	340	103	240,0	324	99,0	37	50	104	1 640,00	5 500,00	950	245	291	4,0	43,700
180	360	109	255,0	342	105,0	39	52	110	1 840,00	6 300,00	900	260	307	4,0	52,000
200	400	122	284,0	380	117,0	43	59	122	2 240,00	7 800,00	800	290	343	4,0	69,00
220	420	122	305,0	400	117,0	43	58	132	2 310,00	8 200,00	750	310	364	5,0	74,000
240	440	122	321,0	420	117,0	43	59	142	2 380,00	8 700,00	750	310	364	5,0	74,000
260	480	132	346,0	460	127,0	48	64	154	2 800,00	11 000,00	650	330	383	5,0	79,000

9.48. Butées à aiguilles

NFE 22 374

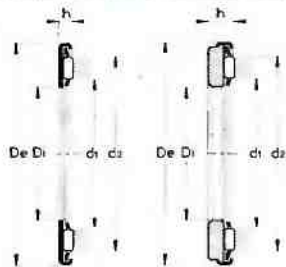
Données



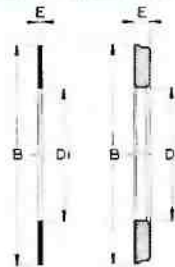
NADELLA



Symbole



Dimensions des butées



Dimensions des contreplaques

Remarques - Utilisation

Ces butées possèdent :

- une capacité de charge axiale très grande sous un encombrement réduit
- la possibilité de vitesse de rotation élevée
- une grande rigidité.

Ces butées à simple effet ne supportent des charges axiales que dans un seul sens.

Il est possible de combiner les butées séries minces et séries épaisses avec des contreplaques séries minces et séries épaisses.

Quand la butée est centrée par la partie tournante, la contreplaqué doit l'être par la partie fixe et inversement

Voir 9.50 : MONTAGES TYPES

Sans contreplaqué, le chemin de roulement doit présenter des qualités géométriques précises (en particulier Ra ≤ 0,5µm) et une dureté appropriée 58 ≤ HRC ≤ 64.

Coefficients de calculs

Charge équival. dynamique :

$$P = Fa$$

Charge équivalente statique :

$$P_0 = Fa$$

Tolérances

- Centrage sur l'arbre : h10
- Centrage sur le logement : H10

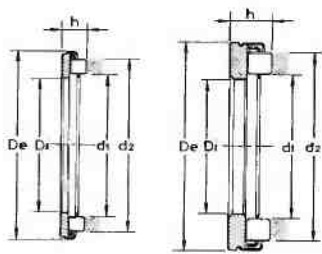
arbre ø mm	série		DIMENSIONS (mm)						CHARGE DE BASE		Vitesse limite tr/min	Masse approx. (g)	CONTREPLAQUES				
			D _i nom.	D _e maxi	h	d ₁	d ₂	dyn. Ca N	stat. Coa N	Séries			dimensions			Masse approx. (g)	
										mince			épaisse	D _i nom	B maxi		E
5	*	*	5	13	2,3	6,3	10,9	3000	5700	25 000	1,3	*	*	5	12,4	0,8	0,6
6	*	*	5	13	3,5	6,3	10,9	3000	5700	25 000	2,3	*	*	5	12,4	2	1,6
			6	14	2,3	7,3	11,9	3150	6350	22 000	1,4	*	*	6	13,4	0,8	0,7
7	*	*	6	14	3,5	7,3	11,9	3150	6350	22 000	2,4	*	*	6	13,4	2	1,7
			7	15	2,3	8,3	12,9	3550	7600	22 000	1,7	*	*	7	14,4	0,8	0,8
8	*	*	7	15	3,5	8,3	12,9	3550	7600	22 000	2,9	*	*	7	14,4	2	2
			8	16	2,3	9,3	13,9	3700	8300	22 000	1,7	*	*	8	15,4	0,8	0,8
9	*	*	8	16	3,5	9,3	13,9	3700	8300	22 000	3	*	*	8	15,4	2	2,1
			9	17	2,3	10,3	14,9	4050	9500	19 000	2,1	*	*	9	16,4	0,8	0,9
10	*	*	9	17	3,5	10,3	14,9	4050	9500	19 000	3,6	*	*	9	16,4	2	2,3
			10	22	2,8	12	18,6	5000	10900	15 500	4	*	*	10	21,5	0,8	1,7
12	*	*	10	22	4	12	18,6	5000	10900	15 500	6,6	*	*	10	21,5	2	4,3
			12	26	2,8	15	22,6	6900	17700	13 000	6	*	*	12	25,5	0,8	2,5
15	*	*	12	26	4	15	22,6	6900	17700	13 000	10	*	*	12	25,5	2	6,2
			15	28	2,8	17	24,6	7400	20000	11 500	6,9	*	*	15	27,5	0,8	2,5
17	*	*	15	28	4	17	24,6	7400	20000	11 500	9	*	*	15	27,5	2	6
			17	30	2,8	19	26,6	7800	22000	10 500	7,6	*	*	17	29,5	0,8	2,8
19	*	*	17	30	4	19	26,6	7800	22000	10 500	10	*	*	17	29,5	2	7
			19	32	2,8	21	28,6	8000	23300	10 000	8,6	*	*	19	31,5	0,8	3,5
20	*	*	19	32	4	21	28,6	8000	23300	10 000	13	*	*	19	31,5	2	9
			20	35	2,8	22	31,6	11800	39000	9 000	10,2	*	*	20	34,5	0,8	3,8
25	*	*	20	35	5	22	31,6	11800	39000	9 000	18	*	*	20	34,5	3	13
			25	42	2,8	27,7	37,4	13300	49000	7 500	11,5	*	*	25	41,5	0,8	5,3
27	*	*	25	42	5	27,7	37,4	13300	49000	7 500	25	*	*	25	41,5	3	19
			27	44	2,8	30	39,6	13700	52000	7 200	12,1	*	*	27	43,7	0,8	5,8
30	*	*	30	47	2,8	32,7	42,4	14500	57000	6 500	13,7	*	*	30	46,5	0,8	6
			30	47	5	32,7	42,4	14500	57000	6 500	29	*	*	30	46,5	3	22
35	*	*	35	52	2,8	37,2	49	18900	84000	5 500	18,5	*	*	35	51,5	0,8	7
			35	52	5	37,2	49	18900	84000	5 500	35	*	*	35	51,5	3	28
40	*	*	40	60	2,8	43	54,9	20400	96000	5 000	23,9	*	*	40	59,5	0,8	9,3
			40	60	5	43	54,9	20400	96000	5 000	46	*	*	40	59,5	3	34
45	*	*	45	65	2,8	48	59,9	21800	109000	4 500	24,7	*	*	45	64,4	0,8	10
			45	65	5	48	59,9	21800	109000	4 500	50	*	*	45	64,4	3	37
50	*	*	50	70	2,8	53,3	65,7	22500	118000	4 000	25,5	*	*	50	69,4	0,8	11
			50	70	5	53,3	65,7	22500	118000	4 000	55	*	*	50	69,4	3	40
55	*	*	55	78	2,8	58,4	72,5	28500	164000	3 800	34	*	*	55	77,4	0,8	14
			55	78	6	58,4	72,5	28500	164000	3 800	89	*	*	55	77,4	4	69
60	*	*	60	85	2,8	63,5	79,2	31500	193000	3 500	40	*	*	60	84,3	0,8	16,6
			60	85	6	63,5	79,2	31500	193000	3 500	106	*	*	60	84,3	4	83
65	*	*	65	90	3,5	68,5	84,2	33500	210000	3 200	59	*	*	65	89,3	1,5	33

9.49. Butées à rouleaux (séries légères)

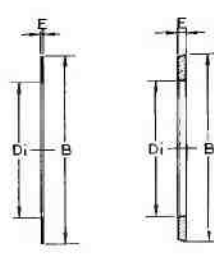
NADELLA



Symbole



Dimensions des butées



Dimensions des contreplaques

Remarques - Utilisation

Ces butées possèdent :

- une capacité de charge axiale très importante
- la possibilité de vitesse de rotation élevée
- une grande rigidité.

Ces butées à simple effet ne supportent des charges axiales que dans un seul sens.

Il existe des séries moyennes et fortes. Il est possible d'utiliser des contreplaques séries minces et séries épaisses.

Quand la butée est centrée par la partie tournante, la contreplaque doit être par la partie fixe et inversement

Voir 9.50 : MONTAGES TYPES

Sans contreplaque, le chemin de roulement doit présenter des qualités géométriques précises (en particulier $Ra \leq 0,5\mu m$) et une dureté appropriée $58 \leq HRC \leq 64$.

Coefficients de calculs

Charge équival. dynamique :

$$P = Fa$$

Charge équivalente statique :

$$Po = Fa$$

Tolérances

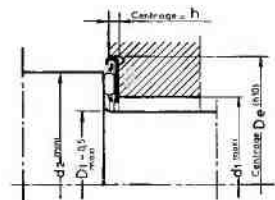
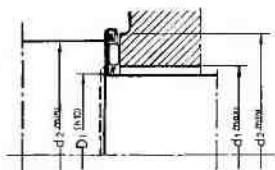
- Centrage sur l'arbre : **h10**
- Centrage sur le logement : **H10**

arbre ø (mm)	DIMENSIONS (mm)					CHARGE DE BASE		Vitesse limite tr/min	Masse approx. (g)	CONTREPLAQUES					
	Dj nom.	De maxi	h	d1	d2	dyn. Ca N	stat. Coa N			Séries		dimensions			Masse approx. (g)
										mince	épaisse	Di nom.	B maxi	E	
10	10	22	4,5	12,2	18,5	8200	17900	15 500	7,3	*	*	10	21,5	0,8	1,7
12	12	26	5	14,8	22,9	12700	29500	13 000	11	*	*	10	21,5	2	4,3
												12	25,5	0,8	2,5
15	15	28	5	16,8	24,9	14000	34000	11 500	11	*	*	12	25,5	2	6,2
												15	27,5	0,8	2,5
17	17	30	5	18,8	26,9	15000	39000	10 500	12,5	*	*	15	27,5	2	6
												17	29,5	0,8	2,8
20	20	35	7	22	31,6	22000	54000	9 000	22	*	*	17	29,5	2	7
												20	34,5	0,8	3,8
25	25	42	7	27,7	37,3	25500	70000	7 500	31	*	*	20	34,5	3	13
												25	41,5	0,8	5,3
30	30	47	7	32,7	42,3	26500	77000	6 500	36	*	*	25	41,5	3	19
												30	46,5	0,8	6
35	35	53,4	8	37,8	47,8	33800	94000	5 500	52	*	*	30	46,5	3	22
												35	51,5	0,8	7
40	40	60,4	9	42,8	54,8	46000	129000	5 000	70	*	*	35	51,5	3	26
												40	59,5	0,8	9,3
45	45	65,4	9	47,8	59,8	49000	143000	4 500	77	*	*	40	59,5	3	34
												45	64,4	0,8	10
50	50	70,4	9	52,8	64,8	51000	157000	4 000	82	*	*	45	64,4	3	37
												50	69,4	0,8	11
55	55	78,4	10	58,5	72,5	61000	203000	3 800	125	*	*	50	69,4	3	40
												55	77,4	0,8	14
60	60	85,4	10	63,5	79,5	71000	255000	3 500	150	*	*	55	77,4	4	69
												60	84,3	0,8	16,6
65	65	90,4	10	68,5	84,5	74000	275000	3 200	160	*	*	60	84,3	4	83
												65	89,3	1,5	33
70	70	95,4	10	73,5	89,5	77000	295000	3 000	170	*	*	65	89,3	4	88
												70	94,3	1,5	34,4
75	75	100,4	10	78,5	94,5	80000	313000	2 800	180	*	*	70	94,3	4	93
												75	99,3	1,5	37
80	80	105,4	10	83,5	99,5	82000	330000	2 700	190	*	*	75	99,3	4	99
												80	104,3	1,5	37
												80	104,3	4	104

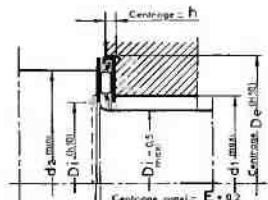
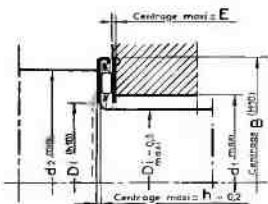


Butées à aiguilles à plaques minces

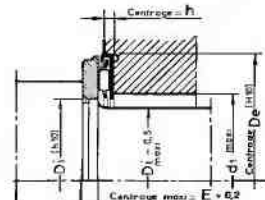
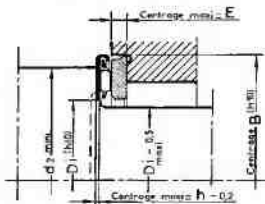
sans contreplaqué



avec contreplaqué mince

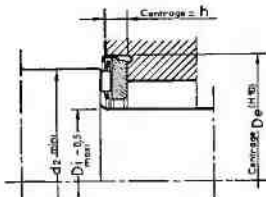
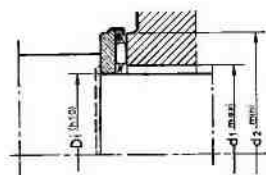


avec contreplaqué épaisse

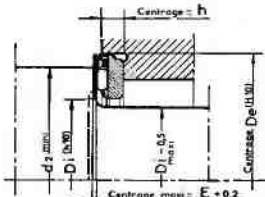
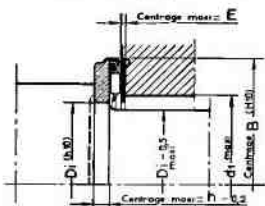


Butées à aiguilles à plaques épaisse ou butées à rouleaux série légère

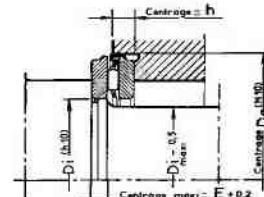
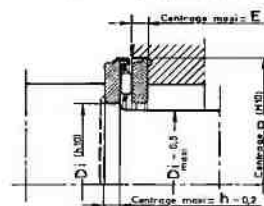
sans contreplaqué



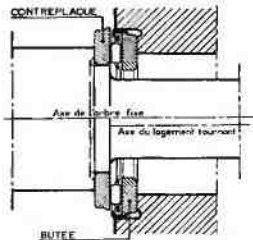
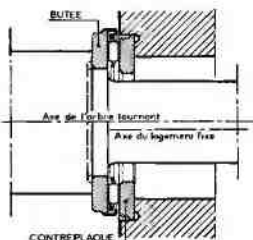
avec contreplaqué mince



avec contreplaqué épaisse

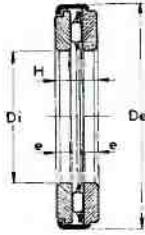


Montages pour fonctionnement avec excentration

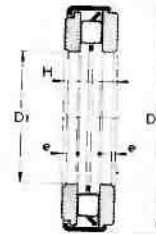


9.51. Butées à aiguilles ou à rouleaux avec contreplaque incorporée

NADELLA



Butées à aiguilles



Butées à rouleaux

Remarques - Utilisation

Ces butées possèdent :

- une capacité de charge axiale très grande sous un encombrement réduit
- la possibilité de vitesse de rotation élevée
- une grande rigidité.

Ces butées à simple effet ne supportent des charges axiales que dans un seul sens.

L'incorporation de la contreplaque à la butée assure une protection du type "déflecteur" contre l'introduction de corps étrangers, tout en favorisant la retenue du lubrifiant.

- Dans le cas de fonctionnement courant, la butée n'a pas à être centrée par la plaque incorporée, le centrage est effectué par la butée, sur l'arbre ou sur le logement.
- Dans le cas de rotation à vitesse élevée, et dans le cas d'un fonctionnement avec une bonne coaxialité arbre / logement, il est nécessaire de centrer la butée sur l'arbre et sur le logement (ajustements ci-contre).

Coefficients de calculs

Charge équival. dynamique :

$$P = Fa$$

Charge équivalente statique :

$$P_0 = Fa$$

Tolérances

- Centrage sur l'arbre : **h10**
- Centrage sur le logement : **H10**

Arbre ø mm	Série		DIMENSIONS (mm)				CHARGE DE BASE		Vitesse limite tr/min	Masse approx. (g)
	mince	épaisse	Di	De	H nom.	e maxi	dyn. C N	stat. Co N		
5	*		5	13	5,5	2	3000	5700	25000	3,64
6	*		6	14	5,5	2	3150	6350	22000	4,20
7	*		7	15	5,5	2	3550	7600	22000	4,69
8	*		8	16	5,5	2	3700	8300	22000	5,09
9	*		9	17	5,5	2	4050	9500	19000	5,34
10	*	*	10 10	22,4 22,4	6 6,5	2 2	5000 8200	10900 17900	15500 15500	11,4 12
12	*	*	12 12	26,4 26,4	6 7	2 2	6900 12700	17700 29500	13000 13000	16,7 17
15	*	*	15 15	28,4 28,4	6 7	2 2	7400 14000	20000 34000	11500 11500	15,5 19
17	*	*	17 17	30,4 30,4	6 7	2 2	7800 15000	22000 39000	10500 10500	17,5 22
20	*	*	20 20	35,4 35,4	8 10	3 3	11800 22000	39000 54000	9000 9000	32,5 38
25	*	*	25 25	43 43	8 10	3 3	13300 25500	49000 70000	7500 7500	47 57
30	*	*	30 30	48 48	8 10	3 3	14500 26500	57000 77000	6500 6500	54 65
35	*	*	35 35	54 54	8 11	3 3	18900 33800	84000 94000	5500 5500	66 87
40	*	*	40 40	61 61	8 12	3 3	20400 46000	96000 129000	5000 5000	84 114
45	*	*	45 45	66 66	8 12	3 3	21800 49000	109000 143000	4500 4500	92 126
50	*	*	50 50	71 71	8 12	3 3	22500 51000	118000 157000	4000 4000	100 137
60	*	*	60 60	86 86	10 14	4 4	31500 71000	193000 255000	3500 3500	194 246
70	*	*	70 70	96 96	10 14	4 4	34500 77000	223000 295000	3000 3000	220 279
80	*	*	80 80	106 106	10 14	4 4	36500 82000	253000 330000	2700 2700	256 312

9.52. Roulements combinés

NADELLA



Tolérances des arbres et logements

Roulements	ARBRE				LOGEMENT	
	sans bague intérieure		avec bague intérieure		acier ou fontes	métaux non ferreux
	rotation	oscillation	rotation	oscillation		
A douilles	h_5 (h_6)	j_5 (j_6)	k_5 (k_6)	m_5 (m_6)	H_6 (H_7)	M_6 (M_7)
A cage	h_5	j_5	k_5	m_5	K_6	M_6
A cage avec contreplaqué	k_5	k_5	k_5	m_5	K_6	M_6

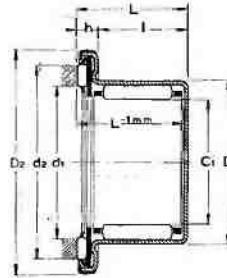
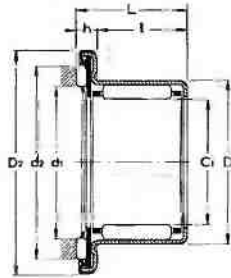
Remarques - Utilisations

- Destinés à supporter simultanément une charge radiale et une charge axiale dans un sens.
- Montages économiques et peu encombrants.
- Les calculs des roulements se font séparément suivant la charge radiale et la charge axiale.
- Peuvent être utilisés sans bague intérieure et sans contre plaque si la qualités de l'arbre récepteur sont appropriées (dureté de 58 à 64 HRC).

Coefficients de calculs

Indépendamment : dans le sens radial $P = Fr$ et dans le sens axial $P = Fa$

Roulements combinés à douille (emboutis)



Charge limite dynamique

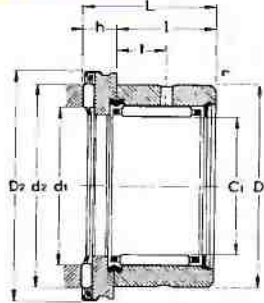
- axiale $P La = 0,25 Coa$
- radiale $P L = 0,2 Cor$

Dimensions sans fond avec fond

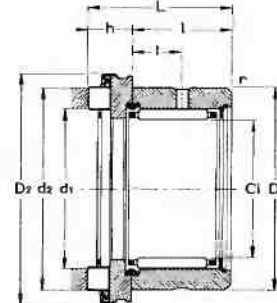
Arbre ϕ (mm)	Ci (mm)	D_1 (mm)	D_2 maxi (mm)	l (mm)	h (mm)	L (mm)	d_1 (mm)	d_2 (mm)	Masse approx. sans fond (g)	avec fond (g)	CHARGES DE BASE (N)				Charges limites (N)		Vitesse limite (tr/min)
											radiales		axiales		radiale	axiale	
											dyn.Cr	stat.Cor	dyn.Ca	stat.Coa			
12	12	18	27,5	10	4,2	14,2	15	22,6	16,5	17,5	6300	7200	6900	17700	2500	11000	13000
14	14	20	29,5	10	4,2	14,2	17	24,6	18	20	6900	8500	7400	20000	2900	12500	11500
15	15	21	31,5	10	4,2	14,2	19	26,6	20	22	7400	9300	7800	22000	3100	14000	10500
18	18	24	33,5	14	4,2	18,2	21	28,6	27	30	11500	17700	8000	23000	5800	16000	10000
20	20	26	36,5	14	4,2	18,2	22	31,6	31	35	12200	19500	11800	39000	6400	18000	9000
25	25	33	45,5	18	4,2	22,2	30	39,6	55	60	20500	32000	13700	52000	10500	22000	7200
30	30	38	50,5	18	4,2	22,2	35	44,7	63	70	22300	37500	14900	60000	12000	25000	6300
35	35	43	56,5	18	4,2	22,2	39	50,9	75	84	24500	45000	19400	88000	14300	27000	5500
40	40	48	61,5	18	4,2	22,2	43	54,9	86	96	26200	51000	20400	96000	16000	30000	5000
45	45	52	66,5	18	4,2	22,2	48	59,9	88	99	24800	55000	21800	109000	17000	32000	4500



Roulements combinés à cage(massifs)



à aiguilles

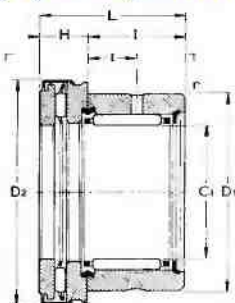


à rouleaux

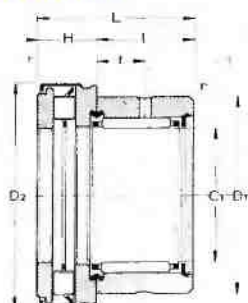
Arbre Ø (mm)	Désignation BUTEE		Ci (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ maxi (mm)	l (mm)	h (mm)	L (mm)	t (mm)	r mini (mm)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	CHARGES DE BASE (N)				Masse approx. (g)	Vitesse limite (tr/min)
	Aig.	roul.											radiales		axiales			
													dyn.Cr	stat.Cor	dyn.Ca	stat.Coa		
10	*	*	10	19	22	14	5	19	6	0,35	12	18,6	6100	7200	5000	10900	15 500	25
			10	19	22	14	5,5	19,5	6	0,35	12,2	18,5	6100	7200	8200	17900	15 500	26
12	*	*	12	21	26	14	5	19	6	0,35	15	22,6	6600	8400	7100	18500	13 000	32
			12	21	26	14	6	20	6	0,35	14,8	22,9	6600	8400	12700	29500	13 000	33
15	*	*	15	24	28	14	5	19	6	0,35	17	24,6	9400	11700	7600	20800	11 500	34
			15	24	28	14	6	20	6	0,35	16,8	24,9	9400	11700	14000	34000	11 500	36
17	*	*	17	26	30	16	5	21	8	0,65	19	26,6	11800	16300	8100	23000	10 500	41
			17	26	30	16	6	22	8	0,65	18,8	26,9	11800	16300	15000	39000	10 500	44
20	*	*	20	30	35	18	6	24	9	0,85	22	31,6	14700	22800	11800	39000	9 000	66
			20	30	35	18	8	26	9	0,85	22	31,6	14700	22800	22000	54000	9 000	70
25	*	*	25	37	42	18	6	24	9	0,85	27,7	37,4	16000	27500	13300	49000	7 500	99
			25	37	42	18	8	26	9	0,85	27,7	37,4	16000	27500	25500	70000	7 500	105
30	*	*	30	42	47	18	6	24	9	0,85	32,7	42,4	20500	34000	14500	57000	6 500	111
			30	42	47	18	8	26	9	0,85	32,7	42,3	20500	34000	26500	77000	6 500	118
35	*	*	35	47	53	18	6	24	9	0,85	37,2	49	22000	39500	18900	84000	5 500	130
			35	47	53,4	18	8	27	9	0,85	37,8	47,8	22000	39500	33800	94000	5 500	146
40	*	*	40	52	60	18	6	24	9	0,85	43	54,9	23800	45000	20400	96000	5 000	150
			40	52	60,4	18	9	28	9	0,85	42,8	54,8	23800	45000	46000	129000	5 000	174
45	*	*	45	58	65	18	6	24	11	1,3	48	59,9	25300	51000	21800	109000	4 500	179
			45	58	65,4	18	10	28	11	1,3	47,8	59,8	25300	51000	49000	143000	4 500	206
50	*	*	50	62	70	21	6	27	11	1,3	53,3	65,7	28300	61000	22500	118000	4 000	205
			50	62	70,4	21	10	31	11	1,3	52,8	64,8	23800	61000	51000	157000	4 000	232
60	*	*	60	72	85	21	7	28	11	1,3	63,5	79,2	31000	72000	31500	193000	3 500	282
			60	72	85,4	21	11	32	11	1,3	63,5	79,5	31000	72000	71000	255000	3 500	327
70	*	*	70	85	95	21	7	28	11	1,3	73,5	89,2	37500	86000	34500	223000	3 000	386
			70	85	95,4	21	11	32	11	1,3	73,5	89,5	37500	86000	77000	295000	3 000	435



Roulements combinés à cage (massifs), avec contreplaque de retenue



à aiguilles



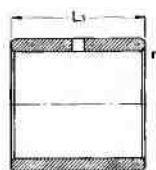
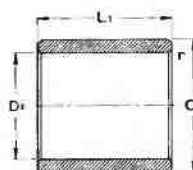
à rouleaux

Dimensions

Arbre Ø (mm)	Désignation BUTEE		Ci (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ maxi (mm)	I (mm)	H (mm)	L (mm)	t (mm)	r mini (mm)	CHARGES DE BASE (N)				Masse approx. (g)	Vitesse limite (tr/min)
	Aig.	roul.									radiales		axiales			
											dyn. Cr	stat. Cor	dyn. Ca	stat. Coa		
10	*		10	19	22,4	14	7	21	6	0,35	6100	7200	5000	10900	29	15 500
		*	10	19	22,4	14	7,5	21,5	6	0,35	6100	7200	8200	17900	31	15 500
12	*		12	21	26,4	14	7	21	6	0,35	6600	8400	7100	18500	38	13 000
		*	12	21	26,4	14	8	22	6	0,35	6600	8400	12700	29500	39	13 000
15	*		15	24	28,4	14	7	21	6	0,35	9400	11700	7600	20800	40	11 500
		*	15	24	28,4	14	8	22	6	0,35	9400	11700	14000	34000	44	11 500
17	*		17	26	30,4	16	7	23	8	0,65	11800	16300	8100	23000	48	10 500
		*	17	26	30,4	16	8	24	8	0,65	11800	16300	15000	39000	53	10 500
20	*		20	30	35,4	18	9	27	9	0,85	14700	22800	11800	39000	79	9 000
		*	20	30	35,4	18	11	29	9	0,85	14700	22800	22000	54000	86	9 000
25	*		25	37	43	18	9	27	9	0,85	16000	27500	13300	49000	118	7 500
		*	25	37	43	18	11	29	9	0,85	16000	27500	25500	70000	131	7 500
30	*		30	42	48	18	9	27	9	0,85	20500	34000	14500	57000	133	6 500
		*	30	42	48	18	11	29	9	0,85	20500	34000	26500	77000	147	6 500
35	*		35	47	54	18	9	27	9	0,85	22000	39500	18900	84000	157	5 500
		*	35	47	54	18	12	30	9	0,85	22000	39500	33800	94000	181	5 500
40	*		40	52	61	18	9	27	9	0,85	23800	45000	20400	96000	184	5 000
		*	40	52	61	18	13	31	9	0,85	23800	45000	46000	129000	218	5 000
45	*		45	58	66	18	9	27	9	0,85	25300	51000	21800	109000	216	4 500
		*	45	58	66	18	13	31	9	0,85	25300	51000	49000	143000	255	4 500
50	*		50	62	71	21	9	30	11	1,3	28300	61000	22500	118000	245	4 000
		*	50	62	71	21	13	34	11	1,3	28300	61000	51000	157000	287	4 000
60	*		60	72	86	21	11	32	11	1,3	31000	72000	31500	193000	365	3 500
		*	60	72	86	21	15	36	11	1,3	31000	72000	71000	255000	423	3 500
70	*		70	85	96	21	11	32	11	1,3	37500	86000	34500	223000	479	3 000
		*	70	85	96	21	15	36	11	1,3	37500	86000	77000	295000	545	3 000



Contreplaques de retenue et bagues intérieures

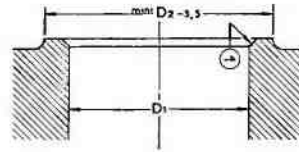
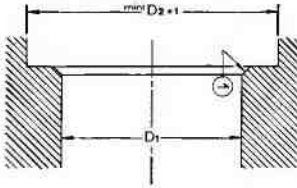

 mince **Contreplaque** épaisse

 sans trou **Bague intérieure** avec trou de graissage

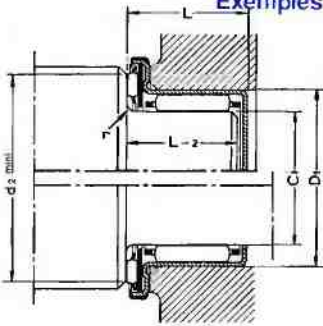
Arbre Ø (mm)	Contreplaque		A nom. (mm)	B maxi (mm)	E (mm)	Masse approx. (g)	Arbre Ø (mm)	Di (mm)	Ci (mm)	L1 (mm)	r mini (mm)	Masse approx. (g)
	mince	épaisse										
10	*	*	10	21,5	0,8	1,7	7	7	10	16	0,2	4,8
			10	21,5	2	4,3						
12	*	*	12	25,5	0,8	2,5	8	8	12	12,4	0,3	5,8
			12	25,5	2	6,2						
14	*	*	14	25,5	0,8	2,3	10	10	14	12,4	0,3	7
			14	25,5	2	5,6						
15	*	*	15	27,5	0,8	2,5	12	12	15	16	0,2	7,6
			15	27,5	2	6						
17	*	*	17	29,5	0,8	2,8	13	13	18	16,4	0,35	15
			17	29,5	2	7						
18	*	*	18	29,5	0,8	2,3	15	15	20	16,4	0,35	17
			18	29,5	2	5,7						
20	*	*	20	34,5	0,8	3,8	20	20	25	20	0,35	26,5
			20	34,5	3	13						
25	*	*	25	41,5	0,8	5,3	25	25	30	20	0,35	32
			25	41,5	3	19						
30	*	*	30	46,5	0,8	6	30	30	35	20	0,35	38
			30	46,5	3	22						
35	*	*	35	51,5	0,8	7	35	35	40	20	0,35	44
			35	51,5	3	26						
40	*	*	40	59,5	0,8	9,3	40	40	45	20	0,35	50
			40	59,5	3	34						
45	*	*	45	64,4	0,8	10	45	45	50	25	0,65	69
			45	64,4	3	37						
50	*	*	50	69,4	0,8	11	55	55	60	25	0,65	84
			50	69,4	3	40						
60	*	*	60	84,3	0,8	17	60	60	70	25	0,85	190
			60	84,3	4	83						
70	*	*	70	94,3	1,5	32	62	62	70	25	0,85	155
			70	94,3	4	93						



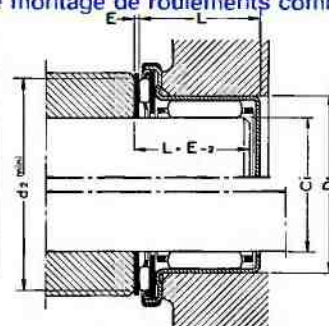
Faces d'appui des logements



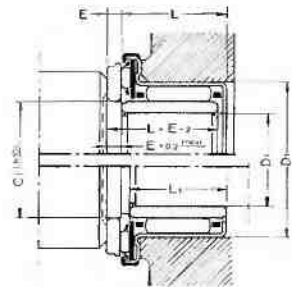
Exemples de montage de roulements combinés à douilles



sans contreplaqué, sans bague intérieure

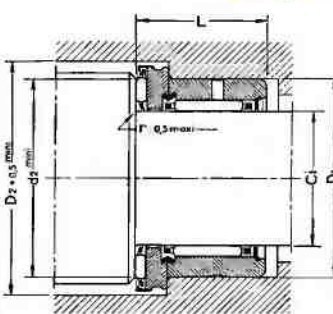


avec contreplaqué, sans bague intérieure

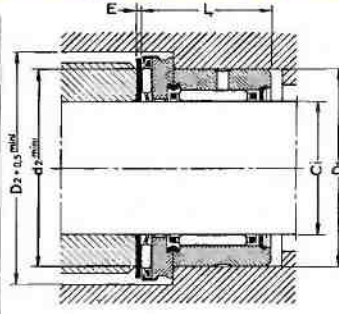


avec contreplaqué, avec bague intérieure

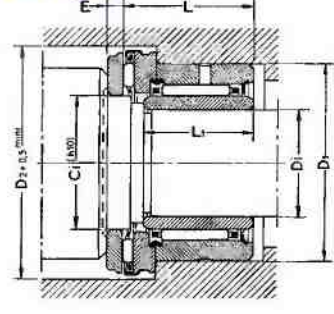
Exemples de montage de roulements combinés à cages



sans contreplaqué, sans bague intérieure

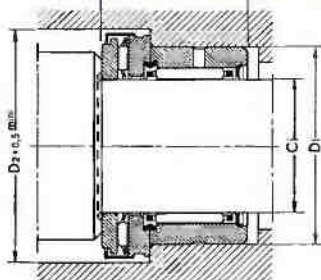


avec contreplaqué, sans bague intérieure

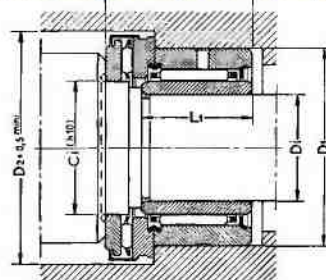


avec contreplaqué, avec bague intérieure

Exemples de montages de roulements combinés à cages avec contreplaqué



avec contreplaqué incorporée, sans bague intérieure



avec contreplaqué incorporée, avec bague intérieure

9.54. Désignation normalisée des roulements



Les roulements étant interchangeable, il est normal, bien qu'aucune norme internationale ne l'impose, qu'ils présentent la même désignation pour le même type dans les mêmes dimensions. La **désignation**, ou **symbole**, des roulements la plus universellement employée comprend plusieurs caractères, de 3 à 7 caractères.

Le premier caractère est le **code du type**, les deux derniers caractères représentent le **code de l'alésage**, c'est-à-dire la dimension de base du roulement à partir de laquelle se fait généralement le choix de ses autres dimensions.

1. Codes du type.

. Roulements à billes (symboles à 4 caractères)

Code du type	Désignation
1...	Roulements à rotule sur billes, largeur normale
2...	Roulement à rotule sur billes, grande largeur
3...	Roulement à billes à contact oblique à 2 rangées de billes
4...	Roulements à billes à contact radial à 2 rangées de billes
6...	Roulements à billes à contact radial à 1 rangée de billes
7...	Roulement à billes à contact oblique à 1 rangée de bille

. Roulements à rouleaux butés (symboles à 5 caractères)

Code du type	Désignation
2...	Roulements et butées à rouleaux sphériques
3...	Roulements à rouleaux coniques
5...	Butées à billes
N...	Roulements à rouleaux cylindriques

Cas particulier des roulements à rouleaux cylindriques :

le code du type est constitué par 1, 2 ou 3 lettres selon le dessin interne du roulement, la première étant toujours N. Les codes les plus courants sont N, NU, NJ et NUP.

2. Codes de l'alésage.

L'échelle des alésages normalisés se développe de 5 en 5 mm, pour des mesures d'alésage comprises entre 20 et 100 mm. Au-delà de 110mm, l'échelle se développe de 10 en 10 mm. Le symbole formé des deux derniers chiffres constituant son code représente le cinquième de l'alésage; cela reste valable jusqu'à l'alésage de 480 mm; au-delà de cette valeur, l'alésage est exprimé en clair (en millimètres).

Pour les alésage compris entre 10 mm et 17 mm, la codification est la suivante :

10 mm : code 00	15 mm : code 02
12 mm : code 01	17 mm : code 03

Il existe trois alésages dits "intermédiaires" : 22, 28 et 32 mm. Le symbole du roulement inclut alors l'alésage en clair précédé des autres caractères du symbole usuel.

Exemple :

620/28 roulement à billes situé entre le 6205 et le 6206
320/32 roulement à rouleaux coniques situé entre le 32006 et le 32007.

Pour des alésages au-dessous de 10 mm, les roulements étant généralement du type classique à une rangée de billes, il est convenu de donner l'alésage en clair. Dans ce cas, le symbole du roulement va se réduire à trois chiffres.

3. Codes d'encombrement.

Pour un même alésage, on peut être amené à utiliser des roulements d'encombrements différents, qu'ils soient de types différents selon l'application ou de tailles différentes selon l'importance de la charge.

Cet encombrement ou section (largeur et diamètre extérieur) est défini par un code : ce sont le ou les **caractères intermédiaires** entre le code type et le code de l'alésage.

Exemples :

symbole 608 :	6.. Roulement à billes à contact radial à une rangée de billes .0. code d'encombrement .8 alésage 8mm
symbole 6205 :	6...roulement à billes à contact radial à une rangée de billes .2.. code d'encombrement ..05 code de l'alésage 5 x 5 = 25mm
symbole 21306 :	2.... roulement à rouleaux sphériques .13.. code d'encombrement ...06 code de l'alésage 5 x 6 = 30mm
symbole NU205 :	NU... roulement à rouleaux cylindriques de type NU ...2.. code d'encombrement ...05 code de l'alésage 5 x 5 = 25 mm
symbole 30205 :	3.... roulement à rouleaux coniques .02.. code d'encombrement ...05 code de l'alésage 5 x 5 = 25mm

Remarques

1) Dans le cas des roulements à rouleaux coniques, une nouvelle symbolisation a été fixée (norme ISO 355); elle n'est actuellement utilisée que pour les nouvelles séries. Dans le symbole, le code du type est T, puis vient le code de la série d'angle de contact (un chiffre) et le code d'encombrement (deux lettres). L'alésage est donné en clair.

Par exemple, symbole T7FC060 :

T.....	roulement à rouleaux coniques
.7.....	code de série d'angle
...FC...	code d'encombrement
.....060	alésage 60 mm

2) Dans le type 6... des roulements à billes, d'autres sous-types sont désignés différemment :

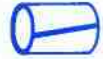
- roulements étroits : symboles à 5 caractères, 160..., 618..., 619..
- roulements larges : symboles à 5 caractères, 622..
- petits roulements (alésage < 10 mm) symbole à 3 caractères : 6..

3) Dans le type 7 des roulements à billes à contact oblique, le code d'encombrement peut être constitué d'un ou parfois de deux chiffres (symbole à 4, parfois 5, caractères).

Toute la symbolisation décrite ci-avant concerne uniquement les roulements normalisés de base. De très nombreuses variantes sont venues s'y greffer; la méthode pour les identifier consiste à ajouter au symbole de base des préfixes et des suffixes. Ces symboles additionnels ne sont pas tous normalisés; ils sont laissés à l'initiative de chaque fabricant, ce qui les conduit à mentionner leur signification dans leurs catalogues ainsi qu'à donner des listes d'équivalences avec les définitions concurrentes.

Les roulements spécifiques ont, par contre, un référence qui est particulière au fabricant. Ils n'ont donc pas de symbole de base.

10. Bagues . Coussinets

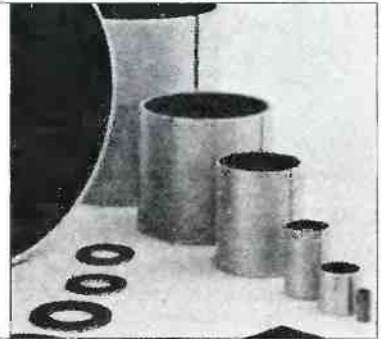


Banque de
DONNEES

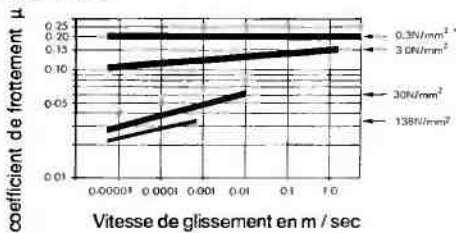
10.1. Bagues . Rondelles de butée. PTFE	226
10.1.1. Caractéristiques et avantages	
10.1.2. Dimensionnement d'un coussinet	
10.1.3. Caractéristiques techniques	227
10.1.4. Calcul de la durée de vie d'un coussinet	228
10.1.5. Montage des coussinets	229
10.1.6. Rondelles de butée standard métrique	
10.1.7. Bandes standard	
10.1.8. Bagues standard métrique	230
10.2. Coussinets autolubrifiants	231
10.2.1. Caractéristiques et avantages	
10.2.2. Conditions de montage et de lubrification complémentaire	232
10.2.3. Tolérances de montage	
10.2.4. Coussinets autolubrifiants cylindrique standard ISO	233
10.2.5. Coussinets autolubrifiants à collerette standard ISO	234

10.1.1. Caractéristiques et avantages

- Description :
 - couche de surface PTFE (Polytétrafluoréthylène) associé au plomb
 - couche intermédiaire bronze imprégné de PTFE / Plomb
 - couche support en acier.
- Fonctionne sans lubrification
- Température de fonctionnement - 200° C à + 280° C.
- Supporte des charges dynamiques et statiques élevées.
- Grande résistance aux solvants, aux liquides, aux gaz industriels.
- Efforts de glissement par saccades négligeables.
- Glisse en douceur et en silence.
- Faible encombrement, léger.
- Tolère les ambiances poussiéreuses.
- Convient pour les moments rotatifs, oscillants et rectilignes alternatifs.



Variations des propriétés de frottement du coussinet en fonction des vitesses de glissement et des pressions spécifiques sur coussinet, après rodage. (Fig 1)



- Propriétés physiques de coussinet (Tableau 1)

Limite élastique en compression mesurée sur un disque de 25,4 mm de diamètre	Approximativement 310 N / mm ²
Coefficient de dilatation linéaire parallèle à la surface	11 x 10 ⁻⁶ par ° C
Coefficient de dilatation linéaire, au droit de la surface d'une bande d'épaisseur 1,9 mm	30 x 10 ⁻⁶ par ° C
Conductibilité thermique après rodage mesurée au droit de la surface	40 W / mK

- Le coefficient statique est approximativement égal au coefficient de frottement dynamique.
- Les valeurs exactes de μ peuvent varier de $\pm 20\%$ compte tenu des conditions de fonctionnement.

10.1.2. Dimensionnement d'un coussinet

Application	Longueur nécessaire pour rapport PV / Durée de vie	Longueur nécessaire pour limite de charge spécifique
Bague immobile charge fixe (unidirectionnelle)	$L_1 = \frac{F n (H+C)}{12,3 \times 10^6 f m b}$	$L_2 = \frac{F}{U d}$
Bague immobile, charge rotative ou bague rotative, charge fixe	$L_1 = \frac{F n (H+C)}{24,6 \times 10^6 f m b}$	$L_2 = \frac{F}{U d}$
Rondelle de butée	$D_1 - d = \frac{F n (H+C)}{12,3 \times 10^6 f m}$	$D_2 - d = \sqrt{\left(\frac{d^2 + 1,3 F}{U}\right) \cdot d}$
Glissières	$A_1 = \frac{F V (H+C)}{420 f m} \times \frac{s}{q}$	$A_2 = \frac{F}{U}$

Bagues $L = L_1 + L_2$

Rondelles $D - d = (D_1 - d) + (D_2 - d)$

Glissières $A = A_1 + A_2$

- A : Surface de contact en mm² (montage de glissières).
- b : Facteur de dimension de coussinet (Fig 3).
- C : Constante de correction de durée de vie (Tableau 4).
- D : Diamètre extérieur nécessaire en mm.
- $\{ D_1$: Diamètres extérieurs de rondelles en butée en mm
- $\{ D_2$: Diamètres extérieurs de rondelles en butée en mm nécessaires pour satisfaire chaque critère limitant le calcul.
- d : Diamètre intérieur en mm.
- f : Facteur d'application (Tableau 3).
- F : Charge du coussinet en Newtons.
- H : Durée de fonctionnement en heures.
- L : Longueur nécessaire de bague en mm.

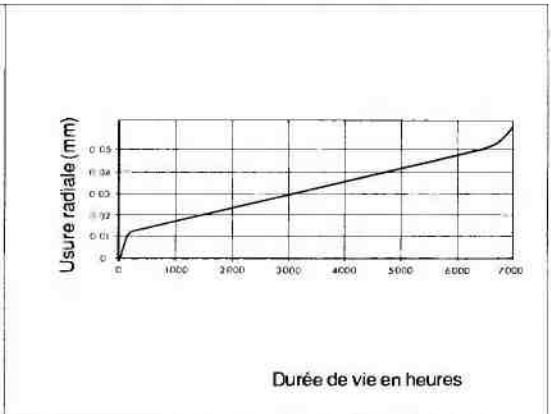
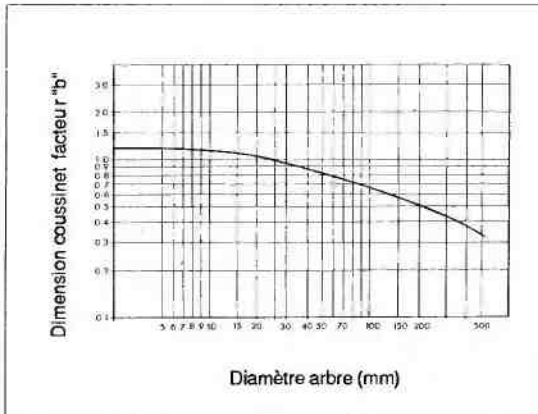
- $\{ L_1$: Sont les longueurs de bagues nécessaires pour satisfaire chaque critère limitant le calcul.
- $\{ L_2$: Sont les longueurs de bagues nécessaires pour satisfaire chaque critère limitant le calcul.
- m : Facteur du matériau de surface associée (tableau 4).
- n : Vitesse de rotation en tours / minute.
- q : Surface totale en mm² du coussinet en contact avec la surface associée durant le cycle de glissement.
- S : Surface totale en mm² de la surface associée en contact avec le coussinet durant le cycle de glissement.
- U : Limite de charge spécifique en N / mm² de surface projetée (Tableau 2).
- * V : Vitesse de frottement en m / s (pour rondelle de butée, la vitesse est calculée avec le diamètre moyen).
- * P : Charge spécifique en N / mm² de surface projetée.



10.1.3. Caractéristiques techniques

- Dimensions du coussinet Facteur b (Fig 3)

- Effet d'usure sur la surface de frottement du coussinet (Fig 2)



- Facteur d'application f (tableau 3)

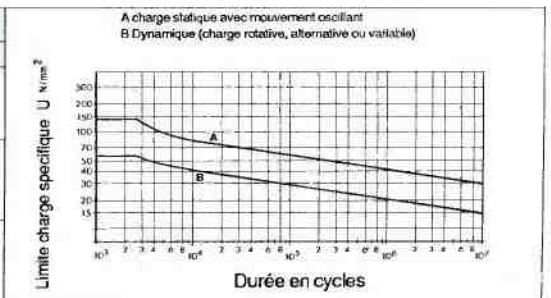
- Facteur (m) de surface associée et constante (c) de correction de durée de vie (tableau 4)

Conditions de fonctionnement	Nature du logement	Température d'environnement du coussinet ° C						Matériau	Facteur m surface associée	Constantes C correction durée de vie
		25	60	100	150	200	100			
Fonctionnement continu à sec	Qualités moyennes de dissipation calorifique	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	Acier et Fonte		
Fonctionnement continu à sec	Logement embouti, ajouré ou isolé avec faibles qualités de dissipation calorifique	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	-	Acier coulé durci	1	200
								Fonte (0,3 µm CLA)	1	200
								Acier mi-dur	1	200
								Acier nituré	1	200
								Acier inoxydable pulvérisé	1	200
								Acier inoxydable (EN 58)	2	200
Fonctionnement continu à sec	Logement non métallique avec mauvaises qualités de dissipation calorifique	0,3	0,3	0,2	0,1	-	-	Acier revêtu avec une épaisseur minimale de revêtement de 0,013 mm		
								Cadmium	0,2	600
								Chrome dur	2,0	600
								Plomb	1,5	600
								Nickel	0,2	600
								Phosphate	0,2	300
Fonctionnement intermittent à sec (durée moins de 2 min, suivie par une longue période de repos).	Qualités moyennes de dissipation calorifique	2,0	1,6	1,2	0,8	0,4	0,2	Etain Nickel	1,2	600
								Carbone de Tungstène revêtu à la flamme	3,0	600
Continuellement immergé dans l'eau. Alternativement immergé dans l'eau et sec. Continuellement immergé dans des liquides autres que l'eau.		2,0	1,5	0,6	-	-	-	Zinc	0,2	600
		1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	0,1	Matériaux non ferreux		
								Aluminium anodisé (décoration)	0,4	200
								Bronze et alliages à base de cuivre	0,1 - 0,4	200
								Aluminium anodisé dur (épaisseur 0,025 mm)	3,0	600

- Valeur maximale de la limite de charge spécifique u (tableau 2)

- Figure 4

Type d'application de charge	Limite charge spécifique u
	N / mm ²
Charges statiques unidirectionnelles par rapport à la surface du coussinet avec rotation dans une seule direction.	138
Charges statiques unidirectionnelles avec mouvement d'oscillation (cycles dans Figure 4 se référant au mouvement oscillant)	voir courbe A - Fig. 4
Charges dynamiques, alternatives ou variables, fixes ou mouvement oscillant (cycles dans Figure 4 se référant aux cycles de charge).	voir courbe B - Fig. 4

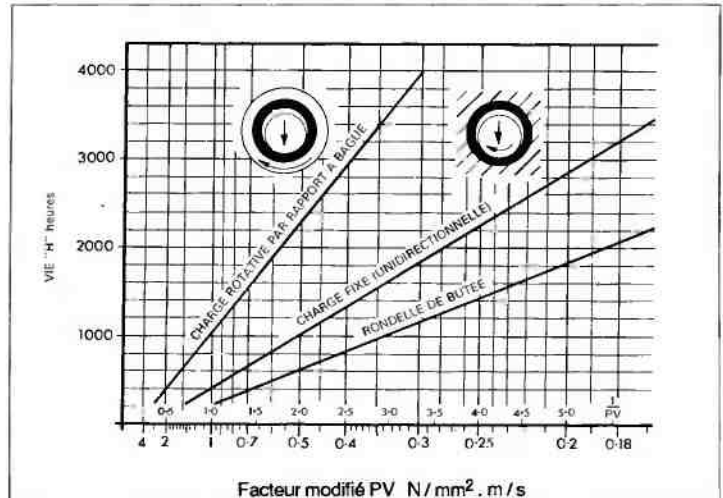




10.1.4. Calcul de la durée de vie d'un coussinet

- Facteur modifié PV ($\frac{PV}{fmb}$)

- P : Charge spécifique en N / mm² sur la surface projetée
- V : Vitesse de frottement en m / s (pour les rondelles de butée, prendre le diamètre moyen)
- f : Facteur d'application (tableau 3) pour fonctionnement à sec à température ambiante f = 1
- m : Facteur de surface associée (tableau 4)
- b : Facteur de dimension du coussinet (Fig. 3)



Rapport de base entre le facteur (PV) et la vie du coussinet pour différents types

Note : Les courbes ci-dessus sont valables pour toutes les applications où la constante de correction de vie (C) est 200, et en conséquence, appliquée aux spécifications d'arbre en acier.

Par extrapolation, on peut considérer ces courbes pour les facteurs (C) supérieurs à 200, à condition que le facteur PV soit plus petit que 0,35 N / mm² x m / s dans les bagues, et 0,175 N / mm² x m / s pour les rondelles de butée.

- Calcul rapide estimatif de la durée de vie d'un coussinet

- cas où les dimensions du coussinet sont imposées par l'espace disponible

* Pour mouvement oscillant, calculer la vitesse de rotation moyenne : $4 \cdot \theta \cdot C$ ou θ est l'amplitude de chaque côté de la position moyenne et C la fréquence en cycle par minute.

** Charge Newton (N)

Diamètre (mm)	d
Longueur coussinet (mm)	L
Charge coussinet (N) **	F
Vitesses de rotation * (tr / mm)	n
Facteur surface associée (Tableau 4)	m
Facteur d'application (Tableau 3)	f
Facteur de dimension coussinet (Figure 3)	b
Limite charge spécifique (Tableau 2) (N / mm ²)	U
Type de charge (Tableau 2 et figure 4)	

(1) Déterminer la charge spécifique du coussinet

$$P = \frac{F}{d \cdot L}$$

(2) Modifier la longueur pour satisfaire au critère de la limite de charge spécifique :

$$EL = \frac{L \cdot (U - P)}{U}$$

Si EL a une valeur négative, le coussinet est trop chargé.

Augmenter son diamètre t et / ou sa longueur et retourner au (1)

(3) Déterminer le facteur PV modifié

$$PV = \frac{5,25 \cdot 10^5 \cdot F \cdot n}{EL \cdot m \cdot f \cdot b}$$

(4) Déterminer la durée de vie estimée en utilisant le facteur modifié PV en se référant à la figure 5

Heures / vie

(5) Nota : Pour des surfaces associées revêtues, enlever 400 H des calculs de (4)

Heures / vie

Rondelles de butée

Utiliser la même marche à suivre avec les substitutions suivantes :

$$d = 1/2 (D + d3)$$

$$L = P / 2 (D - d3)$$

D : diamètre extérieur en mm
d3 : diamètre intérieur en mm



10.1.5. Montage des coussinets

- Tolérance pour haute température

- Influence du brunissage ou de l'alésage fin sur les performances du coussinet

Matériaux du logement	Réduction du Ø du logement par 100°C d'élévation de température	Réduction du Ø de l'arbre par 100°C d'élévation de température	Valeurs d'usinage		Multiplier la valeur f dans le tableau 3 par :
			Brunissage : dépassement du diamètre d'outil de brunissage au-dessus du diamètre moyen de l'alésage :	Alésage : - profondeur de coupe	
Alliages d'aluminium	0,1 %	0,1 % + 0,0075 mm	0,025 mm	0,038	0,8
Alliages base cuivre	0,05 %	0,05 % + 0,0075 mm	0,050	0,038	0,6
Acier et fonte	sans	0,0075 mm	0,025 mm	0,038	0,3
Alliages base zinc	0,15 %	0,15 % - 0,0075 mm	0,050	0,038	0,6
				0,050	0,3
					0,1

- Tolérance pour jeu minimum

- Pour maintenir une variation de jeu de montage à un minimum, des tolérances plus serrées doivent être prévues.

- De ce fait les arbres doivent être usinés dans les limites ci-après :

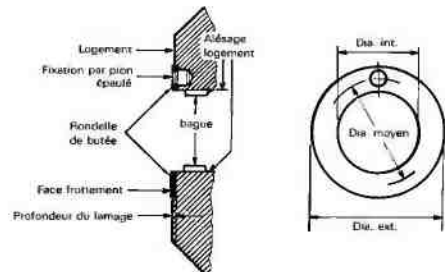
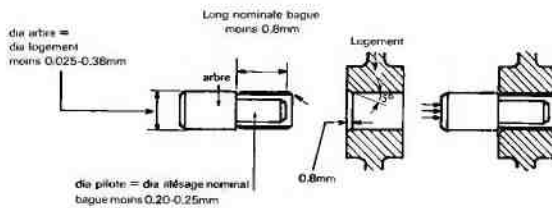
- jusqu'à 25 mm : nominal - 0,019 / 0,029 mm
- entre 25 et 50 mm : nominal - 0,021 / 0,035 mm

- Alignement

- Pour un montage correct, le désalignement sur la longueur de la bague ou sur le diamètre extérieur d'une rondelle butée, ne doit pas excéder 0,020 mm.

- Montage des bagues

- Montage des rondelles de butée



10.1.6. Rondelles de butée standard métrique

Ø int.	Ø ext.	épais.	trou de pion		prof. lamage	Ø int.	Ø ext.	épais.	trou de pion		prof. lamage
			Ø	Ø moy.					Ø	Ø moy.	
12,25	24,00	1,50	1,875	18,12	1,20	22,25	38,00	1,50	3,375	30,12	1,20
12,00	23,75	1,45	1,625	17,88	0,95	22,00	37,75	1,45	3,125	29,88	0,95
14,25	26,00	1,50	2,375	20,12	1,20	24,25	42,00	1,50	3,375	33,12	1,20
14,00	25,75	1,45	2,125	19,88	0,95	24,00	41,25	1,45	3,125	32,88	0,95
16,25	30,00	1,50	2,375	23,12	1,20	26,25	44,00	1,50	3,375	35,12	1,20
16,00	29,75	1,45	2,125	22,88	0,95	26,00	43,75	1,45	3,125	34,88	0,95
18,25	32,00	1,50	2,375	25,12	1,20	28,25	48,00	1,50	4,375	38,12	1,20
18,00	31,75	1,45	2,125	24,88	0,95	28,00	47,75	1,45	4,125	37,88	0,95
20,25	36,00	1,50	3,375	28,12	1,20	32,25	54,00	1,50	4,375	43,12	1,20
20,00	35,75	1,45	3,125	27,88	0,95	32,00	53,75	1,45	4,125	42,88	0,95

10.1.7. bandes standard

Dimensions métriques		Dimensions métriques	
Epaisseur nominale mm	Largeur nominale mm	Epaisseur nominale mm	Largeur nominale mm
0,71	70	0,71	70
1,12	100	1,12	100
1,50	100	1,50	100



10.1.8. Bague standard métrique

Nominal		Dimensions donnant le jeu recommandé		Epaisseur effective paroi	Longueur bague (Tolérance ± 0,25)														
Diamètre alésage bague	Diamètre alésage logement	Diamètre arbre	Alésage logement		3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50		
3	4,5	3 000	4 500	0,750	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
		2 994	4 508																
4	5,5	4 000	5 500	0,730	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
		3 992	5 508																
5	7	4 990	7 000	1 005	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
6	8	4 978	7 015																
		5 990	8 000	0 980	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
7	9	5 978	8 015																
		6 987	9 000	1 505	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
8	10	6 972	9 015																
		7 987	10 000	1 475	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
10	12	7 972	10 015																
		9 987	12 000	2 005	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
12	14	9 972	12 018																
		11 984	14 000	1 970	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
13	15	11 966	14 018																
		12 984	15 000	2 505	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
14	16	12 966	15 018																
		13 984	16 000	2 460	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
15	17	13 966	16 018																
		14 984	17 000	2 495	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
16	18	14 966	17 018																
		15 984	18 000	2 445	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
18	20	15 966	18 018																
		17 984	20 000	2 005	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
20	23	17 966	20 021																
		19 980	23 000	1 970	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
22	25	19 959	23 021																
		21 980	25 000	2 505	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
24	27	21 959	25 021																
		23 980	27 000	2 460	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
25	28	23 959	27 021																
		24 980	28 000	2 495	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
28	32	24 959	28 021																
		27 980	32 000	2 445	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
30	34	27 959	32 025																
		29 980	34 000	2 005	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
32	36	29 959	34 025																
		31 975	36 000	1 970	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
35	39	31 950	36 025																
		34 950	39 000	2 505	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
40	44	34 950	39 025																
		39 975	44 000	2 460	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
45	50	39 950	44 025																
		44 975	50 000	2 495	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
50	55	44 950	50 025																
		49 975	55 000	2 445	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
55	60	49 950	55 030																
		54 970	60 000	2 005	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
60	65	54 940	60 030																
		59 970	65 000	1 970	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
65	70	59 940	65 030																
		64 970	70 000	2 505	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
70	75	64 940	70 030																
		69 970	75 000	2 460	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
75	80	69 940	75 030																
		74 970	80 000	2 495	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
80	85	74 940	80 030																
		80 000	85 000	2 445	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
85	90	79 954	85 035																
		85 000	90 000	2 005	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
90	95	84 946	90 035																
		90 000	95 000	1 970	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
95	95	89 946	95 035																

10.2. Coussinets autolubrifiants

METAFRAM



10.2.1. Caractéristiques et avantages

- Suppression des graisseurs et des frais d'entretien - Prix intéressant.
- Limite de charge de 0 à 1500 daN/cm² - Limites de température de - 60 °C à + 450 °C.
- Limites d'ambiance, abrasion - radioactivité avec imprégnation spéciale.
- Plus de grippage, présence permanente d'un véritable **coussin d'huile**.
- Bon coefficient de frottement - Fonctionnement silencieux.



Deux nuances standard	Bronze BP 25	Alliage ferreux FP 15
Référence à rappeler Composition Masse volumique moyenne Chargé statique maximale Vitesse linéaire maximale Jeu - Coussinets cylindriques Jeu - Coussinets à colerette Températures admissibles Coefficient de dilatation Huile d'imprégnation standard Taux d'imprégnation	METAFRAM BP 25 Cuivre - Etain 6,2 180 daN/cm ² 6 mètres / seconde arbre alésage I7 - H7 arbre alésage I7 - H8 - 20 °C à 100 °C 19 x 10 ⁶ huile minérale inhibée 20 à 30 %	METAFRAMFP 15 Fer - Cuivre - Plomb 508 450 daN/cm ² 4 mètres / seconde I7 - H7 I7 - H8 - 20 °C à 100 °C 12 x 10 ⁶ 8° Engler à 50 °C 15 à 25 %
Choix de la nuance	Très bon coefficient de frottement. Bonne résistance à la corrosion. Conseillé pour des vitesses élevées, des démarrages fréquents.	Conseillé pour des vitesses moyennes, des charges statiques élevées. Bonne résistance au matage. Arbre de préférence rectifié. Bon alignement recommandé.

Abaque des charges / vitesses pour les nuances BP 25 ET FP 15

Charges en daN/cm²
de surface projetée

Charges admissibles

- Paramètres principaux
 - la vitesse de l'arbre
 - la charge spécifique
- Notion de P V

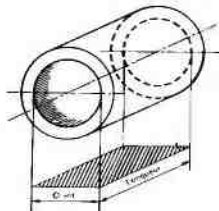
$$P \times V = 18$$

P : charge en daN/cm² de surface projetée (Ø int x long)

V : vitesse linéaire de l'arbre en m par seconde.

18 : valeur maximale admise pour nuances BP 15 et FP 15.

- Calcul pratique des charges



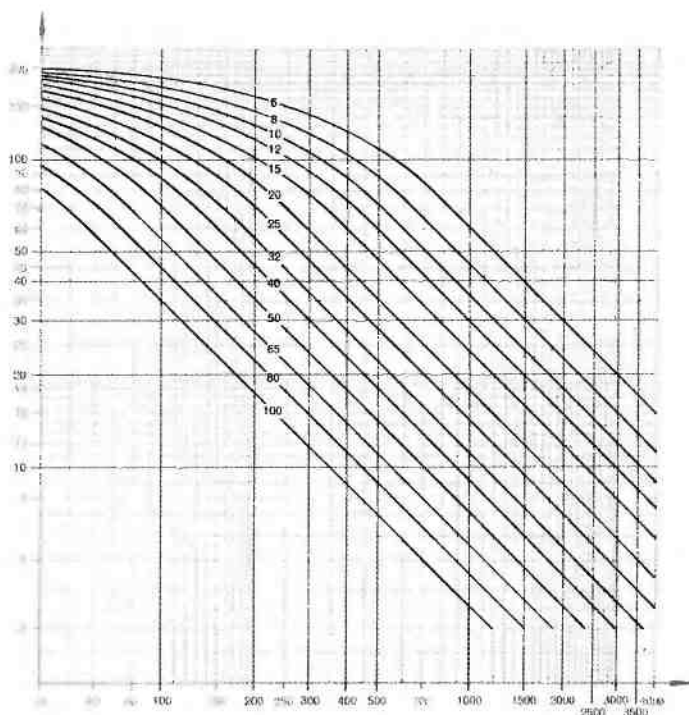
1er exemple

- Quelle est la charge totale admise pour un coussinet de Ø int 20, long 25, vitesse 1000 t/mn
- La lecture de l'abaque donne, pour 1000 t/mn et Ø 20, une charge de 18 DaN/cm²
- Surface projetée : 2 cm x 2,5 cm = 5 cm²
- Charge totale admise : 18 x 5 = 90 daN

2ème exemple :

- Déterminer la longueur d'un coussinet en fonction d'une charge totale de 175 DaN et d'un Ø d'arbre de 20 mm à 500
- La lecture de l'abaque, pour 500 t/mn et un arbre de 20 mm, donne une charge de 35 DaN/cm² de surface projetée.
- Surface projetée : 175 : 35 = 5 cm² = 500 mm²
- Longueur du coussinet 500 : 20 = 25 mm

daN/cm² Ø de l'arbre en mm

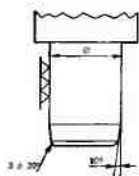


Vitesses de rotation de l'arbre en tours par minute



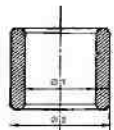
10.2.2. Conditions de montage et de lubrification complémentaire

mandrin d'emmanchement



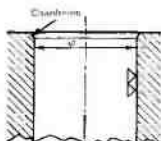
Ø tolérances m6*
Emmancher les coussinets à la presse en respectant les tolérances du mandrin pour obtenir :
- une parfaite mise en place,
- le respect des tolérances finales
* m5 pour les coussinets soulignés d'un trait.

Coussinets à l'état libre



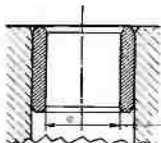
Ø 1 coussinet cylindrique F7
Ø 1 coussinet à collerette F8
Ø 2 coussinet cylindrique s7
Ø 2 coussinet à collerette s8

logement en acier



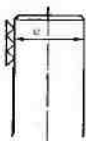
Ø tolérances H7
Le serrage entre coussinet et logement et les tolérances finales de l'alésage du coussinet ont été déterminés pour un logement rigide en acier strictement de qualité H7.

Coussinet après emmanchement



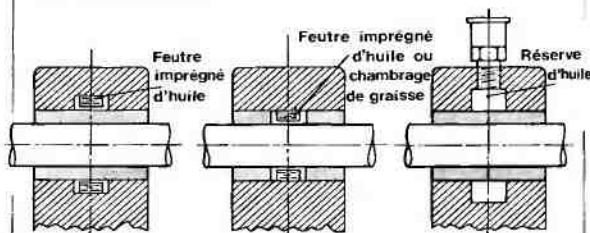
Ø tolérances
Ø coussinet cylindrique H7*
Ø coussinet à collerette H8

arbre



Ø tolérances f7
Nature : acier Hbar 80 mini pour BP25, Hbar 120 mini pour FP15.
Etat de surface : de préférence rectifié.

Dans certaines conditions particulières : poussière - température > à 90° C - axe vertical - service intensif - surcharge - prévoir un feutre imprégné de la même huile que celle utilisée pour l'imprégnation initiale.



Imprégnation

Standard avec des huiles minérales 8° Engler à 50 °C - Shell Turbo 100 ou similaire - Conseillée pour des rotations au - dessus de 50 tours - minute.
De 0 à 50 tours minute, imprégnations spéciales (huile dopée, extrême pression, index de viscosité plus élevé)

Réimprégnation

Après usinage, manipulation, long stockage, immerger les pièces dans un bain d'huile de même spécification que celle utilisée pour l'imprégnation initiale. Bain à 80°C pendant 1 heure. Laisser refroidir l'huile.

Rodage

Intermittent - cycle marche-arrêt 15 + 15 min
Charges et vitesses maximales en fin de rodage seulement

Surmoulage

Matières plastiques - métaux légers - caoutchouc.
Les coussinets sont livrés non imprégnés.

* Nota : Pour des coussinets cylindriques de Ø intérieur ≥ 60 mm, tolérance de l'alésage H8.

10.2.3. Tolérances de montage normalisées ISO - écarts en microns

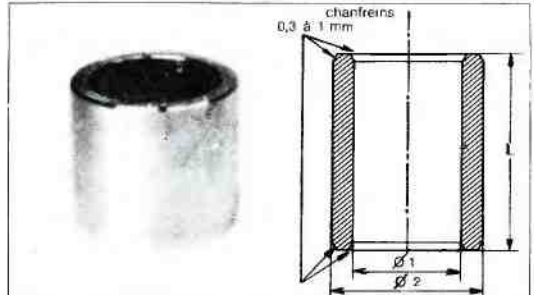
Cotes nominales en mm	alésages		Cotes nominales en mm	alésages		Cotes nominales en mm	mandrin m6	arbre f7	Cotes nominales en mm	mandrin m6	arbre f7
	H7	H8		H7	H8						
3 exclus	+ 12	+ 18	30 exclus	+ 25	+ 39	3 exclus	+ 12	+ 10	30 exclus	+ 25	+ 25
6 inclus	+ 0	+ 0	40 inclus	+ 0	+ 0	6 inclus	+ 4	+ 2	40 inclus	+ 92	+ 50
6 ex.	+ 15	+ 22	40 ex.	+ 25	+ 39	6 ex.	+ 15	+ 13	40 ex.	+ 5	+ 25
10 in.	+ 0	+ 0	50 in.	+ 0	+ 0	10 in.	+ 6	+ 28	50 in.	+ 9	+ 50
10 ex.	+ 18	+ 27	50 ex.	+ 30	+ 46	10 ex.	+ 18	+ 16	50 ex.	+ 30	+ 30
14 in.	+ 0	+ 0	65 in.	+ 0	+ 0	14 in.	+ 7	+ 34	65 in.	+ 11	+ 60
14 ex.	+ 18	+ 27	65 ex.	+ 30	+ 46	14 ex.	+ 18	+ 16	65 ex.	+ 30	+ 30
18 in.	+ 0	+ 0	80 in.	+ 0	+ 0	18 in.	+ 7	+ 34	80 in.	+ 11	+ 60
18 ex.	+ 21	+ 33	80 ex.	+ 35	+ 54	18 ex.	+ 21	+ 20	80 ex.	+ 35	+ 36
24 in.	+ 0	+ 0	100 in.	+ 0	+ 0	24 in.	+ 8	+ 41	100 in.	+ 13	+ 71
24 ex.	+ 21	+ 33	100 ex.	+ 35	+ 54	24 ex.	+ 21	+ 20	100 ex.	+ 35	+ 36
30 in.	+ 0	+ 0	120 in.	+ 0	+ 0	30 in.	+ 8	+ 41	120 in.	+ 13	+ 71



10.2.4. Coussinets autolubrifiants cylindriques standard ISO

Toutes les dimensions ci-dessous existant en deux nuances autolubrifiantes standard :
soit en bronze : référence BP25 - Soit en alliage ferreux cupro plomb : référence FP15.

Ø intérieur mm (Ø1)	Ø extérieur mm (Ø2)	Longueur mm (L)
2 ⁺¹⁶ ₊₇	5 ⁺³¹ ₊₁₉	2 - 3
3 ⁺¹⁶ ₊₇	6 ⁺³¹ ₊₁₉	4 - 6 - 10
4 ⁺²² ₊₁₀	7 ⁺³⁸ ₊₂₃	4 - 8 - 12
4 ⁺²² ₊₁₀	8 ⁺³⁸ ₊₂₃	5 - 8 - 10 - 12 - 16
5 ⁺²² ₊₁₀	8 ⁺³⁸ ₊₂₃	4 - 5 - 8
5 ⁺²² ₊₁₀	9 ⁺³⁸ ₊₂₃	6 - 10 - 12 - 16
6 ⁺²² ₊₁₀	9 ⁺³⁶ ₊₂₃	6 - 10 - 12 - 16
6 ⁺²² ₊₁₀	10 ⁺³⁸ ₊₂₃	6 - 10 - 12 - 16
6 ⁺²² ₊₁₀	12 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	6 - 10 - 12 - 16
7 ⁺²⁸ ₊₁₃	10 ⁺³⁸ ₊₂₃	5 - 8 - 10
8 ⁺²⁸ ₊₁₃	11 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	8 - 12 - 16 - 20
8 ⁺²⁸ ₊₁₃	12 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	8 - 12 - 16 - 20
8 ⁺²⁸ ₊₁₃	14 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	8 - 12 - 16 - 20
9 ⁺²⁶ ₊₁₃	12 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	6 - 10 - 14
10 ⁺²⁸ ₊₁₃	13 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	10 - 16 - 20 - 25
10 ⁺²⁸ ₊₁₃	14 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	10 - 16 - 20 - 25
10 ⁺²⁸ ₊₁₃	15 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	10 - 16 - 20 - 25
10 ⁺²⁸ ₊₁₃	16 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	10 - 16 - 20 - 25
12 ⁺³⁴ ₊₁₆	15 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	12 - 16 - 20 - 25
12 ⁺³⁴ ₊₁₆	16 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	12 - 16 - 20 - 25
12 ⁺³⁴ ₊₁₆	17 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	12 - 16 - 20 - 25
12 ⁺³⁴ ₊₁₆	18 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	12 - 16 - 20 - 25
14 ⁺³⁴ ₊₁₆	18 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	14 - 18 - 22 - 28
14 ⁺³⁴ ₊₁₆	20 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	14 - 18 - 22 - 28
15 ⁺³⁴ ₊₁₆	19 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 20 - 25 - 32
15 ⁺³⁴ ₊₁₆	21 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 20 - 25 - 32
16 ⁺³⁴ ₊₁₆	20 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 20 - 25 - 32
16 ⁺³⁴ ₊₁₆	22 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 20 - 25 - 32
18 ⁺³⁴ ₊₁₆	22 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	18 - 22 - 28 - 36
18 ⁺³⁴ ₊₁₆	24 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	18 - 22 - 28 - 36
18 ⁺³⁴ ₊₁₆	25 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	18 - 22 - 28 - 36
20 ⁺⁴¹ ₊₂₀	24 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 20 - 25 - 32
20 ⁺⁴¹ ₊₂₀	25 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 20 - 25 - 32
20 ⁺⁴¹ ₊₂₀	26 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 20 - 25 - 32
20 ⁺⁴¹ ₊₂₀	27 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 20 - 25 - 32
20 ⁺⁴¹ ₊₂₀	28 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 20 - 25 - 32
22 ⁺⁴¹ ₊₂₀	27 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	18 - 22 - 28 - 36
22 ⁺⁴¹ ₊₂₀	28 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	18 - 22 - 28 - 36
22 ⁺⁴¹ ₊₂₀	29 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	18 - 22 - 28 - 36
25 ⁺⁴¹ ₊₂₀	30 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	20 - 25 - 32 - 40
25 ⁺⁴¹ ₊₂₀	32 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	20 - 25 - 32 - 40



- Tolérances**
Coussinets à l'état libre
 Ø Intérieur - Ø1 ≤ 50 mm tolérance.....F7
 Ø intérieur - Ø1 > 50 mm tolérance.....F8
 Ø extérieur - Ø2 ≤ 50 mm tolérance.....s7
 Ø extérieur - Ø2 > 50 mm tolérance.....s8
 Longueur - L > 10 mm tolérance.....±1 %
 Longueur - L ≤ 10 mm tolérance.....±0,1 mm

- Défaut de coaxialité Ø2 Ø1**
 écart des lectures extrêmes au comparateur pour un tour complet du coussinet monté sur un mandrin
 Ø int. ≤ 25 tolérance.....50 µ
 Ø int. > 25 tolérance.....70 µ

- Coussinets après emmanchement**
 Toutefois, pour des coussinets de Ø int. ≥ 60, la tolérance d'alésage après emmanchement sera de H8.

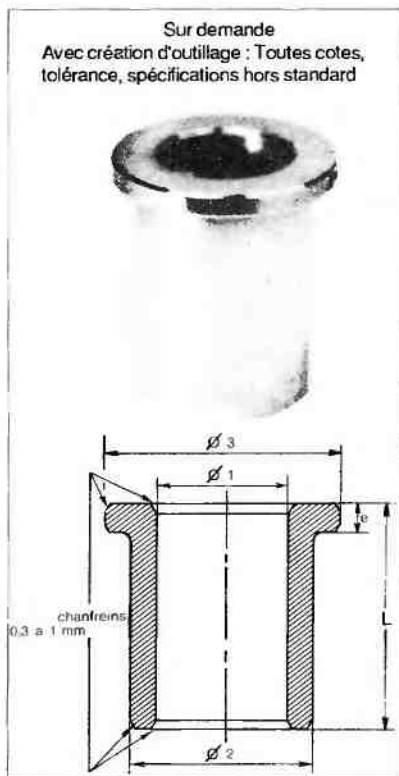
- Désignation**
 Un coussinet cylindrique de dimensions suivantes :
 Ø int. 22 mm - Ø ext. 29 mm - L 36 mm
 sera désigné par :
 - Sa nuance : COUSSINET METAFRAM BP 25 ou FP 15
 - Son symbole dimensionnel 22 / 29 x 36

Ø intérieur mm (Ø1)	Ø extérieur mm (Ø2)	Longueur mm (L)
28 ⁺⁴¹ ₊₂₀	32 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	22 - 28 - 36 - 45
28 ⁺⁴¹ ₊₂₀	33 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	22 - 28 - 36 - 45
28 ⁺⁴¹ ₊₂₀	36 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	22 - 28 - 36 - 45
30 ⁺⁴¹ ₊₂₀	38 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	24 - 30 - 38
32 ⁺⁵⁰ ₊₂₅	38 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	20 - 25 - 32 - 40 - 50
32 ⁺⁵⁰ ₊₂₅	40 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	20 - 25 - 32 - 40 - 50
35 ⁺⁵⁰ ₊₂₅	44 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	22 - 28 - 35
35 ⁺⁵⁰ ₊₂₅	45 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	25 - 35 - 40 - 50
36 ⁺⁵⁰ ₊₂₅	42 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	22 - 28 - 36 - 45
36 ⁺⁵⁰ ₊₂₅	45 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	22 - 28 - 36 - 45
38 ⁺⁵⁰ ₊₂₅	44 ⁺⁶⁸ ₊₄₃	25 - 35 - 45



10.2.5. Coussinets autolubrifiants à collerette standard ISO

Toutes les dimensions ci-dessous existant en deux nuances autolubrifiantes standard :
soit en bronze : référence BP25 - Soit en alliage ferreux cupro plomb : référence FP15.



Tolérances

Coussinets à l'état libre
 Ø Intérieur - Ø 1 tolérance.....F8
 Ø extérieur - Ø 2 tolérance.....s8
 Longueur - L > 10 tolérance.....±1 %
 Longueur - L ≤ 10 tolérance.....±0,1 mm

Collerette
 Ø ext - Ø3 tolérance.....js 13
 Epaisseur - e tolérance.....js 14




Défaut de coaxialité Ø2 Ø1
 écart des lectures extrêmes au comparateur pour un tour complet du coussinet monté sur un mandrin
 Ø int. ≤ 25 tolérance.....60 µ
 Ø int. > 25 tolérance.....80 µ

Coussinets après emmanchement
Désignation
 Un coussinet à collerette de :
 Ø int. 22 - Ø ext. 29 - L 36
 sera désigné par :
 - Sa nuance :
 COUSSINET METAFRAM BP 25 ou FP 15
 - Son symbole dimensionnel C 22 / 29 x 36
 (C désignant les coussinets à collerette.)

Corps		Collerette		Longueur du coussinet (L)
Ø intérieur mm (Ø1)	Ø extérieur mm (Ø2)	Ø extérieur mm (Ø3)	épaisseur mm (e)	
3 +21 +7	6 +37 +19	9	1,5	4 - 6 - 10
4 +28 +10	8 +45 +23	12	2	4 - 8 - 12
6 +28 +10	10 +45 +23	14	2	6 - 10 - 16
8 +35 +13	12 +55 +28	16	2	8 - 12 - 16
9 +35 +13	14 +55 +28	19	2,5	6 - 10 - 14
10 +35 +13	13 +55 +28	16	1,5	10 - 16 - 20
10 +35 +13	15 +55 +28	20	2,5	10 - 16 - 20
10 +35 +13	16 +55 +28	22	3	8 - 10 - 16
12 +43 +16	15 +55 +28	18	1,5	12 - 16 - 20
12 +43 +16	17 +55 +28	22	2,5	12 - 16 - 20 - 25
12 +43 +16	18 +55 +28	24	3	8 - 12 - 20
14 +43 +16	18 +55 +28	22	2	14 - 18 - 22
14 +43 +16	20 +68 +35	26	3	14 - 18 - 22 - 28
15 +43 +16	19 +68 +35	23	2	16 - 20 - 25
15 +43 +16	21 +68 +35	27	3	16 - 20 - 25 - 32
16 +43 +16	20 +68 +35	24	2	16 - 20 - 25
16 +43 +16	22 +68 +35	28	3	16 - 20 - 25 - 32
18 +43 +16	22 +68 +35	26	2	18 - 22 - 28
18 +43 +16	24 +68 +35	30	3	18 - 22 - 28
20 +53 +20	24 +68 +35	28	2	16 - 20 - 25
20 +53 +20	26 +68 +35	32	3	16 - 20 - 25 - 32
22 +53 +20	27 +68 +35	32	2,5	18 - 22 - 28
22 +53 +20	28 +68 +35	34	3	15 - 20 - 25 - 30
22 +53 +20	29 +68 +35	36	3,5	18 - 22 - 28 - 36
25 +53 +20	30 +68 +35	35	2,5	20 - 25 - 32
25 +53 +20	32 +82 +43	39	3,5	20 - 25 - 32
28 +53 +20	33 +82 +43	38	2,5	22 - 28 - 36
28 +53 +20	36 +82 +43	44	4	22 - 28 - 36
30 +53 +20	38 +82 +43	46	4	20 - 25 - 30
32 +64 +25	38 +82 +43	44	3	20 - 25 - 32
32 +64 +25	40 +82 +43	48	4	20 - 25 - 30 - 32
36 +25 +64	42 +82 +43	48	3	22 - 28 - 36
36 +25 +64	45 +82 +43	54	4,5	22 - 28 - 36
40 +25 +64	46 +82 +43	52	3	25 - 32 - 40
40 +25 +64	50 +99 +53	60	5	25 - 32 - 40
45 +25 +64	51 +99 +53	57	3	28 - 36 - 45
45 +25 +64	56 +99 +53	67	5,5	28 - 38 - 45
50 +25 +64	56 +99 +53	62	3	32 - 40 - 50
50 +25 +64	60 +99 +53	70	5	32 - 40 - 50
60 +78 +30	70 +105 +59	80	5	50 - 60

11. Composants de guidage en translation



 Banque de DONNEES	 Guide de CHOIX	 Fiche de CALCULS	
11.1. Détermination d'un système de guidage			236
11.2. Exemples de montage			237
11.3. Guide de choix d'un guidage linéaire			238
11.4. Bases de calcul - Définitions			240
11.4.1. Durée de vie			
11.4.2. Charges : généralités			
11.4.3. Charges de base			
11.4.4. Charges de base et durée de vie corrigées			241
11.4.5. Frottement et lubrification			
11.5. Formulaire de calcul des charges équivalentes			242
11.5.1. Cas simples			
11.5.2. Cas complexes			
11.6. Calculs, Systèmes de guidage			243
11.7. Systèmes de guidage à rouleaux			244
11.7.1. Caractéristiques générales			
11.7.2. Caractéristiques de montage			
11.7.3. Exemple de montage			245
11.7.4. Tableau de dimensions			246
11.7.5. Désignation			
11.8. Systèmes de guidage à billes			247
11.8.1. Caractéristiques générales			
11.8.2. Caractéristiques de montage			248
11.8.3. Désignation			
11.8.4. Tableau de dimensions			249
11.9. Systèmes de guidage à billes pour montage ouvert			250
11.9.1. Caractéristiques générales			
11.9.2. Tableau de dimensions des patins à billes			
11.9.3. Tableau de dimensions des rails			
11.10. Systèmes de guidage à galets			251
11.10.1. Caractéristiques générales			
11.10.2. Tableau de dimensions			
11.11. Eléments de guidage à billes			252
11.11.1. Caractéristiques générales			
11.11.2. Caractéristiques de montage			253
11.11.3. Tableau de dimensions des douilles à billes économiques			
11.11.4. Tableau de dimensions des douilles à billes standard			254
11.11.5. Tableau de dimensions des paliers standard			255
11.11.6. Descriptif des douilles auto-alignantes			256
11.11.7. Tableau de dimensions des supports d'arbres			
11.12. Eléments de guidage à rouleaux			257
11.12.1. Caractéristiques générales			
11.12.2. Caractéristiques de montage			
11.12.3. Exemple de calcul			258
11.12.4. Tableau de dimensions des patins à rouleaux			259
11.12.5. Tableau de dimensions des patins à rouleaux à cale intégrée			260
11.12.6. Exemples de rails de guidage standard pour patins à rouleaux			
11.13. Vis à billes roulées			261
11.13.1. Conditions de choix et de montage			
11.13.2. Vis à billes roulées standard			262
11.13.3. Modules linéaires à vis à billes			264
11.14. Chariots linéaires et chariots à mouvements croisés			265
11.14.1. Chariots linéaires avec vis à billes			
11.14.2. Chariots à mouvements croisés, exécution fermée			266
11.14.3. Chariots à mouvements croisés, exécution ouverte			267
11.15. Tables à transfert			268

11.1. Détermination d'un système de guidage



Cas général :

- choix du type de guidage ou de plusieurs types "possibles" (11.3)
- choix du type de montage ou de plusieurs types "possibles" (11.7 à 11.12)
- calcul mécanique des forces et couples qui s'exercent sur le guidage dans le(s) cas choisi(s) (11.5)
- calcul en vue de son dimensionnement **OU** vérification d'un guidage imposé par ses dimensions (11.6).

DONNEES



BESOIN

Le cahier des charges du mécanisme étudié

- le nombre de mécanismes prévu (série)
- le torseur des forces extérieures exercées sur le mécanisme (direction et intensité)
- la fréquence de translation n_{osc} en cycles par minutes (c/min)
- les caractéristiques de la translation : précision, rigidité, accélération, vibrations ...
- les caractéristiques du montage : parallélisme des portées, montage-démontage, dans certains cas, le matériau des supports ...
- l'environnement extérieur : fluides, poussières, pollution ...
- les dimensions du guidage (encombrements limites) **OU** sa durée de vie L^*

Le guidage

- le type de guidage, son étanchéité ...
- les caractéristiques du guidage (C, Co, M_{ox} ...), (11.3)
- la durée de vie L^* du guidage (11.4)
- les dimensions du guidage (série, n°)
- les conditions de montage (parallélisme, différence de hauteur, fixation, réglage ...)

* voir cas types ci-dessous

ELEMENTS DU CHOIX

(à prendre en
compte)

Pour le choix du type de guidage et du type de montage (11.3) :

- direction et sens des forces, des couples
- ordre de grandeur de l'intensité des forces et des couples
- précision et rigidité demandées pour la liaison
- caractéristiques du montage (fixations, parallélisme, encombrement, facilités de montage)
- environnement intérieur (lubrification) et extérieur (pollution)

Pour le calcul du guidage (formulaire 11.5. et exemples 11.6) :

- intensité des forces et/ou des couples
- mode d'application des forces et des couples (facteurs 11.4.4)
- caractéristiques de la translation (vitesse maxi, accélération...), (formulaire 11.5.)
- le type de guidage
- les caractéristiques du guidage ou une évaluation (C, Co, M_{ox} , v, γ), (11.7 à 11.12)

CAS TYPES

(principaux)



Cas type 1 : Dimensions limites du guidage ou guidage imposés (exemple 11.6)

C'est en général un problème d'encombrement qui a déterminé les dimensions limites.

- 1) choix du type de guidage et du type de montage (ou de plusieurs types "possibles")
- 2) calcul des forces et/ou des couples qui s'exercent sur le guidage
- 3) sélection d'un ou de plusieurs guidages
- 4) calcul de leur durée de vie L (kilomètres ou heures), vérification des couples limites en statique
- 5) choix définitif

Cas type 2 : Durée de vie L du guidage imposée (exemple 11.6)

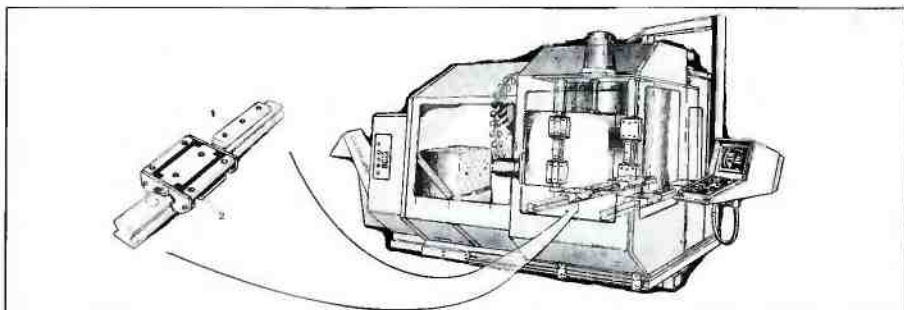
- 1) choix du type de guidage et du type de montage (ou de plusieurs types "possibles")
- 2) calcul des forces et/ou des couples qui s'exercent sur le guidage
- 3) calcul de C/P mini, calcul de C mini
- 4) sélection de guidages "possibles"
- 5) vérification de L pour les guidages sélectionnés
- 6) optimisation, choix définitif

11.2. Exemples de montage

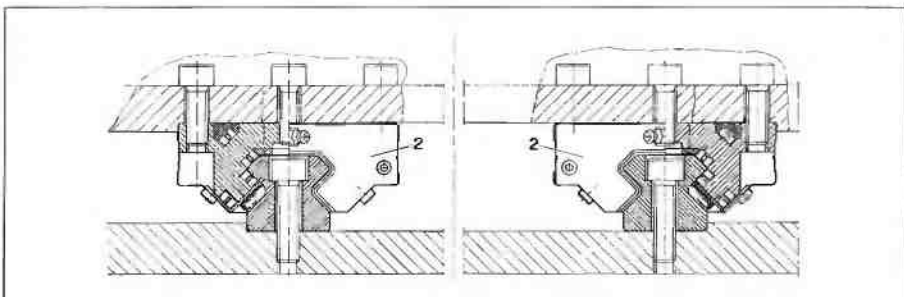


Centre d'usinage Ameneur d'outils

Pour le guidage de cet ameneur d'outils; les systèmes de guidage à recirculation de roulements (11.7) ont été adoptés en raison de leur rigidité, leur absence de jeu et leur simplicité d'utilisation.

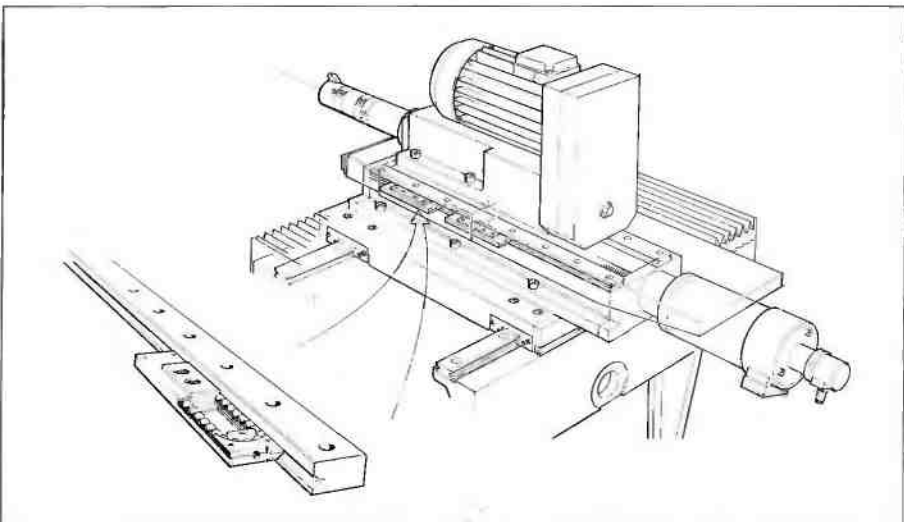


Afin d'obtenir un amortissement de vibrations correct, on y a associé un élément amortisseur (repère 1) basé sur le principe du film d'huile.

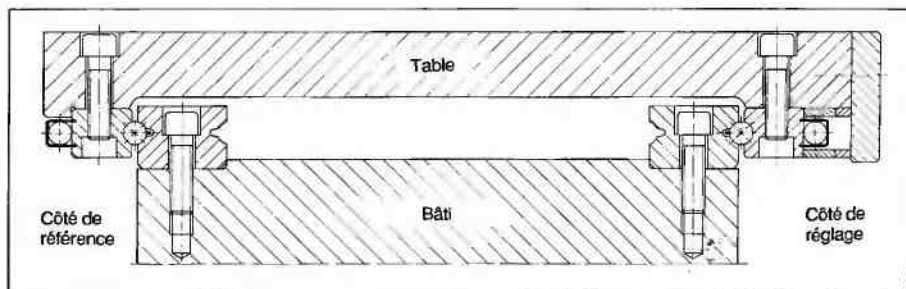


Unité d'usinage Axe Z

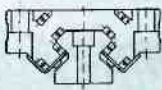
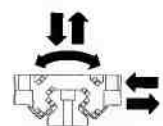
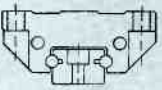
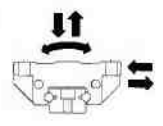

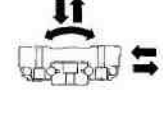
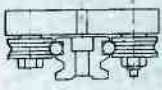
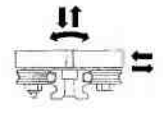
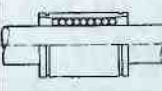

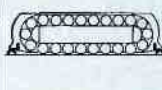

Cette unité d'usinage est adaptée sur un module trois axes à commande numérique. Les guidages selon les axes x et y sont réalisés avec des systèmes de guidage à billes alors que le guidage de l'axe z est réalisé, pour un problème d'encombrement, en système "ouvert" avec des patins à recirculation de billes et des rails (11.9).



Cette disposition requiert un réglage du jeu lors du montage.



11.3. Guide de choix d'un guidage linéaire

Aptitudes → Type d'élément (réf. INA) ↓		Charge dynamique de base		Charge statique de base		Couple statique de base		Vitesse maxi admissible		Accélération maxi admissible		Encombrement transversal		Longueur totale possible		Sollicitations ↓
		C kN	Co kN	M _e Nm	v m / min	γ m/s ²	mm	mm								
SYSTEMES DE GUIDAGE LINEAIRES	à rouleaux	RUE 		50,30 à 120	112 à 280	940 à 3080	120 à 180	100	100 x 48 à 140 x 70	105 à 45000						
	à billes	KUE 		6,5 à 59	9,20 à 84,50	73 à 1985	200	50	KUE_N/KUE 47 x 24 à 120 X 60 KUE_H 34 x 28 à 86 x 70	55 à + l'infini						
		LKE 		13 à 92	19,30 à 124,60	222 à 3010	200	50	63 x 25 à 144 x 54	105 à + l'infini						
	à galets	LF 		1,6° à 14,5	0,9° à 9,2	6 à 166	600	50	65 x 25 à 155 x 60,4	250 à 8000						
ELEMENTS DE GUIDAGE	à billes	KH / KB / KN 		KH	0,40 à 5,50	0,239 à 6,30	/	120	50	ø 12 à ø 62	22					
				KB	0,495 à 7,60	0,385 à 6,70		300		ø 22 à ø 75	à + l'infini					
				KBS												
				KNO												
				KN												
	à rouleaux	PR / RUS / RUSV 		PR	21,7 à 790	17,6 à 620	/	120	300	22,2 x 14,3 à 101,6 x 76,2	54					
RUS				42 à 840	33 à 620	50		30		27 x 19 à 104 x 85	à					
RUSV				42 à 305	33 à 265					27 x 30 à 52x 60	45000					

* C et Co sont les valeurs par galet



Précision

Rigidité

Montage

			Observations - Applications
1 classes : ++	++	Montage facilité par les faces de référence rectifiées. Les chariots sont livrés appairés avec les rails.	<ul style="list-style-type: none"> - Forte capacité de charge dans les quatre directions. - Très grande rigidité - Robustesse de fonctionnement. - Livré dans une seule classe de précision et de précharge. - Protection efficace contre les poussières par racleurs frontaux et joints longitudinaux. - Recommandé pour machines-outils lourdes, centres d'usinage et robots industriels et pour toute machine de production demandant un fonctionnement précis et une grande robustesse.
3 classes : = + ++	+	Montage facilité par les faces de référence rectifiées. Les chariots sont livrés appairés avec les rails dans les classes de précision et de précharge souhaitées.	<ul style="list-style-type: none"> - Capacités de charge identiques dans les quatre directions. - Livré dans 3 classes de précision et 3 classes de précharge. - Protection efficace contre les poussières par racleurs frontaux et joints longitudinaux - Recommandé pour machines- outils légères, robots d'assemblage, systèmes de manipulation et de montage d'usinage. - 3 types d'exécution : KUE (standard), KUE..H (avec chariot haut) et KUE..N (avec chariot bas). - KUE..L, KUE..HL, KUE..NL : avec chariot long
3 classes : = + ++	+	Montage facilité par les faces de référence rectifiées. Les chariots sont livrés appairés avec les rails dans les classes de précision et de précharge souhaitées.	<ul style="list-style-type: none"> - Système de guidage compact, précis, rigide. - Livré dans 3 classes de précision et 3 classes de précharge. - Protection système fermé : protection efficace contre les poussières par racleurs frontaux et joints longitudinaux. - Recommandé pour machines- outils légères, robots d'assemblage, tables de précision, machines à mesurer et systèmes d'instrumentation. - 2 types d'exécution : LKE (avec chariot à trous taraudés et LKEU (avec chariot à trous débouchants). - LKU : patin à billes pour montages dits ouverts.
1 classe : =	=	Simple à installer, permet un réglage aisé du jeu de fonctionnement lors du montage.	<ul style="list-style-type: none"> - Système économique pour applications légères . - Grande douceur de fonctionnement. - Grande fiabilité de fonctionnement en milieu polluant grâce à la double étanchéité des roulements et des racleurs intégrés. - Grande vitesse sous faible charge. - Recommandé pour systèmes de déplacement, manipulations légères, portes coulissantes, machines à bois, machines d'emballage, etc.
1 classe : =	=	Très grande facilité de montage avec des paliers et accessoires correspondants.	<ul style="list-style-type: none"> - Guidage de précision sur arbre lisse n'admettant aucun couple. - Mouvement précis et doux. - 3 types d'exécution : KH : douille à bague extérieure emboutie (série compacte); KB : douille massive fermée; KBS : fendue; KBO : ouverte; KN : douille auto-alignante; KNO : ouverte. - Permet des constructions simples et économiques. - Manipulateurs, robotique, systèmes de translation pour tous usages industriels.
2 classes : ++ +++	+++	Montages de haute précision et possibilité de réglage à l'aide de cales séparées ou intégrées.	<ul style="list-style-type: none"> - Très grande capacité de charge et forte rigidité. - Haute précision de fonctionnement. - Possibilité de regraissage par le corps ou les pièces de tête. - Etanchéité par joints racleurs intégrés. - Recommandé pour machines-outils de haute précision sous forte charge : machines-outils lourdes, centres d'usinage, machines d'électro-érosion, machines d'essai.

+++ excellente, ++ très bonne, + bonne, = moyenne.

11.4. Bases de calcul - Définitions



11.4.1. Durée de vie

Durée de vie L₁₀ (ou L)

Durée nominale en 10⁵ m, atteinte ou dépassée par 90% d'un nombre important de guidages à éléments roulants, avant l'apparition des premiers signes de fatigue des matériaux.

- Dans tous les cas, la durée de vie en 10⁵ m de chemin parcouru :

$$L_{10} = [C / P]^p$$

- L₁₀ = durée de vie nominale (10⁵m)
C = charge dynamique de base (N)
P = charge dynamique équivalente normale (N)
p = 3 si guidage à billes
= 10 / 3 si guidage à rouleaux

- Dans tous les cas, la durée de vie en heures de fonctionnement :

$$L_{10h} = 833 / (n_{osc} \cdot H) \cdot [C / P]^p$$

ou :

- L_{10h} = durée de vie nominale en heures (h)
H = longueur de la course (m)
n_{osc} = nombre d'allers-retours/ min (c/min)
v = vitesse moyenne sur un cycle (m/min)

$$L_{10h} = (1666 / v) \cdot [C / P]^p$$

11.4.2. Charges, généralités

Charge exercée sur l'élément de guidage (chariot ou patin)

Une étude mécanique de statique ou de dynamique permet de déterminer la résultante et le moment des forces qui s'exercent sur le(s) élément(s) de guidage.

Dans certains cas, il est nécessaire de distinguer plusieurs phases dans le cycle vitesse/temps, notamment les montées et descentes en vitesses (accélérations et décélérations) et de calculer une charge équivalente pondérée comme dans le cas des roulements au 9.6.4.

11.4.3. Charges de base

Charge dynamique de base C

C'est la charge fixe (direction et intensité), normale à l'élément qui permet à un groupe déterminé de roulements d'atteindre la durée de vie de 100 kilomètres.

Charge statique de base C₀

C₀ est défini comme la charge constante qui crée, au niveau du contact (élément roulant et chemin de roulement) le plus chargé, une pression de Hertz de 4000 MPa à 4600 MPa selon le type de produit.

La charge statique de base C₀ est à considérer comme un ordre de grandeur. Il est nécessaire de tenir compte des conditions d'application de la charge et, en particulier, du coefficient de sécurité statique mini (s₀) qui est spécifié dans le chapitre "caractéristiques générales" du produit concerné :

$$P_0 \leq C_0 / s_0$$

Si nécessaire, il faut utiliser la charge statique de base corrigée ou effective C_{0w} (voir 11.4.4.)



11.4.4. Charges de base et durée de vie corrigées

Charge dynamique de base corrigée ou effective = C_w

$$C_w = f_H \cdot f_T \cdot f_S \cdot C$$

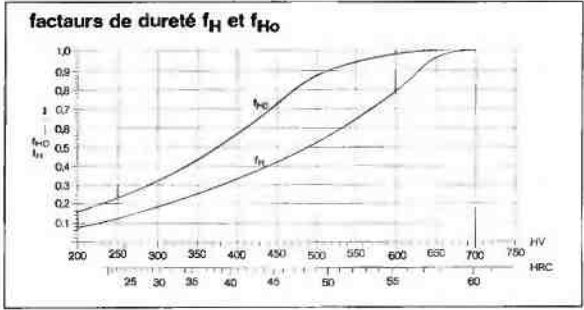
Alors :

$$L_{10} = \left[f_H \cdot f_T \cdot f_S \cdot \frac{C}{P} \right]^p$$

- C_w = charge dynamique de base corrigée (N)
- f_H = facteur de dureté
- f_T = facteur de température
- f_S = facteur d'orientation de charge
- C = charge dynamique de base catalogue(N)
- OU
- L_{10} = durée de vie nominale corrigée (10^5 m)
- P = charge équivalente calculée (N)

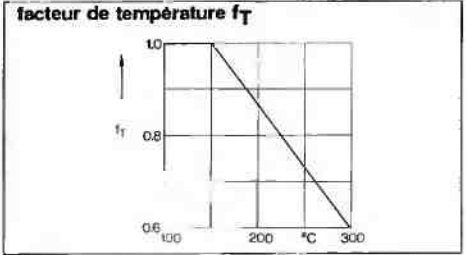
f_H : facteur de dureté

Pour un bon fonctionnement, le chemin de roulement doit présenter une dureté > 58 HRC ou > 660HV. Si cette dureté est plus faible, la durée de vie et la capacité de charge s'en trouvent réduites. Il faut alors multiplier les charges de base par le facteur f_H ou f_{H0} correspondant.



f_T : facteur de température

Les roulements peuvent, en général, être utilisés pour des températures de fonctionnement jusqu'à 120°C. Pour un fonctionnement à une température plus élevée, il est nécessaire de multiplier la charge dynamique de base par un coefficient f_T .



f_S : facteur d'orientation de charge : voir chapitre "caractéristiques générales" du produit concerné

Charge statique de base corrigée ou effective = C_{ow}

$$C_{ow} = f_{H0} \cdot f_{S0} \cdot C_o$$

- C_{ow} = charge statique de base corrigée (N)
- f_{H0} = facteur de dureté
- f_{S0} = facteur d'orientation de charge
- C_o = charge statique de base catalogue(N)

11.4.5. Frottement et lubrification

Résistance au frottement et au roulement

Les guidages à éléments roulants ont un frottement faible et constant au démarrage et en mouvement, ce qui garantit un fonctionnement régulier sans "stick-slip".

Le coefficient de frottement est donné par :

- le type de guidage linéaire
- la viscosité du lubrifiant
- la charge appliquée.
- la vitesse de fonctionnement
- la précision du montage

La formule : $F = f \cdot P + F_1$ n'est applicable que si P est $\geq 10\%$ de C_o .

- F = force due au frottement de roulement (N)
- P = charge équivalente sur le roulement (N)
- f = coefficient de frottement (donnée constructeur, indiquée en début de chaque descriptif)
- F_1 = force due au joint (se reporter aux catalogues des constructeurs ; varie d'un produit à l'autre et d'une dimension à l'autre).

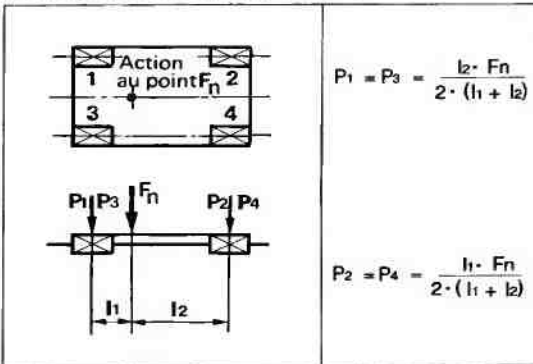
La lubrification réduit les frottements trop importants et protège contre la corrosion :

- à la graisse : (recommandée). En général : graisse au savon de lithium de type KP2K ou KP2 selon DIN 51825 ou DIN 51502.
- à l'huile filtrée : CLP ou HLP selon DIN 51524 avec ISO VG 10 à 62.



11.5.1. Cas simples

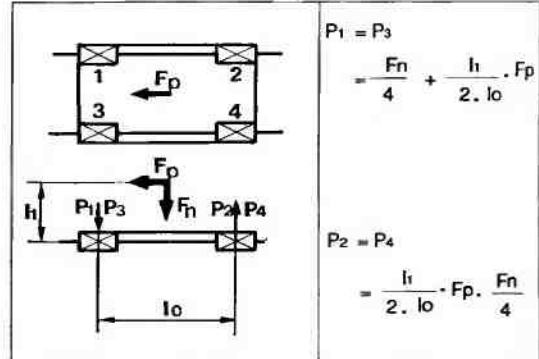
Deux systèmes de guidage par axe



Cas d'une force F_n seule

$$P_1 = P_3 = \frac{l_2 \cdot F_n}{2 \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$P_2 = P_4 = \frac{l_1 \cdot F_n}{2 \cdot (l_1 + l_2)}$$



Prédominance d'une force extérieure F_p .

(Force F_p qui n'est pas forcément centrée entre les deux guidages montés sur un seul arbre.)

$$P_1 = P_3 = \frac{F_n}{4} + \frac{l_1}{2 \cdot l_0} \cdot F_p$$

$$P_2 = P_4 = \frac{l_1}{2 \cdot l_0} \cdot F_p \cdot \frac{F_n}{4}$$

11.5.2. Cas complexes

Programmes de calcul

Les formulaires ne peuvent pas tenir compte de toutes les données. Pour des charges combinées, les valeurs fournies sont insuffisantes et erronées. Seuls des programmes de calcul permettent de respecter tous les paramètres.

De tels programmes de calcul définissent entre autres :

- les charges équivalentes dynamique (normale) P et statique P_0
- les valeurs de déplacement et de rigidité.

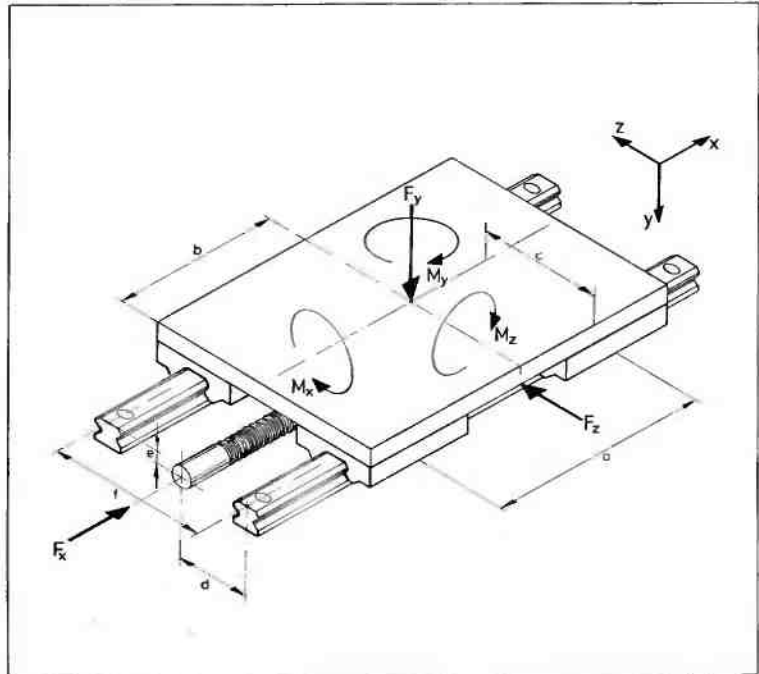
La précharge effective peut être prise en considération.

Pour le calcul des cas d'application, les caractéristiques réelles doivent être connues.

Par exemple, les charges peuvent être indiquées comme représenté ci-dessous.

Exemple de représentation du paramètre "charge"

F_x	(N)
F_y	(N)
F_z	(N)
M_x	(N.m)
M_y	(N.m)
M_z	(N.m)
a	(mm)
b	(mm)
c	(mm)
d	(mm)
e	(mm)
l	(mm)



11.6. Calculs : Systèmes de guidage.



Exemple de cas type 1: calcul d'une durée de vie

DEMARCHE

Cahier des charges

- Le mécanisme (exemple ci-contre)
- La fréquence de translation
- Le type de guidage ($p = ?$)
- Les charges appliquées sur le guidage et leur mode d'application
- Les encombrements limites ($A \times H \times a$)
- Les charges de base, C , C_0

- La durée de vie L_{10h}

1. Calcul de L_{10} (en 10^5 m)

$$L_{10} = \left[f_H \cdot f_T \cdot f_S \cdot \frac{C}{P} \right]^3$$

2. Calcul de L_{10h} (en heures)

$$L_{10h} = \frac{833}{H \cdot n_{osc}} \left[f_H \cdot f_T \cdot f_S \cdot \frac{C}{P} \right]^3$$

EXEMPLE

Axe de manipulateur

- Axe guidé sur deux patins
- Cycles : $n_{osc} = 6$ c/min; Course $H = 1$ m
- Guidage à billes ($p = 3$)
- Charge type I (§ 11.8) $P = 4000$ N
- Guidage ($70 \times 36 \times 23$)
- $C = 16200$ N, $C_0 = 20900$ N

- $L_{10h} = ?$

1. Calcul de L_{10}

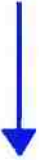
$$f_H = f_T = f_S = 1$$

$$L_{10} = \left[\frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16200}{4000} \right]^3 = 65 \text{ (} 10^5 \text{ m)}$$

2. Calcul de L_{10h} (en heures)

$$L_{10h} = \frac{833}{1.6} \left(\frac{16200}{4000} \right)^3 \geq 9000 \text{ h}$$

DONNEES



BESOIN

CALCUL



RESULTATS

Exemple de cas type 2 : recherche d'un guidage

DEMARCHE

Cahier des charges

- Le mécanisme (exemple ci-contre)
- La fréquence de translation
- Le type de guidage ($p = ?$)
- Les charges appliquées sur le guidage et leur mode d'application
- La durée de vie souhaitée L_{10h} ou L_{10}

- Le guidage (C , C_0) ?

1. Calcul de L_{10} souhaité (en 10^5 m)

$$L_{10} = \frac{L_{10h} \cdot H \cdot n_{osc}}{833}$$

2. Calcul de la charge P sur chaque guidage

3. Calcul de C/P

$$L_{10} = \left[\frac{C}{P} \right]^3 \quad \frac{C}{P} = L_{10}^{1/3}$$

4. Calcul de C

$$L_{10} = \left[f_H \cdot f_T \cdot f_S \cdot \frac{C}{P} \right]^3$$

$$C \geq \left[\frac{C}{P} \right] \cdot \frac{P}{f_H \cdot f_T \cdot f_S}$$

5. Sélection d'un guidage dans les données

EXEMPLE

Table de machine spéciale

- Table sur quatre patins
- Cycles : $n_{osc} = 5$ c/min; Course $H = 1$ m
- Guidage à billes ($p = 3$)
- Charge constante $P = 8000$ N également répartie sur les quatre patins
- $L_{10h} = 7000$ h mini

- Le guidage (C , C_0) ?

1. Calcul de L_{10}

$$L_{10} = \frac{7000 \cdot 1 \cdot 5}{833} = 42 \text{ (} 10^5 \text{ m)}$$

2. Calcul de P

$$P = 8000 / 4 = 2000 \text{ N}$$

3. Calcul de C/P

$$\frac{C}{P} = 42^{1/3} = 3,48$$

4. Calcul de C

$$f_H = f_T = f_S = 1$$

$$C \geq 3,48 \cdot \frac{2000}{1 \cdot 1 \cdot 1} = 6950 \text{ N}$$

5. Sélection d'un guidage : KUE 25 ($70 \times 36 \times 23$) avec $C = 16200$ N

DONNEES



BESOIN

CALCUL



RESULTATS



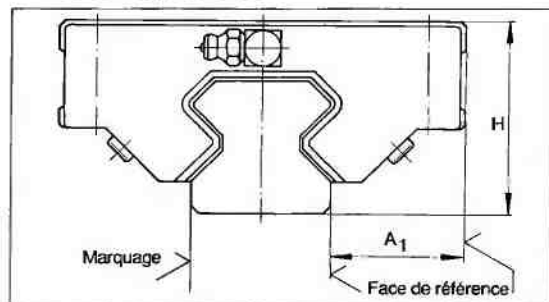
11.7.1. Caractéristiques générales

Les systèmes de guidage de la série RUE sont des ensembles de guidage linéaire à rouleaux jointifs, à capacité de charge élevée et prêts au montage. Ils peuvent supporter des charges et couples dans tous les sens.

Ce système de guidage se compose, au minimum, d'un chariot et d'un rail trempé et rectifié comportant quatre chemins de roulement orthogonaux. Le corps du chariot est également traité. Il peut être fixé par le haut ou par le bas.

En vue d'une étanchéité efficace, le chariot est équipé de racleurs frontaux, ainsi que de racleurs latéraux complétés par un passage étroit en tôle.

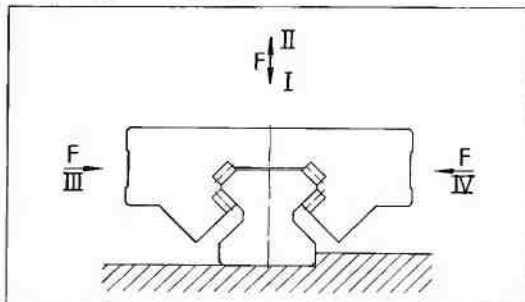
Précision et précharge



Tolérance de hauteur pour cote H	$\pm 10 \mu\text{m}$
Différence de hauteur ΔH (1)	$5 \mu\text{m}$
Tolérance de positionnement sur la cote A1	$\pm 15 \mu\text{m}$
Différence de positionnement $\Delta A1$ (1)	$10 \mu\text{m}$

(1) différence de mesure entre plusieurs chariots de guidage sur un rail, mesure prise au même point du rail de guidage.

Charges admissibles



Valables uniquement si on utilise des vis en qualité 12.9 pour la fixation :

- F_I adm. = C_o
- F_{II} adm. = $0,9 \times C_o$
- F_{III} adm. = $0,25 \times C_o$
- F_{IV} adm. = $0,1 \times C_o$

Coefficient de sécurité statique :

$$s_o = C_o / P_o$$

Avec C_o : charge statique de base
 P_o : charge statique équivalente

s_o ne devrait pas être inférieur à 4 pour obtenir un guidage de qualité.

Classe de précharge unique correspondant à 4 % de C_o .

Limites d'application

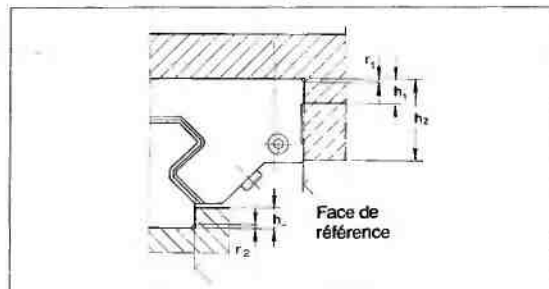
Désignation	Vitesse limite : v_{maxi} en m/min.
RUE 35	180
RUE 45	150
RUE 55	120

- Accélération maximale : $\gamma_{\text{maxi}} = 100 \text{ m/s}^2$
- Températures limites : $\theta_{\text{mini}} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\theta_{\text{maxi}} = +100 \text{ }^\circ\text{C}$

Coefficient de frottement (sans joint et sans racleur) : $f = 0,003$ à $0,006$ pour des conditions normales d'utilisation.

11.7.2. Caractéristiques de montage

Dimensionnement des appuis



Désignation	r_1 maxi	h_1	h_2	r_2 maxi	h_3 maxi
RUE 35	1	8	26	0,8	6,5
RUE 45	1	10	33	0,8	8,5
RUE 55	1	12	30	0,8	9,5



Précision et géométrie des surfaces d'appui

La conception des guidages avec systèmes à rouleaux RUE dépend des exigences suivantes :

- précision
- rigidité
- capacité de charge.

Ces exigences ont une influence directe sur la construction adjacente et concernent en premier lieu :

- la précision des dimensions, de forme et de position des surfaces d'appui
- la fixation des éléments de guidage
- l'étanchéité des guidages.

Plus les exigences en précision et en douceur de fonctionnement sont élevées, plus il faut veiller aux précisions des dimensions, de forme et de position.

Les surfaces d'appui doivent être planes et parallèles grâce, par exemple, à une rectification.

L'état de surface recommandé est de Ra 1,6 µm.

Au cas où la précision mentionnée ne peut être obtenue, la durée de vie s'en trouve réduite.

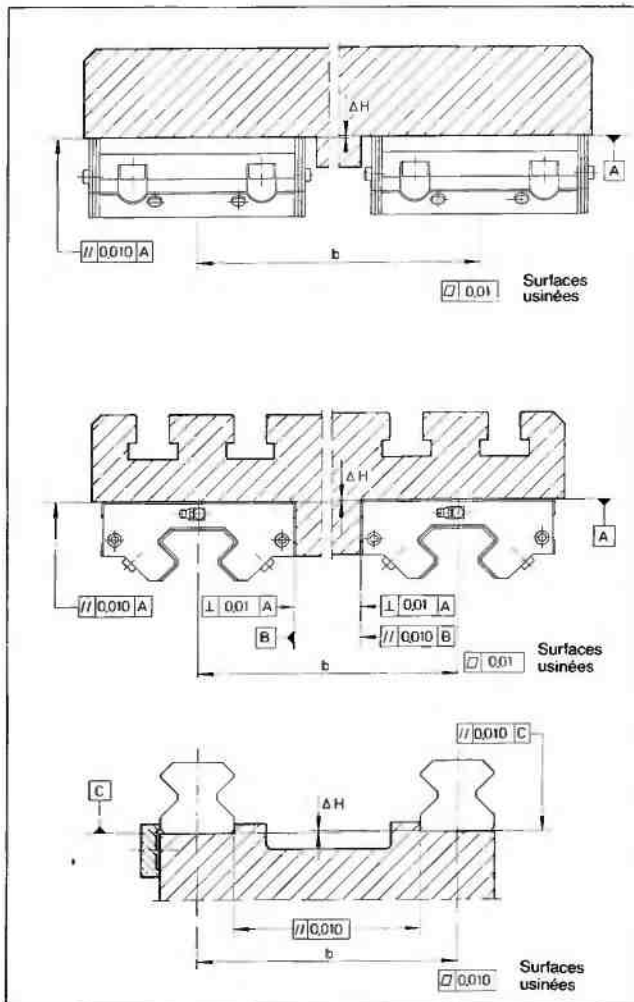
La différence de hauteur possible de la surface d'appui est donnée par la cote ΔH.

Avec l'utilisation des systèmes de guidage à rouleaux RUE, on peut admettre :

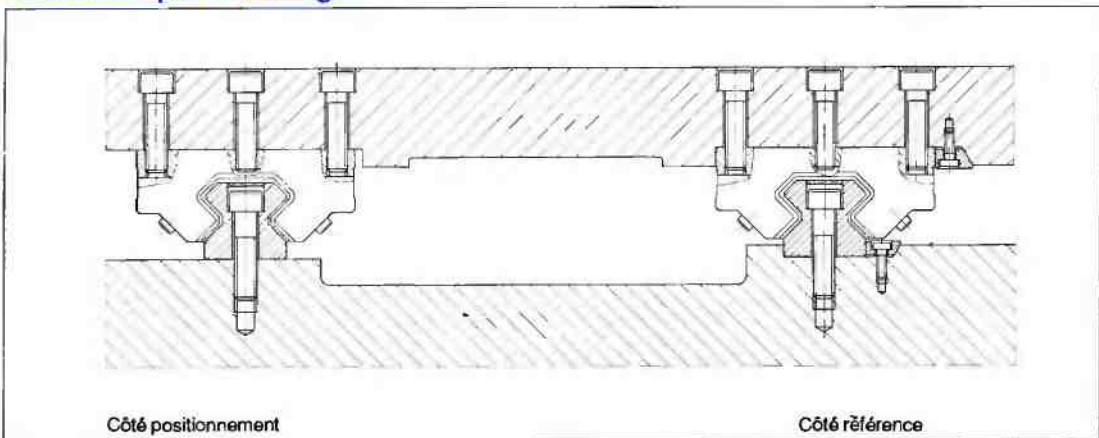
$$\Delta H \leq 0,075 \cdot b$$

ΔH (µm)
Différence de hauteur

b (mm)
Ecart des rails de guidage parallèles

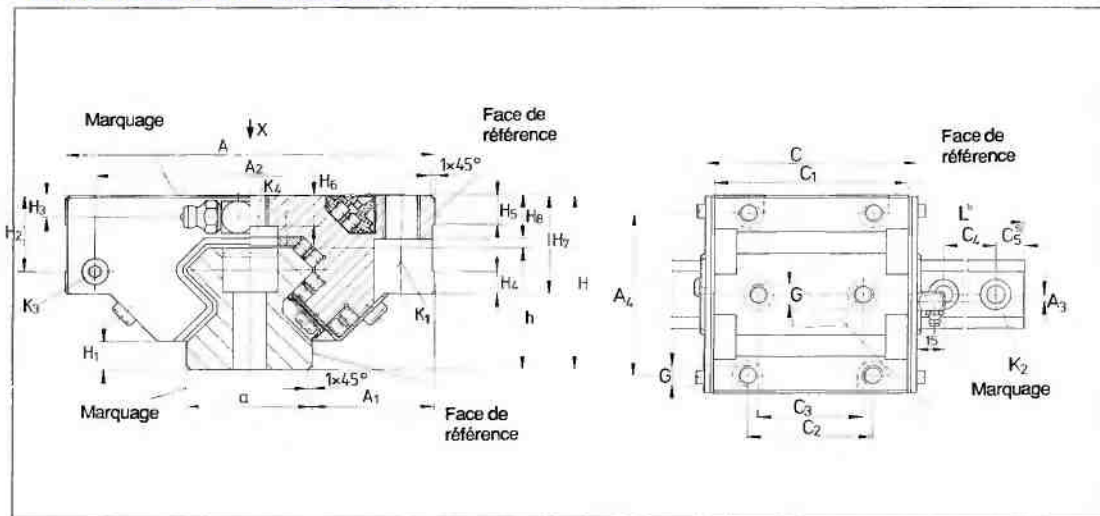


11.7.3. Exemple de montage





11.7.4. Tableau de dimensions

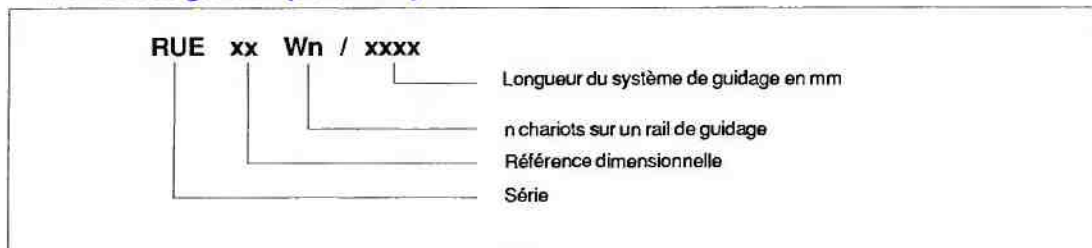


Désignations	Dimensions en mm									Cotes de montage en mm						
	H	A	C	h	a	H ₁	C ₁	A ₁	L	H ₂	A ₂	K ₃	H ₃	A ₃	K ₁	K ₂
RUE 35	48	100	105	33,5	34 - 0,005 - 0,045	8	96	33	3000	21	84	M4 x 12	6	3,5	M8	M8
RUE 45	60	120	133	42	45	10	121	37,5	3000	25	104	M4 x 12	7	-	M10	M12
RUE 55	70	140	165	49,5	53	11	118,4	43,5	3000	29,5	75	M5 x 10	10	-	M12	M14

Désignations	Cotes de montage en mm											Charges de base		
	H ₄	H ₅	A ₄	C ₂	C ₃	G	H ₆	K ₄	H ₇	H ₈	C ₄	Dyn. C (kN)	Stat. Co (kN)	Stat. Mo (N.m)
RUE 35	6	8	82	62	52	M10	8,7	M8	27	12	40	50,3	112	940
RUE 45	8	10	100	80	60	M12	10,8	M10	34,5	15	52,5	83,6	186	2200
RUE 55	10	12	116	95	70	M14	11,4	M12	31	18	60	120,0	280	3080

- (1) Longueur maxi des rails en 1 pièce.
Autres longueurs sur demande.
- (2) La cote C5 est fonction de la longueur du rail. Elle est égale aux extrémités du rail et ne peut être inférieure à 20 mm en considérant le nombre de trous maxi.
- (3) Pour fixation par le haut : profondeur H6 + 3 mm.
- (4) Pour vis DIN 6912 ou 7984 - 12. 9
- (5) pour vis NF E 25-125 - 12.9 ou DIN 912 - 12.9

11.7.5. Désignation (selon INA)





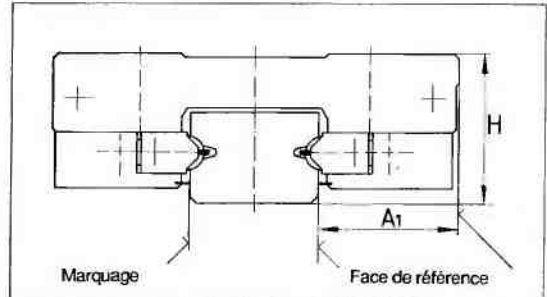
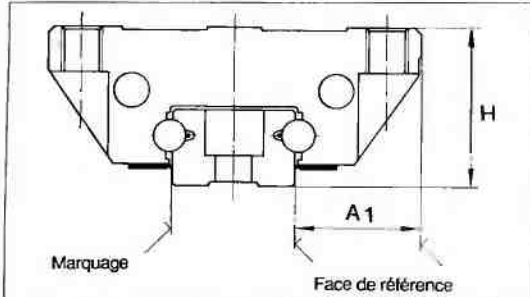
11.8.1. Caractéristiques générales

Les systèmes de guidage des séries KUE et LKE sont des ensembles de guidage prêts au montage. Ils peuvent supporter des charges et couples dans tous les sens.

Ce système de guidage se compose au minimum d'un chariot et d'un rail trempé et rectifié comportant quatre chemins de roulement. Le corps du chariot est également traité. Il peut être fixé par le haut ou par le bas.

En vue d'une étanchéité efficace, le chariot est équipé de racleurs frontaux, ainsi que de racleurs latéraux.

Précision



Classes de précision	G1	G2	G3
Tolérance de hauteur pour cote H ⁽¹⁾	± 10 µm	± 20 µm	± 50 µm
Différence de hauteur ΔH ⁽²⁾	5 µm	10 µm	50 µm
Tolérance de positionnement sur cote A1 ⁽¹⁾	± 15 µm	± 25 µm	± 50 µm
Différence de positionnement ΔA1 ⁽²⁾	10 µm	20 µm	50 µm

(1) Les tolérances indiquées sont les valeurs arithmétiques moyennes résultant de plusieurs points de mesure et se rapportant au centre du plan concerné.

(2) Différence de mesure entre plusieurs chariots de guidage dans un système de guidage à billes.

Précharge

Classes de précharge	Valeur de la précharge (3)	Directives d'utilisation
V1	jeu nul	Guidage particulièrement doux et sans couple de renversement
V2	0,03 · Co	Guidage pour charges moyennes, grande rigidité, avec des couples de renversement
V3	0,06 · Co	Charges élevées, lorsqu'une rigidité particulièrement élevée est exigée, avec des couples de renversement.

(3) Co = charge statique de base

Limites d'application

Vitesse limite : v_{maxi} = 200 m/min

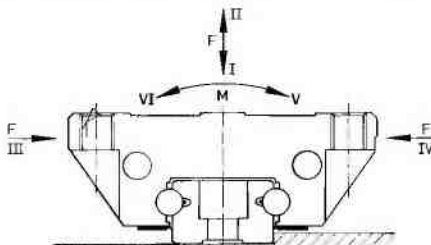
Accélération maximale : γ_{maxi} = 50 m/s²

Températures limites : θ_{mini} = - 20 °C

θ_{maxi} = + 120 °C

Coefficient de frottement (sans joint et sans racleur): f = 0,002 à 0,005 pour des conditions normales d'utilisation.

Charges admissibles



	I	II	III	IV	V	VI
$\frac{F}{Co}$	1	0,7	0,5	0,15	-	-
$\frac{M}{Mo}$	-	-	-	-	0,3	0,3

So ne devrait pas être inférieur à 3 pour obtenir un guidage de qualité



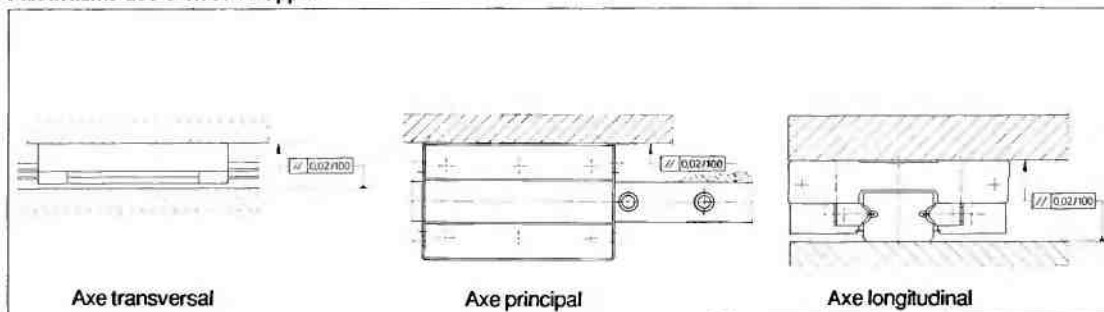
11.8.2. Caractéristiques de montage

La précision du guidage dépend, en grande partie, de celle des surfaces d'appui. Plus les exigences en précision et en douceur de fonctionnement sont élevées, plus il faut veiller aux surfaces d'appui.

Parallélisme :

Les indications ci-après sont basées sur des guidages qui devront satisfaire à des exigences sévères. Les systèmes de guidage fonctionnent également quand le parallélisme exigé n'est pas obtenu mais, dans ce cas, le rendement diminue.

Parallélisme des surfaces d'appui.

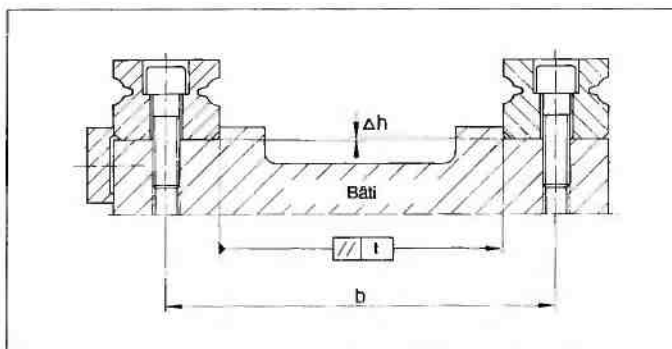


Parallélisme de rails de guidage montés.

En vue d'une répartition uniforme de la charge, le déport en hauteur de la surface d'appui ne doit pas dépasser la valeur Δh . Côté libre, le déport en hauteur peut être déterminé par une position intermédiaire. Avec les systèmes de guidage à billes, on peut admettre au maximum :

$$\Delta h = 0,2 \cdot b$$

Δh (μm) différence de hauteur
 b (mm) écart des rails de guidage parallèles



Parallélisme pour t dans le rail de guidage monté (valeurs en μm)

Classe de précharge	Référence de grandeur				
	05 / 15	06 / 25	08 / 35	10 / 45	13
V1	22	28	35	44	50
V2	13	17	19	26	37
V3	8	10	13	16	32

11.8.3. Désignation (selon INA)

KUE XX HL

LKE

LKEU XX XXXXB Wn G. V. / XXXX

Longueur du système de guidage en mm

Classes de précharge (V1, V2, V3)

Classes de précision (G1, G2, G3)

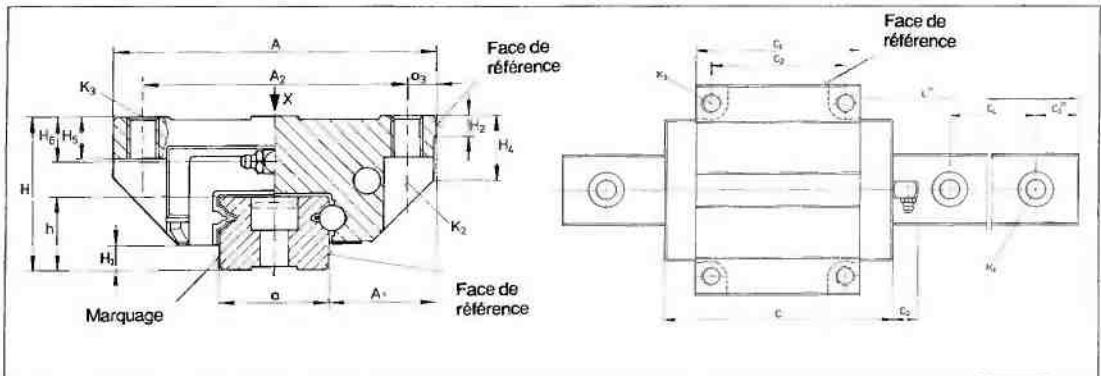
n chariots sur un rail de guidage

Référence dimensionnelle

Référence de grandeur

Série

11.8.4. Tableau de dimensions



Désignations	Masses		Dimensions en mm				Cotes de montage en mm					
	Chariot (kg)	Rail (kg/m)	L (1)	H	A	C	h	H ₁	C ₁	A ₁	a	C ₄
KUE 15 ⁽³⁾	0,17	1,5	1200	24	47	54,5	15	4,8	38,6	16	15	60
KUE 25	0,65	2,8	1980	36	70	79	18	6,5	56	23,5	23	60
KUE 25 L	0,88	2,8	2000	36	70	102	18	6,5	79	23,5	23	60
KUE 35	1,7	5,6	2960	48	100	106	23	8	76	33	34	80
KUE 35 L	2,27	5,6	2960	48	100	134	23	8	104	33	34	80
KUE 45	3,2	10,3	2940	60	120	133	30,5	10	97	37,5	45	105
KUE 45 L	4,2	10,3	2940	60	120	169	30,5	10	131	37,5	45	105

Désignations	Cotes de montage en mm											Charges de base		
	A ₂	a ₃	H ₂	H ₅	K ₂ (4)	K ₃ (4)	H ₄	C ₂	C ₃	H ₆	K ₁ (4)	dyn. C (kN)	stat. C ₀ (kN)	stat. M ₀ (N.m)
KUE 15 ⁽³⁾	38	4,5	4,5	7	M4	-	8	30	1,5	4	M4	6,5	9,2	73
KUE 25	57	6,5	5	10	M6	M8	10	45	16	10	M6	16,2	20,9	253
KUE 25 L	57	6,5	5	10	M6	M8	10	45	16	10	M6	21,5	31,3	378
KUE 35	82	9	6,5	13	M8	M10	20	62	16	16	M8	28	37	658
KUE 35 L	82	9	6,5	13	M8	M10	20	62	16	16	M8	34,5	48,7	866
KUE 45	100	10	9	15	M10	M12	22	80	16	18,5	M12	49	65	1527
KUE 45 L	100	10	9	15	M10	M12	22	80	16	18,5	M12	59	84,5	1985

- (1) Longueur maxi des rails en 1 pièce ; autres longueurs sur demande.
- (2) La cote C₃ est fonction de la longueur du rail : elle est identique aux deux extrémités du rail et ne doit pas être inférieure à 20 mm en considérant le nombre de trous maxi.
- (3) Pour fixation uniquement par le dessous.
- (4) Pour vis NF E 25-125 - 12.9 ou DIN 912- 12.9.

Nota :

La version KUE comporte les variantes suivantes :

- chariot long : suffixe L
- hauteur réduite : suffixe N
- hauteur réduite, chariot long : suffixe NL
- largeur faible : suffixe H
- largeur faible, chariot long : suffixe HL

Le type LKE est une variante du type KUE avec des encombrements différents.

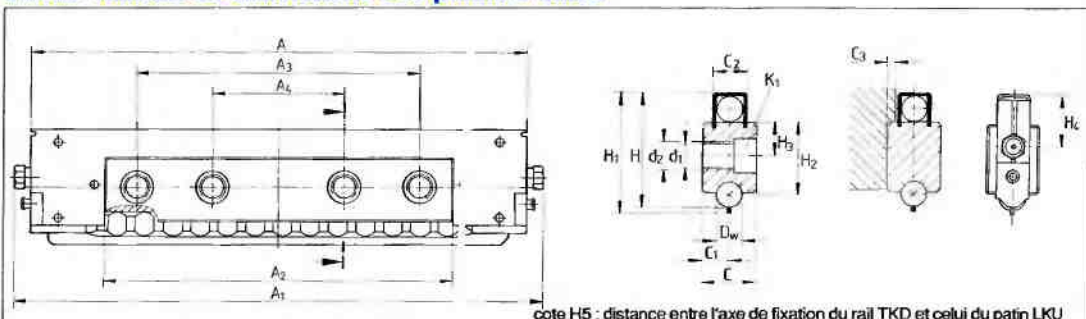
Informations sur les variantes : voir catalogue constructeur.



11.9.1. Caractéristiques générales

Le patin à billes LKU, associé au rail de guidage TKD, permet des montages dits "ouverts", avec des écartements adaptés à la construction. Des cales de réglage LVK (voir catalogue constructeur) peuvent compléter l'ensemble.

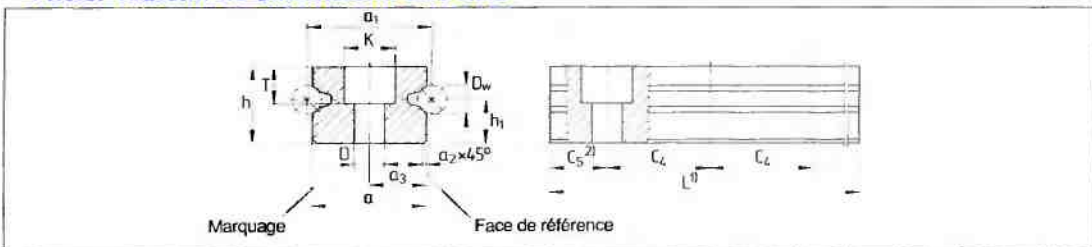
11.9.2. Tableau de dimensions des patins à billes



Désignations	Masses (kg)	Dimensions en mm										Cotes de montage en mm		
		D _w	H	A	C	A ₁	H ₁	H ₂ -0,02	A ₂	C ₁ -0,01	C ₂	A ₃	A ₄	H ₃
LKU 05.22 100VA	0,1	5	22	100	11	112,5	23,4	14	64,5	5,5	6,3	46	20	6
LKU 06.27 124 VA	0,18	6,35	27	124	13	136,5	28,4	16,9	83,5	6,5	7,7	62	30	7
LKU 08.34 153 VA	0,37	7,938	34	153	16	165,5	35,8	21,2	104	8	9,8	78	30	9
LKU 10.42 194 VA	0,67	10	42	194	20	205	44,5	26	132	10	12,5	96	40	11

Désignations	Cotes de montage en mm						Charges de base		Rails correspondants (11.9.3)
	d ₁	d ₂ (3)	H ₄	H ₅	K ₁ (3)	C ₃	dyn. C (kN)	stat. C ₀ (kN)	
LKU 05.22 100VA	4.3	M 5	9	19.5	M 4	2.2	13	19.3	TKD 05.1422 B
LKU 06.27 124 VA	5.2	M 6	11.5	23.5	M 5	2.5	21.5	31.2	TKD 06.1726 B
LKU 08.34 153 VA	6.6	M 8	15	29	M 6	2.9	34.5	48.7	TKD 08.2132 B
LKU 10.42 194 VA	8.4	M 10	18.5	35	M 8	3.5	56	77.6	TKD 10.2638 B

11.9.3. Tableau de dimensions des rails



Désignations	Mas- ses (kg/m)	Dimensions en mm											Patin à billes correspondants (11.9.2)	
		D _w	h	a	h ₁	a ₁	a ₂	L (1)	a ₃	D	K (3)	T		C ₄
TKD 05. 1422 B	2,2	5	14	22	8	23	0,2	1800	11	5,8	10	7,7	50	LKU 05.22 100VA
TKD 06. 1726 B	3,1	6,35	17	26	9,5	27,2	0,2	1800	13	7,0	11	8,8	50	LKU 06.27 124 VA
TKD 08. 2132 B	4,8	7,938	21	32	12	33,6	0,8	2000	16	9,5	15	11	100	LKU 08.34 153 VA
TKD 10. 2638 B	7,0	10	26	38	15	40	1	3000	19	11,5	18	13	100	LKU 10.42 194 VA

(1) Longueur L maximale des rails de guidage : les rails de guidage plus longs sont livrés en plusieurs éléments

(2) La cote C₅ est fonction de la longueur des rails de guidage : elle est identique aux deux extrémités du rail et ne doit pas être inférieure à 20 mm en considérant le nombre de trous maxi.

(3) Pour vis NF E 25-125 - 12.9 ou DIN 912-12.9.



11.10.1. Caractéristiques générales

Le guidage LF se compose d'un rail en aluminium profilé dans lequel sont sertis latéralement deux arbres en acier traité et d'un chariot à quatre galets profilés. Deux de ces galets sont montés sur des axes excentriques assurant ainsi la suppression totale du jeu de l'ensemble par réglage de l'excentration. Les guidages LF sont également disponibles en version résistant à la corrosion sur demande (suffixe VA).

- Charge équivalente pour une charge

latérale $F_{(o)1}$

$$P_{(o)1} = F_{(o)1}$$

- Charge équivalente pour une charge

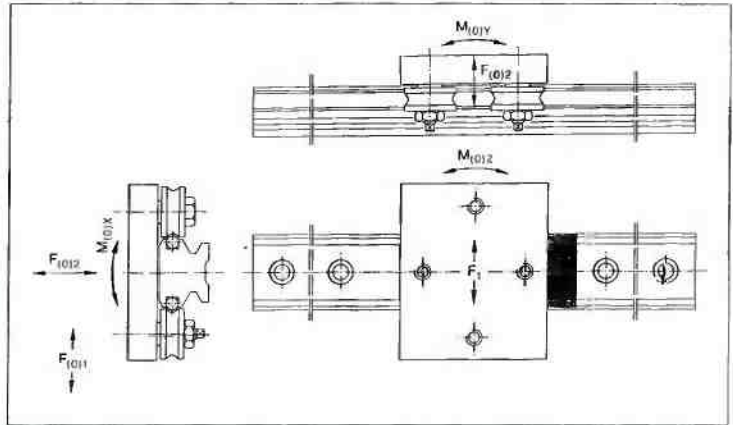
verticale théorique $F_{(o)2}$

$$P_{(o)2} = F_{(o)2}$$

- Charge équivalente pour un couple

$$P_{(o)} = k_{(o)} \cdot M_{(o)}(x, y, z)$$

Ensemble	$k_{(o)}$		
	pour $M_{(o)x}$	pour $M_{(o)y}$	pour $M_{(o)z}$
LF 32080 - ...	77	33	33
LF 52120 - ...	48	33	33
LF 52135 - ...	48	19	19



Ensemble	Charges de base et charges admissibles en N						Couples admissibles en N.m					
	C_W^*	C_{OW}^*	F_1	F_{O1}	F_2	F_{O2}	M_X	M_{OX}	M_Y	M_{OY}	M_Z	M_{OZ}
LF 32080 - ...	4100	2280	1000	1000	850	1400	11	18	26	43	30	30
LF 52120 - ...	8500	5100	2500	2500	1500	2500	33	52	47	78	75	75
LF 52135 - ...	13000	7700	4500	4500	2400	4000	51	84	126	210	236	236

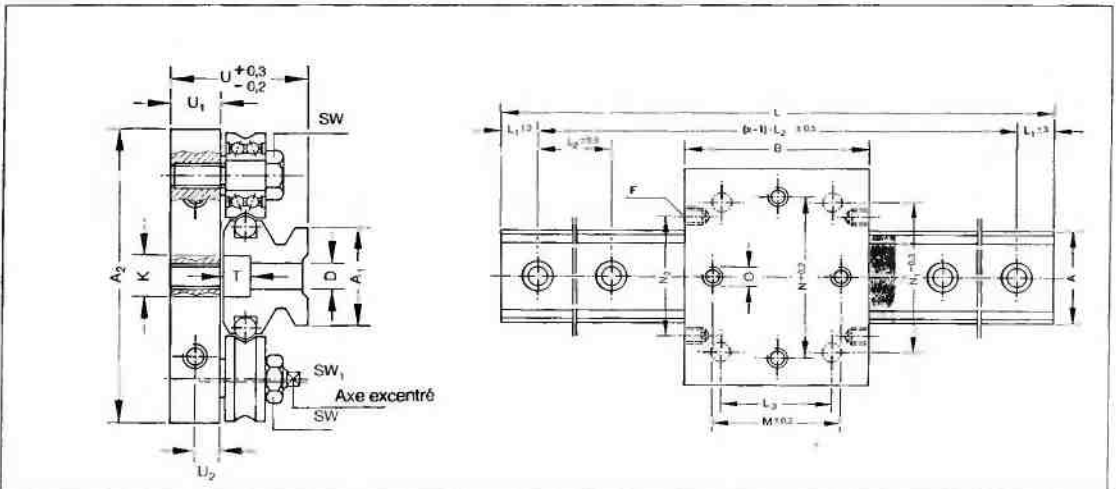
La vitesse maximum $v_{max} = 10$ m/s pour $C/P \geq 10$

Coefficient de frottement (sans joint et sans raclleur) : $f = 0,002$ à $0,003$ pour des conditions normales d'utilisation.

So ne devrait pas être inférieur à 3 pour obtenir un guidage de qualité.

* Valeurs par galet.

11.10.2. Tableau de dimensions



Désignations	Dimensions en mm																					
	A	A1	A2	B	D	F	K	L_{max}	L1	L2	L3	M	N	N1	N2	O	T	U	U1	U2	SW	SW1
LF 32080 - ...	32	24	80	90	6,5	M6x8	12	4000	62,5	125	60	70	59	54	56	M8	8	35,5	14	7	13	5
LF 52120 - ...	52	40	120	100	11	M6x12	19	12000	125	250	60	70	90	83	65	M10	13	54,3	19,5	10	17	6
LF 52135 - ...	52	40	135	150	11	M6x12	19	12000	62,5	125	105	110	105	90	65	M10	13	60,4	24	12	17	6



11.11.1. Caractéristiques générales

Les guidages par recirculation de billes se composent d'un large programme de douilles, de paliers prêts à l'emploi, ainsi que de divers types d'arbres avec supports. Les éléments principaux de ces types de guidages sont les douilles à recirculation de billes, des roulements de précision avec une douceur exceptionnelle de fonctionnement.

En service avec des arbres de précision, les douilles à billes trouvent leurs applications, en particulier, dans les guidages linéaires où sont recherchés de grandes courses, de faibles efforts de déplacement, une grande précision de positionnement, l'absence d'usure et de longues durées d'utilisation.

Afin de profiter au maximum de la précision et de la durée des douilles à billes en présence d'un couple, il faut prévoir, soit un montage sur deux douilles si l'on est en présence d'un guidage avec un seul arbre, soit un montage sur trois douilles au minimum s'il y a deux arbres parallèles.

Charges admissibles

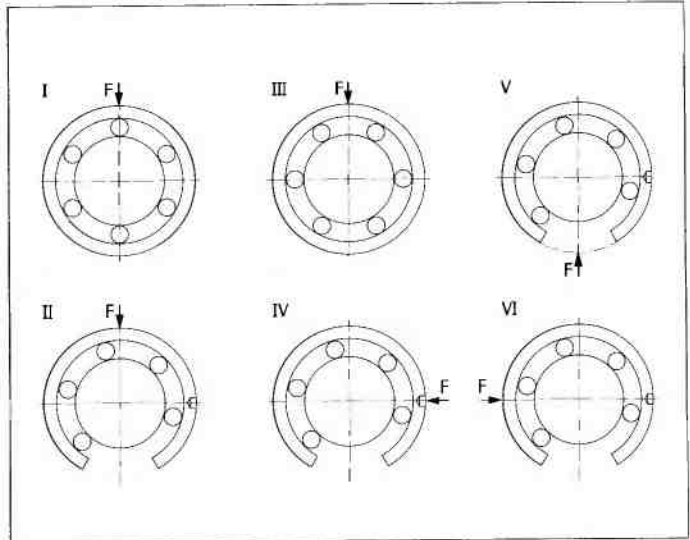
Si les roulements sont sollicités suivant les cas de charge III à VI, les charges de base effectives peuvent être calculées suivant les formules ci-dessous.

$$C_w = f_s \cdot C$$

$$C_{Ow} = f_{sO} \cdot C_O$$

- C_w charge dynamique de base effective en N
- f_s facteur dynamique d'orientation de charge
- C charge dynamique de base en N
- C_{Ow} charge statique de base effective en N
- f_{sO} facteur statique d'orientation de charge
- C_O charge statique de base en N

Cas de charge



Facteurs d'orientation de charge pour douilles fermées et fendue

Diamètre d'arbre	KH		KB, KBS, KN	
	$f_{s III}$	$f_{sO III}$	$f_{s III}$	$f_{sO III}$
6, 8, 10	1,15	1,4	-	-
12	1,2	1,45	1,2	1,45
14	1,2	1,45	-	-
16	1,2	1,45	1,2	1,45
20, 25	1,05	1,3	1,05	1,3
30	1	1,15	1,05	1,3
40, 50	1	1,1	1,05	1,3

$f_{s I} = f_{sO I} = 1$

Facteurs d'orientation de charge pour douilles à billes ouvertes

Diamètre d'arbre	KBO					
	$f_{s IV}$	$f_{sO IV}$	$f_{s V}$	$f_{sO V}$	$f_{s VI}$	$f_{sO VI}$
12, 16	0,85	0,85	0,45	0,4	1,05	1,15
20, 25, 30, 40, 50	1	1	0,55	0,55	1	1

Diamètre d'arbre	KNO					
	$f_{s IV}$	$f_{sO IV}$	$f_{s V}$	$f_{sO V}$	$f_{s VI}$	$f_{sO VI}$
12, 16	1	1,05	0,4	0,35	0,85	0,8
20, 25, 30, 40, 50	1,05	1,15	0,6	0,6	1,05	1,15

$f_{s II} = f_{sO II} = 1$

Coefficient de sécurité statique

$s_O = C_O / P_O$ ne devrait pas être inférieur à 2 pour un guidage de qualité avec les douilles KB ou KN et à 3 avec les douilles KH.

Dureté de l'arbre et profondeur nécessaires

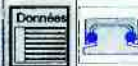
670 HV mini pour une profondeur de 0,4 à 2,2 mm suivant son diamètre. Une rugosité Ra 0,3 est recommandée.

Coefficient de frottement (sans joint et sans racleur)

$f = 0,001$ à $0,003$ pour KB, KN
 $0,003$ à $0,005$ pour KH.

Limites de fonctionnement

	Type	Type		
		KH	KB	KN
Vitesse (m/s)	2	5	5	
Accélération (m/s ²)	50	50	50	
Température mini (°C)	-30	-30	-30	
Température maxi (°C)	+120	+100	+100	



11.11.2. Caractéristiques de montage

Tolérances arbres et logements

Douilles à bague tôle KH : arbre h6 et logement H7 (acier) / K7 (alliage léger)

Douilles à bague massive KB et KN : arbre h6 et logement H7

Montage et fixation

Montage des douilles à billes, séries KH, KH...P, KH...PP.

Les douilles à billes de ces séries sont emmanchées serrées dans leur logement et ne nécessitent aucun arrêt axial supplémentaire. Pour le montage, il est recommandé d'utiliser un mandrin dont l'épaulement prendra appui sur la face marquée du roulement.

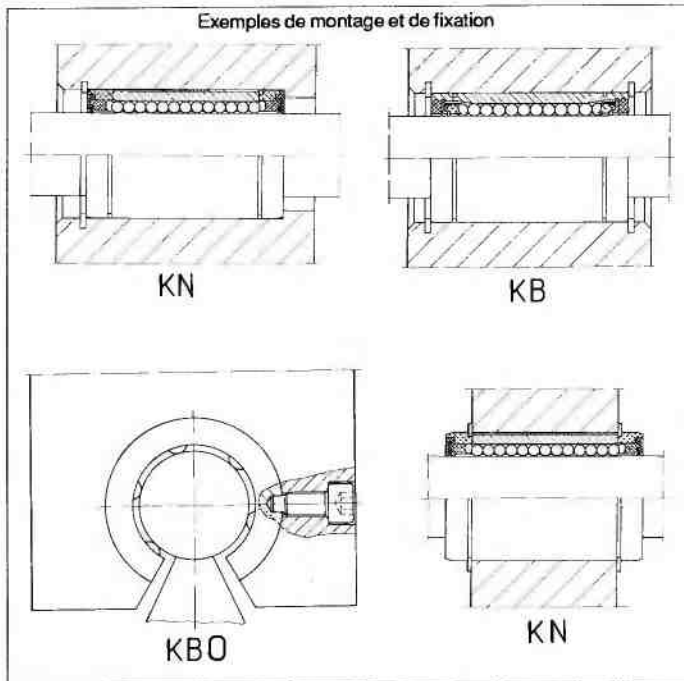
Le diamètre de l'épaulement du mandrin devra être inférieur de 0,2 à 0,3 mm à celui de l'alésage.

Le diamètre de centrage aura une cote inférieure de 0,025 au diamètre nominal de l'arbre.

Il faut éviter, lors du montage, la mise en travers du roulement.

Montage et fixation des douilles à billes, séries KB, KBS, KBO, KN, KNO.

Les douilles de ces séries se montent facilement. Pour les petites dimensions, elles peuvent être engagées à la main dans leur logement. Pour les douilles de grandes dimensions, il est recommandé d'utiliser un mandrin. Le logement doit être chanfreiné.

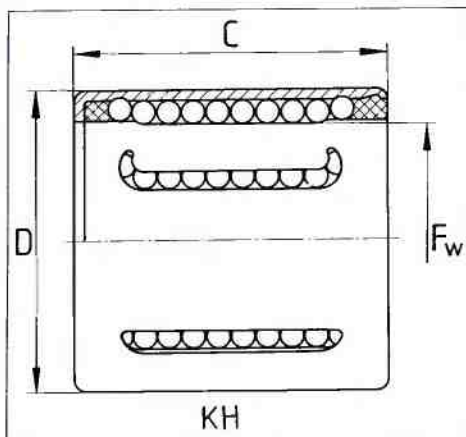


11.11.3. Tableau de dimensions des douilles à billes économiques (série KH)

Les douilles à billes de la série KH sont constituées d'une bague extérieure en tôle emboutie et d'une cage en polyamide qui guide les billes dont elle est garnie. Tous ces éléments forment un ensemble prêt au montage dont l'encombrement ne dépasse pas celui d'une bague lisse.

Les ouvertures apparentes sur le diamètre extérieur laissent libre passage aux billes dans la zone non chargée.

Les roulements linéaires à billes sont conçus pour des mouvements rectilignes sans limitation de course, mais n'admettent aucune rotation. La course illimitée, l'encombrement et l'entretien réduits ainsi que l'implantation économique permettent un grand éventail d'utilisations.



Arbre diamètre	Désignations	Dimensions en mm			Charges de base	
		F _w	D	C	dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)
6	KH 0622	6	12	22	400	239
8	KH 0824	8	15	24	435	280
10	KH 1026	10	17	26	500	370
12	KH 1228	12	19	28	620	510
14	KH 1428	14	21	28	620	520
16	KH 1630	16	24	30	800	620
20	KH 2030	20	28	30	950	790
25	KH 2540	25	35	40	1990	1670
30	KH 3050	30	40	50	2800	2700
40	KH 4060	40	52	60	4400	4450
50	KH 5070	50	62	70	5500	6300

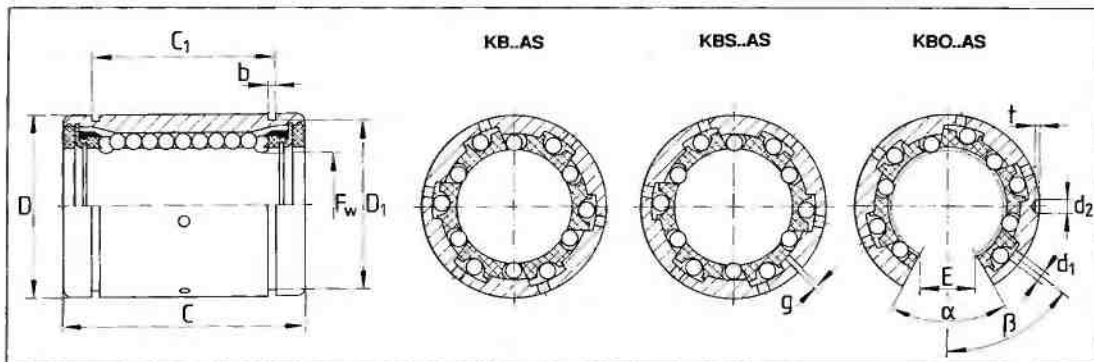
Il existe, dans les mêmes encombrements, des douilles KH..P et KH..PP qui comportent respectivement un ou deux joints frottants à double lèvre.

11.11.4. Tableau de dimensions des douilles standard (séries KB, KBS, KBO)

Les douilles à billes de ces séries trouvent leur application dans les guidages de grande précision exigeant de fortes capacités de charge, une grande rigidité ainsi qu'un guidage et un positionnement précis. Elles se composent d'une bague extérieure très précise en acier à roulement dans laquelle est montée, entre segments, une cage en polyamide.

Dans cette cage sont aménagés des circuits garnis de billes de précision. Ces circuits sont coiffés en bout par des bagues élastiques permettant un guidage souple des circuits de billes, d'où une résistance au mouvement faible et constante, même sous charge élevée ou précharge. Ce guidage souple, combiné avec un profilage judicieux des extrémités des chemins de roulement, assure une grande régularité du mouvement.

Les douilles à billes sont protégées par des étanchéités par passage étroit ou par des joints frottants contre la pénétration de corps étrangers. Elles peuvent également être utilisées avec, d'un côté, une étanchéité par passage étroit et, de l'autre côté, une étanchéité par joint frottant.



Arbre diamètre	Désignations	Masses (kg)	Dimensions en mm						
			F _w (1)	D h5 (1)	C h12	D ₁ (2)	b(2)	C ₁ H13	d ₁ (3)
12	KB / KBS / KBO 1232 AS	0,04	12 ^{+0,008}	22	32	21	1,3	22,6	1,5
16	KB / KBS / KBO 1636 AS	0,05	16 ^{+0,009} _{-0,001}	26	36	24,9	1,3	24,6	2
20	KB / KBS / KBO 2045 AS	0,09	20 ^{+0,009} _{-0,001}	32	45	30,3	1,6	31,2	2
25	KB / KBS / KBO 2558 AS	0,19	25 ^{+0,011} _{-0,001}	40	58	37,5	1,85	43,7	2,5
30	KB / KBS / KBO 3068 AS	0,3	30 ^{+0,011} _{-0,001}	47	68	44,5	1,85	51,7	2,5
40	KB / KBS / KBO 4080 AS	0,6	40 ^{+0,013} _{-0,002}	62	80	59	2,15	60,3	3
50	KB / KBS / KBO 50100 AS	1	50 ^{+0,013} _{-0,002}	75	100	72	2,65	77,3	4

- (1) Les tolérances se rapportent au type KB...
- (2) Rainure pour segment suivant NF E 22-163 ou DIN 471.
- (3) Trous symétriques par rapport à C.
- (4) Cote E sur diamètre F_w.
- (5) Valables pour un arbre traité et rectifié (dureté : 670 à 840 HV).

Arbre diamètre	Désignations	Dimensions en mm						Charges de base (5)	
		β (Degré)	g	d (3)	t	E (4)	α (Degré)	dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)
12	KB / KBS 1232 AS	-	1	-	-	-	-	495	385
	KBO 1232 AS	64	-	2,2	1,2	7,7	78	550	445
16	KB / KBS 1636 AS	-	1	-	-	-	-	610	530
	KBO 1636 AS	64	-	2,2	1,2	10,1	78	690	620
20	KB / KBS 2045 AS	-	1	-	-	-	-	1 360	1 230
	KBO 2045 AS	52	-	2,2	1,2	10	60	1 390	1 290
25	KB / KBS 2558 AS	-	1	-	-	-	-	2 430	2 220
	KBO 2558 AS	53	-	3	1,5	12,5	60	2 480	2 330
30	KB / KBS 3068 AS	-	1	-	-	-	-	3 100	2 850
	KBO 3068 AS	55	-	3	1,5	13,6	54	3 150	3 000
40	KB / KBS 4080 AS	-	1	-	-	-	-	5 200	4 400
	KBO 4080 AS	54	-	3	1,5	18,2	54	5 300	4 650
50	KB / KBS 50100 AS	-	1	-	-	-	-	7 400	6 300
	KBO 50100 AS	54	-	3	1,5	22,7	54	7 600	6 700

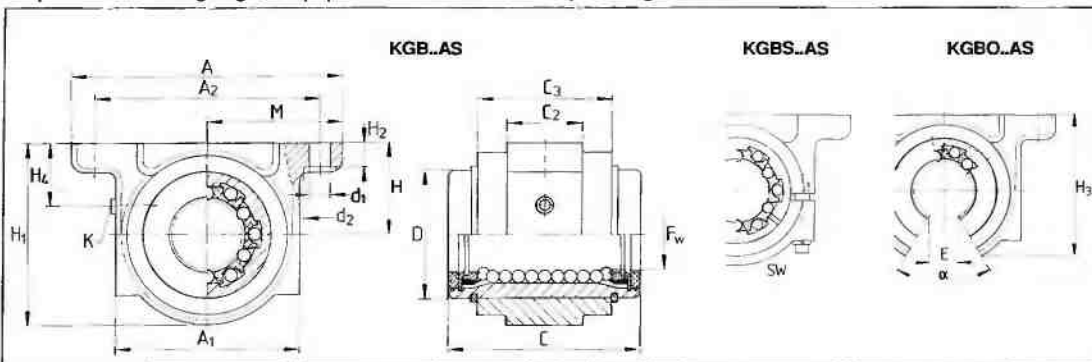
- Autres exécutions :**
Les douilles à billes peuvent être livrées avec :
- un passage étroit des deux côtés et version regraissable. Exemple : KB 1636 AS.
 - un passage étroit des deux côtés et version non regraissable. Exemple : KB 1636 PP.
 - une lèvre frottante des deux côtés et version regraissable. Exemple : KB 1636 P AS.



11.11.5. Tableau de dimensions des paliers standard (séries KGB, KGBS, KGBO)

La combinaison des corps de paliers avec les douilles à billes correspondantes permet de solutionner économiquement les problèmes de guidages linéaires.

Les paliers sont en alliage léger, ce qui permet des constructions simples et légères.



Arbre diamètre	Désignations	Masse (kg)	Dimensions en mm						
			F _w (1)	D ⁽¹⁾ h5	H ⁽¹⁾ ±0,015	H ₁	A	A ₁	M
12	KGB / KGBS / KGBO 1232 AS	0,10	12 +0,008	22	20	35,8	52	31,6	26 ±0,02
16	KGB / KGBS / KGBO 1636 AS	0,14	16 +0,009 -0,001	26	20	37,5	56	35	28 ±0,02
20	KGB / KGBS / KGBO 2045 AS	0,30	20 +0,009 -0,001	32	25	48	70	45	35 ±0,02
25	KGB / KGBS / KGBO 2558 AS	0,58	25 +0,011 -0,001	40	30	58	80	55	40 ±0,02
30	KGB / KGBS / KGBO 3068 AS	0,9	30 +0,011 -0,001	47	35	67	88	64	44 ±0,02
40	KGB / KGBS / KGBO 4080 AS	1,43	40 +0,013 -0,002	62	45	83,5	108	77	54 ±0,02
50	KGB / KGBS / KGBO 50100 AS	2,78	50 +0,013 -0,002	75	50	98	135	96	67,5 ±0,05

Arbre diamètre	Désignations	Dimensions en mm												Charges de base (3)	
		C h12	C ₃	C ₂	H ₂	H ₄	d ₁	d ₂	A ₂	α degs	E (2)	SW (5)	(4)	dyn. C (N)	stat. Co (N)
12	KGB / KGBS 1232 AS	32	20	12	6	15	5,5	10	42 ±0,15	-	-	2	5	495	385
	KGBO 1232 AS	32	20	12	6	15	5,5	10	42 ±0,15	78	7,7	-	4	550	445
16	KGB / KGBS 1636 AS	36	22	15	6	15	5,5	10	46 ±0,15	-	-	2	5	610	530
	KGBO 1636 AS	36	22	15	6	15	5,5	10	46 ±0,15	78	10,1	-	4	690	620
20	KGB / KGBS 2045 AS	45	28	20	8	21	6,6	11	58 ±0,15	-	-	3	6	1360	1230
	KGBO 2045 AS	45	28	20	8	21	6,6	11	58 ±0,15	60	10	-	5	1390	1290
25	KGB / KGBS 2558 AS	58	40	28	10	23	6,6	11	68 ±0,15	-	-	3	6	2430	2220
	KGBO 2558 AS	58	40	28	10	23	6,6	11	68 ±0,15	60	12,5	-	5	2480	2330
30	KGB / KGBS 3068 AS	68	48	32	10	25	6,6	11	76 ±0,2	-	-	4	6	3100	2850
	KGBO 3068 AS	68	48	32	10	25	6,6	11	76 ±0,2	54	13,6	-	5	3150	3000
40	KGB / KGBS 4080 AS	80	56	40	12	30	9	15	94 ±0,2	-	-	4	6	5200	4400
	KGBO 4080 AS	80	56	40	12	30	9	15	94 ±0,2	54	18,2	-	5	5300	4650
50	KGB / KGBS 50100 AS	100	72	52	14	34	11	18	116 ±0,2	-	-	5	6	7400	6300
	KGBO 50100 AS	100	72	52	14	34	11	18	116 ±0,2	54	22,7	-	5	7600	6700

(1) Les tolérances se rapportent aux types KGB...

(2) Cote E sur diamètre F_w

(3) Valable pour un arbre traité et rectifié (dureté : 670 à 840 HV)

(4) Nombre de circuits à billes

(5) SW = cote sur plats

Autres exécutions :

- idem que les douilles avec suffixe correspondant

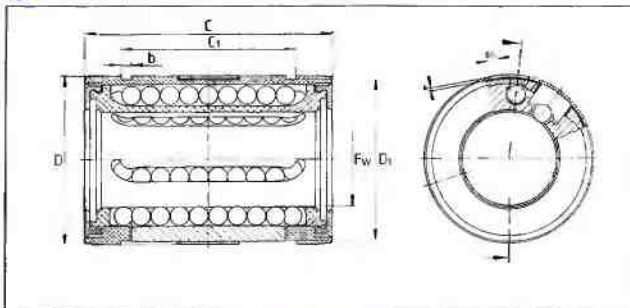
- palier avec 4 trous de fixation et cote H plus petite sous référence : KGBA...

11.11.6. Descriptif des douilles auto-alignantes (séries KN et KNO)

Leur conception particulière permet de solutionner les problèmes de coaxialité des arbres et logements. Les défauts d'usinage, de montage, ainsi que les flexions d'arbre, peuvent être compensés (oscillation d'environ 0,5°).

La répartition uniforme de la charge sur les billes, ainsi que leur entrée régulière dans la zone de charge, garantissent un fonctionnement doux ainsi qu'une capacité de charge et une durée optimales.

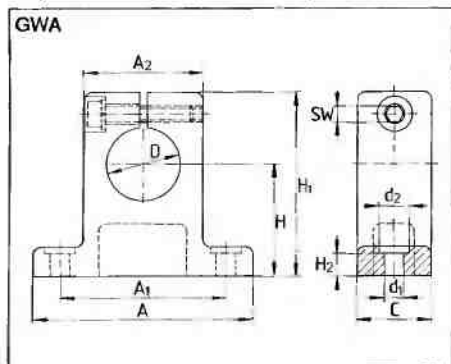
Ces douilles existent dans les mêmes encombrements que les douilles des séries HB et KBO et également avec un ou deux joints frottants à double lèvre sous les références respectives KN...P ou KNO...P et KN...PP ou KNO...PP.



Remarque : les cotes des douilles KN sont identiques à celles des douilles KB.

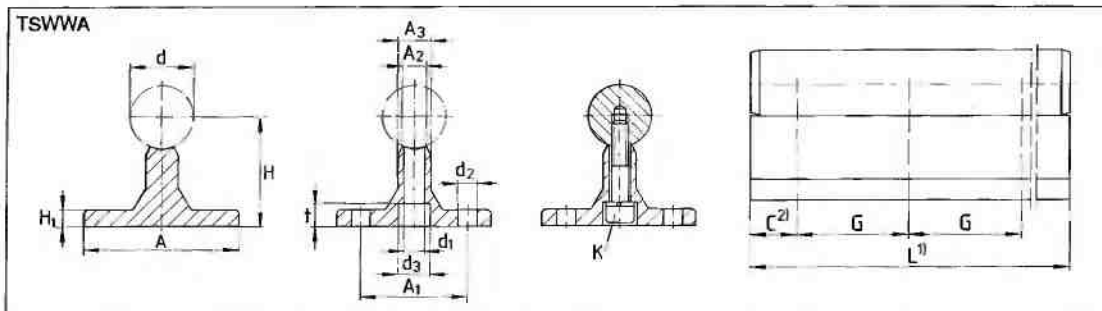
11.11.7. Tableau de dimensions des supports d'arbres (séries GWA et TSWWA)

Les supports d'arbres GWA sont montés en bout d'arbre, en combinaison avec des douilles à billes fermées ou fendues et les paliers correspondants. Ces supports d'arbres sont réalisés en alliage léger.



Dimensions en mm											
D	H	E	A	A ₁	B	H ₁	H ₂	d ₁	d ₂	SW	
6	±0,015	±0,15	32	16	10	27	5	4,5	9	2,5	
8	15	25	32	16	10	27	5	4,5	9	2,5	
10	17	28	37	18	11	30	5	4,5	9	2,5	
12	20	32	42	20	12	35	5,5	5,5	11	3	
14	22	36	46	23	14	38	6	5,5	11	3	
16	25	40	50	26	16	42	6,5	5,5	11	3	
20	30	45	60	32	20	50	8	5,5	11	3	
25	35	60	74	38	25	58	9	6,6	13	4	
30	40	68	84	45	28	68	10	9	18	5	

Les rails supports d'arbres sont nécessaires pour le montage d'arbres longs et se montent en combinaison avec les douilles à billes ouvertes correspondantes ou des paliers. Ces rails sont réalisés en alliage léger.



1) Longueur standard L = 600 mm ; autres longueurs sur demande

2) Pour longueur différente de 600 mm, C dépend de la longueur du rail et est égal aux 2 extrémités, avec un minimum de 20 mm

$$C = \frac{L - n \cdot G}{2}$$

Arbre diamètre d	Désignations	Masses (kg/600 mm)	Dimensions en mm											
			A	H ±0,02	H ₁	A ₂	A ₃	d ₃	t	d ₁	d ₂	A ₁	G	K
16	TSWWA 16	1.68	48	30	5	7	10	10	7	5.5	5.5	33	100	M 5 x 25
20	TSWWA 20	2.47	56	38	8.3	6	11	11	8.5	6.6	6.6	37	100	M 6 x 30
25	TSWWA 25	3.5	60	42	6	10.8	14	15	11	9	6.6	42	120	M 8 x 35
30	TSWWA 30	5.11	74	53	8	11	14	18	13.5	11	9	51	150	M 10 x 40

11.12.1. Caractéristiques générales

Les guidages à recirculation de rouleaux permettent de réaliser des déplacements linéaires à des courses illimitées. Ils se distinguent par leurs performances en précision, capacité de charge, rigidité, ainsi que par l'absence de stick-slip grâce à un frottement de roulement faible et constant.

Les guidages à recirculation de rouleaux trouvent de nombreuses applications dans la mécanique de précision dont, en particulier, la machine-outil où ils garantissent des déplacements doux et des positionnements précis.

Les divers types de rails de guidage permettent de réaliser des chemins de roulement rendant possible l'exploitation totale des capacités des patins. Les patins à cale de réglage intégrée permettent un ajustement précis de la précharge souhaitée.

Protection par racleurs intégrés au patin et par soufflets télescopiques suivant l'environnement.

Coefficient de frottement (sans joint et sans racleur): $f = 0,003$ à $0,006$ pour des conditions normales d'utilisation.

Limites d'application :

Vitesse limite :	$v_{maxi} = 50$ m/min.
Températures limites :	$\theta_{mini} = -20$ °C
	$\theta_{maxi} = +90$ °C

Charges admissibles :

Le coefficient de sécurité statique :

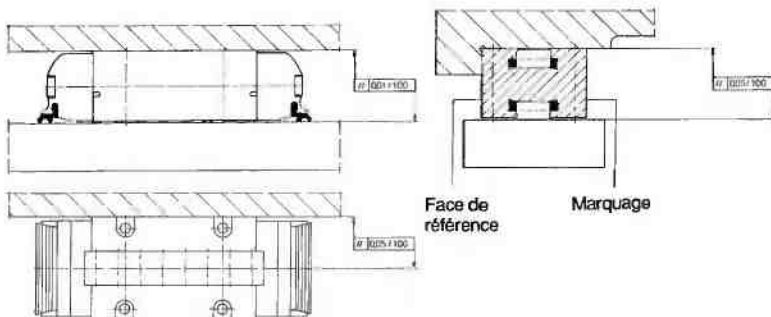
$$s_0 = C_0 / P_0$$

s_0 ne devrait pas être inférieur à 2 pour obtenir un guidage de qualité.

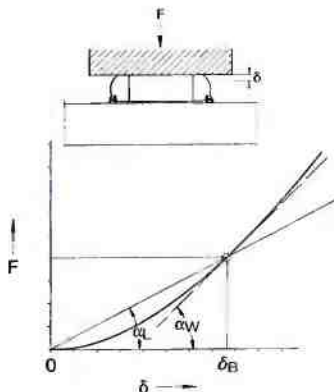
11.12.2. Caractéristiques de montage

Dureté et profondeur des rails nécessaires : 670 HV mini sur une profondeur mini de 0,6 à 2 mm suivant la dimension du patin choisi.

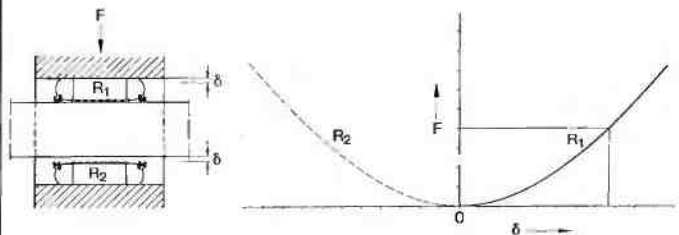
Précision de positionnement pour une utilisation optimale de la capacité de charge



Courbe de rigidité d'un patin



Courbe de déformation de deux patins montés sans jeu et sans précharge



Dans le cas de deux patins montés en opposition sans jeu et sans précharge, l'effet d'une charge extérieure F se traduira par une déformation élastique δ d'un patin et par un jeu de même valeur au niveau du patin opposé. Pour deux patins montés en opposition et préchargés d'une valeur F_V , on obtient le diagramme ci-contre.

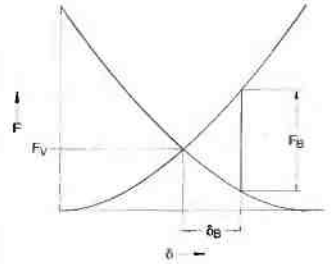
Si une charge extérieure F_B est appliquée à ce montage préchargé, il se produit une déformation élastique δ_B , mais le guidage reste sans jeu si le choix de la précharge F_V a été correct.

Pour obtenir un guidage rigide et précis, le patin à rouleaux R_1 , qui devra supporter la charge F_B , est préchargé à l'aide d'un patin R_2 monté à l'opposé et réglable au moyen d'une cale de réglage V .

L'élasticité du support et des vis de fixation entrant dans la rigidité globale du système, le patin inférieur et le support présenteront une rigidité plus faible que le patin seul. La courbe de rigidité de l'ensemble peut être obtenue par la mesure de la déformation sous charge au moyen d'un appareil appelé déflectomètre.

La courbe de rigidité de l'ensemble patin-support étant connue, on obtient les diagrammes ci-dessous pour un ensemble préchargé d'une valeur F_V .

Diagramme de précharge de deux patins montés en opposition



11.12.3. Exemple de calcul

Dans un chariot de machine-outil sont montés des patins à rouleaux RUS 26 102.

Les conditions de fonctionnement et les données techniques nécessaires sont les suivantes:

$C = 95 \text{ kN}$; charge dynamique de base du patin RUS 26 102

$C_0 = 75 \text{ kN}$; charge statique de base du patin RUS 26 102

$F_B = 15 \text{ kN}$; charge de travail maxi sur le patin le plus chargé.

$H = 0,5 \text{ m}$; course.

$n_{osc} = 8 \text{ min}^{-1}$; fréquence du mouvement de va-et-vient.

$F_V = 8 \text{ kN}$; précharge choisie.

On vérifie si le dimensionnement du patin est correct.

La courbe de rigidité du support est connue, ce qui permet de tracer le diagramme de précharge du montage.

D'après le diagramme, on obtient, pour chacun des patins montés en opposition, une charge de:

$F_1 = 20 \text{ kN}$

$F_2 = 5 \text{ kN}$

$\delta_B = 10 \mu\text{m}$

On obtient ainsi une durée de :

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3} = \left(\frac{95}{20} \right)^{10/3}$$

$$= 180 \cdot 10^5 \text{ m ou}$$

$$L_h = \frac{833}{H \cdot n_{osc}} \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3}$$

$$= \frac{833 \cdot 180}{0,5 \cdot 8} = 37\,500 \text{ h}$$

pour le patin le plus chargé, ce qui est correct.

Le facteur de charge de sécurité est de:

$$s_0 = \frac{C_0}{F_1} = \frac{75}{20} = 3,75$$

Même en tenant compte d'un facteur choc, cette valeur est suffisante.

La rigidité du système dans le sens de la charge est de:

$$C_S = \frac{F_B}{\delta_B} = \frac{15}{10} = 1,5 \text{ kN}/\mu\text{m}$$

Diagramme de précharge de patins montés en opposition (tenant compte de la déformation du support)

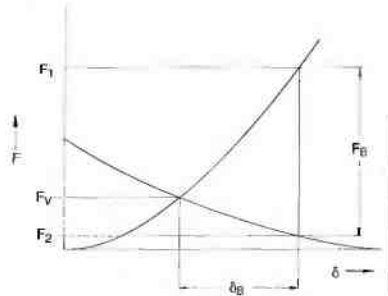
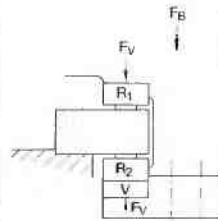
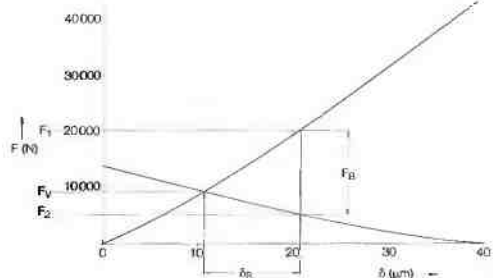
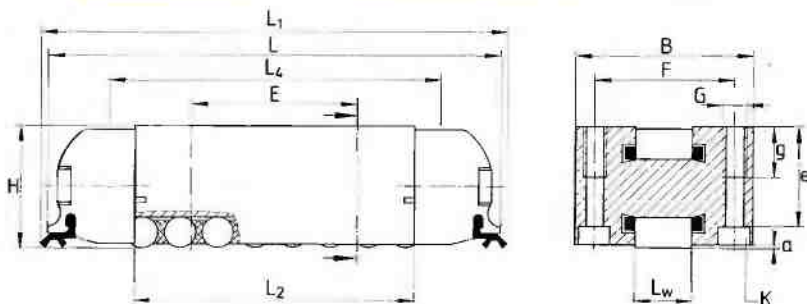


Diagramme de précharge d'un guidage avec deux RUS 26 102 (compte tenu de la déformation du support)



11.12.4. Tableau de dimensions des patins à rouleaux (série RUS)



Désignations	Masses (kg)	Dimensions en mm							Charges de base	
		H	L	B	L ₁ ≈	L ₂	L _w	a	dyn. C (N)	stat. Co (N)
RUS 19 069	0,16	19	69	27	75	44	10	0,2	42 000	33 000
RUSZ 12 044	0,16	19,05	69	25,4	75	44	10	0,2	42 000	33 000
RUS 19 105	0,27	19	105	27	111	78,5	10	0,2	68 000	61 000
RUS 26 086	0,41	26	86	40	92	53	14	0,2	76 000	56 000
RUS 26 102	0,53	26	102	40	108	69	14	0,2	95 000	75 000
RUS 26 126	0,70	26	126	40	132	93	14	0,2	122 000	103 000
RUSZ 18 059	0,47	28,57	94	38,1	100	60	14	0,2	86 000	65 000
RUS 38 134	1,27	38	133	52	133	85	20	0,2	179 000	133 000
RUSZ 24 084	1,26	38,1	133	50,8	133	85	20	0,2	179 000	133 000
RUS 38 206	2,28	38	206	52	206	158	20	0,2	305 000	265 000

Désignations	Cotes de montage en mm						K (2)	Cales de réglage (3)	Rails de guidage (3)
	L ₄ (1)	E ±0,1	F ±0,1	G	e	g			
RUS 19 069	50	25,5	20,6	M 4	15,5	6	M 3	VUS 19 069	UG 6628 ou UFB 4710
RUSZ 12 044	50	25,5	20,6	-	15,5	-	M 3	VUSZ 12 044	
RUS 19 105	85	50	20,6	M 4	15,5	6	M 3	VUS 19 105	UG 9741 ou UFB 6412
RUS 26 086	63	28	30	M 6	21	10	M 4	VUS 26 086	
RUS 26 102	79	44	30	M 6	21	10	M 4	VUS 26 102	UG 12553 ou UFB 7812
RUS 26 126	103	68	30	M 6	21	10	M 4	VUS 26 126	
RUSZ 18 059	71	38	31	-	23,6	-	M 4	VUSZ 18 059	
RUS 38 134	100	51	41	M 8	31	14	M 6	VUS 38 134	
RUSZ 24 084	100	51	41	-	32,1	-	M 5	VUSZ 24 084	
RUS 38 206	172	102	41	M 8	31	14	M 6	VUS 38 206	

Exemples de désignation :

Patin à rouleaux RUS 26102 avec une hauteur comprise entre H -10 µm et H -15 µm :
RUS 26 102 H -10 -15.

Patin à rouleaux RUS 38 134 KS avec une hauteur comprise entre H -10 µm et H -15 µm :
RUS 38 134 KSH -10 -15.

- (1) Longueur minimale d'appui
- (2) Pour vis selon NF E 25-125 ou DIN 912
- (3) Voir catalogue constructeur

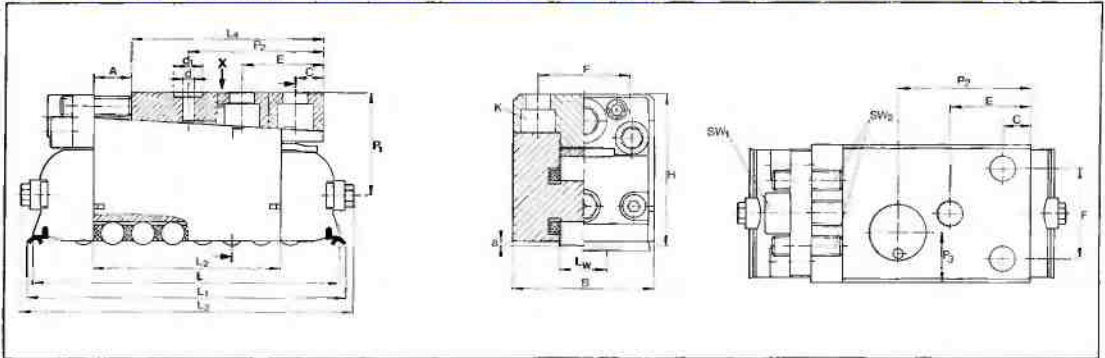
Roulements appariés

En cas d'appariage de 8 patins à rouleaux RUS 26 102, ceux-ci sont livrés dans une tolérance de hauteur réduite de 2,5 µm.

8 patins RUS 26 102 4S appariés.



11.12.5. Tableau de dimensions des patins à rouleaux à cale intégrée (série RUSV)

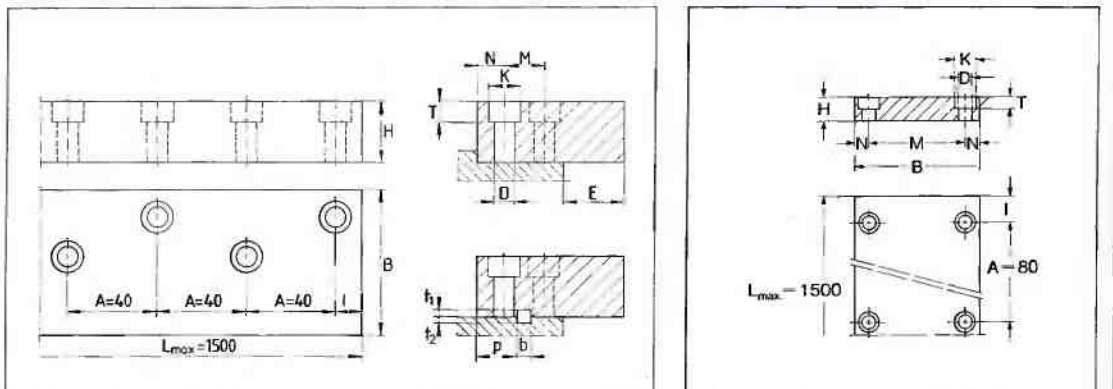


Désignations	Masse (kg)	Dimensions en mm											Charges de base	
		H	L	B	L _w	a	L ₁ ~	L ₂	L ₃	L ₄	d ₁	C	dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)
RUSV 30 069 KS	0,32	30	69	27	10	0,3	75	43,5	82	45	12	5	42 000	33 000
RUSV 30 105 KS	0,46	30	105	27	10	0,3	111	78,5	117	79	12	5	68 000	61 000
RUSV 42 086 KS	0,81	42	86	40	14	0,3	92	52,4	98	54	16	8	76 000	56 000
RUSV 42 102 KS	0,99	42	102	40	14	0,3	108	68,4	114	70	16	8	95 000	75 000
RUSV 42 126 KS	1,26	42	126	40	14	0,3	132	92,4	138	94	16	8	122 000	103 000

Désignations	Dimensions en mm								Vis de réglage SW ₁ (1)	Vis de blocage SW ₂ (1)	Réglage		Augmentation de la hauteur par tour (environ)	Patins à rouleaux correspondants	Rails correspondants
	E	F	i (2)	P ₁	P ₂	P ₃	d	K			A maxi	Δh maxi			
RUSV 30 069 KS	25	19	4	21	33	9	2,5	M4	3	2	7	0.37	0.035	RUS 19069 KS	UG 6628
RUSV 30 105 KS	45	19	4	21	53	9	2,5	M4	3	2	7	0.37	0.023	RUS 19 105 KS	UG 4710
RUSV 42 086 KS	23	26	6	29,5	38	14,5	3	M6	6	3	10	0.52	0.05	RUS 26 086 KS	UG 9741
RUSV 42 102 KS	38	26	6	29,5	53	14,5	3	M6	6	3	10	0.52	0.05	RUS 26 102 KS	UG 6412
RUSV 42 126 KS	58	26	6	29,5	73	14,5	3	M6	6	3	10	0.52	0.05	RUS 26 126 KS	

(1) SW = cote sur plats (2) hauteur de l'appui latéral sur la cale

11.12.6. Exemples de rails de guidage standard pour patins à rouleaux



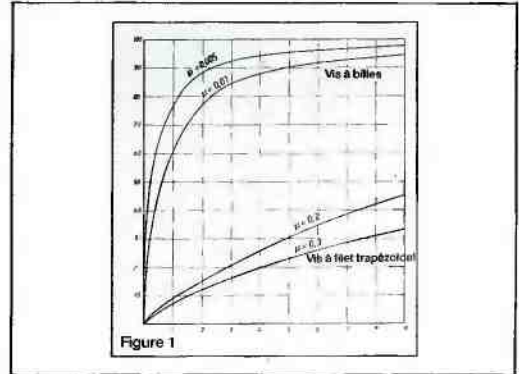
Dimensions : se reporter aux catalogues des constructeurs.



11.13.1. Conditions de choix et de montage

La vis à bille constitue un ensemble économique de haute précision. Par rapport à la vis trapézoïdale, on peut noter les avantages suivants:

- le rendement mécanique, qui est de 50% au maximum avec la vis à filet trapézoïdal, atteint 98% avec la vis à billes sans racleurs
- la durée de vie est plus élevée
- la puissance d'entraînement est réduite
- il n'y a aucun effet de stick-slip
- la vitesse de déplacement est élevée
- l'échauffement est réduit.



Classe de précision

Classe	Ecart de pas total ΔP _{total} (μm) Longueur filetée l (mm)						
	300	600	900	1200	1500	2000	3000
25	25	50	75	100	125	167	250
50	50	100	150	200	250	333	500
100	100	200	300	400	500	666	1000
200	200	400	600	800	1000	1333	2000

Remarque : Les vis à billes existent aussi en exécution rectifiée (plus précise).

Gamme de fabrication

Longueur de vis, diamètre et pas.

Les diamètres nominaux et les pas correspondent aux normes DIN 69051 ; NF E. 22 201 et ISO 3408.

Diamètre nominal d ₀ (mm)	Pas							Longueur maxi (mm)	
	2,5	5	10	16	20	25	32		40
8	*								3000-3500
12		*							3000-3500
16			*	x					3000-3500
20			*		x				3000-3500
25		*	*			x			4500-5000
32		*	*	*	x		x		4500-5000
40		*	*	*	*			x	4500-5000
50		*	*	*	*	*		x	5000-5900
63		*	*	*	*	*	*	x	5500-5900
80		*	*	*	*	*	*	x	5500-5900

- * : vis pas standard
- x : vis pas rapide

Domaine d'application

- Industrie de la machine-outil
- Industrie de l'acier
- Industrie de l'automobile
- Technologie des réacteurs nucléaires
- Industrie aéronautique
- Equipements militaires
- Applications médicales.

Calculs

Capacité de charge statique C₀

C'est la charge statique axiale centrée correspondant à une déformation permanente entre bille et piste de roulement de 0,001 fois le diamètre des billes.

Capacité de charge dynamique C

C'est la charge statique axiale centrée et constante qu'un groupe de billes, apparemment identique, peut supporter pour une durée de vie d'un million de révolutions.

Durée de vie

La durée de vie nominale d'une vis à billes est exprimée par le nombre de rotations (ou par le nombre d'heures si la vitesse est constante) qui est atteint ou dépassé par au moins 90% d'entre elles avant que les premiers signes d'une fatigue de la matière deviennent visibles. On exprime la durée de vie nominale par L ou L_h selon l'indication en nombre de rotations ou en heures d'utilisation.

Durée de vie nominale

- en nombre de rotation (L)

$$L = \left(\frac{C}{F_m} \right)^3 \times 10^6$$

- en heures (L_h)

$$L_h = \frac{L}{n_m \times 60}$$

Couple d'entraînement

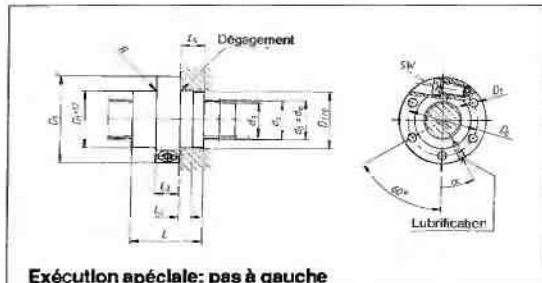
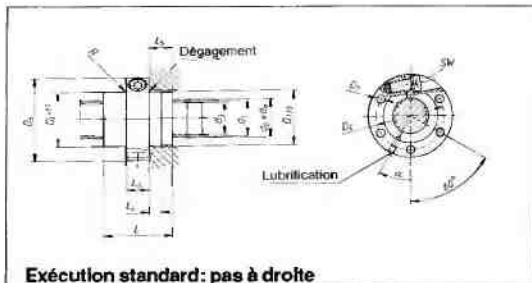
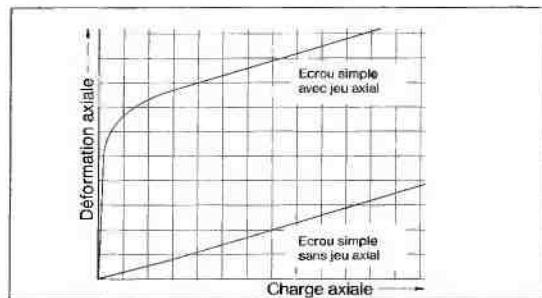
$$M_{ta} = \frac{F \times P}{2000 \times \pi \times \eta}$$

Avec :

- L : durée de vie (nombre de rotations)
- L_h : durée de vie (heures)
- C : capacité de charge dynamique (N)
- F_m : charge moyenne (N)
- n_m : vitesse de rotation moyenne (min-1)
- M_{ta} : couple d'entraînement (Nm)
- F : charge (N)
- P : pas (mm)
- η : rendement (approx. 0,9)

11.13.2. vis à billes roulées standard

- Exécution roulée de précision avec écrou simple à précharge réglable.
- Chemin de roulement de l'écrou rectifié.



Dia. nom. x Pas $d_o \times P$	Rangées de billes i	Dimensions (mm)														Lubrification	α (°)	Capacité de charge (N)	
		d_1	d_3	D_{1f9}	D_5	D_6	$5 \times D_7$	L	L_3	L_4	L_5	R	SW	dyn. C	stat. C_0				
Exécution standard: pas à droite																			
8 x 2,5	3	7,5	6,2	16	30	23	3,4	16	13	3	3	-	2,5	3,9	90	3 000	2 900		
12 x 5	3	11,2	9,2	24	40	32	4,5	32	12	5	10	-	4	M6	35	6 900	7 200		
16 x 5	4	15	12,5	28	53	40	6,6	45	15	10	15	0,5	5	M6	37	11 900	15 100		
16 x 16	2	15	12	33	58	45	6,6	45	15	10	15	0,5	5	M6	40	9 200	8 400		
20 x 5	4	19	16,5	33	58	45	6,6	45	15	10	15	0,5	5	M6	34	12 300	19 100		
20 x 20	2	19	14,9	38	63	50	6,6	64	20	10	22	0,5	6	M6	30	16 000	14 300		
25 x 5	4	24	21,5	38	63	50	6,6	45	20	8	12,5	0,5	6	M6	30	13 300	25 200		
25 x 10	4	24	21,5	38	63	50	6,6	64	20	10	22	0,5	6	M6	30	13 300	25 200		
25 x 25	2	23,5	19,5	48	73	60	6,6	80	25	16	27,5	0,8	6	M6	42	18 700	20 600		
32 x 5	4	31	28	48	73	60	6,6	46	20	10	14	0,8	6	M6	31	17 700	37 000		
32 x 10	5	31	28	48	73	60	6,6	77	20	16	28,5	0,8	6	M6	282	20 800	46 800		
32 x 20	2	30,5	26,7	56	80	68	6,6	64	20	10	22	0,8	6	M8 x 1	30	18 600	25 100		
32 x 32	2	30,5	26,7	56	80	68	6,6	88	20	10	34	0,8	6	M8 x 1	30	18 600	25 100		
40 x 5	5	39	36	56	80	68	6,6	54	20	10	17	0,8	6	M8 x 1	25	22 000	59 000		
40 x 10	4	38	33,4	63	95	78	9,0	70	25	10	22,5	1,0	10	M8 x 1	33	43 000	76 600		
40 x 20	3	38	33,4	63	95	78	9,0	88	25	16	31,5	1,0	10	M8 x 1	270	34 500	56 500		
40 x 40	2	38	31,4	72	110	90	11,0	113	40	16	36,5	1,0	12	M8 x 1	41	43 600	52 700		
50 x 5	5	49	46	68	98	82	9,0	54	25	10	14,5	1,0	10	M8 x 1	23	23 500	74 700		
50 x 10	6	48	43,4	72	110	90	11,0	90	30	16	30	1,0	12	M8 x 1	29	62 100	153 800		
50 x 20	3	47	40,4	85	125	105	11,0	92	30	16	31	1,0	12	M8 x 1	270	70 250	106 700		
50 x 40	2	47	40,4	85	125	105	11,0	113	30	16	41,5	1,0	12	M8 x 1	30	51 500	68 600		
Exécution spéciale: pas à gauche																			
32 x 5	4	31	28	48	73	60	6,6	48	20	10	14	0,8	6	M6	31	17 000	37 000		
40 x 5	5	39	36	56	80	68	6,6	54	20	10	17	0,8	6	M8 x 1	25	22 000	59 000		
40 x 10	4	38	33,4	63	95	78	9,0	70	25	10	22,5	1,0	10	M8 x 1	33	43 000	76 600		

Remarque : la précharge est réglée radialement par une fente d'environ 0,1 mm de large et représente environ 5% de la capacité de charge dynamique C.

Pour les vis avec usinage, le réglage est fait systématiquement en usine.

Le couple de rotation à vide $F_V = 0,05 C$ est presque comparable à celui du système double écrou pour $F_V = 0,013 C$.

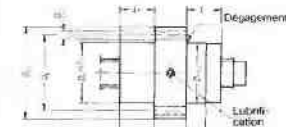
Le couple de friction sous charge n'est pas supérieur à celui du système double écrou.



Exécution roulée avec écrou simple à bride

Dia. nom. x Pas $d_o \times P$	Rangées de billes i	Dimensions (mm)												Lubrification	jeu axial maxi	Capacité de charge (N)	
		d_1	d_3	$D_{1 f9}$	D_5	D_6	D_7	L	L_3	L_4	L_5	R	dyn. C			stat. C_0	
8 x 2,5	3	7,5	6,2	16	30	23	6 x 3,4	16	8	8	-	-	3,9	0,04	3 000	3 200	
12 x 5	3	11,2	9,2	24	40	32	6 x 4,5	32	12	10	-	-	M6	0,06	6 900	7 800	
16 x 5	4	15	12,5	28	53	40	4 x 6,6	45	12	11	-	0,5	M6	0,07	11 900	16 400	
16 x 16	2	15	12	33	58	45	6 x 6,6	45	15	10	15	-	M6	0,09	9 200	9 100	
20 x 5	4	19	16,5	33	58	45	6 x 6,6	45	12	11	-	0,5	M6	0,07	12 300	20 800	
20 x 20	2	19	14,9	38	63	50	6 x 6,6	64	20	10	22	-	M6	0,12	16 000	15 600	
25 x 5	4	24	21,5	38	63	50	6 x 6,6	45	12	11	-	0,5	M6	0,07	13 300	27 400	
25 x 10	4	24	21,5	38	63	50	6 x 6,6	64	12	22	-	0,5	M6	0,07	13 300	27 400	
25 x 25	2	23,5	19,5	48	73	60	6 x 6,6	80	25	16	27,5	-	M6	0,12	18 700	22 400	
32 x 5	4	31	28	48	73	60	6 x 6,6	48	13	15	-	0,8	M6	0,09	17 700	40 300	
32 x 10	5	31	28	48	73	60	6 x 6,6	77	13	15	-	0,8	M6	0,09	20 800	50 900	
32 x 20	2	30,5	26,7	56	80	68	6 x 6,6	64	15	15	-	-	M8 x 1	0,12	18 600	27 300	
32 x 32	2	30,5	26,7	56	80	68	6 x 6,6	88	20	10	34	-	M8 x 1	0,12	18 600	27 300	
40 x 5	5	39	36	56	80	68	6 x 6,6	54	15	15	-	0,8	M8 x 1	0,09	22 000	64 200	
40 x 10	4	38	33,4	63	95	78	6 x 9,0	70	15	20	-	1,0	M8 x 1	0,15	43 000	83 300	
40 x 20	3	38	33,4	63	95	78	6 x 9,0	88	15	15	-	-	M8 x 1	0,15	34 500	61 400	
40 x 40	2	38	31,4	72	110	90	6 x 11,0	113	40	16	36,5	-	M8 x 1	0,20	43 600	57 300	
50 x 5	5	49	46	68	98	82	6 x 9,0	54	15	20	-	1,0	M8 x 1	0,09	23 500	81 200	
50 x 10	6	48	43,4	72	110	90	6 x 11,0	90	18	27	-	1,0	M8 x 1	0,15	62 100	167 200	
50 x 20	3	47	40,4	85	125	105	6 x 11,0	92	22	23	-	-	M8 x 1	0,22	70 250	115 900	
50 x 40	2	47	40,4	85	125	105	6 x 11,0	113	22	23	-	-	M8 x 1	0,22	51 500	74 500	

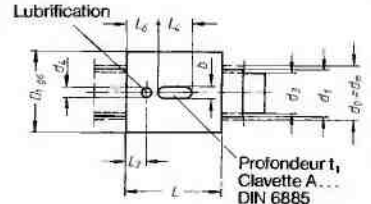
Écrou simple à bride



Exécution pour 20 x 20
25 x 25
40 x 40



Écrou simple cylindrique



Exécution roulée avec écrou simple cylindrique

Dia. nom. x Pas $d_o \times P$	Rangées de billes i	Dimensions (mm)											jeu axial maxi	Capacité de charge (N)	
		d_1	d_3	d_4	b^{P9}	$t \pm 0,1$	$D_{1 f9}$	$L \pm 0,1$	$L_4 \pm 0,2$	L_6	L_7	dyn. C		stat. C_0	
8 x 2,5	3	7,5	6,2	2	3	1,8	16	16	6	5	3,5	0,04	3 000	3 200	
12 x 5	3	11,2	9,2	4	5	3,0	24	32	12	10	7,0	0,06	6 900	7 800	
16 x 5	4	15	12,5	4	5	3,0	28	45	16	14,5	9,5	0,07	11 900	16 400	
16 x 16	2	15	12	4	5	3,0	33	45	16	14,5	9,5	0,09	9 200	9 100	
20 x 5	4	19	16,5	4	5	3,0	33	45	16	14,5	9,5	0,07	12 300	20 800	
20 x 20	2	19	14,9	4	5	3,0	38	64	20	22	9,5	0,12	16 000	15 600	
25 x 5	4	24	21,5	4	5	3,0	38	45	16	14,5	9,5	0,07	13 300	27 400	
25 x 10	4	24	21,5	4	5	3,0	38	64	20	22	9,5	0,07	13 300	27 400	
25 x 25	2	23,5	19,5	4	5	3,0	48	80	20	30	10,5	0,12	18 700	22 400	
32 x 5	4	31	28	4	5	3,0	48	48	20	14	9,5	0,09	17 700	40 300	
32 x 10	5	31	28	4	5	3,0	48	77	20	28,5	9,5	0,09	20 800	50 900	
32 x 20	2	30,5	26,7	4	5	3,0	56	64	20	22	9,5	0,12	18 600	27 300	
32 x 32	2	30,5	26,7	4	5	3,0	56	88	20	34	9,5	0,12	18 600	27 300	
40 x 5	5	39	36	4	5	3,0	56	54	20	17	9,5	0,09	22 000	64 200	
40 x 10	4	38	33,4	4	5	3,0	63	70	20	25	14,0	0,15	43 000	83 300	
40 x 20	3	38	33,4	4	5	3,0	63	88	20	34	14,0	0,15	34 500	61 400	
40 x 40	2	38	31,4	4	5	3,0	72	113	20	46,5	14,0	0,20	43 600	57 300	
50 x 5	5	49	46	4	5	3,0	68	54	20	17	9,5	0,09	23 500	81 200	
50 x 10	6	48	43,4	5	5	3,0	72	90	20	35	14,0	0,15	62 100	167 200	
50 x 20	3	47	40,4	5	6	3,5	85	92	32	30	14,0	0,22	70 250	115 900	
50 x 40	2	47	40,4	5	6	3,5	85	113	32	40,5	14,0	0,22	51 500	74 500	

11.13.3. Modules linéaires à vis à billes (STAR)

Éléments motorisés "prêt à monter", ils peuvent être associés à un servomoteur et à une commande, devenant ainsi un ensemble compact de commande et d'entraînement.

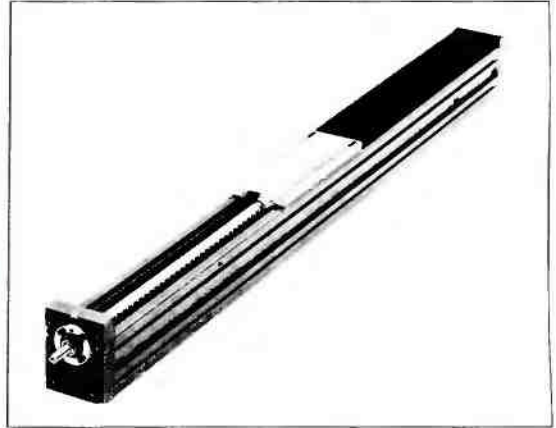
Remarque : Le module linéaire existe également en version d'entraînement à courroie crantée (STAR).

Données techniques

- L = course x 1,23 + 350 (mm)
- $I_x = 414 \text{ cm}^4$
- $I_y = 658 \text{ cm}^4$
- Poids (kg) = $0,021 \times L + 3,5$ + plateau, (avec L en mm)
- Masse du plateau : env 5,8 kg

Données pour l'entraînement

- Diamètre de la vis : 32 mm
- Pas de la vis : 32 mm
- Capacité dyn. de la vis à billes : C = 18 600 N



Vitesses de rotation maximum admissible et vitesses linéaires		
L (mm)	n_{max} (min^{-1})	v_{max} (m/min)
Jusqu'à 1 200	2 500	80,0
1 500	2 000	64,0
2 000	1 100	35,2
2 500	700	24,5
3 000	500	16,0

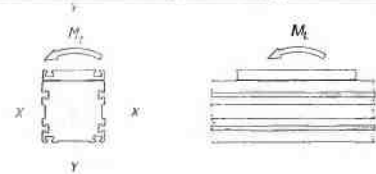
Capacité de charge dynamique du guidage à billes sur rails :
C = 21 900 N

Couple dynamique sur le guidage à billes sur rails :

$M_t = 308 \text{ N.m}$

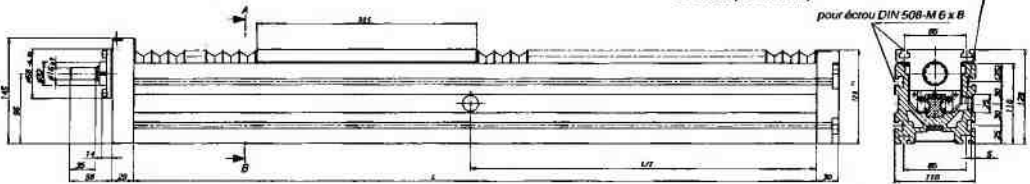
$M_L = 1 000 \text{ N.m}$

La capacité de charge C ainsi que les couples M_t et M_L se réfèrent à une durée de vie nominale de 100 km.



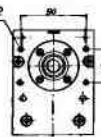
Graisseur à cuvette DIN 3405 AM 8 x 1 pour guidage à billes sur rails et graisseur DIN 71471 CM 6 pour vis à billes (orifice de lubrification bilatéral situé à L/2 dans le corps du module)

Coupe A-B

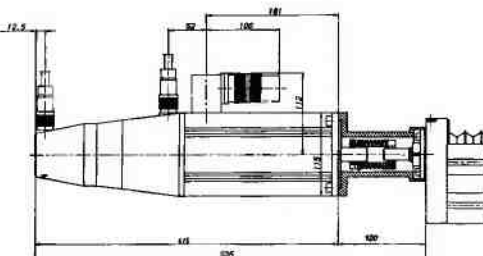
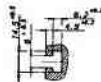


Graisseur à cuvette DIN 3405 AM 8 x 1 pour le roulement fixe

M 8 - Profondeur 12



Dimensions pour rainure en T



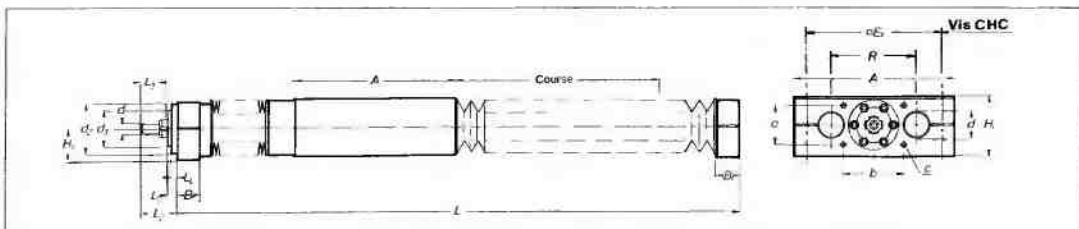


11.14.1. Chariots linéaires avec vis à billes

- Les chariots permettent de simplifier les plans, évitent l'achat de diverses pièces détachées et font économiser du temps et des coûts pour le montage. Ils sont usinés prêts à monter.
- Corps de chariot et entretoise en alliage d'aluminium, permettant d'atteindre des valeurs d'accélération élevées.
- Les chariots sont flexibles et ont un encombrement réduit. Circulation de billes silencieuse et usure réduite.
- Les chariots peuvent être livrés "sans commande de déplacement" ou "avec vis à billes".

Chariot linéaire exécution : fermée avec vis à billes

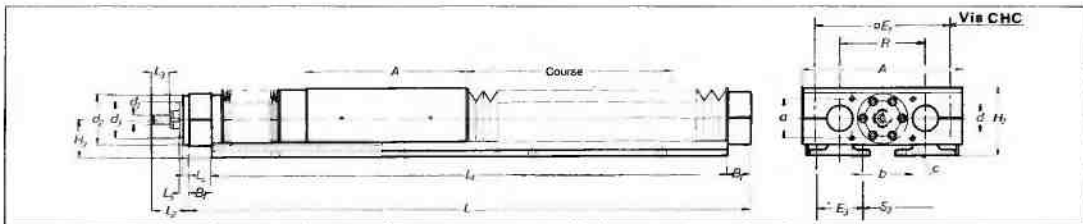
- Quatre douilles à billes fermées.
- Quatre racleurs. - Protection par gaine accordéon.
- Course à la demande.
- Deux brides entretoises en alliage d'aluminium.
- Deux arbres précision h6 (longueur à la demande).
- Vis à billes roulée avec écrous ajustés sans jeu.
- Protection par gaine accordéon.
- Course à la demande.
- Deux versions bride entretoise :
 - montage avec entretoise fixe et corps de chariot mobile (H_3, H_4).
 - montage avec corps de chariot fixe et entretoise mobile (H_5, H_6).



Dimensions (mm)															Charges (N) ⁽¹⁾		vis à billes					
d	A	H ₁	H ₃	B ₁	L	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	E ₁	Vis CHC	R	h7	d1	d ₂	d ₃	a	b	c	C	C ₀	Ø x pas
8	65	24	12,5	12	course x 1,40 + 150	25,5	12	3,5	5	55	4	32	4	29	17	14	32	M4	580	1200	sur demande	
12	85	34	18	14	1,35 + 180	30,5	12	5	6,5	73	5	42	6	38	24	18	38	M4	2120	2080	sur demande	
16	100	38	20	18	1,35 + 210	28,5	12	5	6,5	88	5	54	6	38	24	22	44	M5	2600	2520	12 x 5	
20	130	48	25	20	1,32 + 240	37	18	8	-	115	6	72	10	50	-	30	62	M6	4880	5000	16 x 5	
25	160	58	30	25	1,28 + 280	34,5	18	7	-	140	8	88	10	52	-	38	64	M6	8120	8800	16 x 5	
30	180	67	35	25	1,26 + 300	37,5	18	9	-	158	10	96	10	60	-	44	68	M6	10400	11200	20 x 5	
40	230	84	44	30	1,22 + 360	46	23	9	-	202	12	122	16	66	-	56	68	M8	17850	19600	25 x 5 ou 10	
50	280	100	52	30	1,20 + 410	46	23	9	-	250	12	152	16	66	-	62	62	M8	27940	28400	25 x 5 ou 10	

Chariot linéaire exécution : ouverte avec vis à billes

- Quatre douilles à billes ouvertes.
- Mêmes caractéristiques que les chariots linéaires "exécution fermée".
- (Une seule version montage " bride entretoise " avec corps de chariot fixe et entretoise mobile).



Dimensions (mm)															Charges (N) ⁽¹⁾		vis à billes							
d	A	H ₇	H ₉	B ₁	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	d ₁	d ₂	d ₃	E ₁	E ₃	Vis CHC	S ₃	a	b	c	T ₁	C	C ₀	Ø x pas
12	85	40	22	14	course x 1,35 + 180	L-28	30,5	12	5	6,5	6	38	24	73	29	6	5,3	18	38	M4	75	2440	2400	sur demande
16	100	48	26	18	x 1,35 + 210	L-36	28,5	12	5	6,5	6	38	24	88	33	6	5,3	22	44	M5	100	3000	2920	12 x 5
20	130	57	32	20	x 1,32 + 240	L-40	37	18	8	-	10	50	-	115	37	8	6,4	30	62	M6	100	5060	5200	16 x 5
25	160	66	36	25	x 1,28 + 280	L-50	34,5	18	7	-	10	52	-	140	42	10	8,4	38	64	M6	120	8500	9160	16 x 5
30	180	77	42	25	x 1,26 + 300	L-50	37,5	18	9	-	10	60	-	158	51	12	10,5	44	68	M6	150	10800	11640	20 x 5
40	230	95	50	30	x 1,22 + 360	L-60	44	21	9	-	16	66	-	202	55	16	13	56	68	M8	200	18600	20400	25 x 5 ou 10
50	280	115	60	30	x 1,20 + 410	L-60	44	21	9	-	16	66	-	250	63	16	13	62	62	M8	200	29040	29520	25 x 5 ou 10

(1) voir page suivante

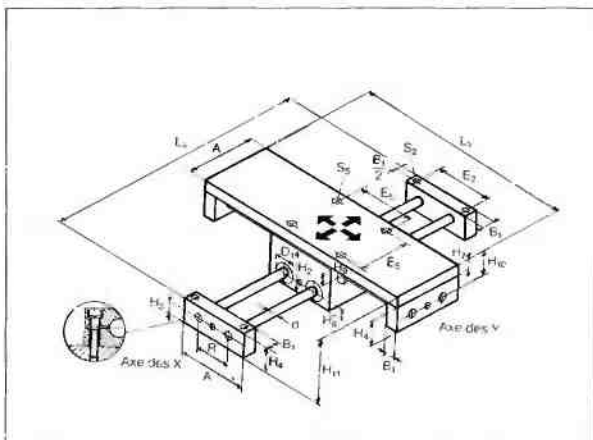


11.14.2. Chariots à mouvements croisés exécution fermée

Sans commande de déplacement

- Corps de chariot croisé en alliage d'aluminium, avec 8 douilles à billes fermées et racleurs.
- Plateau supérieur en alliage d'aluminium.
- Quatre arbres de précision h 6.
- Vis à billes roulées avec écrou ajustés sans jeu.

Axes des X : arbres fixes, corps de chariot mobile.
Axes des Y : arbres avec plateau supérieur mobile.



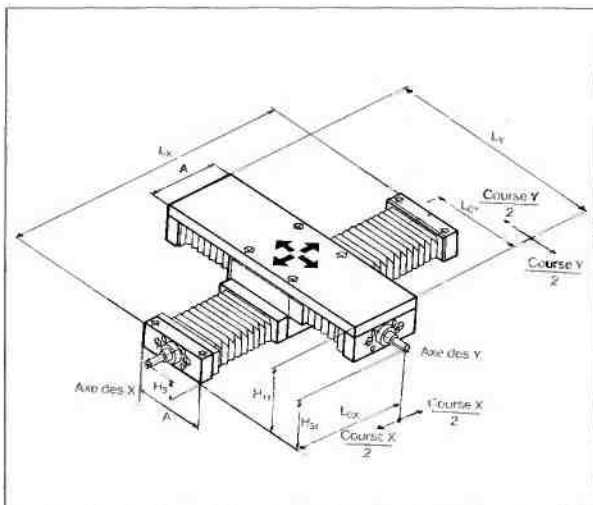
Dimensions (mm)

d	Dimensions (mm)															Charges (N)		Poids (kg)				
	A	B ₁	D ₁	R	H ₂	H ₃	H ₄	H ₇	H ₉	H ₁₀	H ₁₁	E ₂	S ₂	E ₅	S ₅	L _x	L _y		X	Y	C ⁽¹⁾	C ₀
12	85	14	22	42	55	18	32	11	16	29	70	70	6,6	70	M6	325	275	210	160	2120	2080	3,10
20	130	20	32	72	80	25	46	21	23	46	105	108	11	108	M10	490	400	320	230	4880	5000	11,80
30	180	25	47	96	113	35	64	31	32	66	150	150	13,5	150	M12	670	545	440	315	10400	11200	32,60

Avec vis à billes

- Corps de chariot croisé en alliage d'aluminium, avec 8 douilles à billes fermées et racleurs.
- Plateau supérieur en alliage d'aluminium.
- Quatre arbres de précision h 6
- Vis à billes roulée avec écrou ajustés sans jeu.
- Protection par gaines accordéons.

Axes des X : arbres fixes, corps de chariot mobile.
Axes des Y : arbres avec plateau supérieur mobiles.

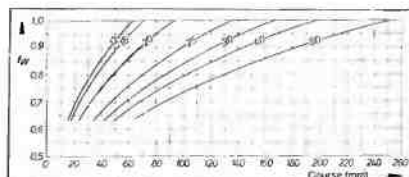


Dimensions (mm)

d	Dimensions (mm)								Course		Charges (N)		Poids (kg)	Vis Ø x pas
	A	H ₃	H ₁₁	H ₃₁	L _x	Lo _x	L _y	Lo _y	axe des X	axe des Y	C ⁽¹⁾	C ₀		
20	130	25	105	59	490	265	400	219	200	130	4 800	5 000	14,5	16 x 5
30	180	35	150	84	670	356	545	294	300	200	10 400	11 200	38,5	20 x 5

(1) Réduction des capacités de charge pour course courte

- Lorsque la course est courte, la durée de vie des arbres est plus basse que celle des douilles à billes.
- Donc, les capacités de charge indiquées dans les tableaux sont à multiplier par le facteur f_w .





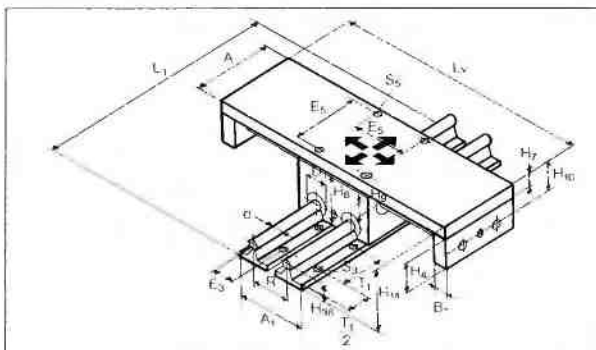
11.14.3. Chariots à mouvements croisés exécution ouverte

Sans commande de déplacement

- Corps de chariot croisé en alliage d'aluminium, avec 4 douilles à billes ouvertes et racleurs.
- Plateau supérieur en alliage d'aluminium.
- Quatre arbres de précision h 6
- Les arbres de l'axe des X sont munis de supports, longueur à la demande.

Axes des X : arbres fixes, corps de chariot mobile.

Axes des Y : arbres avec plateau supérieur mobile.



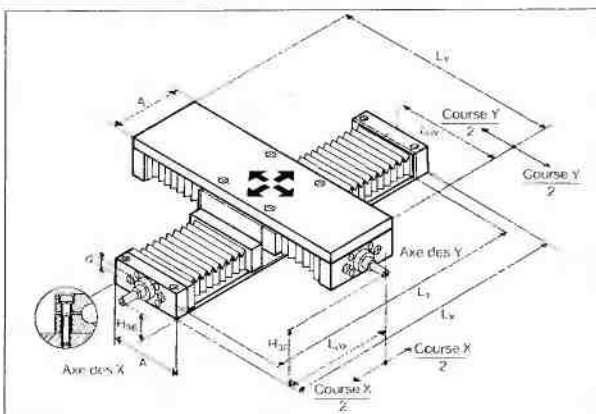
d	Dimensions (mm)																		Course axe X		Charges (N)		
	A	A ₁	B ₁	D ₁	R	H ₄	H ₇	H ₈	H ₉	H ₁₀	H ₁₄	H ₃₆	E ₃	S ₃	T ₁	E ₅	S ₅	L1 course x	L _y	à la dem.	C	C ₀	
20	130	124	20	32	72	46	21	74	23	46	112	32	37	6,6	100	108	M10	X + 130	400	à la dem.	230	5 060	5 200
30	180	165	25	47	96	64	31	106	32	66	157	42	51	9	150	150	M12	X + 180	545		315	10 800	11 640

Avec commande à billes

- Vis à billes roulée avec écrou ajusté sans jeu.
- Protection par gaines accordéons.

Axes des X : arbres fixes, corps de chariot mobile.

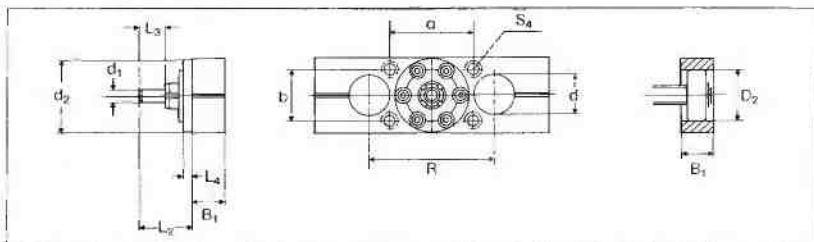
Axes des Y : arbres avec plateau supérieur mobile.



d	Dimensions (mm)						Course axe des X		Course axe des Y		Charges (N)		Poids (kg)	Vis Ø x pas
	A	H ₃₆	H ₃₇	L ₁	L _x	L _{0x}	L _y	L _{0y}	long à la demande	130	200	C		
20	130	32	66	L _x - 40	course x 1,3 + 240	L ₁ / 2 + 38	400	219	long à la demande	130	5 200	5 060	L _x x 0,01 + 7,7	16 x 5
30	180	42	91	L _x - 50	course x 1,3 + 300	L ₁ / 2 + 41	545	294	long à la demande	200	11 640	10 800	L _x x 0,01 + 7,7	20 x 5

Dimensions de raccordement pour la commande de mouvement

- Les entretoises des chariots à mouvements croisés avec vis à billes sont fabriquées conformément au tableau et aux plans ci-contre.
- Tenir compte de ces dimensions pour la réalisation et l'adaptation de la commande de mouvement.



d	Dimensions (mm)											
	B ₁	R	d ₁ h7	L ₃	d ₂	L ₄	L ₂	a	b	S ₄	D ₂	
20	20	72	10	18	50	8	37	62	30	M6 - 15	32	
30	25	96	10	18	60	9	37,5	68	44	M6 - 15	37	

11.15. Tables à transfert

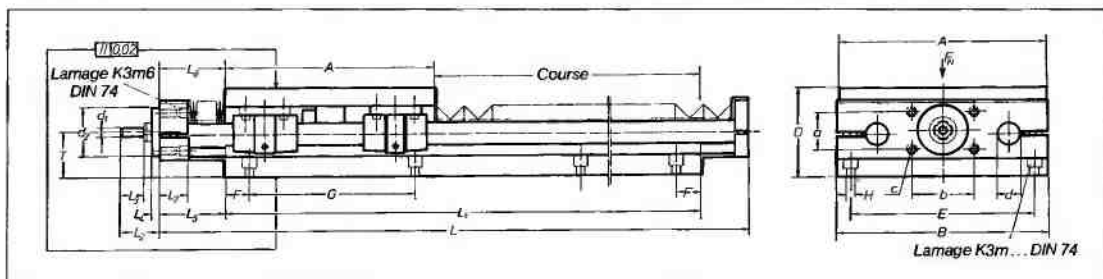
ALME



Avec vis billes

- Plateau en acier.
- Ensemble, socle et supports d'arbres, monobloc en alliage d'aluminium.
- Douilles à billes - Vis à billes roulée avec écrou ajustés sans jeu.

- Protection par gaine accordéon.
- Options : - asservissement de position - commande avec moteur pas à pas ou avec moteur à courant continu
- commande par manivelle - dimensions spéciales - plateau avec rainures en T ou perçages de fixation.



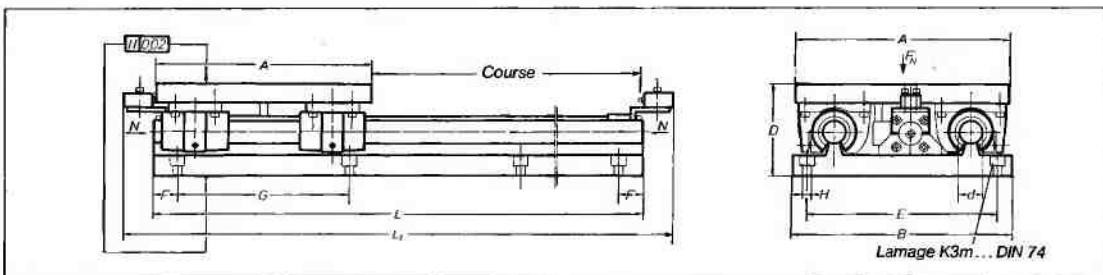
Dimensions (mm)

d	A	B	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₇	L ₈	h7 d ₁	g6 d ₂	D	E	F	G	H	T	a	b	c	course	Charges (N) ⁽¹⁾		Vis Ø x pas
																							C	C ₀	
16	150	155	780	650	35	18	6	70	30	120	10	52	65	135	15	155	6,6	32,5	40	66	M 8 x 18	400	3 000	2 920	16 x 5
25	220	225	1115	925	40	21	8	105	40	107,5	10	52	95	195	25	175	9	49	40	66	M 8 x 18	700	8 500	9 160	16 x 5
40	320	325	1210	1000	45	23	10	115	40	105	16	66	140	285	25	190	9	70	50	66	M 8 x 18	700	18 600	20 400	16 x 5

Avec commande pneumatique

- Plateau en acier.
- Ensemble, socle et supports d'arbres, monobloc en alliage d'aluminium.
- Douilles à billes - Vis à billes roulée avec écrou ajustés sans jeu.

- Vérin pneumatique sans tige de piston.
- Options : vérin normalisé - dimensions spéciales - protection, choix à préciser - plateau avec rainures en T ou perçages de fixation.

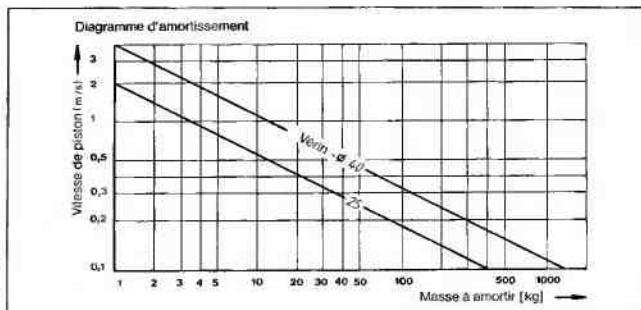


Dimensions (mm)

d	A	B	L	L ₁	D	E	F	G	H	N	course	Ø vérin	Charges (N) ⁽¹⁾		Force maxi à 6 bar (N)
													C	C ₀	
16	150	155	650	650	65	135	15	155	6,6	R 1/8"	400	25	3 000	2 920	250
25	220	225	925	985	95	195	25	175	9	R 1/8"	700	25	8 500	9 150	250
40	320	325	1 000	1 090	140	285	25	190	9	R 1/4"	700	40	18 600	20 400	600

Diagramme d'amortissement

- La charge admissible dépend de la vitesse du vérin
- Tenir compte du poids propre du plateau :
 - d = 16 ⇒ 3 kg
 - d = 25 ⇒ 10 kg
 - d = 40 ⇒ 32 kg



(1) La capacité de charge s'entend pour une charge de direction F_N , uniformément répartie sur les quatre douilles à billes. Pour des courses courtes, il faut appliquer le facteur de minoration f_w (page 266)

12. Articulations . Rotules. Embouts. Suspensions



Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX



Fiche de
CALCULS

12.1. Articulations élastiques	270
12.1.1. Démarche de choix et de calcul	
12.1.2. Articulations Flexibloc	271
12.2. Rotules et embouts	272
12.2.1. Guide de choix du type de rotule	
12.2.2. Rotules radiales acier - acier	273
12.2.3. Rotules radiales autolubrifiantes acier - bronze fritté	
12.2.4. Rotules radiales autolubrifiantes acier - PTFE	274
12.2.5. Rotules à contact oblique	
12.2.6. Rotules axiales	
12.2.7. Etude des montages	275
12.2.8. Embouts acier - acier	276
12.2.9. Embouts autolubrifiants acier - bronze fritté	
12.3. Suspensions élastiques	277
12.3.1. Démarche de choix et calcul d'une suspension élastique	
12.3.2. Choix des types de suspensions élastiques	278
12.3.3. Plots à élasticité radiale prédominante	279
12.3.4. Suspension élastique équiréquences	280
12.3.5. Suspensions à élasticité axiale prédominante	281
12.3.6. Suspension élastique basse fréquence	
12.3.7. Supports élastiques divers	282



12.1.1. Démarche de choix et de calcul

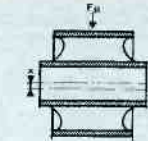
Fonctionnement

- Déformation élastique de l'élastomère sous l'effet de forces ou de couples extérieurs.
- Isolation vibratoire des hautes fréquences.
- Suppression complète des jeux et des frottements.
- Réduction de l'usure et du bruit.
- Ne jamais atteindre les couples ou les efforts de rupture.

Caractéristiques statiques

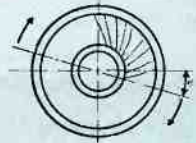
Caractéristiques radiales

- L'application d'un effort radial F_R provoque un excentrage élastique (X) par compression de l'élastomère d'un côté et par détente du côté diamétralement opposé.



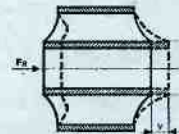
Caractéristiques de torsion

- L'application d'un couple autour de l'axe de révolution de l'articulation provoque une déformation élastique angulaire (α). Cette déformation provoque un couple de rappel élastique exprimé en daN.m.



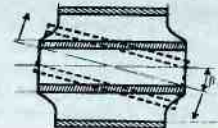
Caractéristiques axiales

- L'application d'un effort axial (F_a) sur le tube intérieur (le tube extérieur est immobilisé) provoque un déplacement élastique (Y) parallèle à l'axe de l'articulation par cisaillement de l'élastomère.



Caractéristiques côniques

- L'application d'un couple d'axe perpendiculaire à l'axe de révolution de l'articulation provoque une déformation élastique angulaire (β).
- Cette déformation provoque un couple de rappel élastique (daN)



Caractéristiques dynamiques

- Suivant la fréquence des oscillations il y a lieu de réduire les charges et les amplitudes angulaires données dans les tableaux.

Données de base

- Pour chacun des quatre types de sollicitations possibles sur la pièce, il y a lieu de tenir compte :
 - des valeurs statiques maxima (effort et / ou déformation) auxquelles la pièce est soumise.
 - des valeurs dynamiques maxima ainsi que leur fréquence.

Paramètres fondamentaux

- En fonction de l'application, déterminer à partir des données de bases le ou les paramètres fondamentaux prédominants pour le choix de l'articulation.

Dimensions

- Les paramètres fondamentaux permettent de rechercher, dans la nomenclature, les dimensions possibles de diverses articulations.

Elasticité

- Le choix définitif de l'articulation se fera en fonction de l'élasticité ou rigidité désirée pour l'application. Notamment, il sera déterminé l'éclatement et l'épaisseur de l'élastomère désirés pour l'articulation recherchée.

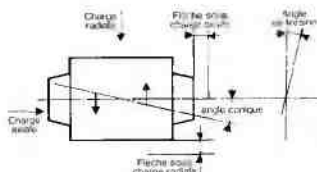
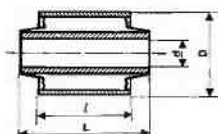
Exemple

- Articulation d'un tapis vibrant :
 - Poids : 120 daN. Nombre de points de fixation : 6. Angle de débattement $\pm 2^\circ$.
 - Fréquence : 600 cycles / min = 10 Hz. Charge radiale par articulation = 20 daN.
 - Coefficient de réduction des amplitudes à 10 Hz, $\mu = 0,18$
 - Angle de torsion : $2^\circ / 0,18 = 11^\circ$
- Dans ce cas, les paramètres axial et cône ne sont pas prépondérants pour le choix des articulations.
- Le diamètre de fixation des bielles étant de 10 mm, on choisira dans le tableau des articulations normalisés : $d = 22$ mm, $L = 17$ mm, $L = 15$ mm, charge radiale = 40 daN.
- Angle de torsion maxi = 25° . On utilisera 6 articulations.

Calcul



12.1.2. Articulation Flexibloc



d mm	D mm	L mm	l mm	Radial		Torsion	Axial		Cônique	Dureté	
				Charge statique daN	Flèche mm	Angle maxi degré	Charge statique daN	Flèche mm	Angle maxi degré		
6	16	14	12	10	0,07	30°	5	0,3	7°	68	
8	16	17	15	30	0,1	15°	15	1,3	3°	60	
	16	28	25	65	0,03	20°	45	0,2	1°	68	
	20	17	15	15	0,1	30°	10	0,3	7°	68	
	20	19	15	20	0,1	30°	10	0,3	7°	68	
	32	23,2	18	30	0,5	35°	20	1,5	6°	63	
10	22	17	15	40	0,3	25°	15	0,8	6°	60	
	22	17	15	35	0,03	20°	15	0,4	3°	68	
	22	23	20	55	0,03	20°	35	0,4	1°	68	
	22	30	25	100	0,2	20°	40	1,5	3°	60	
	22	33	30	110	0,03	20°	70	0,6	1°	68	
	22	34	30	55	0,1	30°	35	0,3	3°	68	
	26	26	20	40	0,4	5°			4°	64	
	28	27	20	80	0,5	20°	30	1	5°	70	
	12	25	23	20	56	0,04	20°	25	0,2	3°	68
		25	28	25	100	0,2	20°	40	1	4°	60
25		34	30	120	0,2	20°	50	0,8	3°	60	
25		38	35	145	0,04	20°	95	0,4	1°	68	
25		44	40	180	0,04	20°	120	0,4	1°	68	
25		54	50	550	0,3	15°	45	0,6	1°	60	
26		24	20	35	0,06	30°	20	0,4	7°	68	
26		27	23	90	0,1	15°	50	1,5	4°	65	
26		34	32	80	0,07	30°	50	0,4	3°	68	
28		28	25	50	0,07	30°	25	0,4	7°	68	
28		38	32	120	0,25	20°	60	1,5	3°	60	
30		30	24	110	0,5	35°	40	1,5	6°	60	
30		30	24	70	0,1	5°	25	0,6	4°	68	
30		42	36	210	0,55	30°	35	1,1	2°	60	
14		26	28	23	80	0,04	20°	40	0,4	3°	68
	27	28	25	120	0,2	20°	50	1,8	4°	60	
	27	45	40	120	0,2	25°	80	1,5	2°	45	
	27	49	45	250	0,04	20°	165	0,7	1°	68	
	27	54	50	280	0,04	20°	185	0,5	1°	68	
	28	44	40	250	0,1	15°	80	0,7	1°	75	
	30	28	25	50	0,08	30°	25	0,4	7°	68	
	30	30	25	50	0,08	30°	25	0,4	7°	68	
	30	42	38	150	0,2	30°	70	1,9	3°	60	
	30	42	38	100	0,08	30°	65	0,4	3°	68	
	32	33	30	130	0,4	25°	60	2	4°	60	
	32	54	46	190	0,08	25°	125	0,6	2°	68	
	32	70	65	300	0,2	30°	200	1,1	1°	60	
	36	34	32	170	0,3	30°	60	0,9	4°	75	
	14,3	30,2	69,8	63,5	370	0,1	20°	190	0,9	1°	68
32		26	20	70	0,05	20°	35	0,3	2°	68	
16	32	28	25	140	0,2	20°	50	1,6	5°	60	
	32	30	22	80	0,05	20°	40	0,3	3°	68	
	32	32	28	130	0,05	20°	65	0,4	3°	68	
	32	54	50	330	0,05	20°	220	0,4	1°	68	
	32	66	60	500	0,07	15°	180	1	1°	70	
	32	66	60	450	0,05	20°	300	0,4	1°	68	
	32	76	70	580	0,05	20°	390	0,5	1°	68	
	36	38	35	90	0,1	30°	45	0,5	7°	68	
	40	40	32	95	0,6	5°			4°	64	
	52	48	40	90	1	40°	50	4	7°	50	
	18	34	33	30	150	0,05	20°	75	0,4	3°	68
		34	36	32	160	0,05	20°	80	0,4	3°	68

12.2. Rotules et embouts

NF L 31-511

SKF

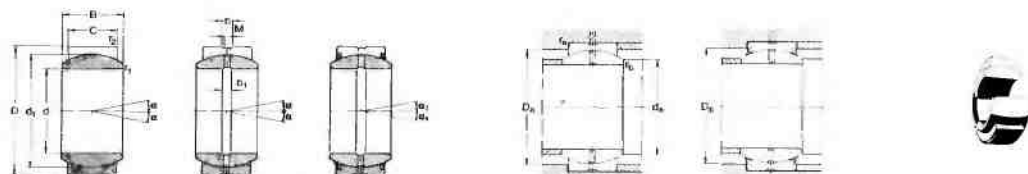


12.2.1. Guide de choix du type de rotule

Aptitudes →		Charges de base dynamique (C)		Charges de base statique (C ₀)	Capacité (d)	Sollicitations	Entretien	Température de fonctionnement	Angle de basculement (α)	Observations
		daN	daN	mm	°C					
Type de rotules ↓										
ROTULES RADIALES		Acier - acier	200 à 31 000	1 000 à 150 000	4 à 300	Charge alternée et radiale. 	nécessite une lubrification	300	3 à 16	<ul style="list-style-type: none"> - La résistance à la température varie avec la nature de la protection : <ul style="list-style-type: none"> - polyester : - 20 à + 130 °C - polyuréthane : - 20 à + 80 °C - Permettent l'auto-alignement. - Résistent aux chocs ou aux charges élevées.
		Acier - bronze fritté	200 à 6 500	550 à 16 000	4 à 30	Charge unidirectionnelle et radiale. 	sans	- 50 à + 150	6 à 19	<ul style="list-style-type: none"> - Permettent l'auto-alignement. - En cas de charges purement statiques, la température peut atteindre 180 °C.
		Acier - PTFE	1 500 à 35 000	3 000 à 70 000	35 à 1 250	Charge alternée, unidirectionnelle et radiale. 	sans	- 50 à + 150	6 à 10	<ul style="list-style-type: none"> - La résistance à la température varie avec la nature de la protection : <ul style="list-style-type: none"> - polyester élastomère : - 30 à + 130 °C - Permettent l'auto-alignement. - Protégées des deux côtés par des joints.
A CONTACT OBLIQUE		Acier - plastique	2 100 à 70 000	3 500 à 11 000	25 à 120	Charge combinée. 	sans	- 30 à + 90	3 à 3,5	<ul style="list-style-type: none"> - La capacité diminue au-dessus de 50 °C. - Deux rotules montées en opposition offrent une grande capacité axiale dans les deux sens. - Montage généralement par paire en disposition (O) ou (X).
AXIALES		Acier - plastique	4 000 à 39 000	6 000 à 63 000	17 à 120	Charge radiale. 	sans	- 30 à + 90	7 à 10	<ul style="list-style-type: none"> - Peuvent reprendre des charges combinées si la charge radiale n'excède pas 50% de la charge axiale. - La capacité diminue au-dessus de 50 °C.

Note : Les embouts, Acier - acier, Acier - bronze, Acier - bronze fritté, Acier - PTFE, et de toutes formes sont soumis aux mêmes règles d'utilisation que les rotules.
PTFE : Polytétra fluoréthylène.

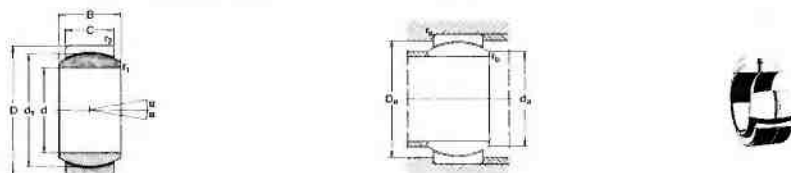
12.2.2. Rotules radiales acier - acier NFF L 31-513 / 514



d	D	B	C	Basculement		Charges de base		Masse kg	d 1	d _a		D _a		D _b		r _a	r _b
				α	α1	Dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)			min.	max.	min.	max.	min.	max.		
4	12	5	3	16		2 040	10 200	0,003	8	6	6	8	10	10		0,3	0,3
5	14	6	4	13		3 400	17 000	0,004	10	7	8	10	12	12		0,3	0,3
6	14	6	4	13		3 400	17 000	0,004	10	8	8	10	12	12		0,3	0,3
8	16	8	5	15		5 500	27 500	0,008	13	10	10	13	14	14		0,3	0,3
10	19	9	6	12		8 150	40 500	0,012	16	13	13	15	17	17		0,3	0,3
12	22	10	7	10		10 800	54 000	0,017	18	15	15	18	19	19		0,3	0,3
15	26	12	9	8		17 000	85 000	0,032	22	18	18	21	23	23		0,3	0,3
17	30	14	10	10		21 200	106 000	0,050	25	20	20	24	27	27		0,3	0,3
20	35	16	12	9	6	30 000	146 000	0,065	29	23	24	28	31	30	31	0,3	0,5
	42	25	16	15		48 000	240 000	0,16	35,5	23	25	38	38	38	38	0,6	0,5
25	42	20	16	7	4	48 000	240 000	0,12	35,5	28	29	33	38	36	38	0,6	0,5
	47	28	18	14		62 000	310 000	0,20	40,7	28	29	43	43	40	43	0,6	0,5
30	47	22	18	6	4	62 000	310 000	0,16	40,7	33	34	38	43	40	43	0,6	0,5
	55	32	20	16	16	80 000	400 000	0,35	47	33	34	50	47	50	47	0,8	0,5
35	55	25	20	6	4	80 000	400 000	0,23	53	39	39	44	50	47	50	0,8	0,6
	62	35	22	15		100 000	500 000	0,47	53	39	39	57	57	53	57	0,8	0,6
40	62	28	22	7	4	100 000	500 000	0,32	53	44	45	50	57	53	57	0,8	0,6
	68	40	25	14		127 000	640 000	0,61	60	44	44	63	63	59	63	0,8	0,6
45	68	32	25	7	4	127 000	640 000	0,46	60	49	50	56	63	59	63	0,8	0,6
	75	43	28	13		156 000	780 000	0,80	66	49	60	70	70	64	70	0,8	0,6

Ajustement sur l'arbre : serré m 6, libre h 6. Ajustement logement : charges faibles H 7, charges élevées M 7, Alliage léger N 7.

12.2.3. Rotules radiales autolubrifiantes acier - bronze fritté NF L 31-550 / 552

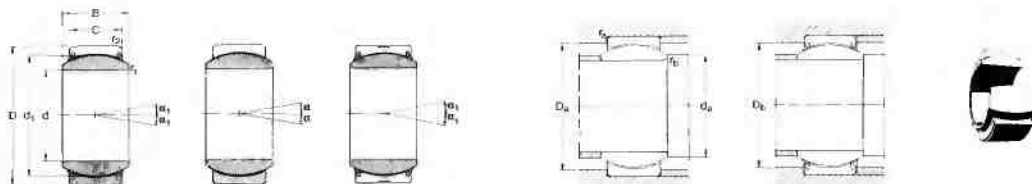


d	D	B	C	Basculement α	Charges de base		Masse kg	d 1	d _a		D _a		r _a max.	r _b max.
					Dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)			min.	max.	min.	max.		
4	12	5	3	16	2 160	5 400	0,003	8	6	6	10	8	0,3	0,3
6	14	6	4	13	3 600	9 000	0,004	10	8	8	12	10	0,3	0,3
8	16	8	5	15	5 850	14 600	0,008	13	10	10	14	13	0,3	0,3
10	19	9	6	12	8 650	21 600	0,012	16	13	13	17	15	0,3	0,3
	22	12	7	18	11 400	28 500	0,020	18	13	13	19	18	0,3	0,3
12	22	10	7	10	11 400	28 500	0,017	18	15	15	19	18	0,3	0,3
	26	15	9	18	18 000	45 000	0,030	22	15	16	23	21	0,3	0,3
15	26	12	9	8	18 000	45 000	0,030	22	18	18	23	21	0,3	0,3
	30	16	10	16	22 400	56 000	0,050	25	18	18	27	24	0,3	0,3
17	30	14	10	10	22 400	56 000	0,050	25	20	20	27	24	0,3	0,3
	35	20	12	19	31 500	78 000	0,090	29	20	21	31	28	0,3	0,3
20	35	16	12	9	31 500	78 000	0,065	29	23	24	31	28	0,3	0,5
	42	25	16	17	51 000	127 000	0,16	35,5	23	25	38	33	0,6	0,5
25	42	20	16	7	51 000	127 000	0,12	35,5	28	29	38	33	0,6	0,5
	47	28	18	17	65 500	166 000	0,20	40,7	28	29	41	38	0,6	0,5
30	47	22	18	6	65 500	166 000	0,16	40,7	33	34	41	38	0,6	0,5

Ajustement sur l'arbre : serré k 6, libre h 6 ou g 6. Ajustement logement : charges faibles H 7, charges élevées K 7, Alliage léger M 7.



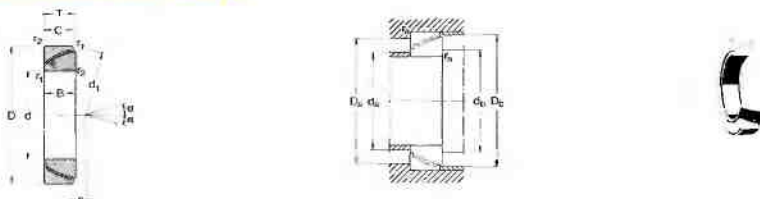
12.2.4. Rotules radiales autolubrifiantes acier - PTFE NF L 31-550 / 552



d	D	B	C	Basculement		Charges de base		Masse kg	d ₁	d _a		D _a		D _b		r _a max.	r _b max.
				α	α1	Dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)			min.	max.	min.	max.	min.	max.		
12	22	10	7	10		15 000	30 000	0,017	18	15	15	19	18	19		0,3	0,3
15	26	12	9	8		23 600	47 000	0,030	22	18	18	23	21	23		0,3	0,3
17	30	14	10	10		30 000	60 000	0,040	25	20	20	26	24	26		0,3	0,3
20	35	16	12	9		41 500	83 000	0,065	29	23	24	31	28	31		0,3	0,5
25	42	20	16	7		68 000	137 000	0,12	35,5	28	29	38	33	38		0,6	0,5
30	47	22	18	6		88 000	176 000	0,16	40,7	33	34	43	38	43		0,6	0,5
35	55	25	20	6	4	112 000	224 000	0,23	47	39	39	50	44	50	47	0,8	0,6
40	62	28	22	7	4	140 000	280 000	0,32	53	44	45	57	50	57	53	0,8	0,6
45	68	32	25	7	4	180 000	360 000	0,46	60	49	50	63	56	63	59	0,8	0,6
50	75	35	28	6	4	220 000	440 000	0,56	66	54	56	70	61	70	64	0,8	0,6
60	90	44	36	6	3	345 000	695 000	1,10	80	65	66	84	73	84	77	1	0,8

Ajustement sur l'arbre : serré k 6, libre h 6 ou g 6. Ajustement logement : charges faibles H 7, charges élevées K 7, Alliage léger M 7.

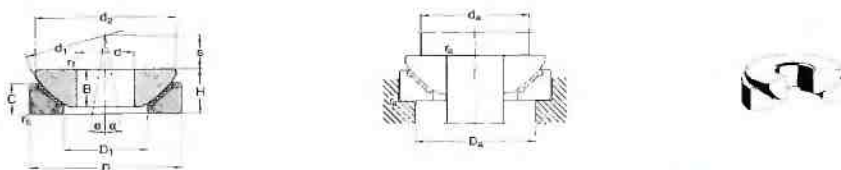
12.2.5. Rotules à contact oblique



d	D	B	Basculement α	Charges de base		Masse kg	d ₁	B	C	s	d _a max.	d _b min.	D _a max.	D _b min.	r _a max.
				Dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)										
25	47	15	3,5	21 400	34 000	0,14	42	15	14	0,6	30	31	41	43	1
30	55	17	3	29 000	46 500	0,21	49,5	17	15	1,3	37	36	49	51	1
35	62	18	3	34 500	55 000	0,27	55,5	18	16	2,1	42	41	56	57	1
40	68	19	3	40 500	65 500	0,33	62	19	17	2,8	47	46	62	63	1
45	75	20	3	46 500	75 000	0,42	68,5	20	18	3,5	53	51	69	70	1
50	80	20	3	51 000	81 500	0,46	74	20	19	4,3	57	56	74	75	1
60	95	23	3	70 000	112 000	0,73	88,5	23	21	5,7	70	67	88	89	1

Ajustement sur l'arbre : m 6. Ajustement logement : serré M 7, glissant J 7

12.2.6. Rotules axiales



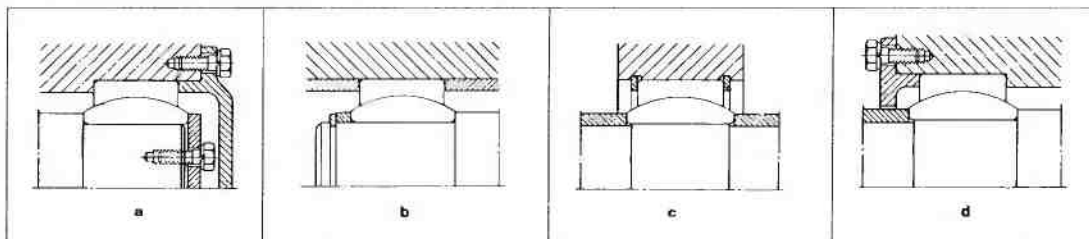
d	D	B	Basculement α	Charges de base		Masse kg	d ₁	d ₂	D ₁	B	C	s	d _a max.	D _a max.	r _a max.
				Dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)										
17	47	16	10	38 000	62 000	0,14	52	43,5	27	11,8	11,2	11	34	37	0,6
20	55	20	9	49 000	80 000	0,25	60	50	31	14,5	13,8	12,5	38	44	0,8
25	62	22,5	7	75 000	120 000	0,42	68	58,5	34,5	16,5	16,7	14	47	47	0,8
30	75	26	7	102 000	163 000	0,61	82	70	42	19	19	17,5	55	59	0,8
35	90	28	8	143 000	228 000	0,98	98	84	50,5	22	20,7	22	65	71	1
40	105	32	9	186 000	300 000	1,50	114	97	59	27	21,5	24,5	75	84	1
45	120	36,5	9	240 000	380 000	2,25	128	110	67	31	25,5	27,5	84	97	1
50	130	42,5	7	290 000	465 000	3,15	139	120	70	33	30,5	30	93	104	1
60	150	45	8	390 000	630 000	4,65	160	140	84	37	34	35	109	119	1

Ajustement sur l'arbre : m 6. Ajustement logement : charges purement axiale H 11, charge combinée J 7



12.2.7. Etude des montages

- Fixation axiale des rotules



Les bagues montées avec ajustement serré prennent appui, d'un côté contre un épaulement, de l'autre côté, s'il s'agit d'une bague intérieure, le maintien est assuré le plus souvent par une plaque en bout fixée par vis sur l'extrémité de l'arbre (a) ou par une entretoise placée entre la bague et un élément de machine voisin (b). S'il s'agit d'une bague extérieure, on utilise le couvercle latéral du logement (a et b).

L'emploi d'arbres ou logements épaulés pouvant entraîner des difficultés de fabrication ou, de montage, il est souvent pratique d'utiliser des entretoises placées entre une bague de la rotule et un élément de machine voisin (c).

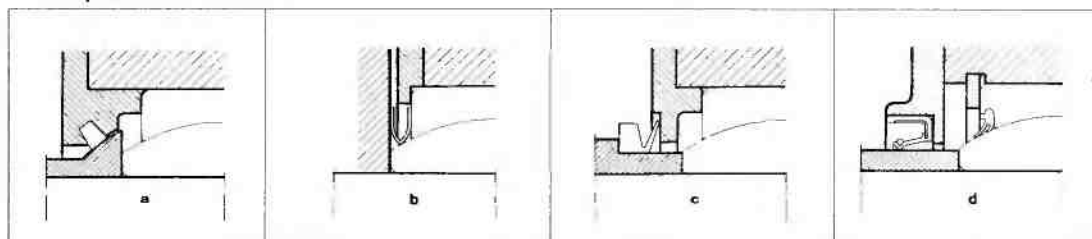
La fixation par segments d'arrêt (c et d) est une solution qui exige peu de place, permet un montage et un démontage rapide et simplifie l'usinage de l'arbre et du logement.

Lorsque la rotule doit transmettre des charges axiales élevées, on place une rondelle d'appui entre la bague et le segment (d) afin que ce dernier ne soit pas soumis à des contraintes de flexion trop élevées.

- Cotes de montage

Les dimensions des pièces adjacentes (épaulements de l'arbre et du logement, entretoise etc) doivent être déterminées de façon à ce que les bagues des rotules aient une surface d'appui suffisante (voir dimensions dans les cotes de montage).

- Dispositifs d'étanchéité

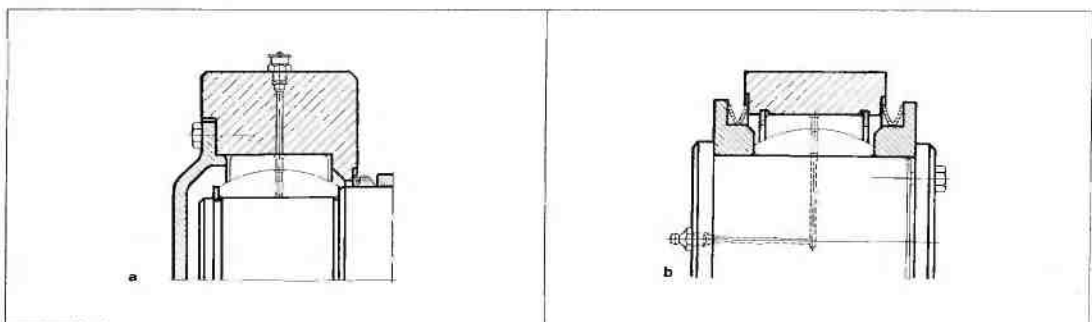


Protège les rotules contre la pénétration d'impuretés ou d'humidité. On utilise des feutres (a) lorsque l'obliquité de l'arbre reste faible et que la température reste inférieure à 100 °C. Un dispositif à la fois simple et efficace est constitué par un joint en V en matière plastique (b), résiste à l'usure, à l'huile, à la graisse et au vieillissement, et peut être utilisé de -40 à +100 °C.

Les joints V-Ring (c) sont faciles à monter et admettent une obliquité relativement grande de l'arbre, c'est un joint en caoutchouc qui résiste à des températures comprises entre -40 à +100 °C et résiste à l'usure, à l'huile, à la graisse et au vieillissement.

Les joints radiaux (d) sont des éléments d'étanchéité prêts au montage, qui ont une très bonne tenue dans des conditions sévères d'étanchéité.

- Lubrification et entretien

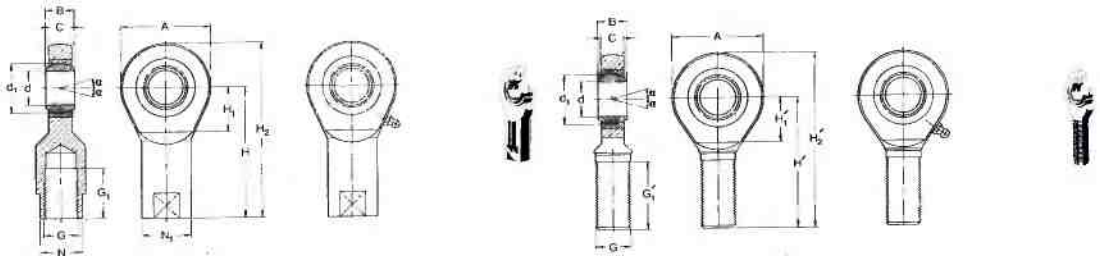


Prévoir une alimentation suffisante en graisse, par un raccord et un canal aménagés soit dans un logement (a) soit dans l'arbre (b).

Rotules autolubrifiantes : sont conçues pour fonctionner sans entretien et n'exigent pas de lubrification, elles le sont à l'état de livraison.



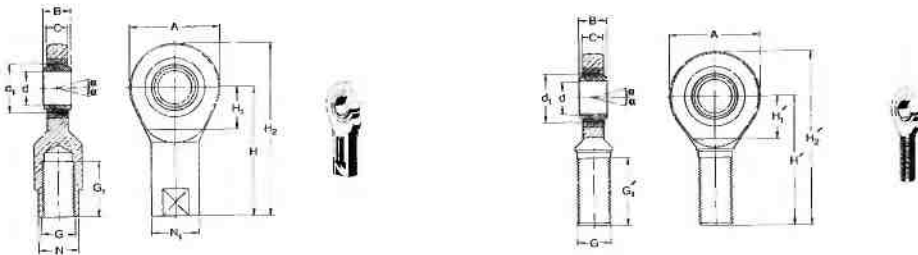
12.2.8. Embouts acier - acier



Existe aussi en filetage à gauche

d	a	B	G	H	H'	Basculement α	Charges de base		Masse kg	d 1	G' 1	G 1 Mini	H ₂	H' ₂	N	N ₁
							Dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)								
6	21	6	M6	30	36	13	3 400	9 500	0,017	10	16	11	40,5	46,5	9	11
8	24	8	M8	36	42	15	5 500	15 000	0,034	13	21	15	48	54	11	13
10	29	9	M10	43	48	12	8 150	23 200	0,060	16	26	15	57,5	62,5	14	16
12	34	10	M12	50	54	10	10 800	32 500	0,095	18	28	18	67	71	17	19
15	40	12	M14	61	63	8	17 000	36 500	0,16	22	34	21	81	83	19	22
17	46	14	M16	67	69	10	21 200	47 500	0,23	25	36	24	90	92	22	25
20	53	16	M20 x 1,5	77	78	9	30 000	56 000	0,32	29	43	30	103,5	104,5	24	28
25	64	20	M24 x 2	94	94	7	48 000	80 000	0,62	35,5	53	36	126	126	30	35
30	73	22	M30 x 2	110	110	6	62 000	95 000	0,97	40,7	65	45	146,5	146,5	36	42
35	82	25	M36 x 3	125	140	6	80 000	104 000	1,40	47	82	60	166	181	50	47
40	82	25	M36 x 3	130	130	6	80 000	104 000	1,40	47	82	54	171	171	41	48
40	92	28	M39 x 3	142	150	7	100 000	160 000	2,05	53	86	65	188	196	55	52
40	92	28	M42 x 3	145	145	7	100 000	160 000	2,20	53	90	63	191	191	50	58
45	102	32	M42 x 3	145	163	7	127 000	193 000	2,70	60	92	65	196	214	60	58
45	102	32	M45 x 3	165	165	7	127 000	193 000	3,20	60	95	65	216	216	55	65
50	112	35	M45 x 3	160	185	6	156 000	240 000	3,55	66	104	68	216	241	65	62
50	112	35	M52 x 3	195	195	6	156 000	240 000	4,10	66	110	68	251	251	60	70

12.2.9. Embouts autolubrifiant acier - bronze fritté NF L 35-170



Existe aussi en filetage à gauche

d	a	B	G	H	H'	Basculement α	Charges de base		Masse kg	d 1	G' 1	G 1 Mini	H ₂	H' ₂	N	N ₁
							Dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)								
6	21	6	M6	30	36	13	3 600	9 000	0,017	10	16	11	40,5	46,5	9	11
8	24	8	M8	36	42	15	5 850	14 600	0,034	13	21	15	48	54	11	13
10	29	9	M10	43	48	12	8 650	21 600	0,060	16	26	15	57,5	62,5	14	16
12	34	10	M12	50	54	10	11 400	28 500	0,095	18	28	18	67	71	17	19
15	40	12	M14	61	63	8	18 000	45 000	0,16	22	34	21	81	83	19	22
17	46	14	M16	67	69	10	22 400	52 000	0,23	25	36	24	90	92	22	25
20	53	16	M20 x 1,5	77	78	9	31 500	70 000	0,32	29	43	30	103,5	104,5	24	28
25	64	20	M24 x 2	94	94	7	51 000	102 000	0,62	35,5	53	36	126	126	30	35
30	73	22	M30 x 2	110	110	6	65 500	134 000	0,97	40,7	65	45	146,5	146,5	36	42



12.3.1. Démarche de choix et de calcul d'une suspension élastique



- Permet une meilleure répartition des charges statiques
- absorbe sans difficulté de petites différences d'entr'axes de fixation
- absorbe sans contrainte dangereuse, de petits déplacements
- fonction essentielle dans le cas de vibrations ou de chocs.

Informations à connaître sur ...

... pour déterminer les paramètres fondamentaux de la suspension

... la machine et ...

Centre de gravité

Poids

Nombre et position des points de fixation



Charge appliquée sur chaque support

La perturbation ...

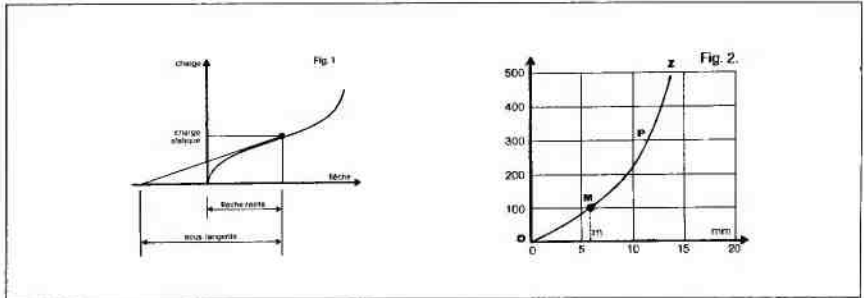
Fréquence perturbatrice (ou vitesse de rotation)

Direction principale de l'effort perturbateur

Flèche des supports suivant l'atténuation désirée

Elasticité prépondérante du support

- Recherche auprès du constructeur.
- Recherche graphique du centre de gravité d'un ensemble, éléments par éléments.
- Le nombre et la position des points de fixation ne sont pas imposés : répartir la charge de manière identique sur chaque support.
- Le nombre et la position des points de fixation sont imposés : déterminer chaque support.



Flèche et sous-tangente

Elles sont définies graphiquement suivant fig. 1. Pour une charge statique donnée, la flèche correspond à l'écrasement, mais l'élasticité autour de cette position est définie par la sous-tangente qui intervient dans la détermination de la fréquence propre de la suspension (ω_0).

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{M}} = C \sqrt{\frac{1}{\text{sous-tangente}}}$$

C = Cte
K = rigidité
M = masse

La caractéristique charge / flèche est linéaire dans la zone des charges statiques (fig.2) et de ce fait, la sous-tangente et la flèche sont identiques.

Zones de fonctionnement (fig. 2)

OM : zone des charges statiques

M : charge statique nominale (tableaux des produits)

PZ : zone des chocs exceptionnels et accidentels

Atténuation. Fréquence d'excitation (ω)

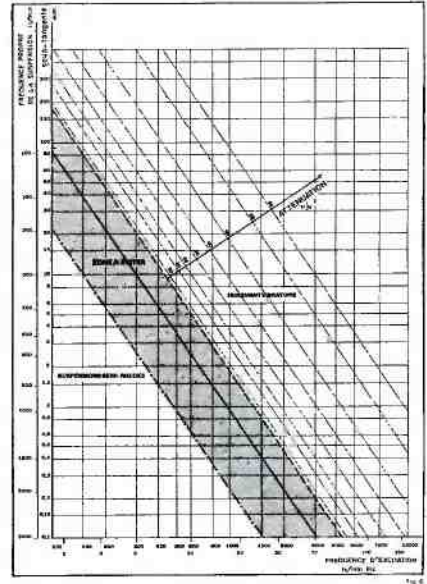
Pour une (ω) donnée, l'atténuation dépend de (ω_0) de la suspension, donc de la sous-tangente.

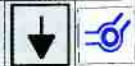
Pour les machines tournantes $\omega = \text{tours / min}$

Exemple (abaque ci-contre)

En général prendre une atténuation supérieure à 50 %.
















L'exemple choisi donne une atténuation de 90 % pour une sous-tangente de 4 mm.





12.3.2. Choix des types de suspension élastique

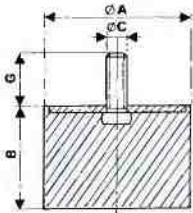
- Les suspensions standard sont classées en fonction de leur caractéristique élastique.
- Après détermination comme indiqué précédemment, le nombre, la charge et la flèche des supports, le choix se fera en tenant compte de la direction de la perturbation.

		Charge statique nominale daN	Flèche (mm)																Observations utilisations
ELASTICITE RADIALE PREDOMINANTE	 <p>Plots élastiques RADIAFLEX®</p>	4																	Elasticité radiale importante tout en supportant des charges axiales.
		8	3,5																
EQUIFREQUENCE		10	2																Elasticité sensiblement identique horizontalement et verticalement.
		12	2,5																
ELASTICITE AXIALE PREDOMINANTE	 <p>Supports élastiques STABIFLEX</p>	15	3																Elasticité axiale importante. Rigidité ou guidage radiale.
		20	3																
ELASTICITE AXIALE PREDOMINANTE	 <p>Supports élastiques SC</p>	25	3																Elasticité axiale importante. Rigidité ou guidage radiale.
		30	3																
BASSE FREQUENCE	 <p>Supports élastiques EVIDGOM</p>	35	3																Sous-tangente importante pour avoir une fréquence propre très basse (quelques Hz).
		40	3																
ELASTICITE AXIALE PREDOMINANTE	 <p>Supports élastiques STABIFLEX</p>	45	3,5																Elasticité axiale importante. Rigidité ou guidage radiale.
		50	3,5																
ELASTICITE AXIALE PREDOMINANTE	 <p>Supports élastiques SC</p>	60	3																Elasticité axiale importante. Rigidité ou guidage radiale.
		70	3																
ELASTICITE AXIALE PREDOMINANTE	 <p>Supports élastiques SC</p>	80	3,5																Elasticité axiale importante. Rigidité ou guidage radiale.
		90	3,5																
ELASTICITE AXIALE PREDOMINANTE	 <p>Supports élastiques SC</p>	100	3																Elasticité axiale importante. Rigidité ou guidage radiale.
		120	3																
ELASTICITE AXIALE PREDOMINANTE	 <p>Supports élastiques SC</p>	125	2																Elasticité axiale importante. Rigidité ou guidage radiale.
		130	2,5																
ELASTICITE AXIALE PREDOMINANTE	 <p>Supports élastiques SC</p>	150	2																Elasticité axiale importante. Rigidité ou guidage radiale.
		160	3,5																
ELASTICITE AXIALE PREDOMINANTE	 <p>Supports élastiques SC</p>	190	3,5																Elasticité axiale importante. Rigidité ou guidage radiale.
		200	4																
ELASTICITE AXIALE PREDOMINANTE	 <p>Supports élastiques SC</p>	200	4																Elasticité axiale importante. Rigidité ou guidage radiale.
		200	5																
BASSE FREQUENCE	 <p>Supports élastiques EVIDGOM</p>	10	10																Sous-tangente importante pour avoir une fréquence propre très basse (quelques Hz).
		14	14																
BASSE FREQUENCE	 <p>Supports élastiques EVIDGOM</p>	18	18																Sous-tangente importante pour avoir une fréquence propre très basse (quelques Hz).
		18	18																

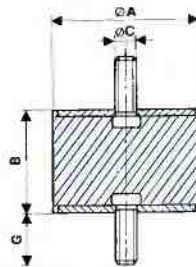


12.3.3. Embouts acier - acier

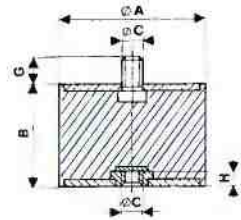
Fixation à tige filetée



Fixation à tiges filetées



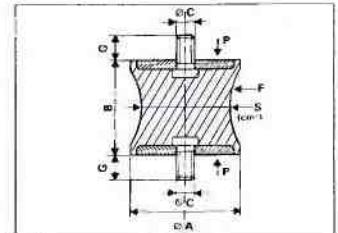
Fixation mixte



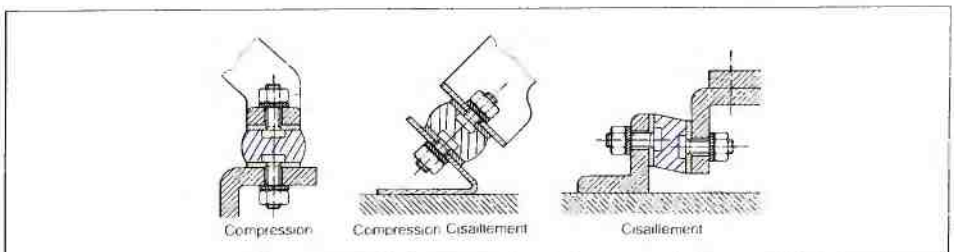
Ø A mm	B mm	Ø C mm	G mm	Compression		Ø A mm	B mm	Ø C mm	G mm	Compression		Cisaillement		Ø A mm	B mm	Ø C mm	G mm	H mm	Compression		Cisaillement		
				Charge daN	Flèche mm					Charge daN	Flèche mm	Charge daN	Flèche mm						Charge daN	Flèche mm	Charge daN	Flèche mm	Charge daN
12.5	10 15	M5	10	12 10	2 3	12.5	10 15	M5	10	12 10	2 3	1.5 1.5	1.5 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	10 20	M5	12	20 15	2 4	16	10 20	M5	12	20 15	1.5 4	2.5 2.5	1.5 4	16	10 20	M5	12	3	20 15	1.5 4	2.5 2.5	1.5 4	
20	8.5 20 30	M6	16.5	40 30 25	1.5 5 7	20	8.5 20 30	M6	16.5	40 30 25	0.6 4.5 7	5 5 4.5	1 3.5 4.5	20	20 25 30	M6	16.5	4	30 30 25	4.5 5.5 7	5 4.5 4.5	3.5 4.5 4.5	
25.5	10 19 25 40	M8	20	80 55 50 50	2 4.5 6 10	25.5	10 19 25 40	M8	20	80 55 50 50	1.5 4 7.5 10	8 8 8 6	1.5 4 6 6	25.5	22 25 30 40	M8	20	6	50 50 50 50	3.5 5 7.5 10	8 8 8 6	4 4.5 6 6	
30	15 30	M8	25	90 70	3.5 8	30	15 30	M8	25	90 70	3 8	11 11	2.5 6	30	15 30	M8	25	6	90 70	3 7.5	11 11	2.5 6	
40	20 35 45	M10	25	160 120 120	5 8 11	40	20 35 45	M10	25	160 120 120	4 8 11	20 20 20	3 6.5 9	40	20 35 45	M10	25	8	160 120 120	4 7.5 11	20 20 20	3 6.5 9	
50	25 45	M10	25	300 190	6 11	50	25 45	M10	25	300 190	6 11	25 25	4.5 9	50	35 45	M10	25	8	250 190	8 11	25 25	7 9	
60	25 45	M10	25	400 250	6 11	60	25 45	M10	25	400 250	6 11	30 30	4.5 9	60	36 45	M10	25	8	300 250	8 10	30 30	7 9	

Plots diabolo

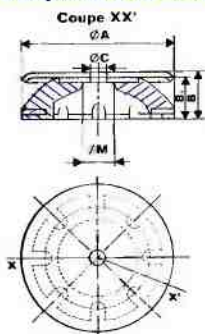
Ø A mm	B mm	Ø C mm	G mm	S mm	Poids g	Compression		Cisaillement	
						Charge daN	Flèche mm	Charge daN	Flèche mm
20	19	M6	16.5	1.6	18	12	2.5	3	5
40	28	M10	25	3.1	110	30	5	2.5	4.5
57	44	M8	20	5.0	150	40	5	7	5
57	44	M8	20	9.5	150	75	5	12	6
60	60	M10	25	19.5	310	150	8	30	10
80	70	M14	35	38.5	780	300	9.5	35	9.5
95	76	M16	45	50.0	1240	400	9.5	70	8



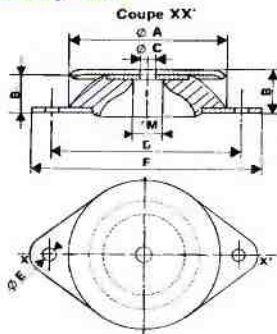
Montage



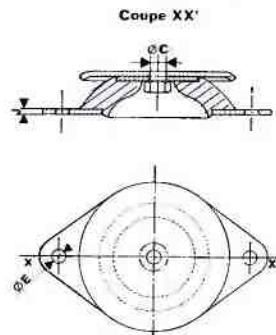
12.3.4. Suspensions élastiques équiréquence



Suspension à semelle



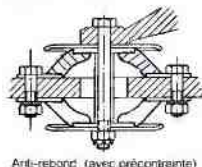
Suspension à oreilles, trou lisse



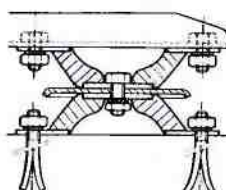
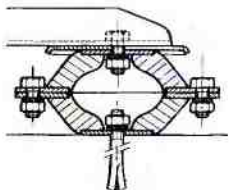
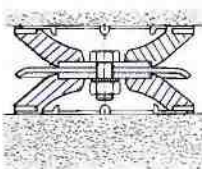
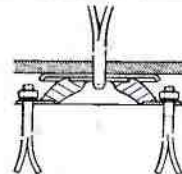
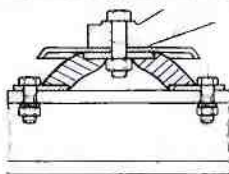
Suspension à oreilles, trou taraudé

Type ϕ	Dureté	Charge statique nom. daN	Flèche mm	A mm	B mm	B ₁ mm	C mm	C ₁ mm	D mm	E mm	F mm	J mm	M mm	Poids kg
40	45	4	2	40	20	18	-	M6	52	6,2	64	2	19	50
40	60	10	2,5	40	20	18	-	M6	52	6,2	64	2	19	50
60	45	15	3	60	24	22,5	-	M6	76	6,2	90	2	18	140
60	60	25	3	60	24	22,5	-	M6	76	6,2	90	2	18	140
60	75	45	3	60	24	22,5	-	M6	76	6,2	90	2	18	140
80	45	45	4,5	80	27	25	8,1	M8	100	8,2	120	2	22	250
80	60	80	4,5	80	27	25	8,1	M8	100	8,2	120	2	22	250
80	75	90	4	80	27	25	8,1	M8	100	8,2	120	2	22	250
100	45	120	4	100	30	28	10,2	-	-	-	-	-	22	420
100	60	130	7	100	30	28	10,2	-	-	-	-	-	22	420
100	75	160	4	100	30	28	10,2	-	-	-	-	-	22	420
150	45	220	4	150	41	38	14,2	-	-	-	-	-	34	1220
150	60	250	7	150	41	38	14,2	-	-	-	-	-	34	1220
150	75	350	6	150	41	38	14,2	-	-	-	-	-	34	1220
200	45	500	7	200	46	42	18,0	-	-	-	-	-	44	2750
200	60	825	7	200	46	42	18,0	-	-	-	-	-	44	2750
200	75	1250	6	200	46	42	18,0	-	-	-	-	-	44	2750

Montage



Anti-rebond (avec précontrainte)

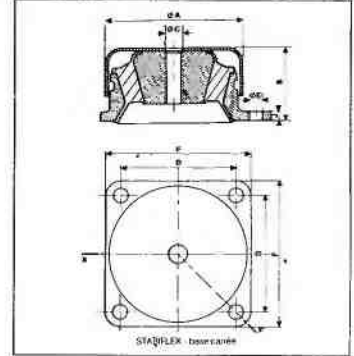


Supports en chandelle (permet de doubler la flèche)



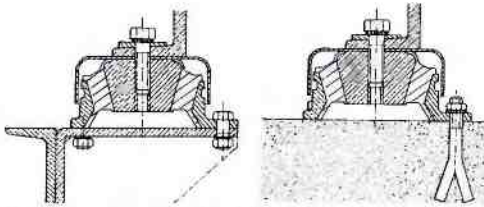
12.3.5. Suspensions à élasticité axiale prédominante

Type	Dureté	Charge stat. daN	Flèche mm	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	J mm	Poids kg
Base carrée	45	210	5	100	52	M 12	90	11	114	7	1 000
	60	275	4,5	100	52	M 12	90	11	114	7	1 000
	75	380	3,5	100	52	M 12	90	11	114	7	1 000
	45	450	8	133	71	M 16	114	13	144	9	2 300
	60	700	8	133	71	M 16	114	13	144	9	2 300
	75	1 000	8	133	71	M 16	114	13	144	9	2 300

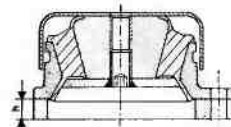


Montage

- Montages classiques (fig. 1 et 2)



- Montage avec rondelle anti-rebond (fig. 3)

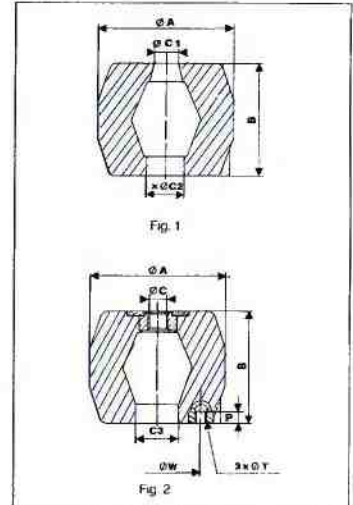


- La partie anti-rebond se fixe à la partie inférieure de l'armature intérieure.

Prévoir une cale de hauteur h
 pour A = 69 ⇒ h = 2 mm, pour A = 84 ⇒ h = 4 mm
 pour A = 100 ⇒ h = 7 mm, pour A = 133 ⇒ h = 14 mm

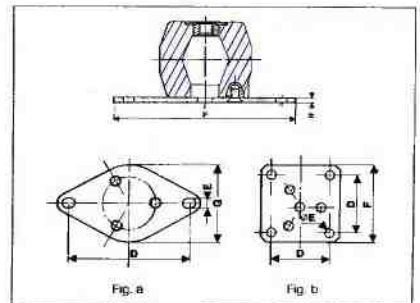
12.3.6. Suspensions élastique basse fréquence

Réf	Charge daN	Flèche ± 15%	A/n	A mm	Fig	B mm	C mm	C 1 mm	C 2 mm	C 3 mm	W mm	T mm	P mm
1	60	10	80	60	2	40	M 10	-	25	25	40	M 6	6
2	100	15	105	85	1-2	70	M 16	20	30	38	80	M 8	8
3	150	18	124	95	1-2	90	M 16	20	30	38	60	M 8	8
4	400	20	136	108	1-2	90	M 16	20	30	34	70	M 10	10
5	600	24	175	140	1-2	120	M 16	40	35	35	70	M 10	10
6	800	26	170	125	1-2	140	M 16	25	30	25	70	M 10	10
7	800	16	175	140	1-2	90	M 16	28	12	28	70	M 10	10
8	800	10	166	140	1-2	56	M 16	30	30	30	70	M 10	10
9	1 300	30	175	155	1-2	150	M 16	25	30	30	90	M 14	14
10	2 000	35	240	188	1-2	180	M 24	40	40	40	90	M 14	14



Plaque de fixation inférieure

Réf	Figures	D mm	E mm	F mm	G mm	H mm
1	a	98 / 102	8,2	117	65	5
2	a	124 / 128	10,2	158	110	5
3	a	124 / 128	10,2	158	110	5
4	a	178 / 182	10,2	214	150	6
5	a	178 / 182	10,2	214	150	6
6	a	178 / 182	10,2	214	150	6
7	a	178 / 182	10,2	214	150	6
8	a	178 / 182	10,2	214	150	6
9	b	170	10,5	200	-	8
10	b	170	10,5	200	-	8

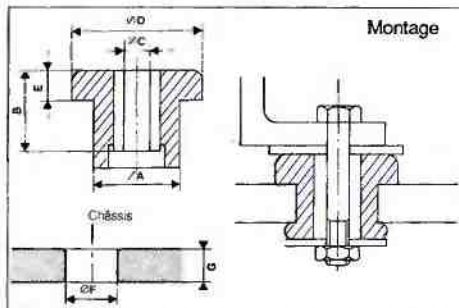




12.3.7. Supports élastiques divers

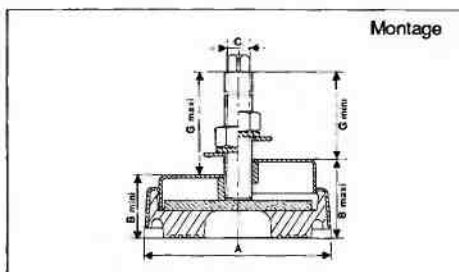
Plot élastique d'assemblage

Charge dyn. daN	Flèche mm	Dureté	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	G mm
35	0.7	45	20,6	17,5	10	27,7	5,6	20,6	8
50	0.7	60	20,6	17,5	10	27,7	5,6	20,6	8
75	1.2	45	31,5	25,4	13	44,5	10,4	31,5	10
100	1.2	60	31,5	25,4	13	44,5	10,4	31,5	10
150	1.2	60	34,3	35	13	50,8	13,5	34,3	16
330	1.2	75	34,3	35	13	50,8	13,5	34,3	16
250	2	60	41,1	44,5	16	63,5	15,7	41,1	19
500	2	75	41,1	44,5	16	63,5	15,7	41,1	19



Pied réglable de machine

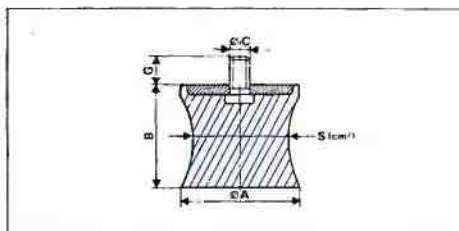
Charge dyn. daN	Flèche mm	A mm	B mm			C mm	G mm	
			B max.	B min.	réglage		min.	max.
300	2	65	31,5	26,5	5	M 12	105	110
650	2	88	46	33	13	M 16	114	127
1300	2	133	58	46	12	M 20	130	142
3500	2	200	70	58	12	M 24	145	157
6000	2	260	83	65	18	M 24	158	176



Butée de chocs

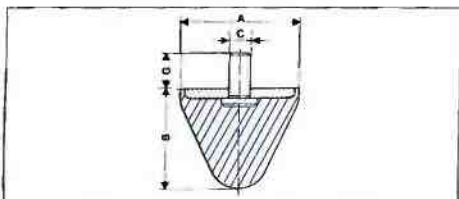
- butée cylindrique (voir 12.3.3)
- butée diabolé

Charge dyn. daN	Flèche mm	Charge dyn. daN	Flèche mm	Energie joules	S mm	A mm	B mm	C mm	G mm	Poids g
100	10	40	4	1	5	57	42	M 8	20	60
300	12	75	5.5	2	9,5	57	42	M 8	20	80
350	15	150	8	6	19,5	60	57	M 10	25	190
800	16	300	9.5	15	38,5	80	65	M 14	30	500
1000	18	400	9.5	20	50	95	70	M 16	35	790

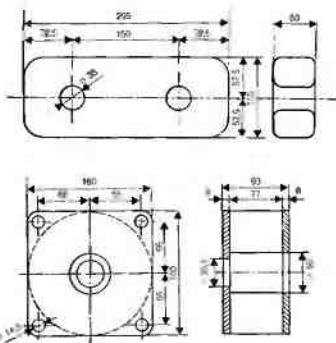


Butée progressive conique

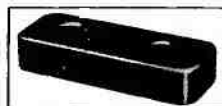
A mm	B mm	C mm	G mm	Chocs répétés			Chocs except. Joules	Poids g
				Joules	Flèche	Réact.		
25,5	19	M 8	20	3	5	100	9	20
30	30	M 8	25	6	15	140	18	37
50	50	M 10	25	30	25	340	90	85
60	40	M 10	25	27	18	550	70	140
72	58	M 10	25	50	26	550	150	290
95	80	M 10	45	120	37	1100	350	750



Supports fortes charges



Dureté B 60 - Charge en :
 Compression : 3 000daN - Flèche : 9 mm
 Cisaillement : 700 daN - Flèche : 10 mm



Dureté B 60 - Charge en :
 Compression : 2 500daN - Flèche : 15 mm
 Cisaillement : 300 daN - Flèche : 10 mm



13. Etanchéité













Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX

13.1. Choix d'une étanchéité - principaux dispositifs.	284/285
13. 2. Choix de l'élastomère d'un joint	286
13. 3. Joints toriques.	287
13. 4. Joints quatre lobes	288
13. 5. Joints : bague P.T.F.E. + torique Elastomère : Gly Ring	289
13. 6. Joints à lèvres pour arbres coulissants. Type symétrique Type simple lèvre	290
13. 7. Lamelles d'étanchéité Lamelles d'étanchéité simples. Lamelles d'étanchéité doubles.	291
13. 8. Joints à lèvre radial.	292
13. 9. Joints V.ring.	293
13. 10. Exemples de montages.	294
13.11. Graisseurs.	295
13.12. Bouchons - Voyants. 13.12.1. Bouchons. 13.12.2. Voyants.	296

13.1. Choix d'une étanchéité - Principaux dispositifs *

Aptitudes Type de joint	Type d'utilisation			Limites d'utilisation			Matière du joint	Portée du joint Rugosité Ra (µm)
	Dynamique		Statique	Pression (MPa) (4)	Tempé- rature	Vitesse (m/s)		
	Translation	Rotation						
 Torique	X	joint spécial	X	10 35 (1)	- 60 à +260	0,2	Nitrile à Fluorocarbone	0,2 à 1
 Quatre lobes	X	joint spécial	X	10 40 (1)	- 60 à +260	0,5	Nitrile à Fluorocarbone	0,2 à 0,6
 Bague + torique	X			80	- 60 à +200	15	bague PTFE torique élastomère	0,05 à 0,6
 A lèvres U	X			15	-30 à +100	0,5	Elastomère + textile	0,2 à 0,3
 A lèvres L	X			3	-30 à +100	0,3	Elastomère	0,2 à 0,3
 Manchette+ ressort	X	(2)		35	- 150 à +225	15	Manchette PTFE + ressort acier	0,05 à 0,4
 Racleur	X			0,1 (3)	- 30 à +100	1	Nitrile dur	< 0,5
 Lamelles		X			+300 limitée par la tempé- rature de la graisse	très élevées	Acier à ressort	sans contact
 A lèvres, radial		X		0,05 à 1	- 80 à +200	20	Nitrile à Fluorocarbone	0,1 à 0,3
 V - ring		X		0,05 maxi	- 40 à +100 -20 à +180	12	Nitrile à Fluorocarbone	1,5 à 3



Remarques

Utilisation

- Le montage est simple (gorge, mise en place)
- L'encombrement est faible
- Il est économique
- Une large gamme de matière lui permet de répondre à l'étanchéité de nombreux fluides

- Les applications sont nombreuses en statique et en dynamique
- (1) A partir de 5 MPa, il est conseillé de le monter avec des bagues anti-extrusion en PTFE

Par rapport aux joints toriques :

- Résistance identique
- Moins de frottement
- Meilleure tenue en translation
- Durée de vie supérieure

- Comme le joint torique, il est utilisé pour les étanchéités dynamiques et statiques :
- étanchéité dynamique en mouvement alternatif de tiges, pistons ..
 - étanchéité statique pour applications radiales et axiales

- Excellentes propriétés de glissement, faible frottement
- Absence de broutage, pas d'effet de collage
- Longue durée de vie
- Bonnes résistance à l'usure
- Forme des gorges simples

- Etanchéité de pistons et de tiges en mouvement linéaires alternatifs.
- Vérins supportant de fortes pressions
- Non recommandé pour les application à mouvement hélicoïdal ou de rotation.

- Bonne étanchéité sous pression moyenne
- Autoétanche dans un sens
- Nécessite l'utilisation de 2 joints dans le cas de pression alternée

- Utilisé en général pour des vérins courants de moyenne pression pour huile et autres fluides gras.

- Joint unidirectionnel de pression
- Bonne étanchéité sous pression moyenne dans un seul sens

- Utilisé en général pour des vérins à gaz (air en particulier) à moyenne pression.

- Très faible coefficient de frottement statique et dynamique, bon frottement à sec
- Pas d'effet de broutage
- Grande résistance à l'usure
- Très résistant aux chocs thermiques

- Utilisé pour étanchéité de pistons et de tiges
- Utilisé en dosage et translation de fluide
- (2) peut être utilisé en rotation jusqu'à 3 m/s dans des conditions particulières.
- Il doit être monté dans des gorges ouvertes.

(3) Ce n'est pas un joint de pression mais un élément racleur d'impuretés

- Utilisé pour protéger un autre joint d'étanchéité contre les poussières et particules abrasives, généralement sur des tiges de vérins en hydraulique ou en pneumatique.

- Conception simple, encombrement réduit
- Les lamelles forment un labyrinthe qui retient la graisse et protègent le palier contre les pénétrations d'impuretés
- Bonne tenue aux hautes températures
- Frottements très faibles

- Utilisées comme étanchéité de palier lubrifiés à la graisse
- Peuvent également être utilisées comme complément de protection, par exemple d'un joint à lèvres radial.

- Ne supporte que de faibles différences de pression
- La dureté de l'arbre doit être :
 - 45 HRC si $V < 5$ m/s
 - 60 HRC si $V \geq 5$ m/s

- Ce joint est destiné à assurer l'étanchéité radiale des arbres tournant
- Très utilisé sur les montages de roulements
 - Supporte une excentration maximale de 0,3 mm

- Ne supporte que de très faibles différences de pression
- Dispositif simple et efficace, le matériau est élastique
- Aucune usure de l'arbre.
- Tolère bien des défauts de coaxialité

- Ce joint assure une étanchéité dynamique axialement (sur une surface perpendiculaire à l'arbre.
- Très utilisé sur les montages de roulements, idéal pour les roulements à rotule
- Peut également renforcer une étanchéité

13.2. Choix de l'élastomère d'un joint.



Aptitudes →	à résister à l'abrasion								
	à la tenue à l'air	à la tenue aux intempéries	au froid	aux huiles minérales et produits pétroliers	à l'eau, aux bases et acides dilués	aux acides forts	à l'imperméabilité aux gaz	à la température (°C)	
Type d'élastomère ↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Caoutchouc nitrile (copolymères de butadiène et de nitrile acrylique) NBR	++	+	-	+	++	+	-	++	-40 à +125
Caoutchouc de chloroprène (polychloroprènes) CR	++	++	++	++	++	+	+	+	-40 à +110
Polyéthylènes chlorosulfonés CSM	++	++	++	+	+	++	++	+	
Caoutchoucs polyacryliques ACM	+	++	++	-	++	0	0	+	-20 à +175
Caoutchoucs de polyuréthane AU EU	++	++	++	++	++	0	-	++	-30 à +90
Caoutchoucs homopolymères d'épichlorhydrine CO ECO	+	++	++	++	++	+	-	+	
Caoutchoucs d'éthylène acrylique EACM	+	++	++	++	++	-	-	+	
Caoutchoucs de silicone MVQ MPVQ	+	++	++	++	-	++	-	0	-70 à +250
Caoutchoucs nitrile hydrogénés HSN	++	++	++	++	++	++	-	+	
Caoutchoucs fluorocarbonés (Viton) FPM	+	++	++	+	++	++	++	++	-25 à +275
Caoutchoucs de fluorosilicone MFQ	-	++	++	++	++	++	-	0	-65 à +200
Caoutchoucs de butadiène-styrène (copolymères) SBR	++	+	-	++	0	++	+	+	-50 à +120
Caoutchoucs d'isoprène IR	++	-	-	++	0	++	+	+	
Caoutchoucs d'éthylène-propylènes EPM EPDM	++	++	++	++	0	++	++	-	-55 à +175
Caoutchoucs butyl HR	+	++	++	++	0	++	++	++	-40 à +170

Legende : ++ bonne; + assez bonne; - médiocre; 0 nulle

13.3. Joints toriques.

LE JOINT FRANCAIS

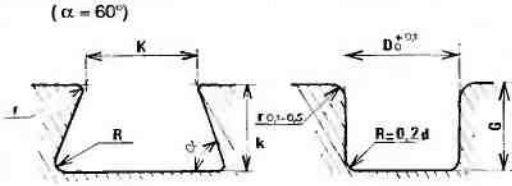


Dimensions du joint

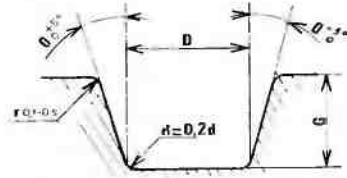


Utilisation statique

gorges trapézoïdales (α = 60°) gorges rectangulaires



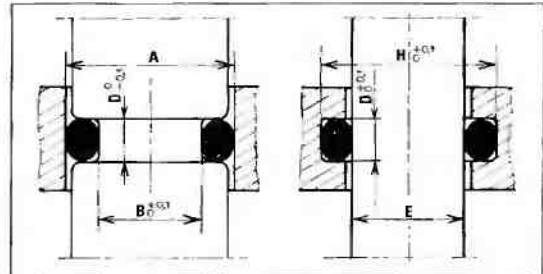
Utilisation dynamique



$$B = A - 2G \quad G = \sigma d - Xd \quad X = 12 \text{ à } 18\%$$

$$H = E + 2G \quad D = \sigma d + xd \quad x = 27 \text{ à } 35\%$$

σ d (mm)	K ±0,05 (mm)	k 0 -0,05 (mm)	R (mm)	r (mm)
1,90	1,75	1,4	0,2	0,1
2,70	2,45	1,9	0,3	0,15
3,60	3,3	2,6	0,3	0,15
5,33	4,9	4	0,5	0,25
6,99	6,4	5,2	0,7	0,3
8,00	7,3	6	0,8	0,4



Etats de surface :

- radial (tige, cylindre) 0,2 < Ra < 1 μm
- axial (plan en statique) 0,2 < Ra < 1 μm

parois de la gorge :

- en statique 1,5 < Ra < 4 μm
- en dynamique 1,5 < Ra < 2,5 μm

Ajustements moyeu/arbre:

- p < 8 MPa H7/17
- p ≥ 8 MPa H7/g6

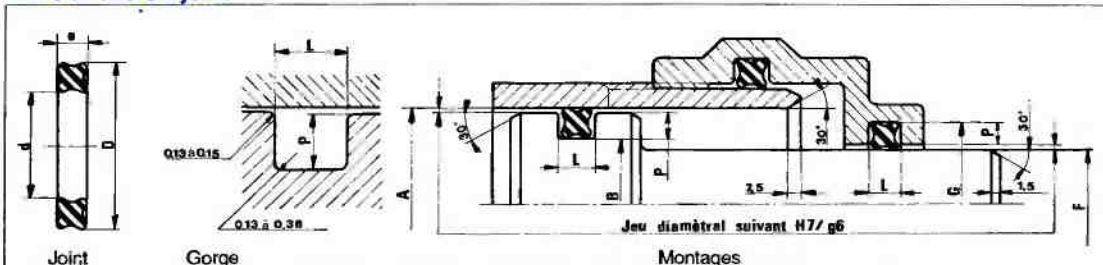
σ int. a	σ ext. b	σ joint d	σ int. a	σ ext. b	σ joint d	σ int. a	σ ext. b	σ joint d	σ int. a	σ ext. b	σ joint d
2,4	6,2	1,90	27,30	32,70	2,70	81,92	92,58	5,33	151,77	165,75	6,99
2,6	6,4	1,90	27,80	35,0	3,60	85,09	95,75	5,33	158,12	172,10	6,99
3,4	7,2	1,90	29,30	36,5	3,60	88,27	98,93	5,33	164,47	178,45	6,99
4,2	8,0	1,90	30,80	38,0	3,60	91,44	102,10	5,33	170,82	184,80	6,99
4,9	8,7	1,90	32,50	39,7	3,60	94,85	105,51	5,33	177,17	191,15	6,99
5,7	9,5	1,90	34,10	41,3	3,60	97,79	108,45	5,33	183,52	197,50	6,99
6,4	10,2	1,90	35,60	42,8	3,60	100,97	111,63	5,33	189,87	203,85	6,99
7,2	11,0	1,90	37,30	44,5	3,60	104,14	114,80	5,33	196,22	210,20	6,99
8,0	11,8	1,90	37,47	48,13	5,33	107,32	117,98	5,33	202,57	216,50	6,99
8,9	12,7	1,90	40,64	51,30	5,33	110,49	121,15	5,33	215,27	229,25	6,99
8,9	14,3	2,70	43,40	50,6	3,60	113,67	124,33	5,33	227,97	241,95	6,99
10,5	15,9	2,70	43,82	54,48	5,33	113,67	127,65	6,99	240,67	254,65	6,99
12,1	17,5	2,70	46,99	57,65	5,33	116,84	130,82	6,99	253,37	267,35	6,99
13,6	19,0	2,70	50,17	60,83	5,33	120,02	134,00	6,99	266,07	280,05	6,99
15,1	20,5	2,70	53,34	64,0	5,33	123,19	137,17	6,99	278,77	292,75	6,99
16,0	19,8	1,90	56,52	67,18	5,33	126,37	140,35	6,99	291,47	305,45	6,99
18,3	25,5	3,60	59,69	70,35	5,33	129,54	143,52	6,99	304,17	318,15	6,99
18,4	23,8	2,70	62,87	73,53	5,33	132,72	146,70	6,99	316,87	330,85	6,99
19,8	27,0	3,60	66,04	76,70	5,33	135,89	149,87	6,99	329,57	343,55	6,99
21,3	28,5	3,60	69,22	79,88	5,33	139,07	153,05	6,99	342,27	356,25	6,99
23,0	30,2	3,60	72,39	83,15	5,33	142,24	156,22	6,99	354,97	368,95	6,99
24,6	31,8	3,60	75,57	86,23	5,33	145,42	159,40	6,99	367,67	381,65	6,99
26,2	33,4	3,60	78,74	89,40	5,33	148,59	162,57	6,99	380,37	394,35	6,99

13.4. Joints quatre lobes.

MINESOTA



Dimensions du joint



Calcul du diamètre de fond de gorge

Tolérances

Etats de surface

ø d joint (mm)	Serrages recommandés				Excentration maxi	Tolérances			
	dynamique min	dynamique max	statique min	statique max		B	G	L	e
1,78	0,13	0,20	0,26	0,33	0,05	0 +0,1	0 -0,1	0 +0,13	±0,08
2,62	0,13	0,20	0,26	0,33	0,05	0 +0,1	0 -0,1	0 +0,13	±0,08
3,53	0,15	0,25	0,30	0,41	0,076	0 +0,12	0 -0,12	0 +0,15	±0,10
5,33	0,20	0,33	0,40	0,54	0,10	0 +0,15	0 -0,15	0 +0,18	±0,13

Rugosité Ra (µm)	
Radial (tige, cylindre) 0,12 < Ra < 0,6	
Gorges	
- statique :	1 < Ra < 4
- dynamique :	1 < Ra < 2,5

Remarque :

Le tableau suivant donne les dimensions d'implantation des joints dans le cas de serrages minimums et à partir d'ajustement cylindre / tige ou cylindre / piston H7 g6. Le tableau de calcul ci-dessus permet de traiter d'autres montages particuliers.

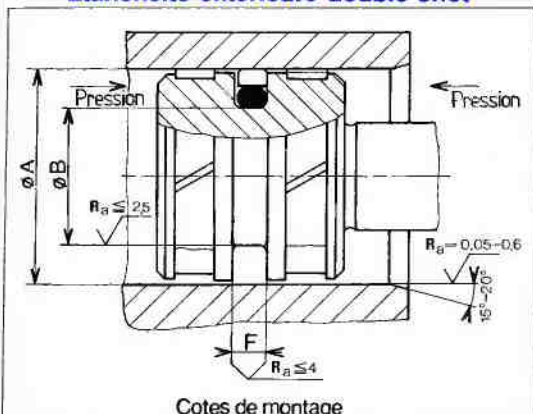
Montage dans l'arbre		Montage dans l'alés.		Gorge		Joint			Montage dans l'arbre		Montage dans l'alés.		Gorge		Joint		
A (H7)	B	F (g6)	G	L	P	d	D	e	A (H7)	B	F (g6)	G	L	P	d	D	e
6	2,872	2,5	5,637	2	1,57	2,90	6,46	1,78	44	37,465	36	42,535	3,9	3,28	36,09	43,15	3,53
6,5	3,372	3	6,137	2	1,57	2,90	6,46	1,78	45	38,465	37	43,535	3,9	3,28	37,69	44,75	3,53
7	3,875	3,5	6,637	2	1,57	3,68	7,24	1,78	45	39,465	38	44,535	3,9	3,28	37,69	44,75	3,53
7,5	4,375	4	7,128	2	1,57	4,47	8,03	1,78	47	37,025	39	48,975	6,1	5	37,47	48,13	5,33
8	4,875	4,5	7,628	2	1,57	4,47	8,03	1,78	48	38,025			6,1	5	37,47	48,13	5,33
9	5,875	5	8,128	2	1,57	5,28	8,84	1,78	49	39,025			6,1	5	37,47	48,13	5,33
10	6,875	6	9,128	2	1,57	6,07	9,63	1,78	50	40,025	40	49,975	6,1	5	40,64	51,30	5,33
11	7,878	7	10,128	2	1,57	7,65	11,21	1,78	51	41,030	41	50,975	6,1	5	40,64	51,30	5,33
12	8,878	8,5	11,628	2	1,57	9,25	12,81	1,78	52	42,030	42	51,975	6,1	5	40,64	51,30	5,33
14	9,198	10	14,806	2,9	2,41	9,19	14,43	2,62	53	43,030	43	52,975	6,1	5	43,82	54,48	5,33
15	10,198	10,5	15,503	2,9	2,41	9,19	14,43	2,62	54	44,030	44	53,975	6,1	5	43,82	54,48	5,33
16	11,198	11	15,803	2,9	2,41	10,78	16,02	2,62	55	45,030	45	54,975	6,1	5	43,82	54,48	5,33
18	13,198	12,5	17,303	2,9	2,41	12,37	17,61	2,62	56	46,030	46	55,975	6,1	5	43,82	54,48	5,33
20	15,201	14	18,803	2,9	2,41	13,95	19,19	2,62	57	47,030	47	56,975	6,1	5	46,99	57,65	5,33
21	16,201	16	20,803	2,9	2,41	15,54	20,78	2,62	58	48,030	48	57,975	6,1	5	46,99	57,65	5,33
22	17,201	17	21,803	2,9	2,41	17,13	22,37	2,62	59	49,030	49	58,975	6,1	5	50,17	60,83	5,33
23	18,201	17,5	22,303	2,9	2,41	17,13	22,37	2,62	60	50,030	50	59,975	6,1	5	50,17	60,83	5,33
24	19,201	18,5	23,303	2,9	2,41	18,72	23,96	2,62	61	51,030	51	60,975	6,1	5	50,17	60,83	5,33
25	18,461	18	24,540	3,9	3,28	18,64	25,70	3,53	62	52,030	52	61,971	6,1	5	50,17	60,83	5,33
26	19,461	19	25,540	3,9	3,28	18,64	25,70	3,53	63	53,030	53	62,971	6,1	5	53,34	64,00	5,33
27	20,461	20	26,540	3,9	3,28	20,22	27,28	3,53	64	54,030	54	63,971	6,1	5	53,34	64,00	5,33
28	21,461	20,5	27,040	3,9	3,28	20,22	27,28	3,53	65	55,030	55	64,971	6,1	5	53,34	64,00	5,33
29	22,461	22	28,540	3,9	3,28	21,82	28,88	3,53	66	56,030	56	65,971	6,1	5	56,52	67,18	5,33
30	23,461	23	29,540	3,9	3,28	23,40	30,46	3,53	67	57,030	57	66,971	6,1	5	56,52	67,18	5,33
31	24,465	24	30,540	3,9	3,28	23,40	30,46	3,53	68	58,030	58	67,971	6,1	5	56,52	67,18	5,33
32	25,465	25	31,540	3,9	3,28	24,99	32,05	3,53	69	59,030	59	68,971	6,1	5	59,69	70,35	5,33
33	26,465	26	32,540	3,9	3,28	26,58	33,64	3,53	70	60,030	60	69,971	6,1	5	59,69	70,35	5,33
34	27,465	27	33,540	3,9	3,28	26,58	33,64	3,53	71	61,030	61	70,971	6,1	5	59,69	70,35	5,33
35	28,465	27,5	34,040	3,9	3,28	28,17	35,23	3,53	72	62,030	62	71,971	6,1	5	62,87	73,53	5,33
36	29,465	28	34,540	3,9	3,28	28,17	35,23	3,53	73	63,030	63	72,971	6,1	5	62,87	73,53	5,33
37	30,465	29	35,540	3,9	3,28	29,75	36,81	3,53	74	64,030	64	73,971	6,1	5	62,87	73,53	5,33
38	31,465	30	36,540	3,9	3,28	31,34	38,40	3,53	75	65,030	65	74,971	6,1	5	66,04	76,76	5,33
39	32,465	31	37,535	3,9	3,28	31,34	38,40	3,53	76	66,030	66	75,971	6,1	5	66,04	76,76	5,33
40	33,465	32	38,535	3,9	3,28	32,92	39,98	3,53	77	67,030	67	76,971	6,1	5	66,04	76,76	5,33
41	34,465	33	39,535	3,9	3,28	32,92	39,98	3,53	78	68,030	68	77,971	6,1	5	66,04	76,76	5,33
42	35,465	34	40,535	3,9	3,28	34,52	41,58	3,53	79	69,030	69	78,971	6,1	5	69,22	79,88	5,33
43	36,465	35	41,535	3,9	3,28	36,09	43,15	3,53	80	70,030	70	79,871	6,1	5	69,22	79,88	5,33

13.5. Joints : bague PTFE + torique.

Busak
Shamban

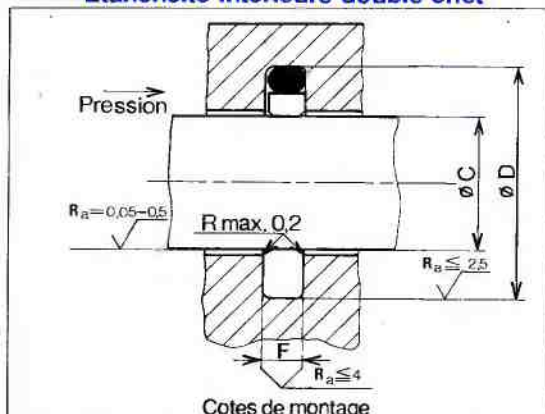


Etanchéité extérieure double effet



Cotes de montage

Etanchéité intérieure double effet



Cotes de montage

\varnothing Alésage A H9	\varnothing de fond de gorge B h9	Largeur de gorge F 0+0,2
8	3,1	2,2
10	5,1	2,2
12	7,1	2,2
15	7,5	3,2
16	8,5	3,2
18	10,5	3,2
20	12,5	3,2
22	14,5	3,2
24	16,5	3,2
25	17,5	3,2
28	20,5	3,2
30	22,5	3,2
32	24,5	3,2
35	27,5	3,2
38	30,5	3,2
39	31,5	3,2
40	29,0	4,2
42	31,0	4,2
45	34,0	4,2
48	37,0	4,2
50	39,0	4,2
52	41,0	4,2
55	44,0	4,2
60	49,0	4,2
63	52,0	4,2
64	53,0	4,2
65	54,0	4,2
70	59,0	4,2
70	54,5	6,3
75	64,0	4,2
80	64,5	6,3
85	69,5	6,3
89	73,5	6,3
90	74,5	6,3
95	79,5	6,3
100	84,5	6,3
105	89,5	6,3
110	94,5	6,3
110	89,0	8,1
115	99,5	6,3
115	94,0	8,1

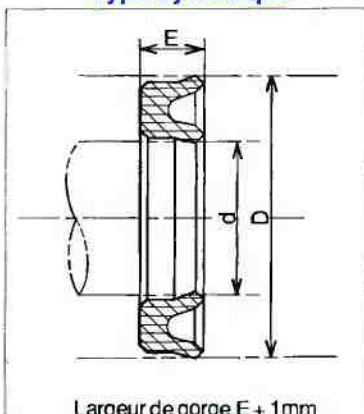
\varnothing Tige C f8	\varnothing de fond de gorge D H9	Largeur de gorge F 0+0,2
4	8,9	2,2
5	9,9	2,2
6	10,9	2,2
7	11,9	2,2
8	15,3	3,2
8	12,9	2,2
10	17,3	3,2
10	14,9	2,2
12	19,3	3,2
12	16,9	2,2
14	21,3	3,2
14	18,9	2,2
16	23,3	3,2
16	20,9	2,2
18	25,3	3,2
18	22,9	2,2
20	30,7	4,2
20	27,3	3,2
22	32,7	4,2
22	29,3	3,2
25	35,7	4,2
25	32,3	3,2
30	40,7	4,2
30	37,3	3,2
32	42,7	4,2
32	39,3	3,2
36	46,7	4,2
36	43,3	3,2
40	55,1	6,3
40	50,7	4,2
45	60,1	6,3
45	55,7	4,2
50	65,1	6,3
50	60,7	4,2
56	71,1	6,3
56	66,7	4,2
60	75,1	6,3
60	70,7	4,2
63	78,1	6,3
65	80,1	6,3
70	85,1	6,3

13.6. Joints à lèvres pour arbres couissants.

PAULSTRA

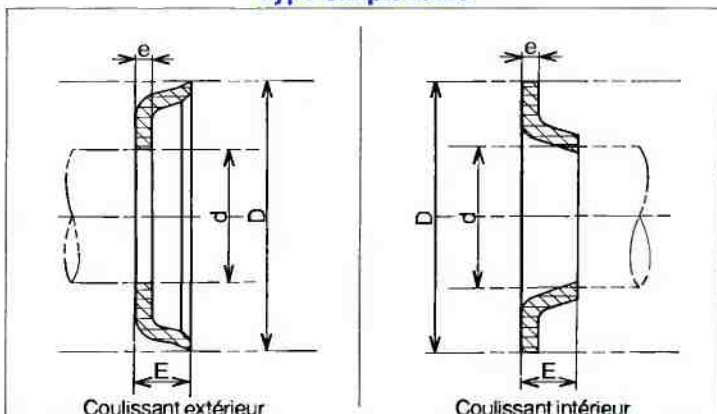


Type symétrique



Largeur de gorge E + 1 mm

Type simple lèvre



Couissant extérieur

Couissant intérieur

D (mm)	d (mm)	E (mm)
14	4	12
14	6	11,5
20	10	7,8
25	12	5,5
28	16	9,6
28	20	4,8
30	18	10,0
32	20	8,0
32,9	18	7,2
35	20	12,0
36	24	9,6
40	20	12,0
40	21	12,0
40	22	12,0
41	26	8,4
45	21	12,0
45	25	11,0
46	28	10,0
46	30	12,0
49	25	10,8
50	32	12,0
50	34	14,4
50	40	5,0
51	35	9,6
55	36	12,0
60	40	12,0
62	40	14,5
63	45	12,0
66,5	50,5	12,0
70	50	12,0
71	55	12,0
73	57	9,6
74	50	15,0
76	50	17,0
78	62	12,0
80	56	14,5
80	60	12,0
80	64	12,0
83	65	12,0
86	70	12,0
91	75	12,0

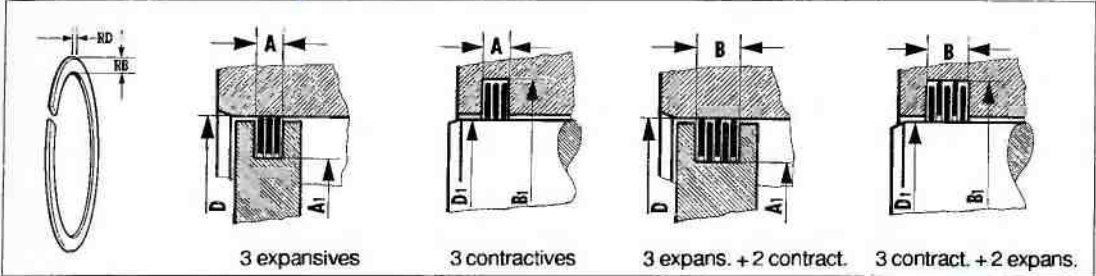
D (mm)	d (mm)	E (mm)	e (mm)	d (mm)	D (mm)	E (mm)	e (mm)
17,9	8,0	5,5	1,5	11	28	7	2,5
25,0	15,0	10,0	3	12	22	5	1,5
30,0	15,0	10,0	3	13	21	5	2
35,0	16,0	10,0	3	14	22	5	1,5
36,0	18,0	6,0	2	16	36	8	2,5
40,0	16,0	12,0	3	18	36	7	2,5
40,0	18,0	6,0	2	20	40	8	2
45,0	18,0	6,0	2	20	40	8	3
47,5	28,0	4,0	3	22	44	10	4
47,5	37,0	5,0	2	22,2	38	6	2,5
52,0	18,0	8,0	2	24	36	8	2,5
53,0	25,0	20,0	4	25	52	8	2,5
55,0	18,0	10,0	3	28	49	13	4
60,0	25,0	15,0	5	30	42	8	2,5
62,0	25,0	14,0	3	32	50	9	3
65,0	20,0	10,0	3	34	52	12	3,5
75,0	28,0	12,0	4	36	60	10	4
85,0	60,0	7,0	2,5	40	65	10	5
95,0	30,0	14,0	4	45	65	10	4
203,2	63,5	28,5	8,7	45	74	17	5
				50	70	10	3
				55	80	12	3
				56	80	12	3
				60	89,5	20	5
				62	85	12	3
				65	90	10	5
				85	103	13	3
				88	110	8	3,5
				90	130	10	4

13.7. Lamelles d'étanchéité.

FEY

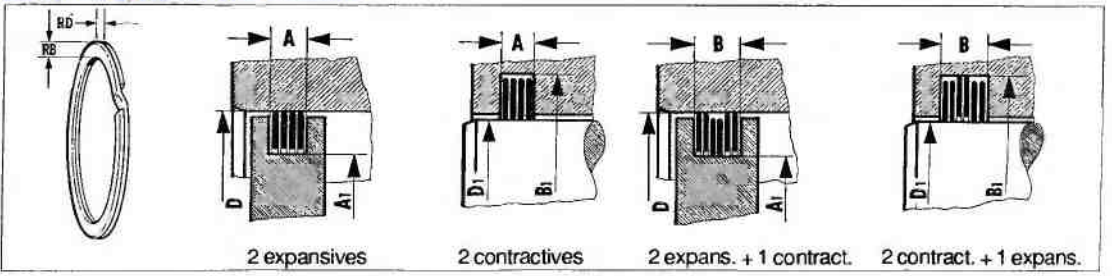


Lamelles d'étanchéité simples



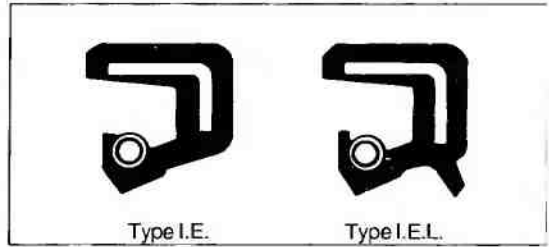
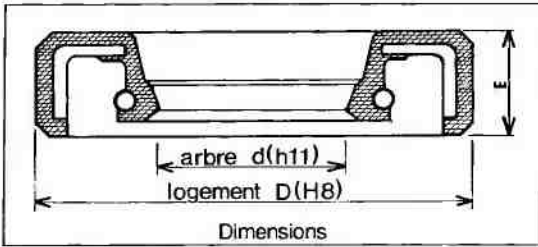
Diamètre nominal alés. D $\pm 0,1$ arbre D1 $\pm 0,05$	RB $\pm 0,15$	Lamelles simples					Lamelles doubles			
		RD $+0,04$ $-0,02$	A $+0,1$ 0	B $+0,1$ 0	A1 0 $-0,2$	B1 $+0,2$ 0	RD $+0,08$ $-0,04$	A $+0,1$ 0	B $+0,1$ 0	
de 15 à 24,5	1,0	0,65	2,2	3,6	D-2,6	D1 + 2,6	1,3	2,9	4,3	
25 à 29,5	1,2	0,65	2,2	3,6	-3,0	+3,0	1,3	2,9	4,3	
30 à 35,5	1,5	0,65	2,2	3,6	-3,6	+3,6	1,3	2,9	4,3	
36 à 42,5	1,8	0,62	2,2	3,6	-4,2	+4,2	1,3	2,9	4,3	
43 à 48,5	2,2	0,72	2,4	4,0	-5,0	+5,0	1,45	3,2	4,8	
49 à 51,5	2,4	0,72	2,4	4,0	-5,4	+5,4	1,45	3,2	4,8	
52 à 59,5	2,6	0,72	2,4	4,0	-5,8	+5,8	1,45	3,2	4,8	
60 à 69,5	2,8	0,82	2,7	4,5	-6,2	+6,2	1,65	3,6	5,4	
70 à 74,5	3,1	0,82	2,7	4,5	-6,8	+6,8	1,65	3,6	5,4	
75 à 79,5	3,3	0,82	2,7	4,5	-7,2	+7,2	1,65	3,6	5,4	
80 à 89,5	3,5	0,82	2,7	4,5	-7,6	+7,6	1,65	3,6	5,4	
90 à 99,5	3,8	0,82	2,7	4,5	-8,2	+8,2	1,65	3,6	5,4	
100 à 104,5	4,1	0,82	2,7	4,5	-8,8	+8,8	1,65	3,6	5,4	
105 à 109,5	4,3	0,98	3,2	5,4	-9,2	+9,2	1,96	4,2	6,3	
110 à 119,5	4,6	0,98	3,2	5,4	-9,8	+9,8	1,96	4,2	6,3	
120 à 129,5	5,0	0,98	3,2	5,4	-10,8	+10,8	1,96	4,2	6,3	
130 à 149,5	5,5	0,98	3,2	5,4	-11,8	+11,8	1,96	4,2	6,3	
150 à 170,0	6,0	1,00	3,3	5,5	-13,0	+13,0	2,0	4,4	6,5	
150 à 170,0	6,0	1,50	5,0	8,1	-13,0	+13,0	3,0	6,4	9,5	
171 à 199,0	7,0	1,00	3,3	5,5	-15,0	+15,0	2,0	4,4	6,5	
171 à 199,0	7,0	1,50	5,0	8,1	-15,0	+15,0	3,0	6,4	9,5	
200 à 259,0	8,0	1,20	4,0	6,5	-17,0	+17,0	2,4	5,2	7,7	
200 à 259,0	8,0	1,50	5,0	8,1	-17,0	+17,0	3,0	6,4	9,5	
260 à 319,0	9,0	1,50	5,0	8,1	-19,0	+19,0	3,0	6,5	9,6	
320 à 399,0	10,0	1,50	5,0	8,1	-21,0	+21,0	3,0	6,5	9,6	
400 à 439,0	11,0	1,50	5,0	8,1	-23,0	+23,0	3,0	6,5	9,6	
440 à 600,0	12,0	1,50	5,0	8,1	-25,0	+25,0	3,0	6,5	9,6	
440 à 600,0	12,0	2,50	8,1	13,3	-25,0	+25,0	5,0	10,5	15,7	
601 à 699,0	14,0	2,50	8,1	13,3	-30,0	+30,0	5,0	10,5	15,7	
700 à 799,0	16,0	2,50	8,1	13,3	-34,0	+34,0	5,0	10,5	15,7	
800 à 899,0	18,0	2,50	8,1	13,3	-38,0	+38,0	5,0	10,6	15,8	
900 à 999,0	20,0	2,50	8,1	13,3	-42,0	+42,0	5,0	10,6	15,8	

Lamelles d'étanchéité doubles



13.8. Joints à lèvres radiales.

PAULSTRA
NF R 99-001



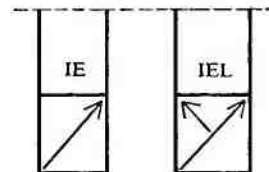
Conseils de montage:

- Cas des montages des roulements :
- lubrification à l'huile : les lèvres d'étanchéité sont dirigées vers l'intérieur du mécanisme.
- lubrification à la graisse : dans le cas de renouvellement de la graisse par graisseur, au moins un des joint a sa lèvre d'étanchéité dirigée vers l'extérieur du mécanisme afin de permettre l'évacuation des graisses usagées.

- logement : ϕ D H8 avec $Ra \leq 2,5\mu m$
- arbre : ϕ h11 avec $0,1 < Ra < 0,3$
- dureté 45 HRC si $V < 5m/s$, de 60 HRC si $V \geq 5m/s$
- profondeur du logement $\geq E$
- **Fréquences de rotation limites** : pour des diamètres $d < 60mm$ et pour des différences de pression faibles :
 - nitrile (NBR) : $V < 3\,000 \text{ tr. min}^{-1}$
 - fluorocarbone (FPM) : $V < 10\,000 \text{ tr. min}^{-1}$

Dimensions			Type		Matière	
d (mm)	D (mm)	E (mm)	IE	IEL	NBR	FPM
8	22	8	*		*	*
9	25	8	*		*	*
10	25	8	*		*	*
12	28	8	*	*	*	*
15	30	8	*		*	*
17	35	8	*	*	*	*
18	35	8	*		*	*
20	38	8	*	*	*	*
22	40	8	*	*	*	*
25	42	8	*		*	*
28	45	8	*		*	*
30	48	8	*	*	*	*
32	50	8	*		*	*
35	52	10	*	*	*	*
35	52	10	*	*	*	*
38	55	10	*		*	*
38	55	10	*	*	*	*
40	58	10	*		*	*
40	58	10	*	*	*	*
42	60	12	*		*	*
45	62	12	*		*	*
48	68	12	*		*	*
50	72	12	*		*	*
52	75	12	*		*	*
55	75	12	*		*	*
55	75	12	*	*	*	*
58	80	12	*		*	*
60	80	12	*	*	*	*
62	85	12	*	*	*	*
65	85	12	*		*	*
65	85	12	*	*	*	*
70	90	12	*	*	*	*
72	95	12	*		*	*
75	95	12	*		*	*
78	100	13	*		*	*
80	100	13	*	*	*	*
80	100	13	*	*	*	*
85	110	13	*	*	*	*
85	110	13	*	*	*	*

Dimensions			Type		Matière	
d (mm)	D (mm)	E (mm)	IE	IEL	NBR	FPM
90	110	13	*		*	*
95	120	13	*		*	*
95	120	13	*	*	*	*
100	120	13	*		*	*
105	130	13	*	*	*	*
110	130	13	*		*	*
115	140	13	*		*	*
120	140	13	*		*	*
125	160	15	*		*	*
130	160	15	*		*	*
130	160	15	*	*	*	*
135	170	15	*		*	*
140	170	15	*		*	*
140	170	15	*	*	*	*
150	180	15	*		*	*
155	190	15	*		*	*
160	190	15	*	*	*	*
165	200	15	*		*	*
170	200	15	*		*	*
175	210	15	*		*	*
180	210	15	*		*	*
190	220	15	*		*	*
195	230	15	*		*	*
200	230	15	*		*	*



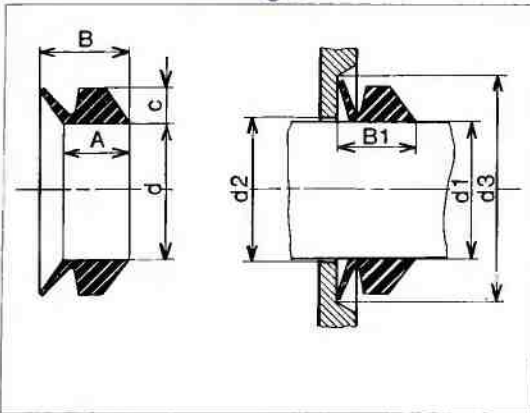
• Symbolisation usuelle non normalisée

13.9. Joints V-ring

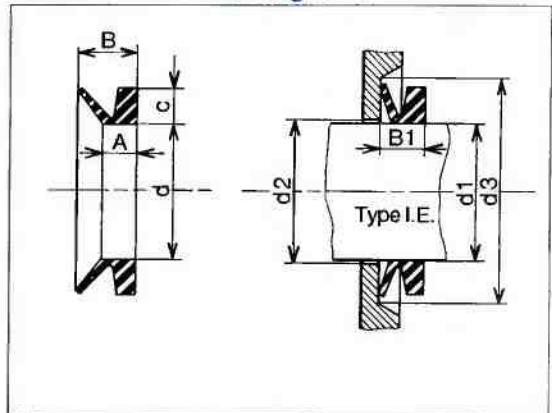
SKF



V-ring S



V-ring A



Conseils de montage:

Le joint V-ring se monte sur l'arbre avec lequel il tourne. Il supporte un gros défaut de perpendicularité axe/surface frottante, c'est le joint idéal pour la protection des roulements à rotule.

Il admet un faux-ronde de rotation.

Il peut subir un allongement important, jusque 200% ce qui permet de le passer au dessus des flasques ou des épaulements pour sa mise en place. Il fait facilement office de soupape de graisse.

- Surface d'appui : $0,3 < Ra \leq 3 \mu m$

- arbre : très large tolérance, voir d_1

- excentration : 0,4 à 3,6 mm avec 1,1 mm pour un $\varnothing 60 mm$

- obliquité : 0 à 4° avec 2° pour un $\varnothing 60 mm$

- Vitesses périphériques limites, joint tournant :

- décollement de la lèvres si $V > 12 m \cdot s^{-1}$, au delà, il est nécessaire de maintenir le joint.

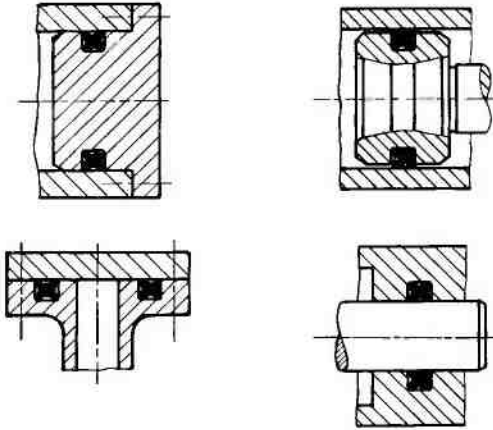
- nitrile (NBR) : sans blocage axial si $V < 8 m \cdot s^{-1}$

- fluorocarbone (FPM) : sans blocage axial si $V < 6,5 m \cdot s^{-1}$

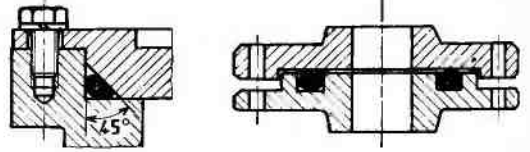
- si le joint est fixe, la vitesse peut atteindre $20 m \cdot s^{-1}$

V-ring S et V-ring A					V-ring S			V-ring A		
\varnothing arbre d_1 (mm)	\varnothing joint d (mm)	hauteur c (mm)	d_2 maxi (mm)	d_3 mini (mm)	A (mm)	B (mm) avant montage	B_1 (mm) après montage	A (mm)	B (mm) avant montage	B_1 (mm) après montage
4,5-5,5	4	2	$d_1 + 1$	$d_1 + 6$	3,9	5,2	4,5±0,4	2,4	3,7	3,0±0,4
5,5-6,5	5	2	-	-	3,9	5,2	-	2,4	3,7	-
6,5-8,0	6	2	-	-	3,9	5,2	-	2,4	3,7	-
8,0-9,5	7	2	-	-	3,9	5,2	-	2,4	3,7	-
9,5-11,5	9	3	$d_1 + 2$	$d_1 + 9$	5,6	7,7	6,7±0,6	3,4	5,5	4,5±0,6
11,5-13,5	10,5	3	-	-	5,6	7,7	-	3,4	5,5	-
13,5-15,5	12,5	3	-	-	5,6	7,7	-	3,4	5,5	-
15,5-17,5	14	3	-	-	5,6	7,7	-	3,4	5,5	-
17,5-19,0	16	3	-	-	5,6	7,7	-	3,4	5,5	-
19-21	18	4	-	$d_1 + 12$	7,9	10,5	9,0±0,8	4,7	7,5	6,0±0,8
21-24	20	4	-	-	7,9	10,5	-	4,7	7,5	-
24-27	22	4	-	-	7,9	10,5	-	4,7	7,5	-
27-29	25	4	$d_1 + 3$	-	7,9	10,5	-	4,7	7,5	-
29-31	27	4	-	-	7,9	10,5	-	4,7	7,5	-
31-33	29	4	-	-	7,9	10,5	-	4,7	7,5	-
33-36	31	4	-	-	7,9	10,5	-	4,7	7,5	-
36-38	34	4	-	-	7,9	10,5	-	4,7	7,5	-
38-43	36	5	-	$d_1 + 15$	9,5	13,0	11,0±1,0	5,5	9,0	7,0±1,0
43-48	40	5	-	-	9,5	13,0	-	5,5	9,0	-
48-53	45	5	-	-	9,5	13,0	-	5,5	9,0	-
53-58	49	5	-	-	9,5	13,0	-	5,5	9,0	-
58-63	54	5	-	-	9,5	13,0	-	5,5	9,0	-
63-68	58	5	-	-	9,5	13,0	-	5,5	9,0	-
68-73	63	6	$d_1 + 4$	$d_1 + 18$	11,3	15,5	13,5±1,2	6,8	11,0	9,0±1,2
73-78	67	6	-	-	11,3	15,5	-	6,8	11,0	-
78-83	72	6	-	-	11,3	15,5	-	6,8	11,0	-
83-88	76	6	-	-	11,3	15,5	-	6,8	11,0	-
88-93	81	6	-	-	11,3	15,5	-	6,8	11,0	-
93-98	85	6	-	-	11,3	15,5	-	6,8	11,0	-

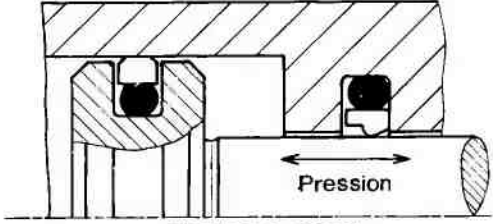
13.10. Exemples de montages



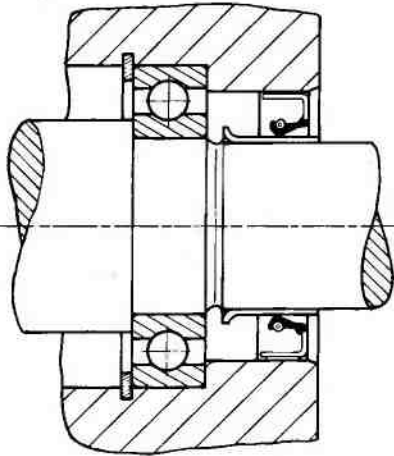
joints quatre lobes



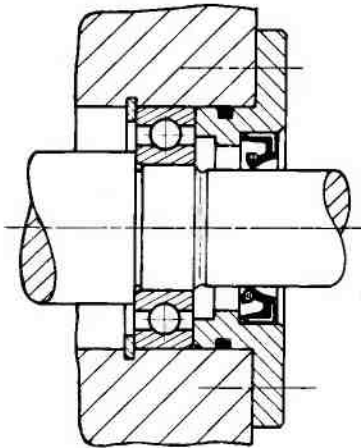
Joints toriques



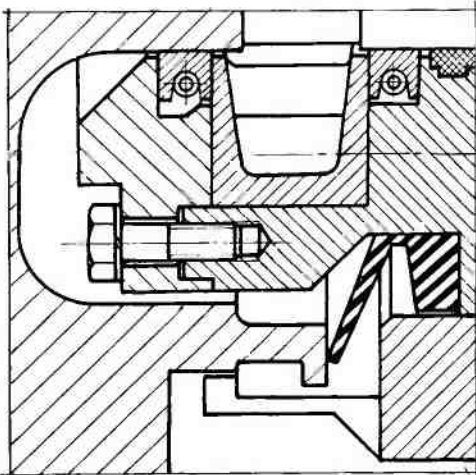
joints "bague + torique"



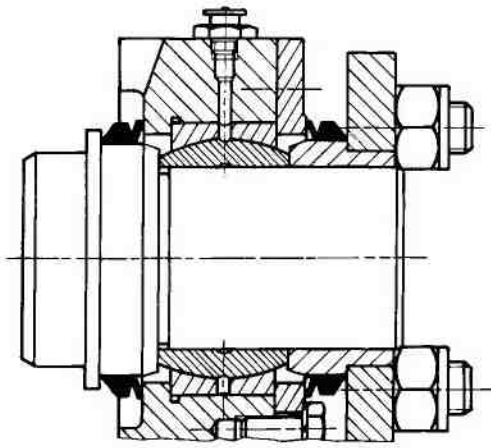
joints à lèvres



joints à lèvres



joints V-ring

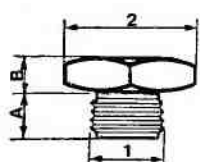
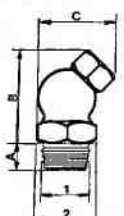
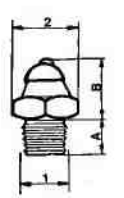
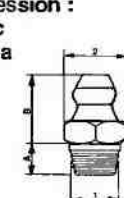
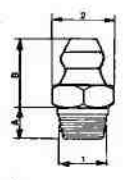
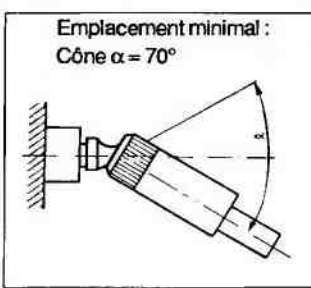
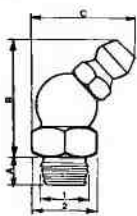
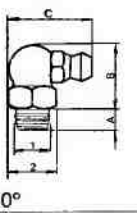



joints V-ring

13.11. Graisseurs.

Souriau
Técalémit



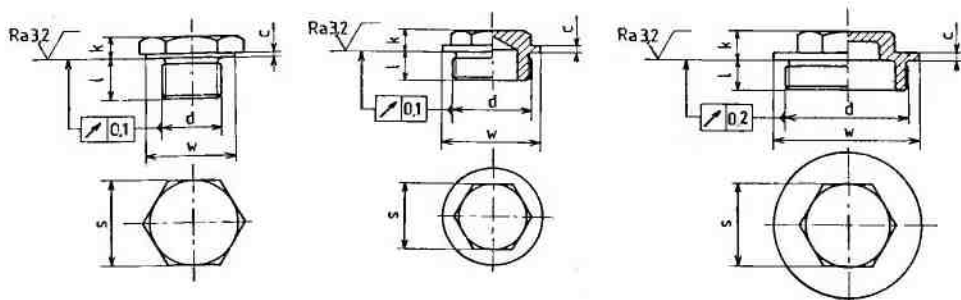
Types de graisseurs	Dimensions (mm)					Lubrifiant et remarques
	Pas 1	Six pans 2	A	B	C	
Basse pression : 	6 x 100* 6 x 100 8 x 125 10 x 100 10 x 150 ≈ 8,1 lisse ≈ 6,1 lisse	7 7 9 11 11 8 8	2,7 5 5 5 5 5 5	5,3 3 3 3 3 3 3		Lubrifiant : huile, éventuellement graisse légère. Applications : tables de machines, chariots, bouts d'arbre. Un léger enbrèvement permet de les encastrer. Caractéristiques : acier cadmié, filetages coniques. * court
Lub droit 	6 x 100 8 x 125	11 11	5 5	16 16	15,5 15,5	
Lub 45° 	6 x 100	7	5	8,5		
Métrolub 	6 x 100* 6 x 100 7 x 100 8 x 100 8 x 125 10 x 100 10 x 150 12 x 175	7 7 8 10 10 10 11 11 14	2,7 5 5 5 5 5 7 7	10,3 10 10 10 10 10 10 10 10		
Haute pression : Hydraulic $p < 25 \text{ MPa}$ 						Emplacement minimal : Cône $\alpha = 70^\circ$ 
Standard droit 	6 x 100 7 x 100 8 x 100 8 x 125 10 x 100 10 x 150	11 11 11 11 11 11	5 5 5 5 5 7	20 20 20 20 20 19	17 17 17 18,5 17 18,5	
Standard 45° 	6 x 100 7 x 100 8 x 100 8 x 125 10 x 100 10 x 150	11 11 11 11 11 11	5 5 5 5 5 7	13 13 13 13 13 12	20 20 20 21,5 20 21,5	Lubrifiant : graisse Applications : graissages fréquent sous pression. L'accrochage de l'agrafe de la pompe est instantané, par simple poussée. Caractéristiques : acier cadmié, tête cémentée, filetages coniques. * court
Standard 90° 						

13.12. Bouchons - voyants

NF E 27-432



13.12.1. Bouchons : NF E 27-432.



Dimensions (mm)

Filetage tolérance 6g d x p	Surpiat s	Collerette		longueur sous tête l	Hauteur sous tête k
		w	c		
M 6 x 1,0	10	10	0,5	6	4,0
(M 7 x 1,0)	11	11	0,5	6	4,0
M 8 x 1,25	13	13	0,5	7	4,0
M 10 x 1,25	17	15	0,5	8	5,0
M 12 x 1,25	17	17	0,5	9	5,0
M 14 x 1,5	19	19	0,5	10	5,0
M 16 x 1,5	17	22	2,0	10	6,5
M 18 x 1,5	17	24	2,0	10	7,0
M 20 x 1,5	17	26	2,5	10	7,5
M 22 x 1,5	22	30	2,5	10	7,5
M 24 x 2,0	22	32	2,5	10	7,5
M 27 x 2,0	22	35	2,5	11	8,5
M 30 x 2,0	27	38	2,5	11	8,5
M 33 x 2,0	27	42	2,5	11	8,5
(M 36 x 2,0)	27	45	3,0	11	10,0
M 39 x 2,0	27	48	3,0	12	10,0
M 42 x 2,0	30	52	3,0	12	10,0
M 45 x 2,0	30	55	3,0	12	10,0
M 48 x 2,0	32	58	3,0	12	11,0
M 52 x 2,0	32	62	3,0	14	11,0

Tolérances d'exécution
Tolérances générales js 13

Matières courantes :
Selon le fluide en contact et la pression de service :

- Aciers de décolletage S 300
- Laiton de décolletage Cu Zn 40 Pb 3
- Laiton de matriçage Cu Zn 39 Pb 2
- Aluminium
 - de décolletage : alliage 5754
 - moulé A - S7 G 03
- Fonte lamellaire FGL 250

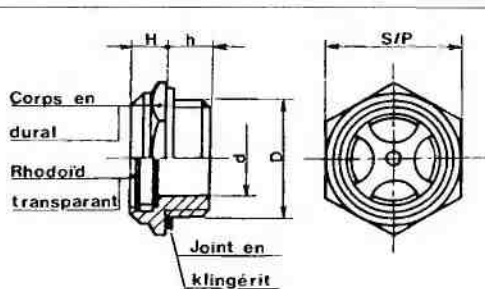
- Matières plastiques : PVC ...

Exemple de désignation:

Bouchon H, M12 x 1,25, 5754, NF E 27- 432

13.12.2. Voyants

D	d	S/P	H	h
M 14 x 1,5	10	17	7	8
M 18 x 1	14	24	8	8
M 20 x 1,5	15	26	8	9,5



Dimensions (mm)

14. Transmission de puissance



Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX

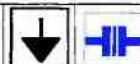


Fiche de
CALCULS

4.1. Guide de choix d'une courroie	298	14.4.10. Roues et engrenages cylindriques à denture hélicoïdale à axes parallèles.	315
4.2. Courroies crantées synchrones	299	14.4.11. Roues et engrenages cylindriques à denture hélicoïdale à axes parallèles ou perpendiculaires.	
14.2.1. Démarche de choix et de calcul d'une courroie et d'une poulie synchrone.		14.4.12. Engrenages à axes orthogonaux (roue et vis sans fin).	316
14.2.2. Terminologie de la transmission.	300	14.4.13. Détermination des couples "Vis - Roues".	317
14.2.3. Pas standard de fabrication.		14.4.14. Roues et vis sans fin standard.	318
14.2.4. Largeurs et code des courroies et des poulies synchrones.		14.4.15. Roues et vis sans fin miniatures.	
14.2.5. Longueurs primitive des courroies synchrones.		14.4.16. Engrenages coniques.	319
14.2.6. Diamètre primitif et nombre de dents de la petite poulie synchrone.		14.4.17. Couple coniques standard (puissances transmissibles).	
14.2.7. Diamètres primitifs et diamètres extérieurs des petites poulies synchrones	301	14.4.18. Couples coniques standards (dimensions).	320
14.2.8. Choix des courroies crantées synchrones.		14.4.19. Couples coniques en plastique.	
14.2.9. Puissance transmise en kW pour une largeur de courroie synchrone de 1 pouce.		14.4.20. Crémaillères standard acier avec pignons associés.	321
14.2.10. Profils et caractéristiques des poulies dentées	302	14.4.21. Crémaillères miniatures à denture droite.	
14.3. Poulies et courroies trapézoïdales	304	14.4.22. Crémaillères en matière plastique taillée.	
14.3.1. Démarche de choix et de calcul d'une courroie et d'une poulie trapézoïdales.		14.4.23. Indications à fournir au fabricant d'engrenages.	322
14.3.2. Profil de gorge des poulies les plus utilisées en série S étroites.	305	14.4.24. Représentation des engrenages.	
14.3.3. Facteurs de service (S).		14.5. Chaînes et pignons	323
14.3.4. Choix de la section d'une courroie série étroite type VP2 et CSE.		14.5.1. Démarche de choix d'une chaîne.	324
14.3.5. Sélection des poulies pour courroies SPZ et SPZX (10 x 8) type VP2 et CSE.	306	14.5.2. Détermination de la longueur d'une chaîne	325
14.3.6. Longueurs primitives des courroies SPZ type VP2 et CSE (10 x 8).		14.5.3. Choix de la chaîne	
14.3.7. Puissances transmissibles par courroie série étroite lisse VP2 - SP2 (10 x 8).	307	14.5.4. Rapport de transmission	
14.3.8. Puissances transmissibles par courroie série étroite crantée CSE - SPZX (10 x 8).		14.5.5. Position des arbres à relier	
14.3.9. Sélection des poulies pour courroies SPB et SPBX (16 x 13) type VP2 et CSE.	308	14.5.6. Chaînes série européenne.	326
14.3.10. Longueurs primitives des courroies SPB type VP2 et CSE (16 x 13).		14.5.7. Chaînes acier inoxydable.	
14.3.11. Puissances transmissibles par courroie série étroite lisse VP2 - SPB (16 x 13).	309	14.5.8. Chaînes en matière plastique.	
14.3.12. Puissances transmissibles par courroie série étroite crantée SPBX (16 x 13).		14.5.9. Pignons standard acier ou fonte - série européenne.	327
14.3.13. Profils et caractéristiques des poulies série étroite.	310	14.5.10. Pignons inox standard.	
14.4. Engrenages	311	14.5.11. Pignons en matière moulée.	
14.4.1. Différents types d'engrenages.		14.5.12. Chaînes miniatures et pignons associés.	328
14.4.2. Définitions cinématiques		14.5.13. Pignons miniatures.	
14.4.3. Caractéristiques de denture.		14.6. Roues libres de précision	329
14.4.4. Roues et engrenages cylindriques à denture droite.	312	14.6.1. Démarche de choix et de calcul d'une roue libre.	
14.4.5. Détermination des engrenages.	313	14.6.2. Roues libres séries US - USNU	330
14.4.6. Engrenages cylindriques miniatures à denture droite.	314	16.6.3. Roues libres GF - GV	331
14.4.7. Engrenages cylindriques à denture droite rectifiée.		14.7. Joints de cardan simples ou doubles	332
14.4.8. Engrenages cylindriques standard à denture droite.		14.7.1. Choix de cardan.	
14.4.9. Engrenages cylindriques plastique à denture droite.		14.7.2. Conditions d'homocinétisme et de bon fonctionnement.	
		14.7.3. Choix de la dimension d'un cardan - Couple transmissible.	
		14.7.4. Conditions de montage.	333
		14.7.5. Joints de cardan simples en plastique à axes rivés.	
		14.7.6. Joints de cardan à coussinets lisses.	334
		14.7.7. Joints de cardan à coussinets à aiguilles.	
		14.7.8. Joints de cardan à axes rivés.	335
		14.7.9. Joints de cardan sphéroïdes.	
		14.7.10. Ensembles couissants montés avec cannelures.	
		14.8. Accouplements	336
		14.8.1. Démarche de choix et de calcul.	
		14.8.2. Guide de choix du type d'accouplement.	337
		14.8.3. Accouplements élastiques.	338
		14.8.4. Sélection de la taille de l'accouplement élastique.	339
		14.8.5. Encastrements des accouplements élastiques.	340
		14.8.6. Accouplements semi-élastiques.	341
		14.8.7. Encastrements des accouplements semi-élastiques.	342

14.1. Guide de choix d'une courroie

CONTINENTAL



Aptitudes → Type de courroies ↓	Puissance transmissible						Observations - Utilisation	
	↓ kW	Rapport de transmission		Vitesse de courroie ↓ m/s	Allongement ↓	Rendement ↓ %		Tenue en température ↓ °C
Courroie trapézoïdale crantée synchrone 	jusqu'à 95 kW pour une largeur b = 100 mm	≤ 1/10	≤ 60	ne s'allonge pas	≤ 98	- 40 à + 100	++	- Machines de bureau. - Rotatives (imprimeries). - Outils portatifs. - Réducteurs de vitesse. - Commande d'ascenseur. - Entraînement arbres à cames. - Mécanismes de positionnement. - Compteurs.
* Courroie trapézoïdale série classique 	jusqu'à 30 kW pour une largeur b = 22 mm	≤ 1/15	≤ 30	faible	≤ 96	- 55 à + 70	+	- Concasseurs à mâchoires. - Industries minières. - Variateurs de vitesses. - Groupes entraîneurs. - Machines agricoles. - Convoyeurs - Transporteurs. - Accepte les contraintes brusques. - Force circonférentielle élevée.
Courroie trapézoïdale série étroite lisse 	jusqu'à 65 kW pour une largeur b = 22 mm	≤ 1/10	≤ 40	faible	≤ 96	- 55 à + 70	+	- Machines de génie civil. - Industrie minières (mines de fond) - Groupe entraîneur. - Machines à bois (scie à cadre). - Élévateurs de décharge. - Accepte les rudes conditions de service.
Courroie trapézoïdale série étroite crantée 	jusqu'à 80 kW pour une largeur b = 22 mm	≤ 1/10	≤ 50	très faible	≤ 98	- 30 à + 80	++	- Compacteurs - Déchiqueteuses. - Rotatives (imprimeries). - Groupe électrogène de soudure. - Bandes transporteuses. - Machines à bois (raboteuse, dégauchisseuse). - Extrudeuse - Compresseurs à piston. - Ventilateurs - Pompe centrifuge.
* Courroie à stries 	jusqu'à 20 kW	≤ 1/40	≤ 60	faible	≤ 98	- 30 à + 80	+++	- Machines à affranchir. - Machines offset. - Raboteuses portatives. - Machines à laver. - Fraiseuses - Cireuses. - Entraîneurs de broches. - Broyeurs - Effiloir. - Véhicules automobiles.
* Courroie plate 	jusqu'à 10 kW pour une largeur b = 10 mm	≤ 1/20	≤ 60	très faible	≤ 98	- 30 à + 80	+++	- Mémoire à disque (informatique) - Machines de nettoyage des sols. - Courroies de fermeture.

+++ : Excellente, ++ : Très bonne, + : Bonnes

* Ces trois modèles de courroies ne sont pas traités dans cet ouvrage (utilisation moins fréquente que les autres modèles)

14.2. Courroies crantées synchrones

NF T 47-021/120/121

TEXROPE



14.2.1. Démarche de choix et de calcul d'une courroie et d'une poulie synchrones

Données

Calcul Exemple

Démarche

Exemple

Machine menante (type)

Puissance (P^r)
Vitesse (n)
Fonctionnement

Moteur électrique asynchrone rotor en C¹. C¹
P^r = 15 kW
n = 2840 tr / min
16 h / j à couple très variable

Machine menée (type)

Vitesse (N)
Entraxe souhaité (E)

Machine outil à marche intermittente
N = 675 tr / min
E = 485 ± 10 mm

Formules

Facteur de service (S) voir 14.3.3.
Puissance corrigée P_c = P^r · S

Exemples

S = 1,4
P_c = 15 x 1,4 = 21 kW

Choix de la courroie voir tableau 14.2.8.

- Courroie pas H

Choix des poulies

Rapport de la transmission $R = n / N = D / d$
Diamètres primitifs et nombre de dents des poulies voir tableau 14.2.6.
Pour la courroie (H) et le nombre de tours de la petite poulie (2840. Diamètre primitif de la grande poulie (D) voir tableau 14.2.7 pour la courroie (H) et le nombre de dents.

$$R = \frac{2840}{675} = 4,20$$

$$d = 80,84, \text{ nombre de dents} = 20$$

$$\text{nombre de dents de la poulie : } 20 \times 4,2 = 84$$

$$D = 80,84 \times 4,20 = 339,53$$

Calcul de la longueur de la courroie (L_p)

$$L_p = 2e + 1,57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4E}$$

Choisir dans le tableau 14.2.5. la longueur (L' p) la plus approchante.

$$L_p = (485 \times 2) + 1,57(339,53 + 80,84) + \frac{(339,53 - 80,84)^2}{4 \times 485}$$

$$= 1664 \text{ mm}$$

$$L'p = 1676,4, \text{ nombre de dents de la courroie} = 132$$

Calcul de l'entraxe définitif (E')

$$E' = a + \sqrt{a^2 - b} \quad a = \frac{L_p}{4} - 0,395(D + d)$$

$$b = 0,126(D - d)^2$$

$$a = \frac{1676,4}{4} - 0,3925(339,57 + 80,84) = 254,09$$

$$b = 0,126(339,57 - 80,84)^2 = 8434,59$$

$$E' = 254,09 + \sqrt{254,09^2 - 8434,59} = 491$$

Vérification du nombre de dents en prise
 $\frac{\text{nb de dents petites poulies}}{6} \left(3 - \frac{D - d}{E'}\right)$

Lorsque le nombre de dents en prise est < 6, multiplier la puissance par courroie, voir tableau 14.2.6., par le coefficient ci-dessous.

$$\frac{20}{6} \left(3 - \frac{339,57 - 80,84}{491}\right) = 8,22$$

$$8,22 > 6$$

Facteur correctif = 1

Tableau correctif pour le nombre de dents en prise

Nombre de dents en prise	6 et plus	5	4	3	2
Facteurs correctifs	1	0,8	0,6	0,4	0,2

Largeur de la courroie

Le tableau de puissance transmissible par la courroie H, 14.2.9. avec les coordonnées de la petite poulie : vitesse et nombre de dents, donne la valeur pour une largeur nécessaire.

Diviser la puissance corrigée (P_c) par la puissance relevée dans le tableau.

Ce quotient calculé équivaut au facteur de largeur (K) donné dans le tableau ci-dessous. Prendre la valeur immédiatement supérieure.

Vitesse = 2850 tr / min, nb de dents = 20, d = 80,84

puissance relevée (P_r) = 7,17 kW ⇒ insuffisante

Facteur de largeur (K) de la courroie :

$$P_c / P_r = 22,5 / 7,17 = 3,13$$

Prendre le facteur K directement supérieur :

$$3,13 \Rightarrow 3,36 \text{ qui correspond dans le tableau à}$$

une largeur de 3 pouces ou 76,2 mm

La puissance transmissible sera :

$$7,17 \times 3,36 = 24 \text{ kW}$$

Transmission :

1 poulie motrice : 20 H

1 poulie réceptrice : 84 H

1 courroie H - 132 dents : 1676,4 H

Entraxe : 491 mm

Facteur de largeur "K"

Facteurs de largeur	0,15	0,28	0,42	0,71	1	1,56	2,14	3,36	4,76	
Largeur :	en pouce	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
	code	025	037	050	075	100	150	200	300	400
	en mm	6,35	9,52	12,7	19,05	25,4	38,1	50,8	76,2	101,6

Contrôle du choix de la transmission

- Une transmission composée d'éléments bien étudiés devra comporter un diamètre de petite poulie toujours supérieur à la largeur de la courroie.

- Diamètre de la petite poulie : 80,84 mm

- Largeur de la courroie : 76,20 mm

$$80,84 > 76,2$$

La courroie, 1676,4 H - 132 dents, est bien adaptée

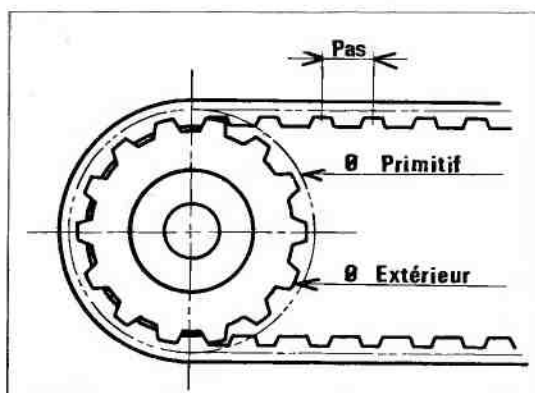
Résultats

Contrôle



14.2.2. Terminologie de la transmission

XL:	1/5"	= 5,08 mm
L:	3/8"	= 9,43 mm
H:	1/2"	= 12,70 mm
XH:	7/8"	= 22,22 mm
XXH:	1 1/4"	= 31,75 mm



14.2.3. Pas standard de fabrication

XL pas 1/5" = 5,08	L pas 3/8" = 9,43	H pas 1/2" = 12,70	XH pas 7/8" = 22,22	XXH pas 1 1/4" = 31,75

14.2.4. Largeurs et code des courroies et des poulies synchrones

XL	L	H	XH	XXH
1/4" : 0,25 3/8" : 0,37	1/2" : 0,50, 1" : 1,00 3/4" : 0,75	3/4" : 0,75, 1 1/2" : 1,50, 3" : 3,00 1" : 1,00, 2" : 2,00	2" : 2,00, 4" : 4,00 3" : 3,00	2" : 2,00, 4" : 4,00 3" : 3,00, 5" : 5,00

14.2.5. Longueurs primitives des courroies synchrones

14.2.6. Diamètre primitif et nombre de dents de la petite poulie synchrones

XL		L		H		XH	
Lg. prim	Nb.dents	Lg. prim	Nb.dents	Lg. prim	Nb.dents	Lg. prim	Nb.dents
152,4	30	314,3	33	609,6	48	1289	58
177,8	35	381,0	40	685,8	54	1422,4	64
203,2	40	476,2	50	762,0	60	1600,2	72
228,6	45	533,4	56	838,2	66	1778	80
254	50	571,5	60	914,4	72	1955,8	88
279,4	55	609,6	64	990,6	78	2133,6	96
304,8	60	647,7	68	1066,8	84	2498,2	112
330,2	65	685,8	72	1143,0	90	2844,8	128
355,6	70	723,9	76	1219,2	96	3200,4	144
381	75	762,0	80	1295,4	102	3556	160
406,4	80	819,1	86	1371,6	108	3911,6	176
431,8	85	876,3	92	1447,8	114	4445	200
457,2	90	933,4	98	1524,0	120		
482,6	95	990,6	104	1600,2	126	XXH	
508	100	1066,8	112	1676,4	132	Lg. prim	Nb.dents
533,4	105	1143,0	120	1778,0	140	1178	56
558,8	110	1219,2	128	1905,0	150	2032	64
584,2	115	1295,4	136	2032,0	160	2286	72
609,6	120	1371,6	144	2159,0	170	2540	80
635	125	1524,0	160	2286,0	180	3048	96
660,4	130			2540,0	200	3556	112
				2794,0	220	4064	128
				3175,0	250	4572	144
				3556,0	280		
				4318,0	340		

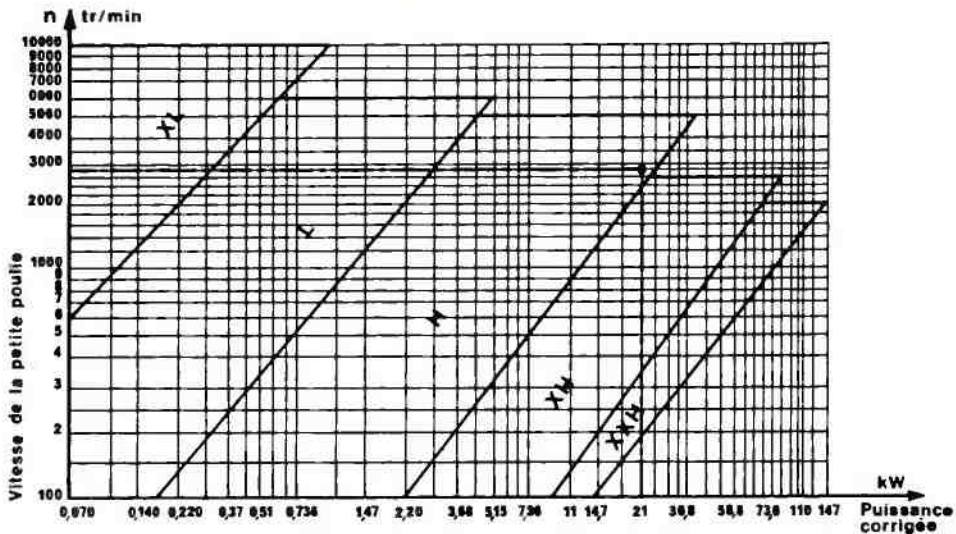
Pas	vitesse	Ø primitif (d)	Nb de dents
XL 5,08	730	16,18	10
	940	16,18	10
	1440	17,78	11
	2840	19,41	12
L 9,525	730	36,37	12
	940	36,37	12
	1440	42,44	14
	2840	48,51	16
H 12,7	730	64,66	16
	940	64,66	16
	1440	72,77	18
	2840	80,84	20
XH 22,22	730	155,62	22
	940	169,79	24
	1440	183,92	26
XXH 31,75	730	222,32	22
	940	242,54	24
	1440	262,76	26



14.2.7. Diamètres primitifs et diamètres extérieurs des poulies synchrones

Pas de 5,08 X L			Pas de 9,527 L		
Nb. de dents	Diam. primaire	Diam. extérieur	Nb. de dents	Diam. primaire	Diam. extérieur
de 10 à 89	de 16,18 à 143,92	de 15,67 à 143,41	de 10 à 109	de 30,32 à 330,48	de 29,59 à 329,92
Pas de 12,70 H			Pas de 22,225 X H		
Nb. de dents	Diam. primaire	Diam. extérieur	Nb. de dents	Diam. primaire	Diam. extérieur
de 14 à 150	de 56,59 à 606,37	de 55,25 à 605,16	de 18 à 140	de 127,33 à 1061,16	de 124,54 à 1058,37

14.2.8. Choix des courroies crantées synchrones



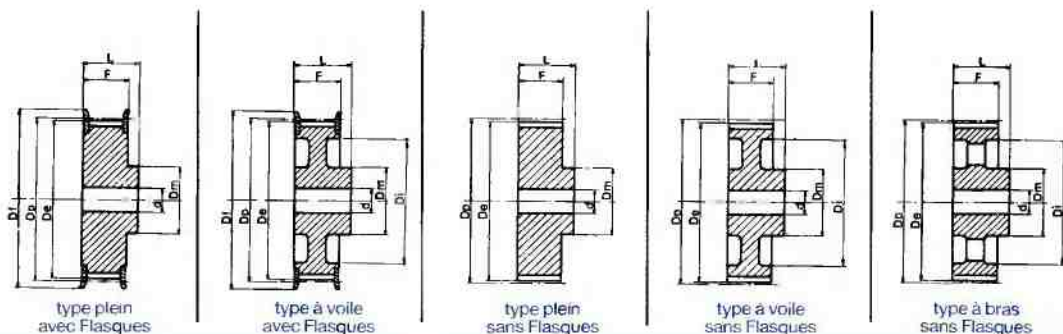
14.2.9. Puissance transmise en kW pour une largeur de courroie synchrone de 1 pouce

	Nb de dents	Puissance transmise (kW)												
		11	12	14	15	16	18	20	21	22	24	26	28	30
XL	$\frac{n}{\phi \text{ prim}}$	17,78	19,40	22,63	24,25	25,88	29,10	32,33	33,95	35,58	38,81	42,03	45,28	48,51
	730	0,125	0,132	0,154	0,170	0,176	0,200	0,220	0,235	0,242	0,264	0,287	0,316	0,331
	940	0,154	0,170	0,200	0,213	0,228	0,257	0,287	0,300	0,310	0,345	0,368	0,400	0,434
	1440	0,242	0,264	0,310	0,323	0,345	0,390	0,434	0,456	0,485	0,522	0,566	0,610	0,655
	2840	0,478	0,515	0,600	0,647	0,684	0,780	0,861	0,690	0,942	1,023	1,118	1,192	1,280
L	$\frac{n}{\phi \text{ prim}}$	36,37	42,44	48,51	54,58	57,60	60,62	63,67	66,70	72,77	78,84	84,88	90,95	97,02
	730	0,330	0,400	0,450	0,500	0,530	0,550	0,590	0,620	0,610	0,720	0,790	0,830	0,900
	940	0,434	0,500	0,580	0,650	0,685	0,715	0,750	0,790	0,870	0,935	1,000	1,075	1,140
	1440	0,655	0,765	0,875	0,980	1,040	1,090	1,140	1,200	1,300	1,405	1,515	1,610	1,730
	2840	1,295	1,500	1,715	1,915	2,015	2,120	2,215	2,310	2,500	2,685	2,870	3,050	3,215
H	$\frac{n}{\phi \text{ prim}}$	16	18	19	20	21	22	24	26	28	30	32	36	40
	730	64,66	72,77	76,80	80,84	84,88	88,92	97,02	105,10	113,18	121,28	129,36	145,54	161,69
	940	1,525	1,700	1,810	1,890	2,000	2,090	2,275	2,460	2,650	2,840	3,030	3,400	3,775
	1440	1,950	2,200	2,310	2,445	2,560	2,685	2,920	3,165	3,400	3,645	3,885	4,350	4,835
	2840	2,960	3,335	3,500	3,700	3,870	4,050	4,415	4,785	5,150	5,490	5,830	6,535	7,210
XH	$\frac{n}{\phi \text{ prim}}$	18	20	22	24	26	28	30	32	36	40			
	730	127,33	141,47	155,62	169,79	183,92	198,09	212,24	226,39	252,98	282,98			
	940	4,04	4,48	4,93	5,37	5,79	6,23	6,66	7,06	7,89	8,64			
	1440	5,18	5,74	6,27	6,84	7,36	7,89	8,40	8,94	10,14	11,09			
	2840	7,82	8,52	9,28	10,03	10,80	11,60	12,44	13,30	15,20	16,25			

Courroies crantées synchrones (suite)



14.2.10. Profils et caractéristique des poulies dentées. (Pas en pouces)



PAS 1/5" (5,08mm)							XL 037				
Caractéristiques		N. dents	Dp mm.	De mm.	Df mm.	Dm mm.	Dl mm.	F mm.	L mm.	d mm.	Kg
ACIER	PLEINE	AVEC FLASQUES	10	16,17	15,66	23	10	14,3	20	6	0,02
			11	17,79	17,28	23	10	14,3	20	6	0,02
			12	19,40	18,90	25	10	14,3	20	6	0,03
			13	21,02	20,51	25	10	14,3	20	6	0,04
			14	22,64	22,13	28	16	14,3	20	6	0,05
			15	24,28	23,75	28	16	14,3	20	6	0,05
			16	25,87	25,36	32	16	14,3	20	6	0,06
			17	27,49	26,98	32	20	14,3	20	6	0,07
			18	29,11	28,60	36	20	14,3	20	6	0,06
			19	30,72	30,22	36	20	14,3	22	6	0,09
			20	32,34	31,83	38	25	14,3	22	6	0,11
			21	33,98	33,45	38	25	14,3	22	6	0,12
			22	35,57	35,07	42	25	14,3	22	6	0,13
			24	36,81	38,30	44	30	14,3	22	8	0,15
			26	42,04	41,53	48	30	14,3	22	8	0,19
			27	43,66	43,15	48	34	14,3	22	8	0,20
			28	45,28	44,77	51	34	14,3	22	8	0,22
			29	46,89	46,39	51	34	14,3	22	8	0,22
			ALUMINIUM	SANS FLASQUE	30	48,51	48,00	54	38	14,3	22
32	51,74	51,24			57	38	14,3	25	8	0,12	
34	54,98	54,47			..	45	14,3	25	8	0,13	
35	56,60	56,09			..	45	14,3	25	8	0,13	
38	58,21	57,70			..	45	14,3	25	8	0,14	
38	61,45	60,94			..	45	14,3	25	8	0,16	
39	83,06	82,56			..	45	14,3	25	8	0,17	
40	64,66	64,17			..	45	14,3	25	8	0,18	
41	66,30	65,79			..	45	14,3	25	8	0,18	
42	67,91	67,41			..	45	14,3	25	8	0,18	
43	69,53	69,02			..	45	14,3	25	8	0,19	
44	71,15	70,64			..	45	14,3	25	8	0,19	

PAS 3/8" (9,525 mm)							L 050			L 075			L 100			
Caractér.	N° dents	Dp mm.	De mm.	Df mm.	Dm mm.	Dl mm.	F mm.	L mm.	d mm.	F mm.	L mm.	d mm.	F mm.	L mm.	d mm.	
ACIER XC 38	PLEINE	AVEC FLASQUES	10	30,32	29,56	38	20	19	28	8	25,4	38	8	31,8	45	6
			11	33,35	32,59	38	24	19	30	8	25,4	38	8	31,8	45	6
			12	38,38	35,62	42	24	19	30	8	25,4	38	8	31,8	45	6
			13	39,41	38,65	44	28	19	30	8	25,4	38	8	31,8	45	8
			14	42,45	41,68	48	28	19	30	8	25,4	38	11	31,8	45	11
			15	45,48	44,72	51	34	19	30	8	25,4	38	11	31,8	45	11
			16	48,51	47,75	54	36	19	32	8	25,4	38	11	31,8	45	11
			17	51,54	50,78	57	36	19	32	10	25,4	38	11	31,8	45	11
			18	54,57	53,81	60	40	19	32	10	25,4	38	11	31,8	45	11
			19	57,61	56,84	60	40	19	32	10	25,4	38	11	31,8	45	11
			20	60,64	59,86	66	40	19	32	10	25,4	38	11	31,8	45	11
			21	63,67	62,91	71	45	19	32	10	25,4	38	11	31,8	45	11
			22	66,70	65,94	75	45	19	32	10	25,4	38	11	31,8	45	11
			23	69,73	68,97	79	56	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11
			24	72,77	72,00	79	55	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11
			25	75,80	75,04	83	60	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11
			26	78,83	78,07	87	56	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11
			27	81,86	81,10	87	56	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11
			28	84,89	84,13	91	56	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11
29	87,93	87,16	93	56	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11			
30	90,96	90,20	97	56	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11			
32	97,02	96,28	103	65	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11			
ALUMINIUM	VOILE	33	100,05	99,29	106	65	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11	
		34	103,08	102,32	111	65	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11	
		35	106,12	105,35	111	65	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11	
		38	109,15	108,39	115	65	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11	
		40	121,28	120,51	127	65	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11	
		41	124,31	123,55	131	65	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11	
		42	127,34	126,56	135	65	106	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11
		44	133,40	132,64	140	65	115	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11
		45	136,44	135,67	143	65	112	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11
		47	142,50	141,74	142	65	121	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11
		48	145,53	144,77	152	65	124	19	32	12	25,4	38	11	31,8	45	11

Courroies crantées synchrones (suite)



Profils et caractéristique des poulies dentées. (suite)

PAS 1/2" (12,7 mm)							L 075			L 150			L 300										
Caractér.	N° dents	Dp mm.	De mm.	Di mm.	Dm mm.	Di mm.	F mm.	L mm.	d mm.	F mm.	L mm.	d mm.	F mm.	L mm.	d mm.								
ACIER	PLEINE	AVEC FLASQUES	14	56,60	55,22	63	40	28,4	40	11	46	58	19	85,7	100	19							
			15	60,64	59,27	66	45	28,4	40	11	46	58	19	85,7	100	19							
			16	64,66	63,31	71	45	28,4	40	11	46	56	19	85,7	100	19							
			17	66,72	67,35	75	45	28,4	40	11	46	56	19	85,7	100	19							
			18	72,77	71,99	79	55	26,4	40	11	46	56	19	85,7	100	19							
			19	78,81	75,44	83	60	26,4	40	11	46	56	19	85,7	100	19							
			20	90,85	79,48	87	62	28,4	40	11	46	56	19	85,7	100	19							
			21	64,89	63,52	91	85	28,4	40	11	46	56	19	85,7	100	19							
			22	88,94	87,56	93	88	28,4	40	11	46	56	19	85,7	100	19							
			23	92,98	91,61	97	72	28,4	40	11	46	56	19	85,7	100	19							
			24	97,02	95,65	103	72	28,4	40	11	46	58	19	65,7	100	19							
			FONTE	VOILE	AVEC FLASQUES	25	101,06	99,69	106	72	26,4	40	11	46	58	19	85,7	100	19				
						26	105,11	103,73	111	60	28,4	40	11	46	58	19	85,7	100	19				
						27	109,15	107,78	115	60	26,4	40	11	46	56	19	65,7	100	19				
						28	113,19	111,82	119	60	26,4	40	11	46	56	19	65,7	100	19				
						29	117,23	115,86	123	60	26,4	40	11	46	56	19	65,7	100	19				
						30	121,28	119,90	127	60	28,4	40	11	46	56	19	65,7	100	19				
						32	129,36	127,93	135	60	28,4	40	11	46	56	19	65,7	100	20				
						33	133,40	132,03	140	80	28,4	40	11	46	56	19	65,7	100	20				
						34	137,45	136,07	143	80	28,4	40	11	46	56	19	65,7	100	20				
						35	141,49	140,12	146	80	28,4	40	11	46	58	19	65,7	100	20				
						FONTE	VOILE	AVEC FLASQUES	36	145,53	144,16	152	60	26,4	40	11	46	58	19	85,7	100	20	
									38	153,82	152,24	156	60	128	28,4	40	11	46	58	19	85,7	100	20
									40	161,70	160,33	188	80	134	28,4	40	11	46	58	19	65,7	100	20
44	177,87	178,50							164	60	150	28,4	40	14	46	58	19	85,7	100	24			
45	181,91	180,54							192	60	154	28,4	40	14	46	56	19	65,7	100	24			
46	194,04	192,87							200	90	168	26,4	45	14	46	65	19	65,7	100	24			
FONTE	VOILE	AVEC FLASQUES							Sa	198,06	198,71	-	90	170	28,4	45	14	46	65	19	65,7	100	24
									Fi	202,13	200,75	-	90	174	28,4	45	14	46	65	19	65,7	100	24
PAS 7/8" (22,225 mm)									XH 200			XH 300			XH 400								
Caractér.	N° dents	Dp mm.							De mm.	Di mm.	Dm mm.	Di mm.	F mm.	L mm.	d mm.	F mm.	L mm.	d mm.	F mm.	L mm.	d mm.		
FONTE	PLEINE	AVEC FLASQUES				18	127,34	124,55	138	100	63,2	60	24	90,4	110	28	117,3	132	32				
						19	134,41	131,62	146	100	63,2	60	24	90,4	110	28	117,3	132	32				
						20	141,49	138,69	154	100	63,2	60	24	90,4	110	28	117,3	132	32				
						21	146,56	145,77	160	110	63,2	60	24	90,4	110	28	117,3	132	32				
			22	155,64	152,64	168	110	63,2	90	24	90,4	110	28	117,3	132	32							
			24	169,79	166,99	183	120	63,2	60	24	90,4	110	28	117,3	132	32							
			25	178,86	174,07	186	120	63,2	80	24	90,4	110	28	117,3	132	32							
			28	183,94	181,14	198	120	63,2	80	24	90,4	110	28	117,3	132	32							
			27	191,01	186,22	200	120	63,2	80	24	90,4	110	28	117,3	132	32							
			28	198,08	195,29	211	150	63,2	80	24	90,4	110	28	117,3	132	32							
			30	212,23	209,44	226	150	63,2	80	24	90,4	110	28	117,3	132	32							
			FONTE	A VOILE	AVEC FLASQUES	32	226,38	223,59	240	150	63,2	60	24	90,4	110	28	117,3	132	32				
						34	240,53	237,74	256	150	63,2	60	24	90,4	110	28	117,3	132	32				
						38	268,83	268,03	268	150	63,2	100	28	90,4	120	32	117,3	132	32				
						40	282,98	280,18	296	150	63,2	100	28	90,4	120	32	117,3	132	32				
						FONTE	SANS FLASQUES	46	325,42	322,63	-	150	283	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32	
								46	339,57	336,78	-	150	297	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32	
								56	410,32	407,52	-	150	368	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32	
								60	424,47	421,67	-	150	382	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32	
								70	495,21	492,42	-	190	453	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32	
								72	509,36	506,56	-	190	467	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32	
								76	551,81	549,01	-	190	510	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32	
								80	565,95	563,16	-	190	524	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32	
			82	580,10	577,31			-	190	538	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32				
			84	594,25	591,46			-	190	552	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32				
			84	608,40	605,61			-	190	566	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32				
			98	693,15	678,35			-	190	623	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32				
			118	834,78	831,99			-	190	637	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32				
			120	848,93	848,14			-	190	792	85,1	100	28	92,1	120	32	119,1	132	32				
			FONTE FGL 250	PLEINE	AVEC FLASQUES			18	181,91	178,87	197	140	64,2	100	28	91,4	110	28	118,0	140	32		
19	192,02	188,97						205	140	64,2	100	28	91,4	110	28	118,0	140	32					
20	202,13	199,06						211	150	64,2	100	28	91,4	110	28	118,0	140	32					
21	212,23	209,19						226	150	64,2	100	28	91,4	110	28	118,0	140	32					
22	222,34	219,29				240	150	64,2	100	28	91,4	110	28	118,0	140	32							
FONTE FGL 250	A VOILE	SANS FLASQUES				24	242,55	239,50	-	150	66,7	100	28	93,7	110	28	120,7	140	32				
						25	252,66	249,81	-	150	198	66,7	100	28	93,7	110	28	120,7	140	32			
						28	282,76	279,79	-	150	207	66,7	100	28	93,7	110	28	120,7	140	32			
						27	272,87	269,82	-	150	216	66,7	100	28	93,7	110	28	120,7	140	32			
						30	303,19	300,14	-	150	247	66,7	100	28	93,7	110	28	120,7	140	32			
						34	343,62	340,57	-	170	287	66,7	100	28	93,7	110	28	120,7	140	32			
						40	404,25	401,21	-	170	348	66,7	100	28	93,7	110	28	120,7	140	32			
			46	485,10	482,06	-	170	429	66,7	120	32	93,7	120	32	120,7	140	38						
			FONTE FGL 250	A BRAS	SANS FLASQUES	60	606,38	603,33	-	165	547	88,7	120	32	93,7	120	32	120,7	140	38			
						72	727,66	724,81	-	200	668	88,7	120	38	93,7	120	38	120,7	140	38			
						90	909,57	906,62	-	200	850	88,7	120	38	93,7	120	38	120,7	140	38			

14.3. Poulies et courroies trapézoïdales

NF T 47-140 /141

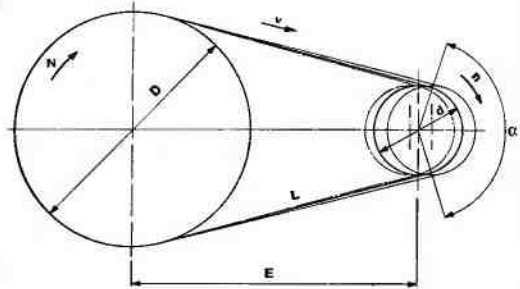
TEXROPE



14.3.1. Démarche de choix et de calcul d'une courroie et d'une poulie trapézoïdales

Notations

D	Diamètre primitif de la grande poulie	mm
N	Vitesse de la grande poulie	tr / min
d	Diamètre primitif de la petite poulie	mm
n	Vitesse de la petite poulie	tr / min
R	Rapport de la transmission	-
V	Vitesse linéaire des courroies	m / s
E	Entraxe approché	mm
L _p	Long. primitive approchée de la courroie	mm
L _p	Long. primitive standard de la courroie	mm
E	Entraxe réel	mm
P'	Puissance absorbée par la machine ou puissance nominale du moteur	kW
S	Facteur de service	-
P _C	Puissance corrigée	kW
P _b	Puissance brute par courroie	kW
C _L	Facteur correctif de longueur	-
α	Angle de contact des courroies sur petite poulie	degré
a	Facteur correctif de contact	-
P	Puissance transmise par courroie	kW
x	Nombre de courroies nécessaires	-



Données

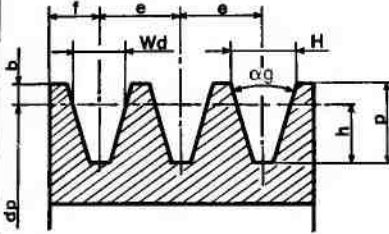
Calcul Exemple

Démarche	Exemple
Machine menante (type) Puissance (P') et vitesse (n) Diamètre de l'arbre	Moteur électrique P' = 15 kW n = 2840 tr / min Ø = 42 mm
Machine menée (type) Vitesse (N) Service Entraxe désiré (E) et diamètre de l'arbre	Pompe centrifuge N = 810 tr / min , 24h / j avec couple uniforme E = 800 , Ø = 55 mm
Facteur de service (S) voir 14.3.3. Puissance corrigée P _C = P' · S	S = 1,18 P _C = 15 x 1,18 = 17,7 kW
Choix de section : voir graphique 14.3.4 en fonction de la vitesse de l'arbre rapide et de P _C	VP2 · SPB ou CSE · SPBX *
Rapport de la transmission R = n / N = D / d	R = 1455 / 810 = 1,80
Diamètres primitifs des poulies : d = abaques 14.3.9 Si la transmission n'a pas de contrainte particulière, choisir des diamètres de poulies aussi grands que possible afin de réduire le nombre de gorges.	Diamètre choisi : d = 200 mm d'où D = 200 x 1,8 = 360 mm soit D = 355 mm valeur normalisée la plus voisine.
Vitesse linéaire : $V = \frac{n \cdot d}{19100}$ Vérifier dans chacune des sections des abaques 14.3.9, les vitesses linéaires conseillées.	$V = \frac{1455 \times 200}{19100} = 15,2 \text{ m/s}$
Longueur primitive de la courroie : L _p = longueur primitive théorique de la courroie. $L_p = 2E + 1,57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4E}$ Choisir une longueur primitive standard dans le tableau 14.3.10.	L _p = 2 x 800 = 1,57 (355 + 200) + $\frac{(355 - 200)^2}{4 \times 800}$ L _p = 2479 mm Longueur choisie : CSE · 2500 · SPBX (1 250 ≤ 2500 ≤ 2500)
Calcul de l'entraxe E : $E = \frac{L_p - 1,57(D + d)}{2} - \frac{(D - d)^2}{4(L_p - 1,57(D + d))}$ ou plus simplement : $E = E' + \frac{L_p - L'_p}{2}$	$E = \frac{2500 - 1,57(355 + 200)}{2} - \frac{(355 - 200)^2}{4(2500 - 1,57(355 + 200))}$ E = 810,6 $E = 800 + \frac{2500 - 2479}{2} = 810,5 \text{ mm}$
P _b = puissance brute par courroie en fonction de d, n, R (pour α = 180° et L _p = longueur de base) Voir tableaux de puissances 14.3.12	P _b = 16,8 kW
C _L = facteur correctif de longueur Voir C _L sous tableau de puissance 14.3.12	L _p = 2500 ⇒ C _L = 0,97
a = facteur correctif d'arc de contact en fonction de $\frac{D - d}{E}$ Voir tableau 14.3.9	$\frac{355 - 200}{810,6} = 0,1912$ soit a = 0,98
Calcul de la puissance P transmissible par courroie P = P _b · C _L · a	P = 16,8 x 0,97 x 0,98 = 15,97
Nombre de courroies : $x = \frac{P_c}{P}$	X = 17,7 / 15,97 = 1,10 Arrondi à 2 courroies CSE · SPBX 2500. Vérifier que la douille montée sur la poulie sélectionnée admet le Ø du bout d'arbre demandé. 2 SPB 200 douille 50 · 2SPB douille de 80
Moteur : 2 SPB 200 MGT 50 alésage 42 Machine : 2 SPB 355 MGT 80 alésage 55 Courroie : 2 courroies CSE · SPBX · 2500 Entraxe : 810,6 mm	* Prendre la courroie CSE · SPBX · 2 500 pour ses meilleures performances que la courroie VP2 · SPB

Résultats



14.3.2. Profil des gorges des poulies les plus utilisées en série étroite



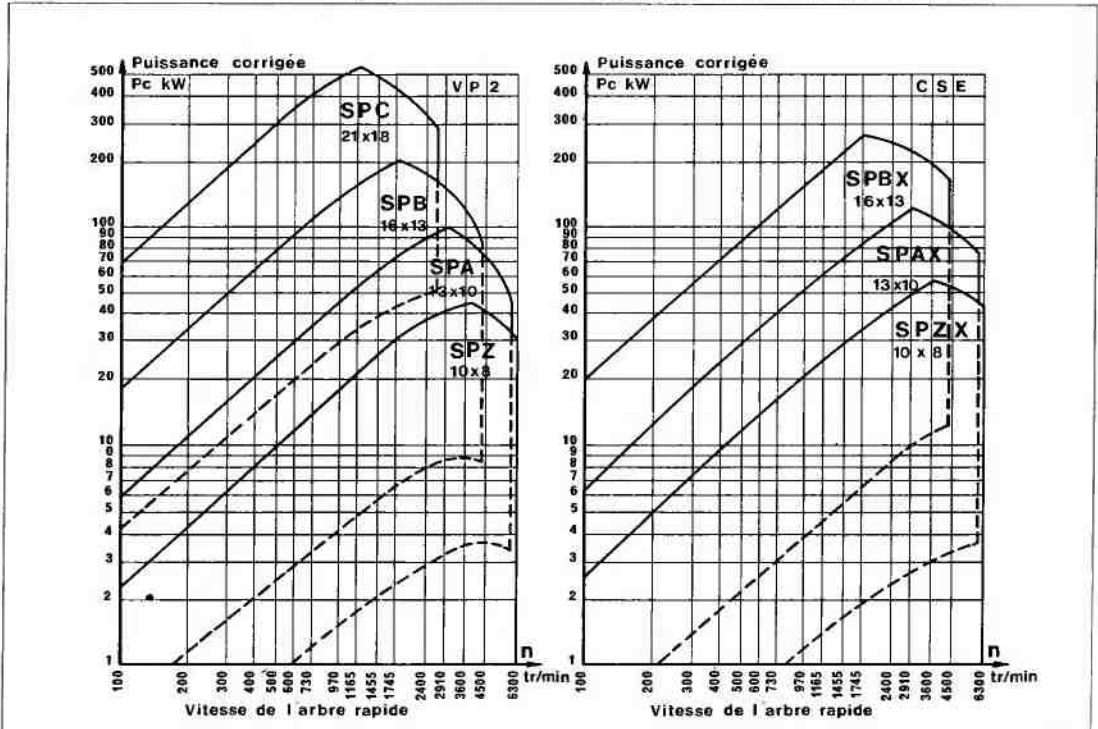
Profil courroies étroites	Dimensions (mm)						Diamètres de référence des poulies dp			Longueurs de référence des courroies
	W _d	b _{min}	h _{min}	e	f	αg				
						38°	36°	34°		
SPZ VP2 - CSE 10 x 8	8,5	2,5	9	12	8	> 80	≤ 80			63 à 400 VP2 500 à 3 550 CSE 600 à 2 500
SPA VP2 - CSE 13 x 10	11	3	11	15	10	> 118	≤ 118			71 à 630 VP2 750 à 4 000 CSE 250 à 2 500
SPB VP2 - CSE 16 x 13	14	3,5	14	19	12,5	> 190	≤ 190			112 à 1 000 VP2 1 250 à 8 000 CSE 1 250 à 2 500
SPC VP2 21 x 18	19	5	19	25,5	17	> 315	≤ 315			170 à 1 600 VP2 2 000 à 12 500

14.3.3. Facteurs de service (s)

Couple	Conditions de fonctionnement								
	8 heures / jour			16 heures / jour			24 heures / jour		
	uniforme	variable	très variable	uniforme	variable	très variable	uniforme	variable	très variable
Moteur électrique usuel (Cd : Cn ≤ 2)	1	1,12	1,25	1,12	1,25	1,40	1,18	1,32	1,50
Démarrages ou inversions de sens fréquents.	1,12	1,25	1,40	1,25	1,40	1,60	1,32	1,40	1,70
Moteur électrique à couple de démarrage élevé. Moteur diesel à 1 ou 2 cylindres.	1,18	1,32	1,50	1,32	1,50	1,70	1,40	1,60	1,80
Inversions de sens ou démarrages fréquents à fort couple de démarrage.	1,32	1,50	1,70	1,50	1,70	1,90	1,60	1,80	2

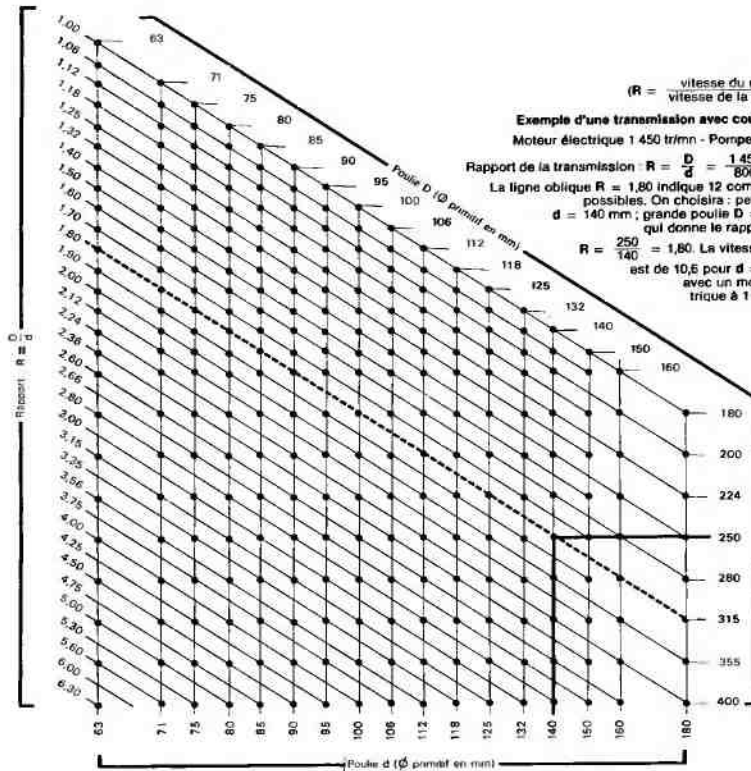
14.3.4. Choix de la section d'une courroie série étroite type VP2 et CSE

- VP2 : courroie étroite lisse.
- CSE : courroie étroite crantée : s'adapte mieux aux petits diamètres des poulies. Puissances transmises supérieures.





14.3.5. Sélection des poulies pour courroies SPZ et SPZX (10 x 8) type VP2 et CSE



Vitesse du moteur	9,6	10,8	11,4	12,1	12,5	13,7	14,4	15,7	16,1	17,0	17,9	19,0	20,0	21,3	22,8	24,3	27,3
2900 tr/mn																	
1450 tr/mn	4,8	5,4	5,7	6,1	6,5	6,8	7,2	7,6	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,6	11,4	12,1	13,7
970 tr/mn									5,1	5,4	5,7	6,0	6,3	6,7	7,1	7,6	8,1

Facteur correctif d'arc de contact α°		
D-d	α°	a
0	180	1
0,0378	178	1
0,1112	174	0,99
0,1818	170	0,98
0,2498	166	0,97
0,3153	162	0,96
0,3783	158	0,95
0,4390	155	0,94
0,4975	151	0,93
0,5539	148	0,92
0,6082	145	0,91
0,6605	141	0,90
0,7110	138	0,89
0,7596	135	0,88
0,8065	132	0,87
0,8517	130	0,86
0,8953	127	0,85
0,9374	124	0,84
0,9780	121	0,83
1,0172	119	0,82
1,0550	116	0,81
1,0915	114	0,80
1,1267	111	0,79
1,1607	109	0,78
1,1936	107	0,77
1,2253	104	0,76
1,2559	102	0,75
1,2855	100	0,74
1,3140	98	0,73
1,3416	96	0,72
1,3682	94	0,71
1,3939	92	0,70
1,4188	90	0,69
1,4428	88	0,68
1,4659	86	0,67
1,4883	84	0,66
1,5099	82	0,65
1,5308	80	0,64
1,5510	78	0,63

Vitesse linéaire des courroies (en m/s) Vitesse linéaire conseillée

Note : Le choix parmi les 12 solutions possibles est fonction :
 - Du diamètre des poulies souhaité (possibilité d'alésage du moyeu en fonction de l'arbre).
 - De la vitesse linéaire de la courroie.
 - De l'encombrement poulies - courroies.

14.3.6. Longueurs primitives des courroies SPZ type VP2 et CSE (10 x 8)

VP2		$L_p =$ Longueur primitive standard (mm)																
500	580	670	750	812	900	975	1060	1150	1237	1337	1450	1562	1687	1812	1950	2180	2500	3070
512	600	687	758	825	912	987	1077	1162	1250	1360	1462	1587	1700	1837	1987	2187	2580	3150
515	612	690	762	837	922	1000	1087	1180	1262	1362	1487	1600	1737	1850	2000	2240	2650	3250
530	615	710	772	850	925	1012	1090	1187	1280	1387	1500	1612	1750	1862	2037	2287	2720	3350
545	630	722	775	862	937	1024	1112	1202	1287	1400	1512	1637	1762	1887	2060	2300	2800	3450
560	650	730	787	875	950	1030	1120	1212	1312	1412	1537	1650	1787	1900	2120	2360	2900	3550
562	662	737	800	887	962	1047	1137	1220	1320	1437	1550	1662	1800	1937	2137	2430	3000	

CSE		$L_p =$ Longueur primitive standard (mm)											
600	687	775	850	937	987	1080	1125	1180	1320	1500	1700	1900	2240
630	710	787	875	950	1000	1087	1137	1220	1360	1550	1750	1950	2360
660	737	800	900	962	1030	1110	1150	1250	1400	1600	1800	2000	2500
670	750	825	925	975	1060	1120	1162	1280	1450	1650	1850	2120	

Les références correspondent à la longueur primitive réelle L_p (mm) mesurée sous tension suivant la norme ISO 4184



14.3.7. Puissances transmissibles par courroie série étroite lisse VP2 et CSE (10 x 8)

n (tr / min)	R = D / d	P _b = puissance brute (kW) pour L _p = 1 600 mm et α = 180° (arc de contact)																			
		d (mm) =		63	71	75	80	85	90	95	100	106	112	118	125	132	140	150	160	180	200
200	R < 1,06	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1
	1,06 à 1,11	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1
	1,12 à 1,24	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1
	1,25 à 1,59	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1
	1,6 ≤ R	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1
730	R < 1,06	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	3,1	3,5	3,5	3,5
	1,06 à 1,11	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,7	3,1	3,5	3,5	3,5
	1,12 à 1,24	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	3,1	3,5	3,5	3,5
	1,25 à 1,59	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	3,1	3,6	3,6	3,6
	1,6 ≤ R	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,8	3,2	3,2	3,2	3,2
970	R < 1,06	0,6	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,4	3,9	4,5	4,5	4,5
	1,06 à 1,11	0,6	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	4,0	4,5	4,5	4,5
	1,12 à 1,24	0,6	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	4,0	4,5	4,5	4,5
	1,25 à 1,59	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,5	4,0	4,6	4,6	4,6
	1,6 ≤ R	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,6	4,1	4,7	4,7	4,7
1455	R < 1,06	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,8	5,6	6,3	6,3	6,3
	1,06 à 1,11	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,7	4,1	4,5	4,8	5,6	6,4	6,4	6,4
	1,12 à 1,24	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,7	6,4	6,4	6,4
	1,25 à 1,59	0,9	1,3	1,5	1,7	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	5,0	5,7	6,5	6,5	6,5
	1,6 ≤ R	0,9	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,8	6,6	6,6	6,6
2910	R < 1,06	1,3	1,9	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,1	4,6	5,0	5,4	5,9	6,4	6,9	7,5	8,1	9,2	10,2	10,2	10,2
	1,06 à 1,11	1,4	2,0	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,2	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,6	8,2	9,3	10,3	10,3	10,3
	1,12 à 1,24	1,4	2,1	2,4	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,8	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1	7,7	8,3	9,4	10,4	10,4	10,4
	1,25 à 1,59	1,5	2,2	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,9	5,3	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,5	9,6	10,6	10,6	10,6
	1,6 ≤ R	1,5	2,2	2,5	3,0	3,4	3,8	4,1	4,5	5,0	5,4	5,9	6,3	6,8	7,4	8,0	8,6	9,8	10,8	10,8	10,8
L _p	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2200	2240	2500	2800	3150	3550					
C _L	0,80	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14					

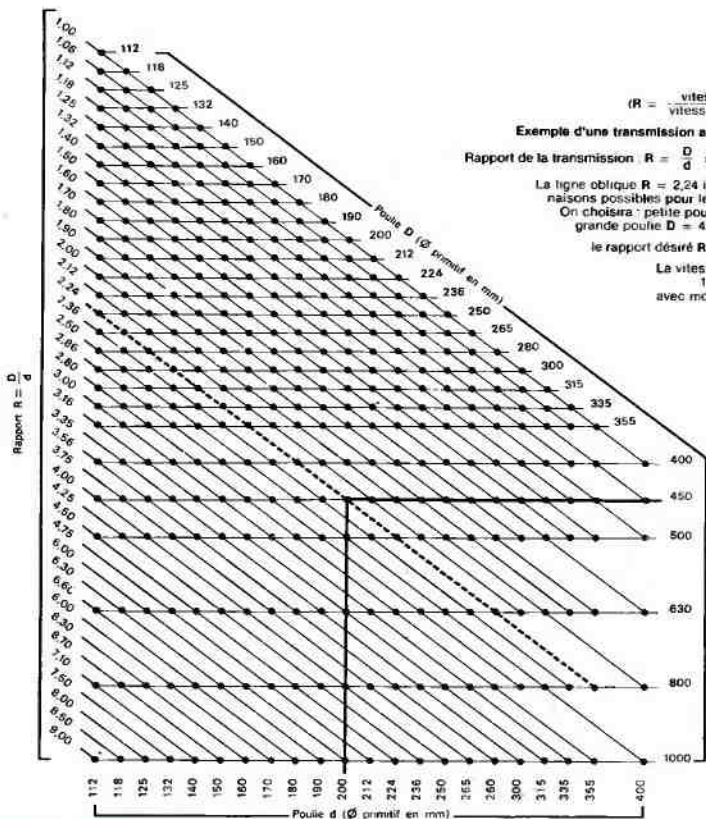
14.3.8. Puissances transmissibles par courroie série étroite crantée VP2 et CSE (10 x 8)

n (tr / min)	R = D / d	P _b = puissance brute (kW) pour L _p = 1 600 mm et α = 180° (arc de contact)																			
		d (mm) =		63	71	75	80	85	90	95	100	106	112	118	125	132	140	150	160	180	200
200	R < 1,06	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2
	1,06 à 1,11	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2
	1,12 à 1,24	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2
	1,25 à 1,59	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	1,3
	1,6 ≤ R	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	1,3
730	R < 1,06	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,5	4,0	4,0	4,0
	1,06 à 1,11	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,9	3,1	3,5	4,0	4,0	4,0
	1,12 à 1,24	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,6	2,9	3,1	3,6	4,0	4,0	4,0
	1,25 à 1,59	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,6	4,0	4,0	4,0
	1,6 ≤ R	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	3,0	3,2	3,6	4,1	4,1	4,1
970	R < 1,06	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,6	3,9	4,5	5,1	5,1	5,1
	1,06 à 1,11	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,5	5,1	5,1	5,1
	1,12 à 1,24	1,0	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0	4,6	5,1	5,1	5,1
	1,25 à 1,59	1,0	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	4,0	4,6	5,2	5,2	5,2
	1,6 ≤ R	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1	4,7	5,3	5,3	5,3
1455	R < 1,06	1,3	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,2	5,6	6,4	7,2	7,2	7,2
	1,06 à 1,11	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,8	4,2	4,5	4,8	5,2	5,6	6,5	7,3	7,3	7,3
	1,12 à 1,24	1,4	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,3	5,7	6,5	7,3	7,3	7,3
	1,25 à 1,59	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	4,6	4,9	5,3	5,7	6,6	7,4	7,4	7,4
	1,6 ≤ R	1,5	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,0	4,3	4,6	5,0	5,4	5,8	6,7	7,5	7,5	7,5
2910	R < 1,06	2,3	3,0	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,3	6,7	7,3	7,8	8,3	9,0	9,7	11,0	12,2	12,2	12,2
	1,06 à 1,11	2,4	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,9	6,4	6,8	7,4	7,9	8,4	9,2	9,8	11,1	12,3	12,3	12,3
	1,12 à 1,24	2,4	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,4	6,9	7,4	7,9	8,5	9,2	9,9	11,2	12,4	12,4	12,4
	1,25 à 1,59	2,5	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,1	6,6	7,0	7,6	8,1	8,7	9,4	10,1	11,4	12,6	12,6	12,6
	1,6 ≤ R	2,6	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,2	6,7	7,2	7,7	8,3	8,8	9,6	10,3	11,6	12,8	12,8	12,8
L _p	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2200	2240	2500								
C _L	0,87	0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	0,98	0,98	1,00	1,03	1,05	1,07	1,08								

P	=	P _b	·	C _L	·	a
Puis. transmissible par courroie		Puis. brute par courroie		Correctif de longueur		Facteur d'arc de contact



14.3.9. Sélection des poulies pour courroies SPb et SPbX (16 x 13) type VP2 et CSE



($R = \frac{\text{vitesse du moteur}}{\text{vitesse de la machine}}$)
Exemple d'une transmission avec courroie SPB
 Rapport de la transmission $R = \frac{D}{d} = \frac{1450}{645} = 2,24$
 La ligne oblique $R = 2,24$ indique 12 combinaisons possibles pour les courroies SPB.
 On choisira : petite poulie $d = 200$ mm ;
 grande poulie $D = 450$ mm qui donne
 le rapport désiré $R = \frac{450}{200} = 2,25$.
 La vitesse linéaire est de
 15,2 pour $d = 200$
 avec moteur électrique à
 1450 tr/min.

Facteur correctif d'arc de contact α°		
$\frac{D-d}{E}$	α°	k
0	180	1
0,0378	178	1
0,1112	174	0,99
0,1818	170	0,98
0,2498	166	0,97
0,3153	162	0,96
0,3783	158	0,95
0,4390	155	0,94
0,4975	151	0,93
0,5539	148	0,92
0,6082	145	0,91
0,6605	141	0,90
0,7110	138	0,89
0,7596	135	0,88
0,8065	132	0,87
0,8517	130	0,86
0,8953	127	0,85
0,9374	124	0,84
0,9780	121	0,83
1,0172	119	0,82
1,0550	116	0,81
1,0915	114	0,80
1,1267	111	0,79
1,1607	109	0,78
1,1936	107	0,77
1,2253	104	0,76
1,2559	102	0,75
1,2855	100	0,74
1,3140	98	0,73
1,3416	96	0,72
1,3682	94	0,71
1,3939	92	0,70
1,4188	90	0,69
1,4428	88	0,68
1,4659	86	0,67
1,4883	84	0,66
1,5099	82	0,65
1,5308	80	0,64
1,5510	78	0,63

Vitesse du moteur															
2900 tr/min	17	17,8	18	20	21,8	22,8	24,3	25,8	27,2	28,5	30,4	32,2	34	35,8	38
1450 tr/min	8,5	8	8,6	10	10,8	11,4	12,1	12,9	13,7	14,4	15,2	16,1	17	17,8	19
970 tr/min	5,7	6	6,3	6,7	7,1	7,6	8,1	8,6	9,1	9,6	10,2	10,8	11,4	12	12,7
725 tr/min	5	5,3	5,7	6,1	6,5	6,8	7,2	7,6	8	8,5	9	9,5	10,1	10,6	11,4

Vitesse linéaire des courroies (en m/s) Vitesse linéaire conseillée

Note : Le choix parmi les 12 solutions possibles est fonction :
 - Du diamètre des poulies souhaité (possibilité d'alésage du moyeu en fonction de l'arbre).
 - De la vitesse linéaire de la courroie.
 - De l'encombrement poulies - courroies.

14.3.10. Longueurs primitives des courroies SPb type VP2 et CSE (16 x 13)

VP2	$L_p =$ Longueur primitive standard (mm)													
1250	1400	1600	1800	2000	2240	2500	2800	3150	3550	4000	4500	5000	6300	8000
1280	1450	1650	1850	2060	2300	2580	2900	3250	3650	4120	4620	5300	6700	
1320	1500	1700	1900	2120	2360	2650	3000	3350	3750	4250	4750	5600	7100	
1360	1550	1750	1950	2180	2430	2720	3070	3450	3850	4370	4870	6000	7500	

CSE	$L_p =$ Longueur primitive standard (mm)			
1250	1500	1800	2100	2500
1320	1600	1900	2240	
1400	1700	2000	2360	

Les références correspondent à la longueur primitive réelle L_p (mm) mesurée sous tension suivant la norme ISO 4184.



14.3.11. Puissances transmissibles par courroie série étroite lisse VP2 - SPB (16 x 13)

n (tr / min)	R = D / d	P _b = puissance brute (kW) pour L _p = 3 350 mm et α = 180° (arc de contact)																				Vitesse linéaire supérieure à 32 m / s					
		112	118	125	132	140	150	160	170	180	190	200	212	224	236	250	265	280	300	315	335		355	400			
200	R < 1,06	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9	5,6				
	1,06 à 1,11	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	4,0	4,2	4,6	4,9	5,7				
	1,12 à 1,24	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	4,9	5,7				
	1,25 à 1,59	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,1	4,3	4,7	5,0	5,8				
	1,6 ≤ R	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,1	5,8				
730	R < 1,06	1,6	1,9	2,4	2,8	3,3	3,9	4,5	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	8,9	9,7	10,5	11,4	12,5	13,3	14,4	14,4	17,8				
	1,06 à 1,11	1,7	2,1	2,5	2,9	3,4	4,0	4,6	5,2	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8	10,7	11,5	12,6	13,4	14,5	15,6	18,0				
	1,12 à 1,24	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9	6,5	7,1	7,8	8,5	9,1	9,9	10,8	11,6	12,7	13,6	14,6	15,7	18,1				
	1,25 à 1,59	1,9	2,2	2,7	3,1	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,2	7,9	8,6	9,3	10,1	11,0	11,8	12,9	13,7	14,8	15,9	18,3				
	1,6 ≤ R	1,9	2,3	2,7	3,2	3,7	4,3	4,9	5,5	6,1	6,7	7,3	8,1	8,8	9,5	10,3	11,1	12,0	13,1	14,0	15,1	16,2	18,6				
970	R < 1,06	1,9	2,4	2,9	3,5	4,1	4,9	5,6	6,4	7,2	7,9	8,7	9,5	10,4	11,3	12,3	13,4	14,4	15,8	16,9	18,2	19,5	22,4				
	1,06 à 1,11	2,1	2,6	3,1	3,7	4,3	5,1	5,8	6,6	7,4	8,1	8,9	9,7	10,6	11,5	12,5	13,6	14,6	16,0	17,1	18,4	19,7	22,6				
	1,12 à 1,24	2,2	2,7	3,2	3,8	4,4	5,2	6,0	6,7	7,5	8,2	9,0	9,9	10,8	11,6	12,7	13,7	14,8	16,2	17,2	18,6	19,9	22,8				
	1,25 à 1,59	2,3	2,8	3,3	3,9	4,5	5,3	6,1	6,9	7,7	8,4	9,2	10,1	11,0	11,9	12,9	14,0	15,0	16,4	17,5	18,8	20,2	23,1				
	1,6 ≤ R	2,3	2,8	3,4	4,0	4,6	5,4	6,2	7,0	7,8	8,6	9,4	10,3	11,2	12,1	13,1	14,2	15,2	16,7	17,8	19,1	20,5	23,4				
1455	R < 1,06	2,4	3,1	3,9	4,7	5,6	6,7	7,7	8,8	9,9	10,9	12,0	13,2	14,4	15,6	17,0	18,4	19,8	21,6	23,0	24,7	26,3	29,8				
	1,06 à 1,11	2,7	3,4	4,2	4,9	5,8	6,9	8,0	9,1	10,2	11,2	12,3	13,5	14,7	15,9	17,3	18,7	20,1	21,9	23,3	25,0	26,6	30,1				
	1,12 à 1,24	2,8	3,5	4,3	5,1	6,0	7,1	8,2	9,3	10,4	11,4	12,5	13,7	14,9	16,1	17,5	19,0	20,4	22,2	23,5	25,2	26,9	30,3				
	1,25 à 1,59	3,0	3,7	4,5	5,3	6,2	7,3	8,5	9,6	10,6	11,7	12,8	14,0	15,2	16,5	17,8	19,3	20,7	22,5	23,9	25,6	27,3	30,7				
	1,6 ≤ R	3,1	3,8	4,6	5,4	6,4	7,5	8,6	9,8	10,9	12,0	13,0	14,3	15,6	16,8	18,2	19,7	21,1	23,0	24,3	26,1	27,8	31,3				
2910	R < 1,06	2,9	4,1	5,4	6,8	8,3	10,1	11,9	13,6	15,2	16,7	18,2	19,9	21,5	22,9	24,4	25,9										
	1,06 à 1,11	3,4	4,6	6,0	7,3	8,9	10,7	12,4	14,1	15,8	17,3	18,8	20,5	22,1	23,5	25,0	26,5										
	1,12 à 1,24	3,7	5,0	6,3	7,7	9,2	11,1	12,8	14,5	16,2	17,7	19,2	20,9	22,5	24,0	25,5	26,9										
	1,25 à 1,59	4,1	5,3	6,7	8,1	9,6	11,5	13,3	15,0	16,7	18,3	19,8	21,5	23,1	24,6	26,1	27,6										
	1,6 ≤ R	4,2	5,5	6,9	8,3	9,9	11,8	13,6	15,4	17,1	18,8	20,3	22,1	23,7	25,3	26,9	28,4										
L _p	1 250	1 400	1 600	1 800	2 000	2 240	2 500	2 800	3 350	3 550	4 000	4 500	5 000	5 600	6 300	7 100	8 000										
C _L	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,97	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,13	1,15										

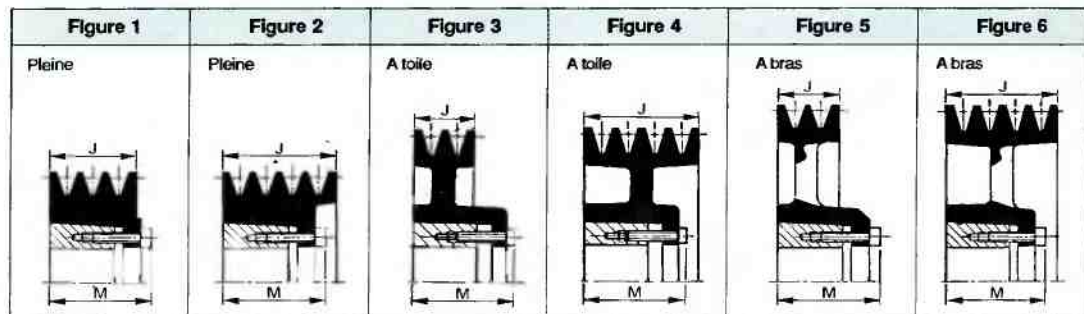
14.3.12. Puissances transmissibles par courroie série étroite crantée CSE - SPBX (16 x 13)

n (tr / min)	R = D / d	P _b = puissance brute (kW) pour L _p = 3 350 mm et α = 180° (arc de contact)																				Vitesse linéaire supérieure à 32 m / s		
		112	118	125	132	140	150	160	170	180	190	200	212	224	236	250	265	280	300	315	335		355	400
200	R < 1,06	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,1	5,5	6,3	
	1,06 à 1,11	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3	3,6	3,8	4,1	4,5	4,8	5,1	5,5	6,3	
	1,12 à 1,24	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,6	3,9	4,1	4,5	4,8	5,1	5,5	6,3	
	1,25 à 1,59	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,2	5,6	6,4	
	1,6 ≤ R	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	3,9	4,2	4,6	4,9	5,2	5,6	6,4	
730	R < 1,06	2,9	3,3	3,8	4,3	4,8	5,4	6,1	6,7	7,4	8,0	8,6	9,4	10,1	10,9	11,8	12,7	13,6	14,9	15,8	17,0	18,2	20,9	
	1,06 à 1,11	3,1	3,5	3,9	4,4	4,9	5,5	6,2	6,8	7,5	8,1	8,8	9,5	10,3	11,0	11,9	12,8	13,8	15,0	15,9	17,1	18,3	21,0	
	1,12 à 1,24	3,1	3,5	4,0	4,4	5,0	5,6	6,3	6,9	7,6	8,2	8,8	9,6	10,4	11,1	12,0	12,9	13,9	15,1	16,0	17,2	18,4	21,1	
	1,25 à 1,59	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,7	6,3	7,0	7,7	8,3	8,9	9,7	10,5	11,2	12,1	13,1	14,0	15,2	16,1	17,4	18,6	21,3	
	1,6 ≤ R	3,2	3,6	4,1	4,5	5,1	5,7	6,4	7,1	7,7	8,4	9,0	9,8	10,6	11,3	12,2	13,2	14,1	15,4	16,3	17,5	18,8	21,5	
970	R < 1,06	3,8	4,3	4,9	5,5	6,2	7,0	7,9	8,7	9,5	10,4	11,2	12,2	13,1	14,1	15,2	16,4	17,6	19,2	20,4	21,9	23,4	26,8	
	1,06 à 1,11	3,9	4,4	5,0	5,6	6,3	7,2	8,0	8,8	9,7	10,5	11,3	12,3	13,3	14,3	15,4	16,6	17,8	19,4	20,5	22,1	23,6	27,0	
	1,12 à 1,24	4,0	4,5	5,1	5,7	6,4	7,3	8,1	9,0	9,8	10,6	11,5	12,4	13,4	14,4	15,5	16,7	17,9	19,5	20,7	22,2	23,7	27,1	
	1,25 à 1,59	4,1	4,6	5,2	5,8	6,5	7,4	8,2	9,1	9,9	10,8	11,6	12,6	13,6	14,6	15,7	16,9	18,1	19,7	20,9	22,4	23,9	27,3	
	1,6 ≤ R	4,1	4,6	5,2	5,9	6,6	7,4	8,3	9,2	10,0	10,9	11,7	12,7	13,7	14,7	15,9	17,1	18,3	19,9	21,1	22,7	24,2	27,6	
1455	R < 1,06	5,3	6,1	7,0	7,8	8,8	10,0	11,3	12,5	13,7	14,8	16,0	17,4	18,8	20,2	21,6	23,4	25,1	27,2	28,8	30,9	32,9	37,2	
	1,06 à 1,11	5,6	6,3	7,2	8,1	9,0	10,3	11,5	12,7	13,9	15,1	16,3	17,7	19,1	20,4	22,0	23,7	25,3	27,5	29,1	31,1	33,2	37,5	
	1,12 à 1,24	5,7	6,4	7,3	8,2	9,2	10,4	11,6	12,9	14,1	15,3	16,4	17,8	19,2	20,6	22,2	23,9	25,5	27,7	29,3	31,3	33,4	37,7	
	1,25 à 1,59	5,8	6,5	7,4	8,3	9,3	10,6	11,8	13,0	14,2	15,4	16,6	18,1	19,5	20,8	22,4	24,1	25,8	28,0	29,5	31,6	33,7	38,0	
	1,6 ≤ R	5,8	6,6	7,5	8,4	9,4	10,7	11,9	13,2	14,4	15,6	16,8	18,2	19,7	21,1	22,7	24,4	26,1	28,3	29,9	32,0	34,0	38,4	
2910	R < 1,06	9,3	10,6	12,2	13,8	15,5	17,7	19,8	21,8	23,8	25,8	27,7	29,9	31,9	34,0	36,2	38,4							
	1,06 à 1,11	9,7	11,1	12,7	14,2	16,0	18,1	20,2	22,3	24,3	26,3	28,1	30,3	32,4	34,4	36,7	38,9							
	1,12 à 1,24	9,9	11,3	12,9	14,5	16,3	18,4	20,5	22,6	24,6	26,6	28,5	30,7	32,8	34,8	37,0	39,2							
	1,25 à 1,59	10,1	11,5	13,1	14,7	16,5	18,7	20,9	23,0	25,0	27,0	28,9	31,1	33,2	35,3	37,5	39,7							
	1,6 ≤ R	10,2	11,6	13,3	14,9	16,7	18,9	21,1	23,2	25,3	27,3	29,2	31,5	33,7	35,7	38,0	40,3							
L _p	1 250	1 400	1 600	1 800	2 000	2 240	2 500																	
C _L	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97																	

P	=	P _b	.	C _L	.	a
Puis. transmissible par courroie		Puis. brute par courroie		Correctif de longueur		Facteur d'arc de contact



14.3.13. Profils et caractéristiques des poulies série étroite



Caractéristiques des poulies MGT série SPZ section 10 x 8

Diam prim Ø	1 Gorge J = 16					2 Gorges J = 28					3 Gorges J = 40					4 Gorges J = 52									
	Douille N°	Alésages mini. max.		Fig.	M	Masse kg	Douille N°	Alésages mini. max.		Fig.	M	Masse kg	Douille N°	Alésages mini. max.		Fig.	M	Masse kg	Douille N°	Alésages mini. max.		Fig.	M	Masse kg	
63	25	13	25	1	38	0,45	25	13	25	1	38	0,50	25	13	25	2	38	0,55							
71	25	13	25	1	38	0,55	25	13	25	1	38	0,65	25	13	25	2	38	0,75							
75	25	13	25	1	38	0,60	32	12	32	1	47	0,85	32	12	32	1	47	0,90							
80	25	13	25	1	38	0,65	32	12	32	1	47	0,95	32	12	32	1	47	10,5							
85	25	13	25	1	38	0,70	32	12	32	1	47	1,10	32	12	32	1	47	1,25							
90	25	13	25	1	38	0,75	32	12	32	1	47	1,20	40	14	40	1	57	1,50							
95	25	13	25	1	38	0,80	32	12	32	1	47	1,35	40	14	40	1	57	1,70							
100	25	13	25	1	38	0,85	32	12	32	1	47	1,45	40	14	40	1	57	1,90	40	14	40	1	57	2,1	40
106	32	12	32	1	47	1,25	32	12	32	1	47	1,65	40	14	40	1	57	2,1	40	14	40	1	57	2,4	40
112	32	12	32	1	47	1,30	40	14	40	1	57	2,1	40	14	40	1	57	2,4	50	19	50	1	70	3,5	50
118	32	12	32	3	47	1,30	40	14	40	1	57	2,3	45	16	45	1	62	2,7	50	19	50	1	70	4,4	50
125	32	12	32	3	47	1,45	40	14	40	1	57	2,4	40	14	40	1	57	3,0	50	19	50	1	70	4,4	50
132	32	12	32	3	47	1,55	40	14	40	3	57	2,3	50	19	50	1	72	3,9	50	19	50	1	70	5,5	50
140	32	12	32	3	47	1,65	40	14	40	3	57	2,4	50	19	50	1	70	4,4	50	19	50	1	70	5,5	50
150	40	14	40	3	57	2,2	50	19	50	3	70	3,7	56	22	56	1	78	5,0	50	19	50	1	70	5,5	50
160	32	12	32	3	47	2,0	40	14	40	3	57	2,7	50	19	50	3	70	4,4	50	19	50	3	70	5,5	50
180	32	12	32	5	47	1,65	40	14	40	3	57	3,2	50	19	50	3	70	4,9	50	19	50	3	70	5,5	50
200	32	12	32	5	47	1,85	40	14	40	5	57	2,9	50	19	50	3	70	5,5	50	19	50	3	70	6,5	50
224	40	14	40	5	57	2,5	40	14	40	5	57	3,1	50	19	50	5	70	5,0	50	19	50	5	70	7,0	50
250	40	14	40	5	57	2,7	50	19	50	5	70	4,8	50	19	50	5	70	5,5	50	19	50	5	70	7,5	50

Caractéristiques des poulies MGT série SPB section 16 x 13

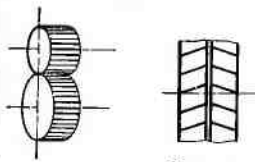
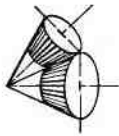
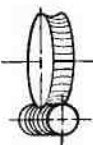
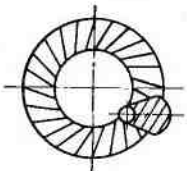
Diam prim Ø	1 Gorge J = 24					2 Gorges J = 43					3 Gorges J = 62					4 Gorges J = 81									
	Douille N°	Alésages mini. max.		Fig.	M	Masse kg	Douille N°	Alésages mini. max.		Fig.	M	Masse kg	Douille N°	Alésages mini. max.		Fig.	M	Masse kg	Douille N°	Alésages mini. max.		Fig.	M	Masse kg	
112	32	12	32	1	47	1,55	40	14	40	1	57	2,3	40	14	40	2	57	2,7	40	14	40	2	57	3,4	40
118	32	12	32	1	47	1,70	40	14	40	1	57	2,5	40	14	40	2	57	3,1	50	19	50	2	79	3,9	50
125	32	12	32	1	47	1,90	40	14	40	1	57	2,9	50	19	50	1	70	3,6	50	19	50	2	70	4,1	50
132	32	12	32	1	47	2,1	40	14	40	1	57	3,3	50	19	50	1	70	4,2	50	19	50	2	70	4,7	50
140	32	12	32	1	47	2,1	50	19	50	1	70	4,2	50	19	50	1	70	4,9	50	19	50	2	70	5,5	50
150	40	14	40	1	57	2,8	50	19	50	1	70	4,8	50	19	50	1	70	6,0	50	19	50	2	70	6,5	50
160	40	14	40	3	57	2,8	50	19	50	1	70	5,5	50	19	50	1	70	7,0	63	24	63	1	86	8,0	63
170	40	14	40	3	57	3,0	50	19	50	1	70	6,0	50	19	50	1	70	8,0	63	24	63	1	86	9,5	63
180	40	14	40	3	57	3,3	50	19	50	1	70	6,0	50	19	50	1	70	8,0	63	24	63	1	86	11,0	63
190	40	14	40	3	57	3,5	50	19	50	3	70	6,0	63	24	63	1	86	10,5	63	24	63	1	86	12,0	63
200	40	14	40	5	57	3,2	50	19	50	3	70	6,0	63	24	63	1	86	11,0	63	24	63	1	86	13,0	63
212	50	19	50	5	70	4,6	50	19	50	3	70	6,5	63	24	63	3	86	10,5	63	24	63	3	86	13,0	63
224	50	19	50	5	70	4,7	50	19	50	5	70	6,0	63	24	63	3	86	11,0	63	24	63	3	86	13,0	63
236	50	19	50	5	70	4,9	50	19	50	5	86	6,5	63	24	63	3	86	11,5	63	24	63	3	86	13,5	63
250	50	19	50	5	70	5,0	63	24	63	5	86	9,0	63	24	63	5	86	10,0	63	24	63	5	86	14,0	63
265							63	24	63	5	86	9,5	80	28	80	3	107	17,0	80	28	80	3	112	18,5	80
280	50	19	50	5	70	5,5	63	24	63	5	86	9,5	63	24	63	5	86	11,0	80	28	80	5	107	18,0	80
300							63	24	63	5	86	10,5	80	28	80	5	107	17,0	80	28	80	3	112	21,0	80
315	50	19	50	5	70	6,0	63	24	63	5	86	10,0	63	24	63	5	86	12,5	80	28	80	5	107	20,0	80
335							63	24	63	5	91	11,0	80	28	80	3	112	21,0	80	28	80	3	112	24,0	80
355							80	28	80	5	112	15,5	80	28	80	5	107	18,0	80	28	80	5	107	21,0	80
400							80	28	80	5	112	16,5	80	28	80	5	107	19,5	80	28	80	5	107	23,0	80

14.4. Engrenages

NF E 23-001/011

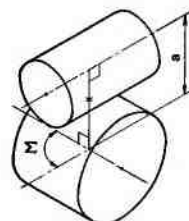
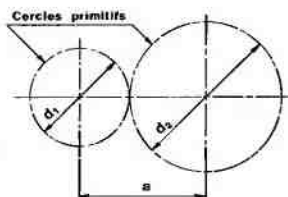


14.4.1. Différents types d'engrenages

 <p style="text-align: center;">Chevrons</p>			
<p>Engrenages cylindriques - Dentures droites : - Supportent les déplacements axiaux. - Ne supportent pas les efforts axiaux. - Rapports d'engrenage: - de 1 à 8 : transmission de puissance - de 1 à 40 : applications cinématiques - Dentures hélicoïdales : - Efforts axiaux sur les paliers. - Engrenement souple et silencieux.</p>	<p>Engrenages coniques - Les sommets des cônes sont confondus avec le point de concours des axes. - Efforts axiaux sur les paliers - Diverses positions respectives des pignons existent, offrant donc de nombreuses possibilités.</p>	<p>Engrenages à vis - Les angles d'hélices (β_1 et β_2) de la vis et de la roue sont égaux. - Le sens de l'hélice est identique. - Le rendement (faible : de 40 à 70%) dépend des matériaux et de la lubrification. - Rapport d'engrenage de 10 à 100. - L'engrenage est souvent utilisé pour sa propriété d'irréversibilité.</p>	<p>Engrenages hypoides - Ces engrenages spéciaux et complexes ne sont utilisés que pour des applications particulières et ne sont fabriqués que sous conditions particulières connues des spécialistes.</p>

14.4.2. Définitions cinématiques

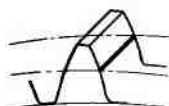
- **Entraxe (a)**
Plus courte distance entre les axes d'un engrenage parallèle ou gauche.
- **Angle des axes (Σ)**
Plus petit angle dont on doit faire tourner un des axes pour l'amener en superposition (engrenage concourant) ou en parallélisme (engrenage gauche) avec l'autre, de telle sorte que les sens de rotation des roues soient opposés.
- **Rapport d'engrenage (u)**



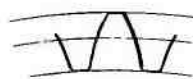
$$\frac{\text{Nombre de dents à la roue}}{\text{Nombre de dents au pignon}} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1}$$

- **Rapport de transmission (i)**

$$i = \frac{\omega_{\text{entrée}}}{\omega_{\text{sortie}}}$$



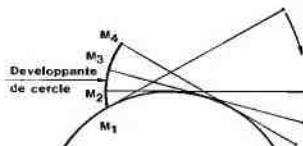
Flanc



Profil

14.4.3. Caractéristiques de denture

- **Flancs**
Portions de la surface d'une dent comprise entre la surface de tête et la surface de pied.
- **Ligne de flanc**
Intersection d'un flanc avec la surface primitive de référence.
- **Profil**
Section d'un flanc par une surface donnée définie par rapport à la surface primitive de référence.
- **Développante de cercle**
Définie par la trajectoire d'un point (M) situé sur une droite qui roule sans glisser sur un cercle.
- **Modules normalisés (m) NF E 23-011**



Valeurs principales (mm)

0,5 - 0,6 - 0,8 - 1 - 1,25 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20 - 25 - 32 - 40 - 50

Valeurs secondaires (mm)

0,55 - 0,7 - 0,9 - 1,125 - 1,375 - 1,75 - 2,25 - 2,75 - 3,5 - 4,5 - 5,5 - 7 - 9 - 11 - 14 - 18 - 22 - 28 - 36 - 45

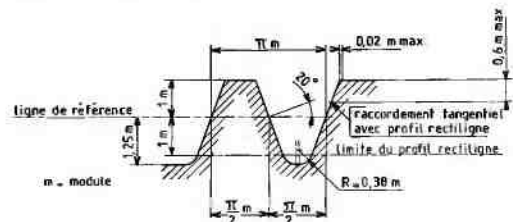
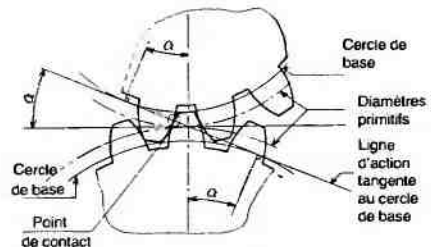
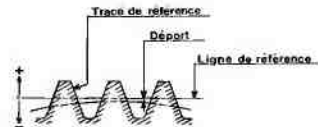
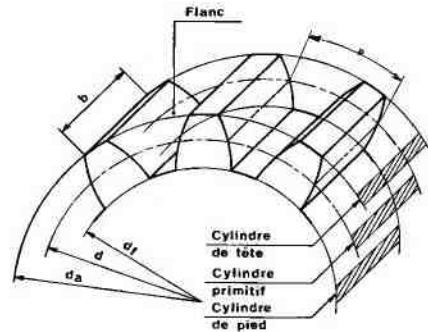
Valeurs admises à titre exceptionnel

0,75 - 3,25 - 3,75 - 6,5

14.4.4. Roues et engrenages cylindriques denture droite

- **Diamètre primitif (d) ***
Diamètre du cercle primitif de référence ou de fonctionnement.
- **Diamètre de pied (d_f)**
Diamètre du cercle de pied.
- **Diamètre de tête (d_a)**
Diamètre du cercle de tête.
- **Largeur de denture (b)**
Largeur de la partie dentée d'une roue, mesurée suivant une génératrice du cylindre primitif.
- **Hauteur de dent (h)**
Distance radiale entre le cercle de tête et le cercle de pied.
- **Saillie (h_a)**
Distance radiale entre le cercle de tête et le cercle primitif.
- **Creux (h_f)**
Distance radiale entre le cercle de pied et le cercle primitif.
- **Déport de denture (w)**
Distance entre l'axoïde de génération (liée à l'outil) et la ligne de référence de la crémaillère génératrice.
Il est possible, par ces corrections de denture (déport), d'améliorer sensiblement les performances des engrenages. On se rapportera, pour plus d'information à des ouvrages spécialisés.
- **Coefficient de déport (x)**
Quotient du déport, en mm, par le module réel.
- **Module (m)**
Quotient du pas exprimé en mm par le nombre π .
Quotient du diamètre primitif par le nombre de dents.
- **Pas (p)**
Longueur de l'arc (mm) compris entre les lignes de flancs de deux flancs consécutifs.
- **Nombre de dents (z)**
- **Cercle de base**
Dans une roue cylindrique à développante "cercle de base" des développantes de cercle des profils.
- **Crémaillère de référence NF E 23-011**
Les dimensions de denture normalisées d'un système de roues à développante sont définies par le tracé de la crémaillère de référence. Une roue est dite à **denture normale** si elle est engendrée par une crémaillère dont la ligne de référence est tangente au cylindre primitif. Elle est dite à **denture déportée** si cette tangente au cylindre primitif n'est pas réalisée.
- **Ligne d'action et angle de pression (α)**
Normale commune à deux profils conjugués en leur point de contact.
Dans un engrenage à développante, la ligne d'action est une droite fixe, tangente commune aux deux cercles de base et inclinée suivant un angle (α) appelé **angle de pression**.

* La norme NF E 23-006 (1965) précise que (d) indique le diamètre primitif. On rencontre encore cependant les notations (d_p) ou (DP)



Caractéristiques des engrenages cylindriques à denture droite normale ($\alpha = 20^\circ$)

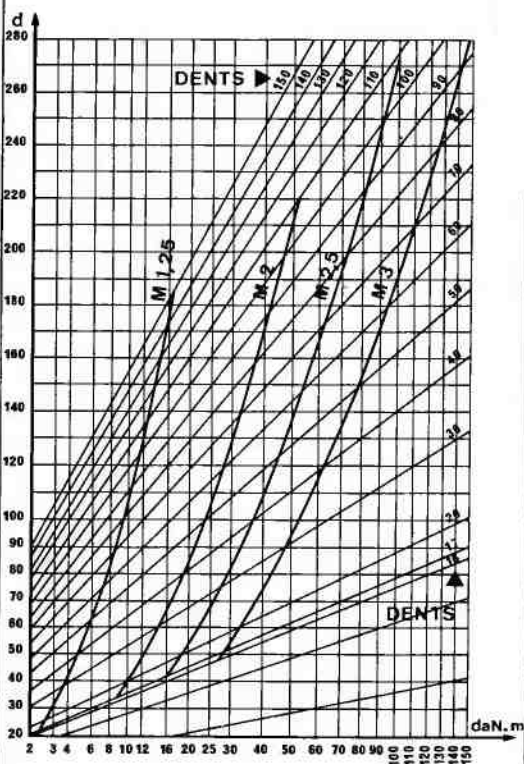
Diamètre primitif	$d = m \cdot z$
Pas	$p = m \cdot \pi$
Saillie	$h_a = m$
Creux	$h_f = 1,25 m$
Hauteur de dent	$h = 2,25 m$
Diamètre de tête	$d_a = d + 2 h_a = d + 2 m$
Diamètre de pied	$d_f = d - 2 h_f = d - 2,5 m$
Largeur de denture	$b = K m$ avec $7 \leq K \leq 12$ suivant la qualité de l'engrenage

14.4.5. Détermination des engrenages

- **Cas des produits manufacturés** : le fabricant indique la valeur du couple admissible, le calcul des engrenages se ramène à un choix de roues ou de pignons à partir de l'étude mécanique (couple admissible).
- **Cas de création d'un nouveau produit** : les calculs doivent porter sur la pression limite admissible au niveau des dentures, ces calculs complexes sont du domaine du spécialiste (voir par exemple les travaux de G. Henriot ou du CETIM et la norme expérimentale NF E 23-015).

- Détermination approchée à l'aide d'abaques

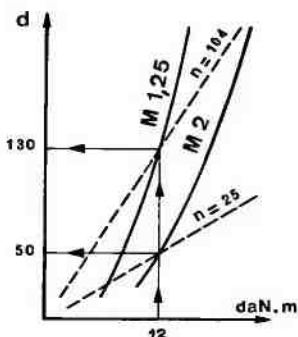
Abaque N° 1



Abaque N° 1 - Le couple de référence (voir ci-dessous) est : pour la roue menante, le couple moteur corrigé ou non par le coefficient d'utilisation et, pour la roue menée, le couple récepteur corrigé ou non par le coefficient d'utilisation. On lit en abscisse la valeur du couple. La verticale élevée de ce point rencontre les courbes matérialisant les modules. A partir de l'un de ces points de rencontre, on connaît en ordonnée le diamètre primitif minimum de l'engrenage de module correspondant capable de transmettre le couple. De même, par ce point, une oblique matérialisant le nombre de dents indique le nombre de dents minimum de cet engrenage. Les engrenages ayant été choisis, il y a lieu de vérifier la vitesse d'utilisation.

- Coefficient d'utilisation

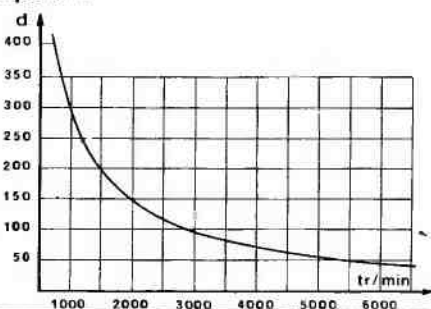
- C'est en principe le couple moteur qui est pris en compte avec toutefois des corrections qui tiennent compte de l'utilisation :
 - Moteur électrique : doubler le couple moteur théorique afin de tenir compte des surcharges au démarrage.
 - Embrayage sur le couple moteur : doubler le couple moteur théorique afin de tenir compte des conditions de "brutalité" de l'embrayage et des masses qu'il y a lieu de démarrer.
 - Chocs importants sans embrayage ni démarrages fréquents : multiplier par trois le couple normal d'utilisation.



Exemple d'utilisation de l'abaque N° 1

- Engrenage capable de $C = 12 \text{ daN.m}$
- en module 2 $Z \geq 25$ dents ($D \geq 50 \text{ mm}$)
- en module 1,25 $Z \geq 104$ dents ($D \geq 130 \text{ mm}$)

Abaque N° 2

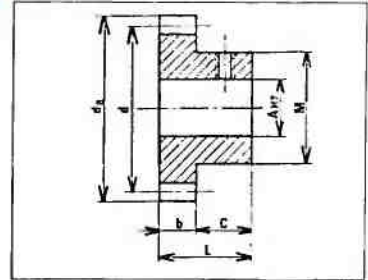


Abaque N° 2 - Il donne les vitesses admissibles en tr/min en fonction du diamètre primitif. La courbe est établie pour des vitesses d'engrènement de 15 m/s. La courbe délimite la zone d'utilisation conseillée. On lit en ordonnée le diamètre primitif de l'engrenage choisi ; à l'horizontale de ce point, on rencontre la courbe et à la verticale de ce point, on lit en abscisse la vitesse en tr/min à ne pas dépasser.

14.4.6. Engrenages cylindriques miniatures à denture droite

- Angle de pression $\alpha = 20^\circ$
- Acier XC 38
- Présentation : bichromaté

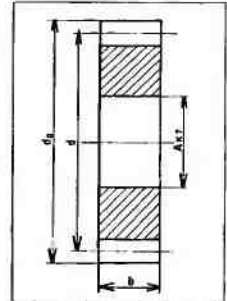
Module 0,5	Module 0,75	Module 1
b = 5	b = 7,5	b = 10
C = 6	C = 10	C = 10
Z = 15 à 120	Z = 15 à 120	Z = 15 à 120
d = 7,5 à 60	d = 11,25 à 90	d = 15 à 120
d _a = 8,5 à 61	d _a = 12,75 à 91,5	d _a = 17 à 122
A = 4 à 6	A = 4 à 10	A = 4 à 10
M = 8 à 15	M = 8 à 21	M = 12 à 30



14.4.7. Engrenages cylindriques à denture droite rectifiée

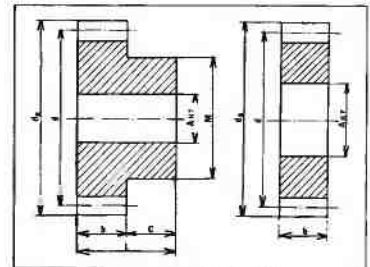
- Pour grandes vitesses et couples élevés (2 à 4 fois plus grands qu'en standard)
- Angle de pression $\alpha = 20^\circ$
- Acier au chrome molybdène 35 CD4, traité à cœur 90 daN/mm²
- Dureté superficielle de la denture 55 Rc

Module 1,25	Module 2	Module 2,5	Module 3
b = 12,5	b = 20	b = 25	b = 30
Z = 17 à 150	Z = 17 à 110	Z = 17 à 110	Z = 16 à 95
d = 21,25 à 187,5	d = 34 à 220	d = 42,5 à 275	d = 48 à 285
d _a = 23,75 à 190	d _a = 38 à 224	d _a = 47,5 à 280	d _a = 54 à 291
A = 10 à 15	A = 15 à 30	A = 20 à 30	A = 20 à 30



14.4.8. Engrenages cylindriques standard à denture droite

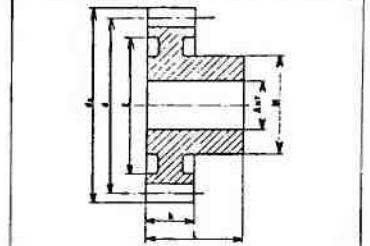
- Angle de pression $\alpha = 20^\circ$
- Module 1 : acier XC 38, R = 70 - 77 daN/mm²
- Module 1,5 à 6 : acier XC 48, R = 60 - 68 daN/mm²
- Traitement : Acier XC 38 : trempé à l'huile à 825 °C
suivie d'un revenu à 550 °C, R = 80 - 95 daN/mm²
- Acier XC 48 : trempé à l'huile à 825 °C
suivie d'un revenu à 550 °C, R = 85 - 100 daN/mm²



Module 1	Module 1,5	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5
L=20 b=10 c=10	L=22 b=12 c=10	L=28 b=16 c=12	L=40 b=25 c=15	L=50 b=32 c=18	b=50
Z = 15 à 120	Z = 15 à 120	Z = 12 à 120	Z = 12 à 80	Z = 12 à 60	Z = 12 à 60
d = 15 à 120	d = 22,5 à 180	d = 24 à 240	d = 36 à 240	d = 48 à 240	d = 60 à 300
d _a = 17 à 122	d _a = 25,5 à 183	d _a = 28 à 244	d _a = 42 à 246	d _a = 56 à 248	d _a = 70 à 310
A = 4 à 10	A = 6 à 15	A = 8 à 18	A = 12 à 25	A = 15 à 25	A = 20 à 35
M = 12 à 30	M = 18 à 45	M = 18 à 55	M = 28 à 70	M = 35 à 75	M = -

14.4.9. Engrenages cylindriques plastique à denture droite

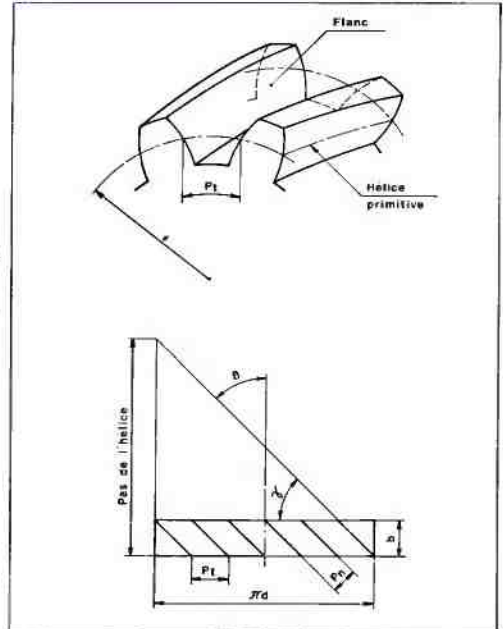
- Angle de pression $\alpha = 20^\circ$
- Résistants à de nombreux agents chimiques
- Propres, silencieux, grande longévité
- Température d'utilisation : - 40 °C à + 140 °C
- Dureté 2050 daN/cm²
- Matière : Hostaform C blanc, moulé sous pression
- Pour industries chimiques, alimentaires, textiles etc



Module 1	Module 0,70	Module 1	Module 1,25	Module 1,50	Module 2
Z = 12 à 120	Z = 12 à 120	Z = 12 à 90	Z = 12 à 75	Z = 12 à 60	Z = 12 à 42
A = 2 à 6	A = 3 à 10	A = 4 à 10	A = 5 à 10	A = 6 à 12	A = 8 à 12
d = 6 à 60	d = 8,4 à 84	d = 12 à 90	d = 15 à 93,75	d = 18 à 90	d = 24 à 84
d _a = 7 à 61	d _a = 9,8 à 85,4	d _a = 14 à 92	d _a = 17,5 à 96,25	d _a = 21 à 93	d _a = 28 à 88
b = 3	b = 6	b = 9	b = 10	b = 12	b = 15
M = 4 à 15	M = 6 à 21	M = 9 à 21	M = 9 à 21	M = 14 à 27	M = 18,5 à 26

14.4.10. Roues et engrenages cylindriques à denture hélicoïdale à axes parallèles

- **Hélice primitive de référence**
Intersection d'un flanc avec le cylindre primitif de référence d'une roue hélicoïdale.
- **Pas apparent (p_t)**
Longueur de l'arc du cercle primitif compris entre deux profils homologues.
- **Pas réel (p_n)**
Longueur de l'arc compris entre les lignes de flanc de deux flancs homologues consécutifs, mesurée le long d'une hélice du cylindre primitif orthogonal aux hélices primitives.
- **Pas hélicoïdal (p_z)**
Pas hélicoïdal de l'hélice primitive de référence d'une roue hélicoïdale.
- **Angle d'hélice (β)**
Angle d'hélice de l'hélice primitive de référence d'une roue hélicoïdale.
- **Angle d'inclinaison (γ)**
Inclinaison de l'hélice primitive de référence d'une roue hélicoïdale.
- **Module apparent (m_t)**
Quotient du pas apparent par le nombre π , ou quotient du diamètre primitif par le nombre de dents.
- **Module réel (m_n)**
quotient du pas réel (en mm) par le nombre π



Caractéristiques des engrenages cylindriques à denture hélicoïdale à axes parallèles

Module réel	$m_n = p_n / \pi$	Saillie	$h_a = m_n$
Module apparent	$m_t = m_n / \cos \beta$	Creux	$h_f = 1,25 m_n$
Pas apparent	$p_t = m_t \cdot \pi$	hauteur de dent	$h = 2,25 m_n$
Pas réel	$p_n = m_n \cdot \pi = p_t \cdot \cos \beta$	Diamètre primitif	$d = m_t \cdot z$
Pas d'hélice	$p_z = \pi d / \tan \beta$	Angle d'hélice	$20^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$

14.4.11. Roues et engrenages cylindriques à denture hélicoïdale à axes parallèles

- Engrenages miniatures en acier XC 38

Grâce à leur denture inclinée à 45°, les engrenages hélicoïdaux permettent deux montages :

Axes parallèle **Axes perpendiculaires**

choisir des sens d'inclinaison opposés
1 à droite
1 à gauche

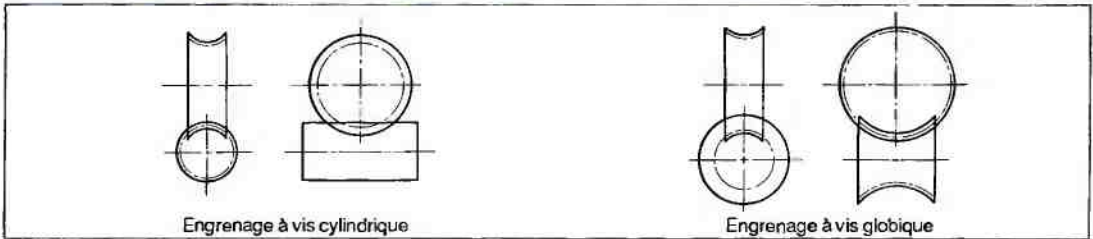
choisir des sens d'inclinaison identiques
les 2 à droite ou
les 2 à gauche

cette denture est dite "inclinaison à gauche"

- Lors de la commande, préciser la denture (Gauche ou Droite).

Dents	Module 0,5 d = 7 C = 7				Module 0,75 d = 10 C = 10				Module 1 d = 12 C 12			
	d	da	A	M	d	da	A	M	d	da	A	M
20	14,14	15,14	4	12,5	21,21	22,71	6	17	28,28	30,28	8	24
30	21,21	22,21	4	15	31,81	33,31	6	17	42,43	44,43	8	26
40	28,28	29,28	5	15	42,42	43,92	6	17	56,57	58,57	8	28
50	35,35	36,35	5	15	53,03	54,53	8	17	70,71	72,71	8	28
60	42,43	43,43	6	18	63,63	65,13	8	17	84,85	86,85	10	30
80	56,57	57,57	6	18	84,85	86,35	8	17	113,14	115,14	10	30

14.4.12. Engrenages à axes orthogonaux (roue et vis sans fin) NF E 23-002



Engrenage à vis cylindrique

Engrenage à vis globique

- Vis cylindrique

- Filet

Une des dents de la vis, les vis peuvent comporter un ou plusieurs filets.

- Cylindre de référence

Surface primitive de référence de la vis.

- Hélice de référence

Hélice d'intersection d'un flanc avec le cylindre de référence de la vis.

- Pas hélicoïdal (p_x)

Distance axiale entre deux profils homologues successifs d'un même filet.

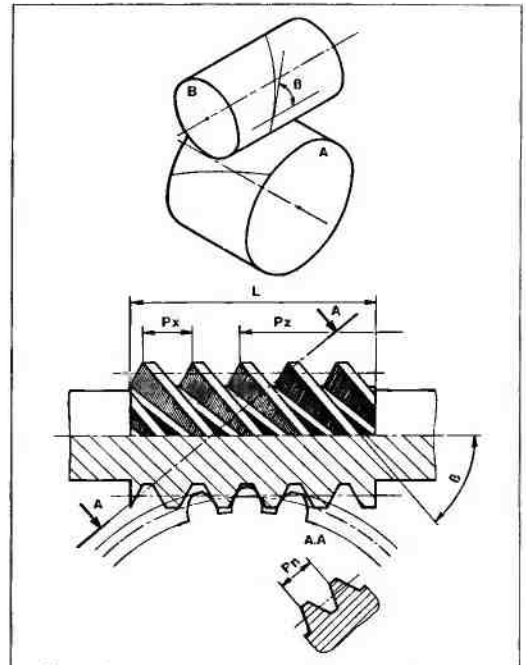
- Pas axial (p_z)

Distance axiale entre deux profils homologues consécutifs de la vis.

Quotient du Pas de l'hélice par le nombre de filets.

- Module axial (m_x)

Quotient du pas axial par le nombre π .



Caractéristiques des engrenages à vis	
Module axial	$m_x = m_n / \cos \beta$
Pas axial	$P_x = m_x \cdot \pi$
Pas hélicoïdal	$P_z = P_x \cdot Z$
Diamètre primitif	$d = P_z / \pi \tan \beta$
Diamètre de tête	$d_a = d + 2 m_n$
Diamètre de pied	$d_f = d - 2,5 m_n$

- Roue creuse

- Cercle de référence

Cercle intérieur de l'intersection du tore de référence par le plan médian.

- Cercle de fond de gorge

Cercle d'intersection de la gorge avec le plan médian.

- Cercle de pied

Cercle d'intersection du tore de pied avec le plan médian.

- Diamètre extérieur

Diamètre du cylindre extérieur.

- Diamètre de fond de gorge

- Diamètre de pied

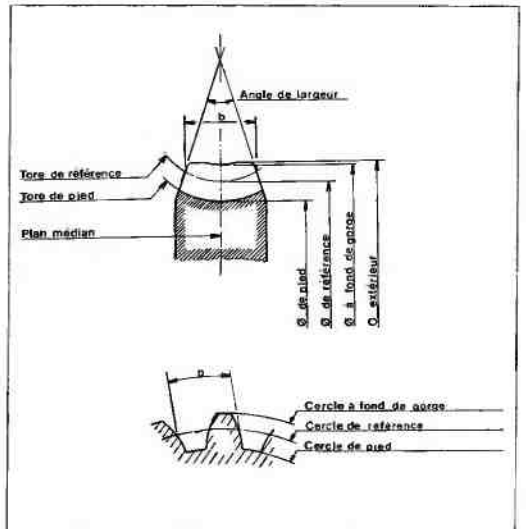
- Diamètre de référence

- Pas de référence (p)

Longueur de l'arc de cercle de référence compris entre deux profils homologues consécutifs.

- Angle de largeur de denture (b)

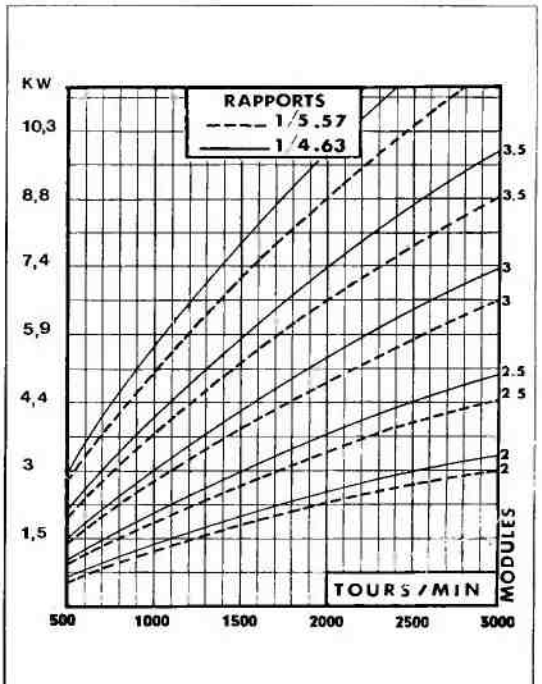
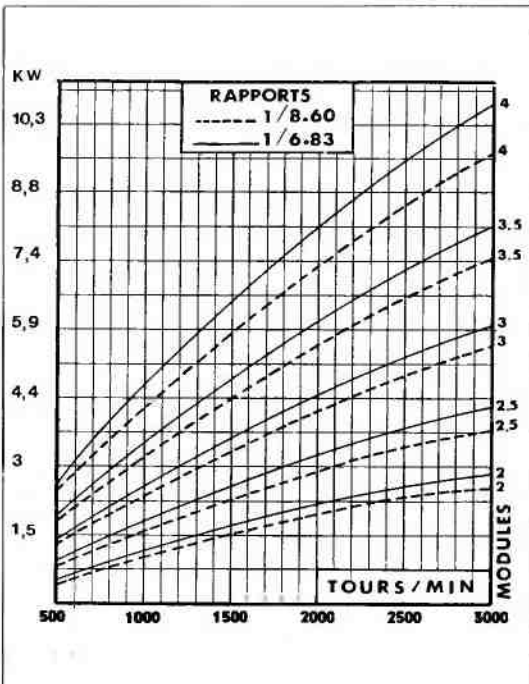
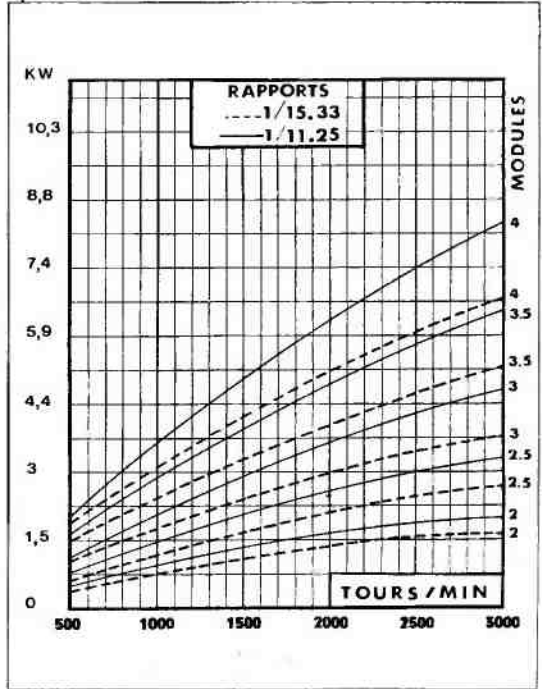
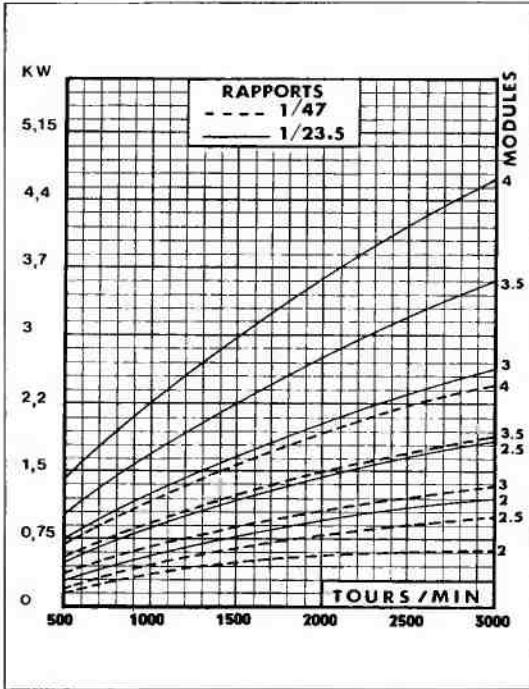
Distance entre deux plans perpendiculaires à l'axe contenant les cercles d'intersection du tore de référence avec les faces latérales de la denture.





14.4.13. Détermination des couples " vis roues"

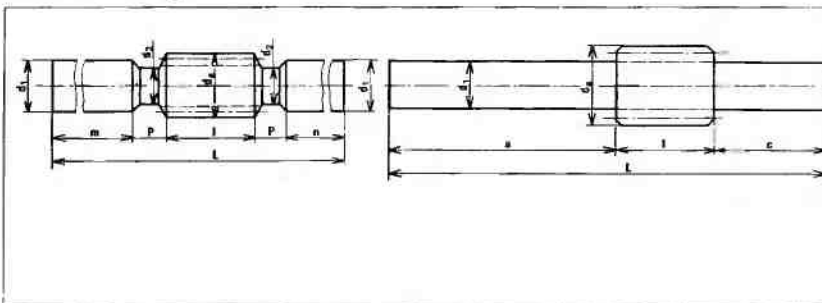
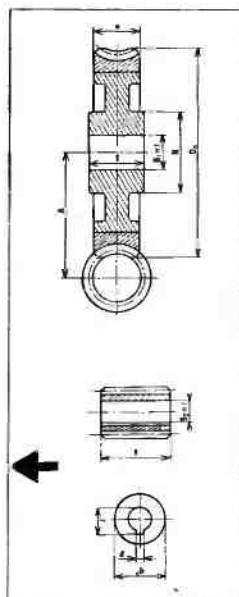
- Puissances transmissibles :
- En service continu
 - Sous carter fermé
 - Sans nécessité de refroidissement additionnel





14.4.14. Roues et vis sans fin standard

Modules		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
ROUES	A	30	45	60	75	90	105	120
	d_a	50,5	75,7	101	126,2	151,5	176,7	202
	e	10	15	20	25	30	35	40
	f	15	18	24	30	36	42	48
	N	25	40	46	57	69	80	92
	B1	10	15	20	25	30	35	40
VIS	Nombre de filets							
	1/47	1	1	1	1	1	1	1
	1/23,50	2	2	2	2	2	2	2
	1/15,33	3	3	3	3	3	3	3
	1/11,25	4	4	4	4	4	4	4
	1/8,60	5	5	5	5	5	5	5
	1/6,83	6	6	6	6	6	6	6
	1/5,57	7	7	7	7	7	7	7
	1/4,63	8	8	8	8	8	8	8
	d_a	14,5	21,75	29	36,25	43,5	50,75	58
	L	130	180	200	250	300	350	400
	a/c	-	-	106/54	133/67	168/80	187/93	213/107
	d1	15	20	20,1	25,1	30,1	35,1	40,1
	l	20	30	40	50	60	70	80
	B2	-	-	14	16	20	22	26
bxt	-	-	5 x 16,1	5 x 18,1	6 x 22,5	6 x 24,5	8 x 28,9	
m/n	60/30	80/40						
p	10	15						
d2	10	15						



Matière :

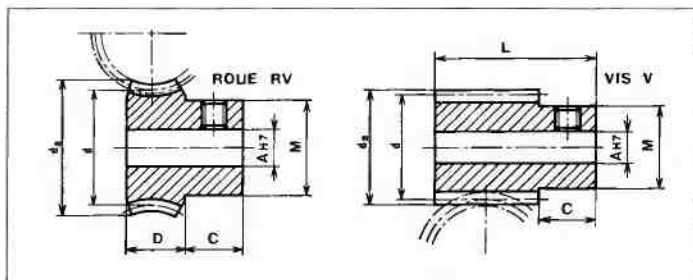
- Roue :
- Couronne bronze UE 12
- Moyeu acier
- Vis : acier spécial

14.4.15. Roues et vis sans fin miniatures

Rap.	Mod : 0,3 . C = 5, D = 3, L = 11						Mod : 0,5 . C = 5, D = 5, L = 15				Mod : 0,75 . C = 8, D = 7,5, L = 23				Mod : 1 . C = 8, D = 10, L = 28						
	Dents	d	d_a	M	A		Dents	d	d_a	M	A		d	d_a	M	A		d	d_a	M	A
1 / 15	30	9	9,97	8	3		15	7,5	9,34	7	3		11,25	14,01	12	4		15	18,88	14	6
1 / 20	40	12	12,97	10	3		20	10	11,84	9	4		15	17,76	14	6		20	23,88	17	8
1 / 30	60	18	18,97	12	4		30	15	16,84	13	4		22,5	25,26	17	6		30	33,88	25	10
1 / 60	120	39	36,97	12	4		60	30	31,84	15	5		45	47,76	17	6		60	63,88	28	10
2 Filets		9	9,60	8	3		1 Filet	10	11,00	8,5	5		15	16,5	12	4		18	20	15	5

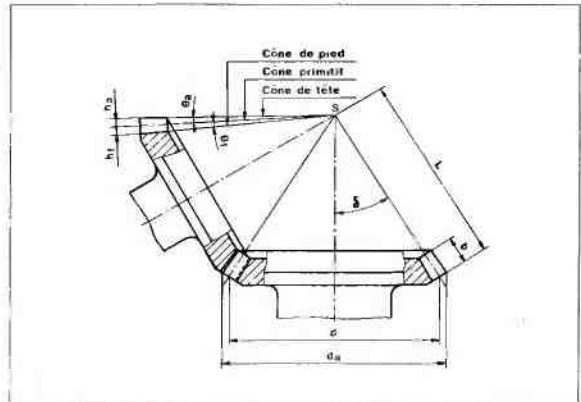
Matière :

- Roue : Bronze
- Module 0,3 : UZ 23 A4
- Modules 0,5 . 0,75 . 1 : UE 9P
- Vis :
- Module 0,3 : acier inox Z 10 CNF 18.09
- Modules 0,5 . 0,75 . 1 : acier XC 38



14.4.16. Engrenages coniques

- **Cône primitif de référence**
Surface primitive de référence d'une roue conique.
- **Sommet**
Sommet du cône primitif de référence d'une roue conique.
- **Cône de pied**
Surface de pied d'une roue conique.
- **Cône de tête**
Surface de tête d'une roue conique.
- **Cône complémentaire interne ou moyen ou externe**
Cône dont les génératrices sont perpendiculaires à celles du cône primitif, à l'extrémité interne (ou au milieu, ou externe) de la largeur de denture.
- **Largeur de denture (b)**
Largeur de la partie dentée de la roue, mesurée suivant une génératrice du cône primitif de référence.
- **Angle primitif de référence (δ)**
Angle entre l'axe et la génératrice du cône primitif de référence et contenant la génératrice de cône de pied.
- **Angle de tête de pied (δ_a) ou de pied (δ_f)**
Celui des deux demi-angles au sommet, supplémentaires de cône de tête (ou de pied) en-dedans (ou en dehors) duquel se trouvent les dents de la roue.
- **Cercle de tête (d_a) ou de pied (d_f)**
Intersection du cône de tête (ou de pied) avec le cône complémentaire.
- **Cercle primitif de référence**
Cercle d'intersection du cône primitif de référence avec un plan perpendiculaire à l'axe.
- **Diamètre primitif (d)**
Diamètre du cercle primitif de référence.
- **Diamètre de tête ou de pied**
Diamètre du cercle de tête ou de pied.
- **Saillie (h_a) ou creux (h_f)**
Distance entre le cercle primitif et le cercle de tête (ou en creux) suivant la génératrice du cône complémentaire.



Caractéristiques des engrenages coniques droits à axes perpendiculaires

Nombre de dents	z_1 et z_2
Diamètres primitifs	$d_1 = m z_1$ et $d_2 = m z_2$
Angles primitifs	$\text{tg } \delta_1 = z_1 / z_2$, $\text{tg } \delta_2 = z_2 / z_1$
Saillie	$h_a = m$
Creux	$h_f = 1,25 m$
Hauteur de dent	$h = 2,25 m$
Diamètre de tête	$d_a = d + 2 m \cos \delta$
Diamètre de pied	$d_f = d - 2,5 m \cos \delta$
Angle de saillie	$\text{tg } \theta_a = m / L$
Angle de creux	$\text{tg } \theta_f = 1,25 m / L$
Angle de tête	$\delta_a = \delta + \theta_a$
Angle de pied	$\delta_f = \delta - \theta_f$

$L = \frac{d_1}{2 \sin \delta_1}$

14.4.17. Couples coniques standard (puissances transmissibles)

- Angle de pression $\alpha = 20^\circ$
- Matière :
 - Acier XC 48 , $R = 70 - 77$ da N / mm² pour les modules 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8.
 - Traitements éventuels : Trempe à l'huile à 825 °C suivie d'un revenu à 550 °C , $R = 85 - 100$ daN / mm²
 - Acier XC 38 pour modules 1 et 1,5.

Puissances transmissibles en kW par les couples coniques standard

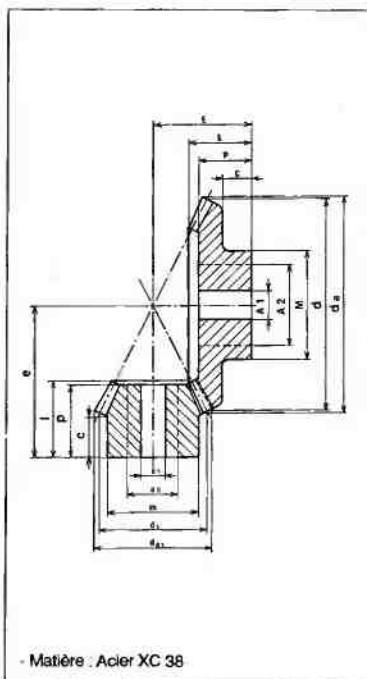
Modules	Vitesse de rotation en tr/ min du pignon le plus rapide													
	25	50	100	200	300	400	540	750	900	1 000	1 200	1 500	2 000	2 600
2	0,02	0,04	0,07	0,13	0,18	0,22	0,29	0,37	0,44	0,48	0,52	0,59	0,70	1
3	0,07	0,13	0,26	0,52	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50	1,50	1,60	1,90	2,20	
4	0,18	0,33	0,63	1,20	1,60	2,00	2,40	3,00	3,30	3,50	3,90	4,30		
5	0,33	0,59	1,10	2,00	2,80	3,40	4,00	4,80	5,30	5,50	5,90			
6	0,55	1,10	2,00	3,50	4,60	5,70	6,60	7,70	8,40	8,80				
8	0,80	1,50	2,90	5,00	6,40	7,90	9,30	10,80	11,60	12,10				

Les couples standard aux modules 1 et 1,50 ne figurent pas sur ce tableau (puissance en kW non chiffrables)



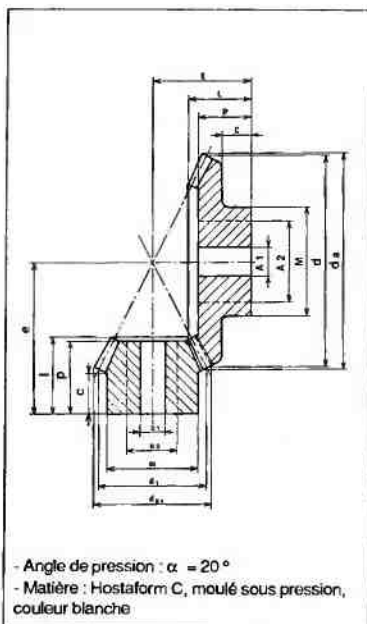
14.4.18. Couples côniques standard (dimensions)

Rapports	1 x 1	1 x 1,5	1 x 2		1 x 3	1 x 4
Modules	1 - 1,5 - 2 3 - 4 - 5 - 6	1 à 6	1 - 1,5 2	3 - 4 5 - 6	1 à 6	1 à 6
Z	19 17	16/24	20/40	18/36	15/45	15/60
d	19 - 136	24 à 144	40 à 216	45 à 270	60 à 360	
d ₁		16 à 96	20 à 108	15 à 90	15 à 90	
d _a	20,4 - 147,3	25,11 à 150,66	40,9 à 221,3	45,63 à 273,79	60,48 à 362,91	
d _{a1}		17,66 à 105,99	21,8 à 118,7	16,9 à 101,38	16,94 à 101,64	
E	19,8 - 124,9	17,94 à 85,64	20,67 à 99	19,89 à 98,78	21,05 à 99,68	
e		20,88 à 110,98	29,32 à 153,8	33,08 à 170,72	41,03 à 215,33	
L	14 - 85	13 à 60	14 à 64,5	15 à 70	16 à 70	
l		13 à 70	15 à 79	16,5 à 75	18 à 80	
P	12,5 - 76	11,5 à 52,5	12 à 54	13 à 60	14 à 60	
p		12 à 65	13,5 à 74	15,5 à 71,5	17,5 à 77	
C	9 - 49	7 à 25	8,5 à 30	9 à 40	10 à 40	
c		8 à 34	9 à 40	10 à 33,5	10,5 à 32,5	
A ₁	6 - 35	5 à 30	6 à 30	6 à 30	8 à 30	
a ₁		5 à 25	6 à 25	5 à 25	6 à 25	
A ₂	10 à 70	14 à 65	15 à 85	18 à 85	20 à 85	
a ₂		8 à 45	12 à 55	8 à 45	8 à 45	
M	16 à 120	20 à 90	20 à 110	25 à 120	30 à 120	
m		14 à 82	17 à 85	12 à 75	12,5 à 75	
b	4,5 à 35	4,5 à 35	6 à 35	6 à 40	7 à 45	



14.4.19. Couples coniques en plastique

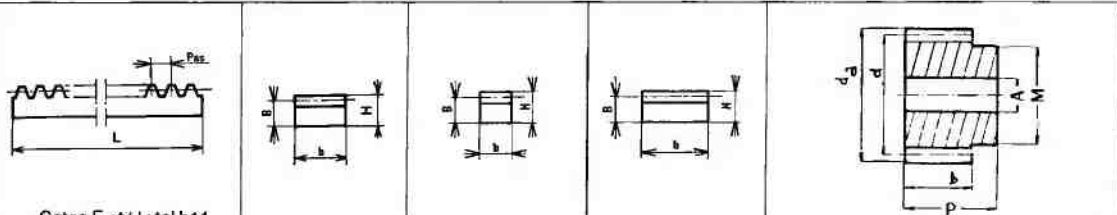
Rapports	1 x 1	1 x 2	1 x 3		1 x 4	1 x 5
Modules	0,5 - 1 - 1,5 - 2 2,5 - 3 - 3,5	1 à 6	1 1,5	2 2,5	1 - 1,5 - 2	1
Z	16	15/30	15/45	10/30	10/40	12/60
A ₁	3 à 18	8 à 18	10 à 18	10 à 18	10	10
A ₂	3 à 18	5 à 14	5 à 8	4 à 6	4	4
m	7 à 33,3	12,2 à 31,2	12,3 à 18,8	7,8 à 14,3	9,5	9,5
M	7 à 33,3	18 à 45	23,4 à 36,1	23,4 à 36	20,5	20,5
d ₁	8 à 56	15 à 45	15 à 25	10 à 20	12	12
d	8 à 56	30 à 90	45 à 75	40 à 80	60	60
d _{a1}	8,7 à 61,4	16,8 à 50,3	16,6 à 19,7	12 à 23,8	13,7	13,7
d _a	8,7 à 61,4	31,1 à 93	46,1 à 77,2	40,8 à 81,5	60,4	60,4
e	10,5 à 49,5	26,4 à 63,3	34,3 à 52,4	30,1 à 54	40,5	40,5
E	10,5 à 49,5	20,9 à 49,5	22,7 à 35,7	20,1 à 32,5	21	21
C	6 à 14,4	10,6 à 14,8	11 à 13	9,3 à 12,8	10	10
c	6 à 14,4	9,1 à 19	9,6 à 15,5	10,8 à 16,6	11	11
b	2 à 15,8	6,6 à 20,5	9,2 à 15,7	8,2 à 16,3	9,5	9,5
p	8 à 28,1	17 à 35	20,4 à 28,8	17,7 à 28,9	-	-
P	8 à 28,1	14,8 à 34,2	16,5 à 25,2	15,7 à 24,7	15,5	15,5
l	8 à 33,1	17 à 36,3	20,4 à 28,8	17,7 à 28,9	20,3	20,3
L	8 à 33,1	16,2 à 37	18,2 à 29	17 à 27	17,4	17,4





14.4.20. Crémaillières standard acier avec pignons associés

Acier XC 48 . Angle de pression $\alpha = 20^\circ$. Existent en inox Z2- CN - 18 - 10 pour les modules 1 - 1,5 - 2 - 3

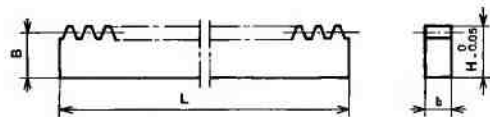


Cotes E et H : tol h11

Module	dents	L	Pas	b	H	B	b	H	B	b	H	B	d	d _a	A	b	M	P
1	153	480	3,14	10	8	7	8	10	9	10	10	9	18	20	5	10	115	18
1,5	102	480	4,71	16	10	8,5	10	16	14,5	15	15	13,5	27	30	8	15	22	25
2	72	452	6,283	20	15	13	15	20	18	20	20	18	36	40	10	20	30	32
	108	678	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	162	1017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	72	678	9,425	30	20	17	20	30	27	30	30	27	54	60	15	30	43	45
	108	1017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	54	678	12,566	40	25	21	25	40	36	40	40	36	72	80	20	40	58	55
	81	1017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	54	848	15,708	50	30	25	30	50	45	50	50	45	90	100	25	50	75	70
	90	1413	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	54	1017	18,85	60	40	34	40	60	54	60	60	54	108	120	30	60	90	80
8	60	1507	25,133	60	40	32	40	60	52	60	60	52	144	160	35	60	110	80

14.4.21. Crémaillières miniatures à denture droite

Série standard en acier ou en laiton



Série haute précision en acier inox Z 12 . CF.17



Module	dents	b	H	B	L	Module	dents	b	H	B	L
0,5	270	5	5	4,5	424	0,2	160	4	10	9,8	100,5
0,75	180	8	8	7,25	424	0,3	107	4	10	9,7	100,8
1	153	10	8	7	480	0,4	160	5	12	11,6	201
						0,5	128	5	12	11,5	201

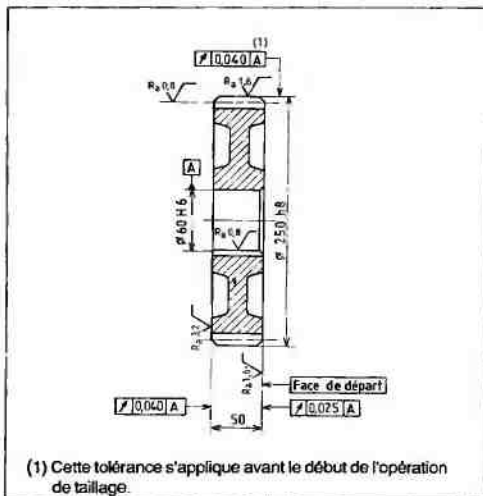
14.4.22. Crémaillières en matière plastique taillée

Module	dents	L	Pas	H	B	b
1	153	480	3,14	8	7	10
1,5	102	480	4,71	10	8,5	16
2	72	452	6,283	15	13	20
	108	678	-	-	-	-
3	72	678	9,425	20	17	30
	108	1017	-	-	-	-
4	54	678	12,566	25	21	40
	81	1017	-	-	-	-
5	54	848	15,708	30	25	50
	90	1413	-	-	-	-
6	54	1017	18,85	40	34	60
8	60	1507	25,133	40	32	60

Matière : - Hostaform C blanc pour modules 1 - 1,5 - 2.
 - Polyamide blanc pour modules 3 à 8.

14.4.23. Indications à fournir au fabricant

Caractéristiques de la denture	
Type d'engrenage	Engrenage cylindrique à denture hélicoïdale
Module réel	5
Angle de pression réel	20°
Nombre de dents	44
Crémaillère de référence	NF E 23-011
Angle d'hélice primitive	23,5565°
Sens de l'hélice	à droite
Diamètre primitif de référence	240
Coefficient de déport x	0
Epaisseur de dent :	
- mesure sur k dents (k = 6)	85,13 - 0,22
ou	- 0,62
- cote sur pignes 8,5	251,65 - 1,15
Précision	6 af NFE 23-006
Informations complémentaires	
Entraxe	240 ± 0,02
Roue- conjuguée	Z = 44 plan N° 244



14.4.24. Représentations des engrenages NF E 04-113

	Représentations conventionnelles	Schémas cinématiques
ROUE ET PIGNONS PRESENTATION ISOLEE		
ENGRENAGE CYLINDRIQUE ENGRENAGE INTERIEUR CYLINDRIQUE		
ROUE ET VIS SANS FIN ENGRENAGE ROUE ET CREMAILLERE		
ENGRENAGE CONIQUE A AXES CONCOURANTS		
ENGRENAGE HYPOIDE		

14.5 Chaînes et pignons

NF E 26-102

PRUD'HOMME



14.5.1. Démarche de choix d'une chaîne

Données



Calcul

Facteurs de service

- Puissance à transmettre (Pa).
- Puissance transmise corrigée (Pc) en fonction des conditions de travail.
- Vitesse de rotation en tr / min.
- Conditions de travail du mécanisme ⇒ facteur de service (S)

$$P_c = P_a \cdot S$$

Pc: kW et Pa : kW

$$S = A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E$$

Conditions de travail		S	Conditions de travail		S	Conditions de travail		S
A	Travail 16 h par jour	1,20	A	Travail 24 h par jour	1,40	A	Très gros à - coups	1,90
B	Faibles à - coups	1,25	B	A - coups moyens	1,50	B		
C	Pignon 15 dents	1,30	C	Pignon 21 dents	0,90	C	Démultiplication de 7 à 1	0,87
D	Démultiplication de 1 à 1	1,22	D	Démultiplication de 5 à 1	0,92	D		
E	Entraxe de 20 pas	1,15	E	Entraxe de 80 pas	0,85	E		

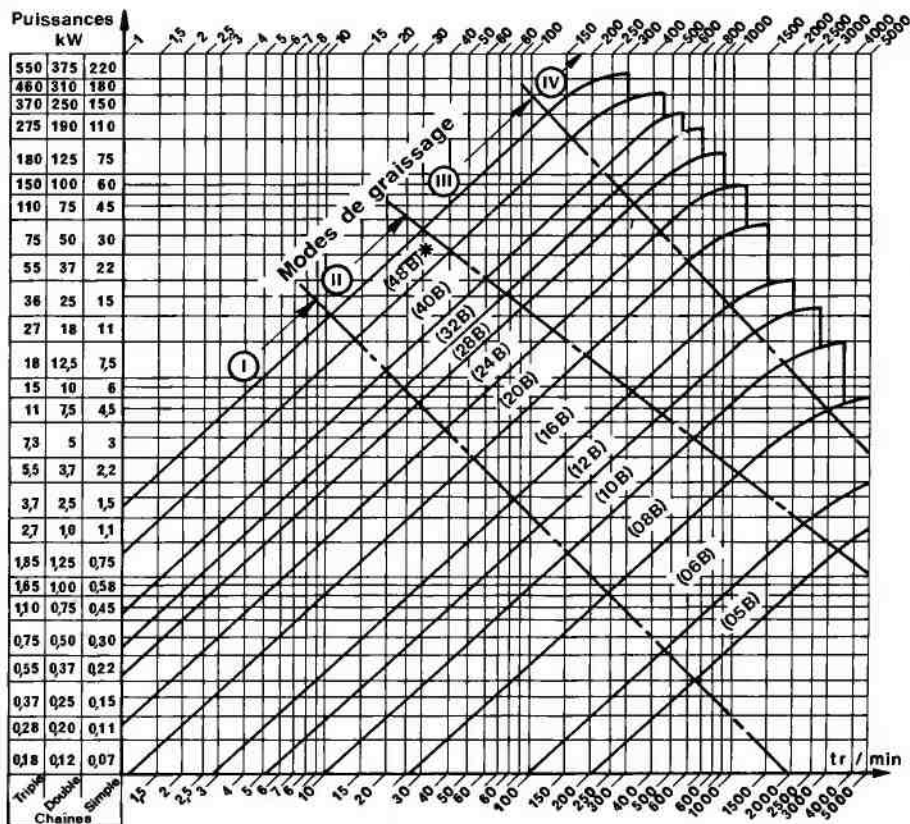
Mode de graissage

- I : Graissage au pinceau.
- II : Graissage par goutte à goutte.
- III : Graissage par bain d'huile.
- IV : Graissage par jet d'huile sous pression.

Abaque de choix pour chaînes série européenne

- L'abaque ci-dessous est valable pour un facteur de service (S = 1) c'est à dire pour une durée de vie de 15 000 h pour une chaîne travaillant dans les conditions suivantes :

- A : Travail 8 h par jour.
- B : Sous charge régulière.
- C : Avec pignon d'attaque de 19 dents.
- D : Avec démultiplication de 3 à 1.
- E : Avec entraxe de 40 dents.
- F : Avec graissage suivant indications du tableau.



* Les valeurs : (48 B) (40 B) (32 B) etc. sont les désignations normalisées ISO des types de chaînes (voir 14.5.2.)

14.5.2. Détermination de la longueur d'une chaîne

En fonction du pas, de la distance des centres et du nombre de dents de la roue et du pignon.

Cas de 2 pignons

• Longueur de la chaîne en maillons :

$$L = 2E + \frac{N+n}{2} + \frac{C}{E}$$

E = Entr'axe exprimé en maillons, obtenu en divisant l'entr'axe en mm par le pas.

N = Nombre de dents de la roue.

n = Nombre de dents du pignon.

C = Constante correspondante à N - n.

• Entr'axe des pignons :

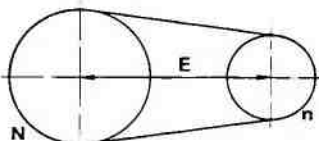
L'entr'axe E de deux pignons convenant à une longueur L de chaîne (L exprimé en nombre entier de maillons) peut être calculé par la formule :

$$E = \frac{1}{4}L - \frac{1}{8}(N+n) + \sqrt{\left[\frac{1}{4}L - \frac{1}{8}(N+n)\right]^2 - \frac{C}{2}}$$

E étant obtenu en maillons sera multiplié par le pas pour obtenir l'entr'axe en millimètres. Les deux formules ci-dessus donnent une approximation très suffisante pour les calculs, lorsque l'entr'axe peut être réglé au moment du montage, ou lorsqu'un dispositif de tension de la chaîne est prévu.

Dans les cas exceptionnels où il n'y a pas de dispositif de réglage et où l'entr'axe doit être déterminé avec précision, il convient de consulter le fabricant.

Eviter de donner à la chaîne un nombre impair de maillons.



Cas de 3 pignons

E, E1, E3 = Entr'axes exprimés en maillons, obtenus en divisant les entr'axes en millimètres par les pas.

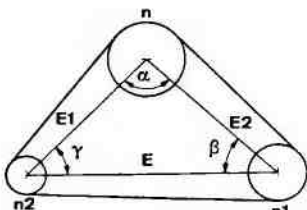
n, n₁, n₂ = Nombre de dents des pignons avec n > n₁ > n₂

α, β, γ = angles en degrés

C = Constante correspondante à n₁ - n₂

C1 = Constante correspondant à n - n₂

C2 = Constante correspondant à n - n₁



$$L = E + E_1 + E_2 + \frac{n + n_1 + n_2}{2} + \frac{C}{2E} + \frac{C_1}{2E_1} + \frac{C_2}{2E_2} - \frac{1}{360} (\alpha + n_1\beta + n_2\gamma)$$

Le résultat (dans les deux cas) étant fréquemment un nombre décimal, prendre pour L le nombre entier immédiatement supérieur au résultat obtenu. La longueur de la chaîne en mètres s'obtient en multipliant le pas par le nombre de maillons.

Eviter de donner à la chaîne un nombre impair de maillons.

Constantes C pour la détermination des longueurs de chaînes

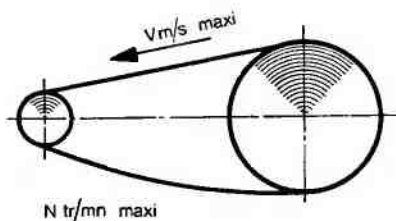
N - n	C	N - n	C	N - n	C	N - n	C	N - n	C
1	0,03	31	24,34	61	94,25	91	209,76	121	370,86
2	0,10	32	25,94	62	97,37	92	214,40	122	377,02
3	0,23	33	27,58	63	100,54	93	219,08	123	383,22
4	0,41	34	29,28	64	103,75	94	223,82	124	389,48
5	0,63	35	31,03	65	107,02	95	228,61	125	395,79
6	0,91	36	32,63	66	110,34	96	233,44	126	402,14
7	1,24	37	34,68	67	113,71	97	238,33	127	408,55
8	1,62	38	36,56	68	117,13	98	243,27	128	415,01
9	2,05	38	38,53	69	120,60	99	248,26	129	421,52
10	2,53	40	40,53	70	124,12	100	253,30	130	428,08
11	3,08	41	42,58	71	127,69	101	258,39	131	434,69
12	3,65	42	44,68	72	131,31	102	263,54	132	441,36
13	4,26	43	46,94	73	134,99	103	268,73	133	448,08
14	4,96	44	49,04	74	138,71	104	273,97	134	454,83
15	5,70	45	51,29	75	142,48	105	279,27	135	461,64
16	6,48	46	53,60	76	146,31	106	284,61	136	468,51
17	7,32	47	55,95	77	150,18	107	290,01	137	475,42
18	8,21	46	58,36	78	154,11	106	295,48	138	482,39
19	9,14	49	60,82	79	158,09	109	300,95	139	489,41
20	10,13	50	63,33	80	162,11	110	306,50	140	496,47
21	11,17	51	65,88	81	166,19	111	312,09	141	503,59
22	12,96	52	68,49	82	170,32	112	317,74	142	510,76
23	13,40	53	71,15	83	174,50	113	323,44	143	517,86
24	14,59	54	73,86	84	178,73	114	329,19	144	525,25
25	15,63	56	76,62	85	183,01	115	334,99	145	532,57
26	17,12	58	79,44	86	187,34	118	340,64	146	539,64
27	18,47	57	82,30	87	191,73	117	346,75	147	547,36
28	19,86	58	85,21	88	196,16	118	352,70	146	554,83
29	21,30	59	88,17	89	200,64	119	358,70	149	562,96
30	22,80	80	91,19	90	205,18	120	364,76	150	569,93

14.5.3. Choix de la chaîne

La vitesse de rotation du petit pignon (en général celui qui est moteur) guide le choix du pas et du type de chaîne.

Type de chaîne	Fréquence de rotation Puissance transmise	Conseils
	- Grande fréquence de rotation, faible puissance.	Rechercher un pas réduit qui pour un nombre de dents donné diminue la vitesse linéaire de la chaîne et limite l'action de la force centrifuge
	- Grande fréquence de rotation, grande puissance.	Recherche un pas réduit, jumeler ou tripler la chaîne de façon à diminuer la pression unitaire spécifique des articulations.
	- Faible fréquence de rotation, grande puissance.	L'augmentation du pas, donc du diamètre primitif du pignon a pour effet de réduire l'effort tangentiel, ce qui permet d'utiliser une chaîne plus légère.

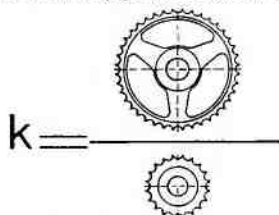
Les principales caractéristiques des chaînes à rouleaux sont données par les normes françaises NF E 26.100 - E 26101 - E 26102. Afin de faciliter les calculs préliminaires en vue du choix d'une transmission le tableau ci-dessous donne les fréquences de rotation et les vitesses linéaires maximales admissibles en fonction du pas des chaînes et ceci pour un pignon de 19 dents.



PAS mm	Fréquence de rotation maxi tr/mm		Vitesse linéaire maxi m/s	
	Classe 1	Classe 2	Classe 1	Classe 2
9,525	8000	5000	24	15
12,700	7000	5000	28	20
15,675	5000	3000	25	15
19,050	4000	2500	24	15
25,400	2500	2000	20	16
31,750	1600	1200	16	12
38,100	1300	1000	16	12
44,450	1000	800	14	11
50,800	700	600	11	10
63,500	500	450	10	9
76,200	400	350	9,5	8,5

14.5.4. Rapports de transmission

Comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent, c'est la fréquence de rotation du pignon qui guide le choix de la chaîne, le nombre de dents du pignon sera choisi dans le tableau ci-après qui donne les rapports de réduction standard des transmissions

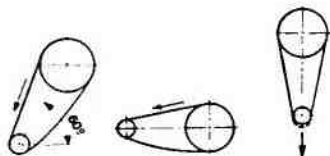


		Rapports de réduction standard K									
Roues		122	114	195	76	57	38	25	23	21	19
Pignons	17	7,176	6,705	5,588	4,470	3,353	2,236	1,471	1,353	1,235	1,118
	19	6,421	6	5	4	3	2	1,316	1,211	1,105	1
	21	5,809	5,428	4,524	3,619	2,714	1,809	1,190	1,095	1	
	23	5,304	4,955	4,130	3,304	2,478	1,652	1,067	1		
	25	4,884	4,560	3,800	3,040	2,280	1,520	1			

Pour toutes les applications industrielles qui doivent assurer une longue durée de service, il est recommandé de ne jamais utiliser de pignons de moins de 17 dents, afin de réduire l'effet polygonal et de limiter l'usure des articulations de la chaîne par un trop grand angle de flexion.

Enfin, on choisira de préférence pour le nombre de dents de pignons et roues, et pour le nombre de maillons de la chaîne, des nombres premiers entre eux afin de réduire au minimum les effets dus aux irrégularités de taillage et d'éviter que la même articulation ne retombe à chaque tour dans le même creux de dents

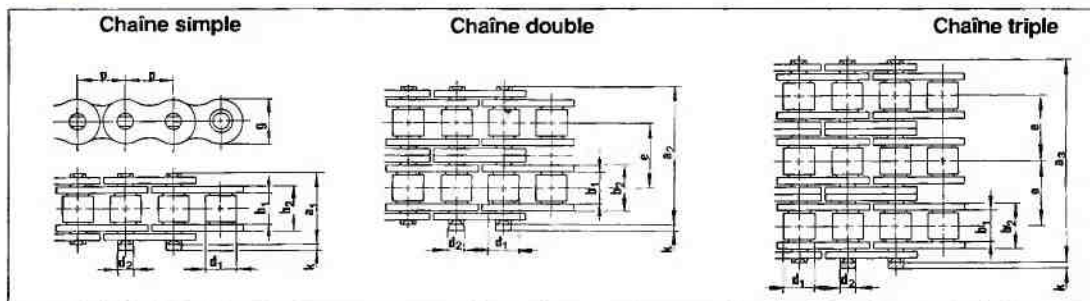
14.5.5. Position des arbres à relier



La position horizontale ou inclinée avec un angle inférieur à 60° par rapport à l'horizontale est recommandée. La position verticale présente l'inconvénient que par gravité, la chaîne tend à se dégager des dents du pignon ou de la roue et oblige à une surveillance constante de la transmission, un système de rattrapage d'allongement de la chaîne est indispensable.



14. 5. 6. Chaînes série européenne NF E 26-102 . ISO R 606

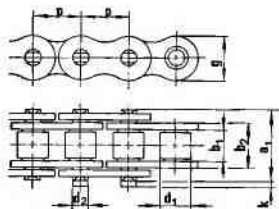


Chaînes	Norme ISO	Pas P mm	Largeur b ₁ mini.	b ₂ maxi.	Rouleau d ₁ maxi.	d ₂ h9	g maxi.	k maxi.	a ₁ maxi.	Surface axes S cm ²	Force de rupture R daN	Poids kg / m
Simples	-	9,525	3,94	6,70	6,35	3,28	9,00	3,3	11,6	0,22	910	0,36
	06 B	9,525	5,72	8,53	6,35	3,28	8,26	3,3	13,5	0,28	910	0,41
	-	12,7	5,21	8,70	8,51	4,45	11,81	3,9	15	0,39	1820	0,62
	08 B	12,7	7,75	11,30	8,51	4,45	11,81	3,9	17	0,50	1820	0,70
	-	15,875	6,48	10,08	10,16	5,08	14,73	4,1	16,4	0,51	2270	0,78
	10 B	15,875	9,65	13,28	10,16	5,08	14,73	4,1	19,6	0,67	2270	0,91
	12 B	19,05	11,68	15,62	12,07	5,72	16,13	4,6	22,7	0,89	2950	1,18
	16 B	25,4	17,02	25,45	15,88	8,28	21,08	5,4	36,1	2,10	6500	2,50
	20 B	31,75	19,56	29,01	19,05	10,19	26,42	6,1	43,2	2,95	10000	3,50
	24 B	38,1	25,40	37,92	25,40	14,63	33,40	6,6	53,4	5,54	17000	6,8
28 B	44,45	30,99	46,58	27,94	15,90	37,08	7,4	65,1	7,40	20000	8,5	

Chaînes	Norme ISO	Pas mm	e	a2 maxi.	S cm ²	R daN	Poids kg / m	Chaînes	Norme ISO	Pas mm	e	a2 maxi.	S cm ²	R daN	Poids kg / m
doubles	06 B-2	9,525	10,24	23,8	0,55	1730	0,78	triples	08 B-3	9,525	10,24	34,0	0,83	2540	1,08
	08 B-2	12,7	13,92	31,0	1,00	3180	1,36		08 B-3	12,7	13,92	44,9	1,50	4540	2,01
	10 B-2	15,875	16,59	36,2	1,34	4540	1,82		10 B-3	15,875	16,59	52,8	2,02	6810	2,70
	12 B-2	19,05	19,46	42,2	1,78	5900	2,38		12 B-3	19,05	19,46	61,7	2,68	8850	3,12
	16 B-2	25,4	31,88	68,0	4,21	12400	5,10		16 B-3	25,4	31,88	99,9	6,32	18500	7,30
	20 B-2	31,75	36,45	79,7	5,91	19000	7,30		20 B-3	31,75	36,45	116,1	8,86	28600	10,60
24 B-2	38,1	48,36	101,8	11,09	32400	13,40	24 B-3	38,1	48,36	150,2	16,64	48500	20,00		

Cotes b₁, b₂, d₁, d₂, g, k, voir chaînes simples

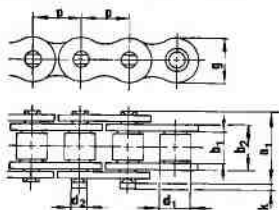
14. 5. 7. Chaînes acier inoxydable 18 / 8 série européenne



Réf	Pas P	b ₁	b ₂	d ₁	d ₂	g	k	a ₁	S cm ²	Force de rupture R daN	Poids kg / m
08B1 ZX	8	3,0	4,77	5,00	2,31	7,1	3,1	8,6	0,11	400	0,18
06B1 ZX	9,525	5,72	8,53	6,35	3,28	8,3	3,3	13,5	0,28	400	0,41
V4 ZX	12,7	3,3	5,80	7,75	3,6	9,9	1,5	10,2	0,21	700	0,28
V5 ZX	12,7	4,88	7,20	7,75	3,68	9,9	1,5	11,2	0,28	700	0,33
08B1 ZX	12,7	7,75	11,30	8,51	4,45	11,8	3,9	17,0	0,50	1200	0,70
08B2 ZX	12,7D	7,75	11,30	8,51	4,45	11,8	3,9	31,0	1,00	3180	1,30
10B1 ZX	15,875	9,65	13,28	10,16	5,08	14,7	4,1	19,6	0,67	1450	0,91

14. 5. 8. Chaînes en matière plastique

· Pour industries agro-alimentaires ; biologiques ; chimiques ; laboratoires ; (propreté, légèreté, silence).
 · Vitesses admissibles moins de 5 m /s.



Réf	Pas P	Rouleau d ₁	Largeur b ₁	Largeur a ₁	Poids g / m	Force de rupture R daN
MIN P	3,11	1,52	1,52	4	6	
MIC P	3,74	2,2	1,8	6	12	
ASA 25 P	6,35	3,3	3,17	9,12	29	40
05 B1 P	8	4,95	3,15	10,3	54	40
V4 P	12,7	7,70	3,30	14	85	85
08 B1 P	12,7	8,5	7,8	21,8	195	100
16 B1 P	25,4	15,7	16,6	37,5	400	380



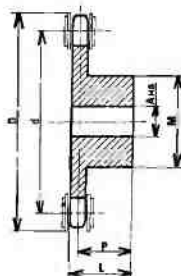
14. 5. 9. Pignons standard en acier ou en fonte - série européenne

Chaînes		Pignons acier demi dur											Roues acier						Fonte		
Pas mm		Z	10	12	15	17	19	20	21	23	25	28	30	34	38	45	57	76	95	114	
9,5	Simple	D	40	47	55	61	67	70	73	79	85	94	100	112	125	146	182	240	297	355	
		A	8	8	10	10	10	10	12	12	12	12	12	12	14	16	16	16	20	19	19
		M	20	25	34	40	45	46	48	52	57	60	60	65	70	80	80	80	80	80	80
	Double	L	22	25	28	28	28	28	28	28	28	28	28	30	30	32	32	32	40	40	
		A	8	10	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	16	16	169	16	20	19	19
		M	20	25	34	40	46	49	49	58	64	73	19	80	90	0	90	90	90	90	90
	Triple	L	22	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	40	40	45	45	
		A	10	10	12	12	12	12	12	14	14	14	14	16	16	16	20	25	23	23	
		M	2	25	34	40	46	49	49	58	64	73	79	85	90	90	90	100	100	100	100
12,7	Simple	L	32	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	56	56	56	56	56	
		D	54	62	74	82	90	94	94	106	114	120	134	151	167	195	243	320	397	474	
		A	10	10	10	12	12	12	12	14	14	15	15	16	20	20	20	25	23	23	
	Double	M	26	33	45	52	60	64	64	70	70	70	80	90	90	90	90	90	90	90	
		L	25	28	28	28	28	28	28	28	30	30	30	30	35	40	40	40	45	45	
		A	10	12	12	16	16	16	16	16	16	20	20	20	20	25	20	25	23	23	
	Triple	M	28	35	46	54	62	66	66	70	80	90	100	100	110	110	110	110	100	100	
		L	32	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	50	50	56	56	63	
		A	12	16	16	16	16	16	16	20	20	20	20	20	25	25	25	25	23	23	
15,8	Simple	M	28	35	46	54	62	66	66	70	80	90	100	110	110	110	110	110	120	120	
		L	46	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	55	60	60	60	67	67	
		D	66	76	91	101	112	117	117	132	142	157	167	187	207	242	303	399	495	591	
	Double	A	10	12	12	14	14	14	16	16	20	20	20	20	20	20	25	25	23	23	
		M	35	42	57	60	70	75	75	80	80	90	95	100	100	100	100	100	100	100	
		L	25	28	28	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	50	56	56	
	Triple	A	12	14	14	16	16	16	16	16	20	20	20	20	20	20	25	25	29	29	
		M	35	44	59	69	79	84	84	95	105	115	120	120	120	130	130	130	110	125	
		L	40	40	40	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	50	50	63	63	70	
19,05	Simple	A	16	16	16	16	16	16	20	20	20	20	20	20	25	25	25	30	34	34	
		M	35	44	59	69	79	84	84	95	105	115	120	120	120	130	130	130	125	125	
		L	55	55	55	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	67	70	80	
	Double	D	78	90	108	120	132	138	138	156	169	187	199	223	247	289	362	477	593	708	
		A	12	14	16	16	16	16	20	20	20	20	20	20	25	25	25	30	29	29	
		M	42	52	70	80	80	80	80	90	90	95	95	100	100	110	110	110	100	100	
	Triple	L	30	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	56	56	56	65	65	
		A	16	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25	25	25	30	39	49	
		M	42	53	71	83	95	100	100	110	120	120	120	120	130	130	140	140	170	170	
25,4	Simple	L	65	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	82	82	
		D	06	122	146	162	178	186	186	210	226	251	267	299	331	388	485	638	792	829	
		A	16	16	16	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25	25	25	30	39	46	
	Double	M	55	69	92	100	100	100	100	110	110	120	120	120	120	125	125	140	140	150	
		L	35	40	40	45	45	45	45	50	50	50	50	50	50	50	70	70	80	80	
		A	16	20	20	20	20	20	20	26	25	25	25	25	25	25	30	30	44	84	
	Triple	M	56	72	96	112	128	130	130	130	130	130	130	140	140	150	160	160	175	175	
		L	65	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	80	90	90	95	95	
		A	20	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	40	40	49	49	

14. 5. 10. Pignons inox standard

Chaînes	Dents										
Pas	10	12	15	17	19	20	21	23	25	30	38
9,5 mm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12,7 mm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15,8 mm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19,05 mm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Les dimensions sont identiques à celles des pignons ci-dessus.

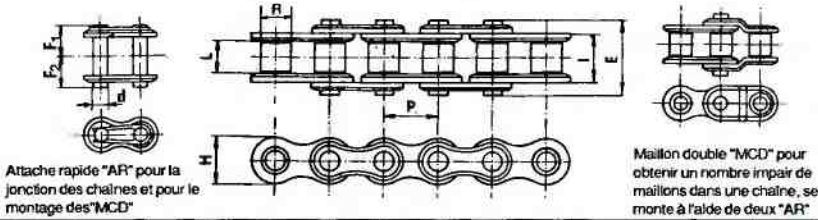


14. 5. 11. Pignons en matière plastique moulée

Pas 9,5 mm					Pas 12,7 mm										
	13	15	17	19	21	23	25		13	15	17	19	21	23	25
E	49	55	61	67	72	79	85	E	66	74	82	90	98	106	114
L	16	16	16	16	20	20	20	L	20	20	25	25	25	25	25
M	24	24	28	28	32	32	32	M	28	28	32	32	36	36	36
A	8	8	10	10	12	12	12	A	10	10	12	12	16	16	16



14. 5. 12. Chaînes miniatures et pignons associés

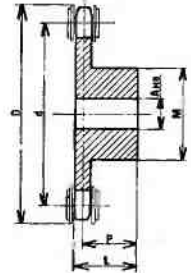


Matière	Type de chaîne	Pas mm	R mm	L mm	d mm	H	I	E	F1	F2	Rés. rup daN	Poids g/m	
Plastique	Simple	3,11	1,52	1,52		2,08		4					
		3,74	2,2	1,8		2,7		8					
		6,35	3,30	3,17		6,35		9,12				40	
		8	4,95	3,15		8		10,30				40	54
Acier inox	Simple	3,74	2,28	1,83	1,57	3,5	2,59	4,45	3,09	2,23	84	52	
		6,35	3,3	3,18	2,30	6	4,8	7,6	4,8	3,8	400	125	
Acier standard (série européenne)	Simple	4	2,5	2,7	1,65	4	4,1	6,5	4,3	3,4	180	120	
		5	3,2	2,5	1,49	4,3	4,2	6,8	4,4	3,2	200	80	
		6	4	2,8	1,85	5	4,1	6,6	4,5	3,3	300	120	
		8	5	3	2,31	7	4,7	7,9	5	4	460	180	
	Double	6	4	2,8	1,85	5	4,1	13,1	7,4	6,5	500	230	
		8	5	3	2,31	7	4,7	14,2	7,6	7,1	800	360	
		Triple	8	5	3	2,31	7	4,7	19,9	11,6	9,6	1 140	540

14. 5. 13. Pignons miniatures

- Matière plastique moulée

Pas	L	Z	12	15	16	18	20	24	30	36	40
3,11	7,9	D	13,58	16,51	17,52	19,53	21,54	25,5	31,4	37,3	41,3
		A	3	3	3	3	3	4	4	6	6
		M	6	6	6	6	6	8	8	9	9,4
3,74	9,5	D	15,8	19,3	20,5	22,9	25,3	30	37,2	44,3	49,1
		A	3	4,5	4,5	4,5	4,5	6	6	6	6
		M	6,8	13	13	13	13	16	16	16	16



- Standard acier ou acier inox

- D : Diamètre extérieur du pignon sans chaîne

Pas	Z	10	12	15	17	19	20	21	23	25	30	38	57	76
3,74	E	15,6	18	21,5	24	26,2		28,6	31	33,4	39,3	48,8	71	94,2
	M	7,5	10	12	13	14		16	18	20	24	30	40	50
	A	4	4	5	5	5		5	5	5	6	6	6	6
	L	8	8	8	8	8		8	8	8	8	9	10	12
4	E	16,9	19,4	23,2	25,7	28,3		30,8	33,3	35,9	42,2	52,4	76,6	100,7
	M	8	11	14	17	19		21	23	25	30	38	42	50
	A	5	5	5	6	6		6	6	6	6	6	6	6
	L	9	9	9	9	9		9	9	9	9	9	9	12
5	E	20,4	23,6	28,3	31,5	34,6	36,2	37,8	41	43,4	52,1	64,85	95	125,3
	M	9	12	16	18	18	18	20	20	20	25	30	44	52
	A	5	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	L	10	10	10	13	13	13	13	13	13	13	15	15	15
6	E	24,4	28,6	34,3	38,1	42	43,3	45,7	49,5	53,3	63	78,1	114,4	150,1
	M	13	16	20	20	20	20	25	25	25	30	30	50	54
	A	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	L	10	10	10	13	13	13	13	13	13	13	15	15	17
6,35	E	26,5	30,5	36,5	40,5	44,5	46,5	48,6	52,6	56,6	66,7	82,8	121,2	159,6
	M	13	17	20	22	25	25	30	30	30	30	35	55	60
	A	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	10
	L	12	13	13	14	14	14	14	14	14	14	16	16	24

14.6. Roues libre de précision

CTS



14.6.1. Démarche de choix et de calcul d'une roue libre

Roues libres à centrer

Roues libres auto-centrantes

Roues libres modulaires avec roulements à billes

Calcul du moment de torsion

Clavettes

- Les types US, USNU et UF, doivent être normalement installés à l'intérieur des carters fermés auprès des roulements préexistants ou ajoutés par la suite.
- Les parties externes et internes doivent être parfaitement centrées l'une par rapport à l'autre.
- Dans le sens axial, elles doivent être ni chargées, ni mises sous tension.
- Une lubrification préexistante à circulation d'huile peut suffire.
- Elles peuvent être utilisées comme dépassement de vitesse, comme anti-retour ou comme avancement intermittent.

- Les types GF (Ø intérieur de 8 à 20) et les types GV ont des coussinets, les types GF (Ø 25 à 60) ont des roulements à billes.
- Les types GF sont utilisés dans tous les cas de figures.
- Les types GV sont utilisés comme anti-retour ou avancement intermittent à l'extérieur des carters et sont fournis avec graisse incorporée et garniture.

- Les types de base GL constituent des unités complètes équipées de système de lubrification autonome.
- Utilisées pratiquement dans toutes les conditions.
- Peuvent être fournies en pièces détachées ou montées (préciser le sens de rotation).
- Pour la durée de vie de la roue libre, tenir compte de la durée de vie des roulements.

- Moment de torsion nominal côté transmission (N.m)

$$T_{AN} = 9550 \frac{P}{n}$$

- Moment de torsion nominal côté charge (N.m)

$$T_{LN} = F \cdot L$$

- Moment de torsion nominal côté charge (N.m)

$$T_a = \frac{J_{LX} \cdot \Delta n}{9,55 \cdot t_a}$$

- Moment d'inertie de la masse en général (kg m²)

$$J = m \cdot r^2$$

- Moment d'inertie de la masse pour un corps annulaire

$$J = 98,175 (D_a^4 - D_i^4) \rho \cdot 10^{-3}$$

P : Prestation de la machine qui transmet (kW).

n : Nombre de tours de la roue libre durant la transmission du mouvement de torsion (min⁻¹).

F : Force tangentielle exercée du côté charge sur la roue libre.

L : Bras de levier sur lequel est exercée la force tangentielle (m).

J_{LX} : Moment d'inertie de la masse du côté charge réduite sur l'arbre d'embrayage.

J_x : Moment d'inertie de la masse rapportée à l'arbre (kg m²).

n_x : Nombre de tours de l'arbre X (min⁻¹)

n_k : Nombre de tours de l'arbre d'embrayage (min⁻¹)

Δn : Différence entre le nombre de tours initial et final (min⁻¹).

t_a : Temps d'accélération (s).

m : Masse (kg).

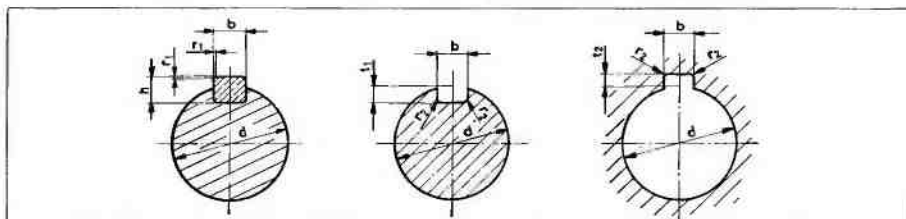
r : Rayon (m).

ρ : Densité (kg / m³)

D_a : Diamètre externe de la bague (m).

D_i : Diamètre interne de la bague (m).

B : Largeur de la bague (m).

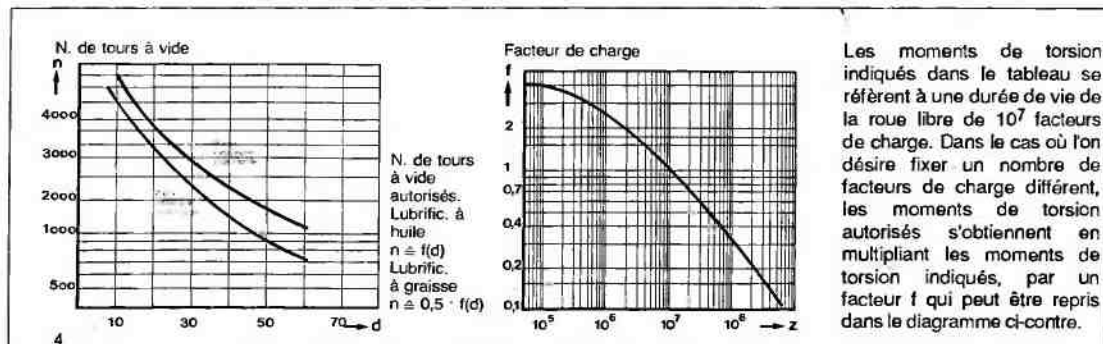


d	Clavetage type A						Clavetage type B							
	JS 10			t1	t2	r1	r2	JS 10			t1	t2	r1	r2
de	b	x	h					b	x	h				
6 à 8	2	2		1,2 + 0,1	1,0 + 0,1	0,2	0,2							
8 à 10	3	3		1,8 + 0,1	1,4 + 0,1	0,2	0,2							
10 à 12	4	4		2,5 + 0,1	1,8 + 0,1	0,2	0,2							
12 à 17	5	5		3,0 + 0,1	2,3 + 0,1	0,3	0,2	5	3		1,9 + 0,1	1,2 + 0,1	0,2	0,2
17 à 22	6	6		3,5 + 0,1	2,8 + 0,1	0,3	0,2	6	4		2,5 + 0,1	1,6 + 0,1	0,4	0,4
22 à 30	8	7		4,0 + 0,2	3,3 + 0,2	0,5	0,2	8	5		3,1 + 0,2	2,0 + 0,1	0,4	0,4
30 à 38	10	8		5,0 + 0,2	3,3 + 0,2	0,5	0,3	10	6		3,7 + 0,2	2,4 + 0,1	0,4	0,4
38 à 44	12	8		5,0 + 0,2	3,3 + 0,2	0,5	0,3	12	6		3,9 + 0,2	2,2 + 0,1	0,5	0,5
44 à 50	14	9		5,5 + 0,2	3,8 + 0,2	0,5	0,3	14	6		4,0 + 0,2	2,1 + 0,1	0,5	0,5



14.6.2. Roues libres séries US - US NU

- Les roues libres des ces séries sont sans roulement, il est donc nécessaire de disposer à côté de la roue libre un roulement de manière à ce que la bague externe tourne centrée par rapport à la bague interne.



- Série US (dimensions correspondant aux roulements de la série 62)

Couple nominal Nm	d H7 mm	D r6 mm	L mm	S mm	Poids kg
2	8	24	8	1	0,03
4	10	30	9	1	0,04
6	12	32	10	1	0,05
8	15	35	11	1	0,10
23	20	47	14	1	0,12
35	25	52	15	1	0,15
55	30	62	16	1	0,25
90	35	72	17	1	0,33
120	40	80	18	1	0,42
140	45	85	19	1	0,46
150	50	90	20	1	0,50
270	60	110	22	1	0,80

Montage : les moments de torsion sont transmis de l'arbre à la bague interne au moyen d'une clavette, de la bague externe par logement bloqué.

Tolérances :
- Arbre $\varnothing h 6$ ou $j 7$
- Alésage $\varnothing D H 7$ ou $J 6$.

Rainures de clavette : US 8 à 12 : clavetage type A,
US 15 - 60 : clavetage type B.

- Série NU (dimensions correspondant aux roulements de la série 62)

Couple noml. Nm	d H7 mm	D n 6 mm	L mm	S mm	D2 mm	b mm	t mm	Poids kg
6	8	35	13	1	27	4	1,3	0,1
6	12	35	13	1	27	4	1,3	0,1
20	15	42	18	1	36	5	1,3	0,1
20	17	47	19	1	36	5	2,0	0,1
50	20	52	21	1	44	6	1,5	0,2
80	25	62	24	1	52	8	2,0	0,4
120	30	72	27	1	60	10	2,5	0,6
150	35	80	31	1	70	12	3,5	0,7
230	40	90	33	1	78	12	3,5	0,9
330	45	100	36	1	85	14	3,5	1,2
470	50	110	40	1	92	14	4,5	1,7
650	60	130	46	2	110	18	5,5	2,8
950	70	150	51	2	125	20	6,5	4,0
1 300	80	170	58	2	140	20	7,5	5,8

Montage : les moments de torsion sont transmis de l'arbre à la bague interne au moyen d'une clavette, de la bague externe au logement au moyen d'entraîneurs frontaux.

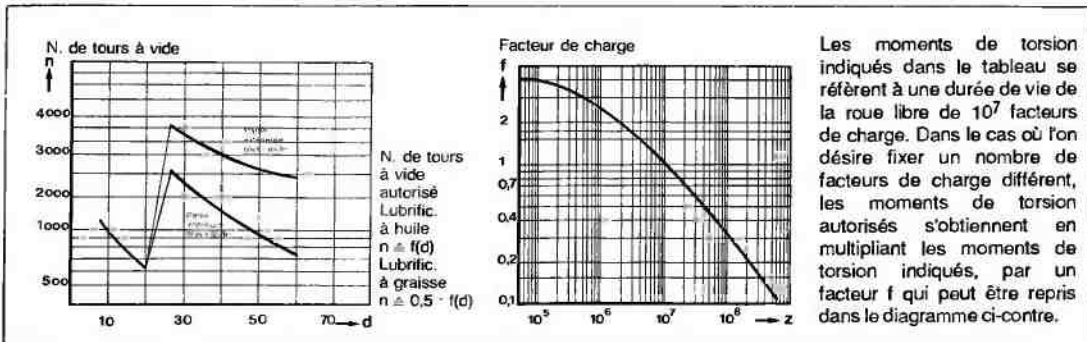
Tolérances : Arbre $\varnothing h 6$ ou $j 6$, logement $\varnothing D H 7$ ou $F 7$. On peut obtenir une transmission sûre si la bague externe est pressée dans un logement $\varnothing K 6$.

Rainures de clavette : US NU 8 à 12 : clavetage type A,
US NU 15 - 80 : clavetage type B.

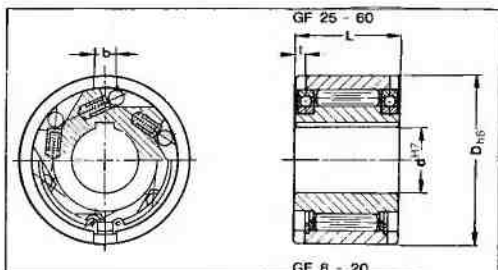
14.6.3. Roues libres séries GF - GV

- Série GF

- Les roues libres de la série G F sont sans roulement dans les diamètres intérieurs de 8 à 20 (bague interne dans la bague externe acier sur acier) et avec roulements dans les diamètres de 25 à 70.



Couple nom. N. m	Type roulet	d H7 mm	D h6 mm	L mm	S mm	D ₁ mm	D ₂ mm	b mm	t mm	Poids kg
10		8	37	20	1	20	30	6	3,0	0,1
10		12	37	20	1	20	30	6	3,0	0,1
33		15	47	30	1	26	37	7	3,5	0,3
80		20	62	36	1	37	52	8	3,5	0,6
120	16 008	25	80	40	-	40	68	9	4,0	1,2
220	16 009	30	90	48	-	45	75	12	5,0	1,8
280	16 010	35	100	53	-	50	80	13	6,0	2,4
460	16 011	40	110	63	-	55	90	15	7,0	3,3
640	16 012	45	120	63	-	60	95	16	7,0	4,0
1 000	16 014	50	130	80	-	70	110	17	8,5	5,7

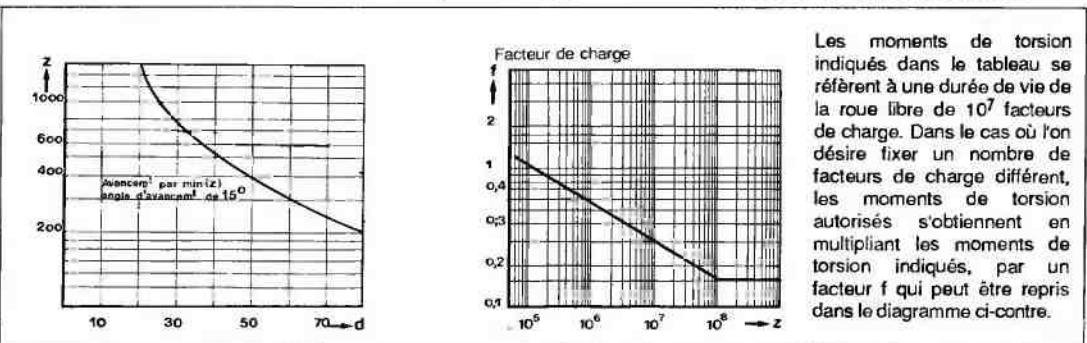


Tolérances : Arbre \varnothing d h6 ou j6, logement \varnothing D H7 ou G7.
 On peut obtenir une transmission sûre si la bague est pressée dans un logement avec tolérance \varnothing D J6.
 Rainures de clavette : clavetage type A.

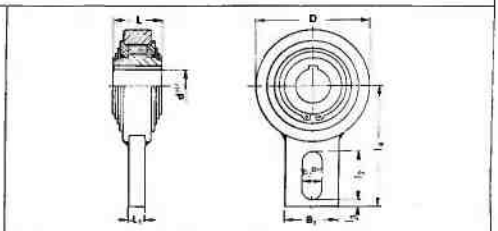
Montage : les moments de torsion sont transmis de l'arbre à la bague interne au moyen d'une clavette, de la bague externe au carter au moyen d'entraîneurs frontaux.

- Série GV

- Les roues libres de la série G V sont sur coussinets (acier sur acier). Les tours à vide autorisés ne doivent pas être dépassés.



Couple nom. N. m	d H7 mm	D mm	L mm	B mm	L ₁ mm	b ₂ mm	l ₂ mm	l ₃ mm	l ₄ mm	Poids kg
460	20	83	35	40	12	15	35	5	90	1,3
460	25	83	35	40	12	15	35	5	90	1,3
2 000	30	118	54	40	15	15	35	8	110	3,5
2 000	35	118	54	40	15	15	35	8	110	3,4
2 000	40	118	54	40	15	15	35	8	110	3,3
3 000	45	155	54	80	15	18	35	10	110	5,8
3 000	50	155	54	80	15	18	35	10	140	5,7



Rainures de clavette : clavetage type A.
 Tolerance arbre \varnothing d h6.

Montage : identique au montage des roues libres GF, le levier de la bague externe doit pouvoir bouger dans le sens axial (protection des coussinets).

14.7. Joints de cardan simples ou doubles

NF E 22- 601

PRUD'HOMME



14.7.1. Choix d'un type de cardan

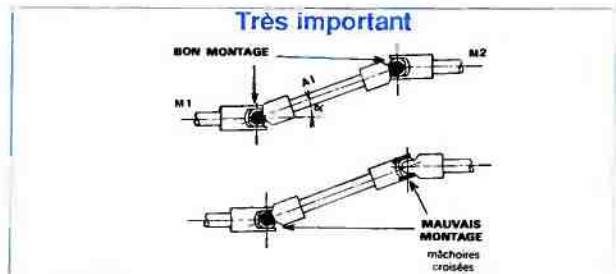
Aptitudes →	Vitesse maximum autorisée*							Observations		
	tr / min	daN.m	tr / min	Aptitude à transmettre la puissance	Poids (joints simples)	Matière	Alésages (joint simple)			
Types de cardan ↓	tr / min	daN.m	tr / min	Aptitude à transmettre la puissance	Poids (joints simples)	Matière	Alésages (joint simple)	Mise en valeur de la machine	Angle de travail maximum	
Joint à coussinets lisses P C	1000	10 à 75	1000 à 100	++	40 à 6900	Aciers à hautes caract. traités et rectifiés	6 à 50	++	simple 45° double 90°	- Joint de grande précision. - A coussinets lisses rapportés. - Fonctionnement exempt de vibration. - Très belle finition. - Conçu pour un travail intensif. - Machines-outils.
Joint à coussinets à aiguilles PA	1000	15 à 25	4000 à 200	+	130 à 7000	Acier traité	10 à 50	+++	simple 45° double 90°	- Joint de grande précision. - A coussinets à aiguilles. - Utilisés dans les machines-outils à hautes performances.
Joint à axes rivés L	1000	15 à 30	1000 à 1000	-	30 à 2350	Acier traité ou inox Z10.CNF 18.09	8 à 40	-	simple 45° double 90°	- Joint très économique. - Emploi très étendu, utilisation simple travaillant sans fatigue. - Commande de vannes, clapets, stores ...
Joint sphéroïde M	1000	175 à 450	1000 à 150	+++	35 à 3300	Acier ou Machoires inox Z10.CNF 18.09 Sphère bronze	7 à 40	+	simple 35° double 70°	- Pour couples élevés. - Résistance accrue à tout effort de traction. - Déconseillé pour les mouvements permanents de traction-compression. - Echauffement à des vitesses supérieures à 1000 tr / min. - Graissage vivement recommandé.

* Vitesse : au-dessus d'un angle de 15°, il ne peut s'agir que de faibles vitesses.

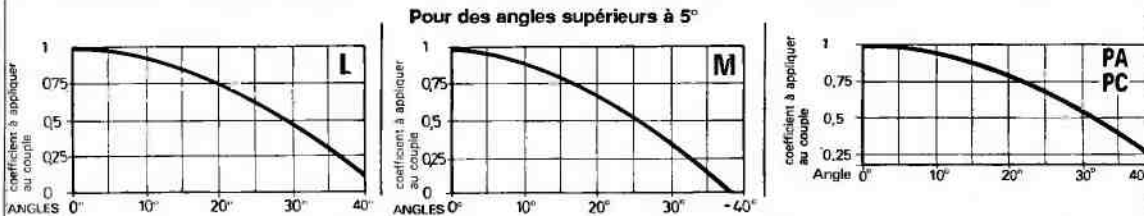
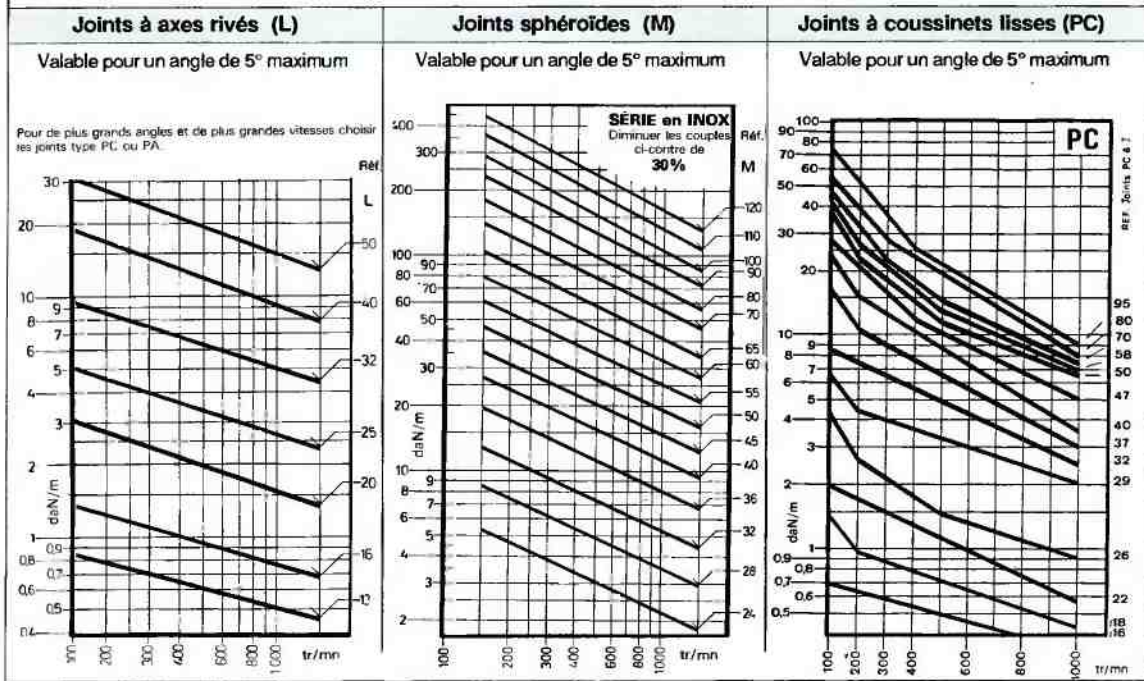
+++ : excellent, ++ : très bonne, + : bonne, - : moyenne.

14.7.2. Conditions d'homocinétisme et de bon fonctionnement

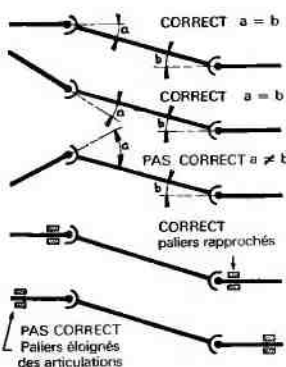
- L'homocinétisme est obtenu :
 - par deux joints simples convenablement jumelés.
 - par l'emploi d'un seul ou de deux joints doubles.



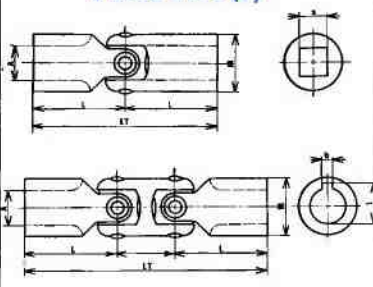
14.7.3. Choix de la dimension d'un cardan - Couple transmissible



14.7.4. Conditions d'homocinétisme



14.7.5. Jointes de cardan simples en plastique à axes rivés (L)

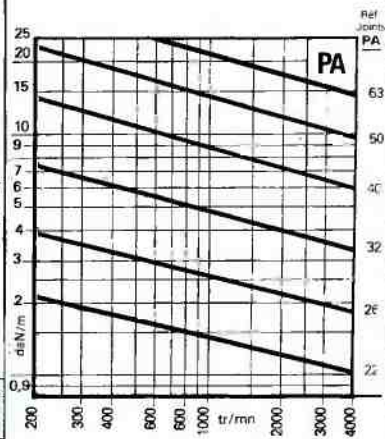


Résistant à la corrosion. Sans entretien.
Type à sphère à gorges simples.
Angle maxi 35°.

Couples maxi. daN.m	M	A	P	L	LT	Poids g
0,6	16	8	10	20	40	9
1,2	20	12	17	31	62	18
2,2	25	16	20	37	74	35

Jointes à coussinets à aiguilles (PA)

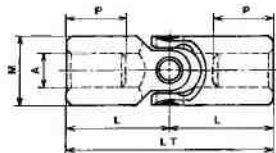
Valable pour un angle de 5° maximum



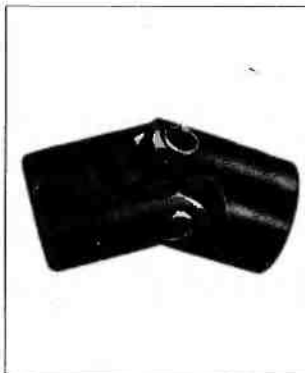
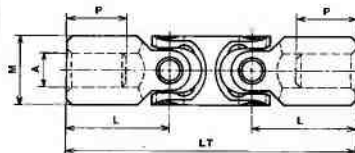


14.7.6. Joint de cardan à coussinets lisses (PC)

Série simple

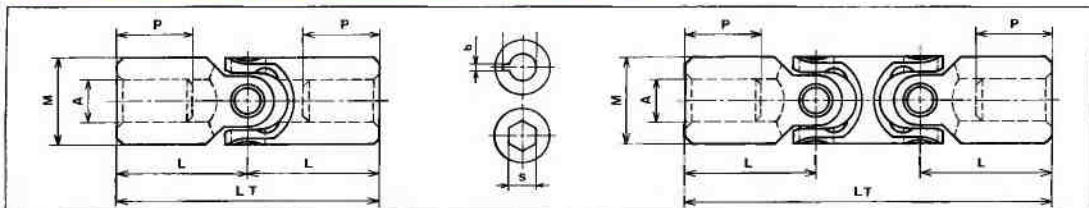


Série double



M	AH7	P	L	LT	Poids (g)	M	AH7	P	L	LT	Poids (g)
16	8	11	20	40	42	22	12	13	22,5	74	140
22	10	10	22,5	45	100	26	14	16	26	85	220
26	12	11	25	50	150	29	16	18	32,5	100	300
29	14	13	28	56	200	32	18	20	36,5	112	450
32	16	15	32,5	65	300	40	20	23	40,5	127	850
40	20	19	41	82	550	40	22	25	49,5	145	950
50	25	27	54	108	1 100	50	25	29	52	163	1 660
58	30	30	61	122	1 700	58	30	34	58	182	2 500
70	35	35	70	140	2 750	70	35	39	67	212	4 000
80	40	42	80	160	4 250	80	40	44	75	245	6 500
95	50	54	95	190	6 900	95	50	54	85	290	10 150

14.7.7. Joint de cardan à coussinets à aiguilles (PA)



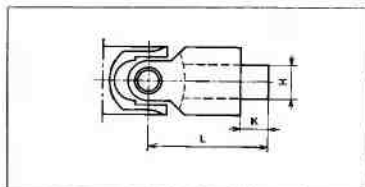
Série simple

Série double

M	AH7	L	LT	P	b x t	S	Poids (g)	M	AH7	L	LT	P	b x t	S	Poids (g)
26	14	37	74	20	5 x 16,3	14	200	26	14	37	104	20	5 x 16,3	14	270
32	16	43	86	23	5 x 18,3	16	370	32	16	43	124	23	5 x 18,3	16	530
40	20	54	108	30	6 x 22,8	20	750	40	20	54	156	30	6 x 22,8	20	1 050
50	25	66	132	32	8 x 28,3	25	1 360	50	25	66	188	32	8 x 28,3	25	2 100
63	30	83	166	38	8 x 33,3	35	2 800	63	30	79	238	38	8 x 33,3	35	4 000
70	35	70	140	35	10 x 38,3	35	2 900	70	35	67	212	35	10 x 38,3	35	4 200
80	40	90	180	50	12 x 43,3	35	5 000	80	40	85	290	50	12 x 43,3	35	7 100
95	50	95	190	54	14 x 53,3	35	7 000	95	50	85	290	54	14 x 53,3	35	10 100

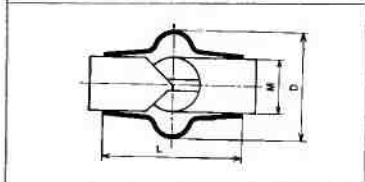
- Série à béton

H	K	L	H	K	L
15	15	31	27	22	54
18	17	37	30	28	66
22	18	43	36	35	83



- Manchons protecteurs souples

M	16	20	24	28	32	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90
L	32	40	45	50	55	65	75	85	95	105	115	125	137	150	160
D	35	36	44	51	62	65	73	80	90	90	100	110	125	135	150



14.7.8. Jointes de cardan à axes rivés (L)

Série simple								Série double								
M	AH7	L	LT	t	b	S	Poids (g)	M	AH7	L	DC	LT	t	b	S	Poids (g)
13	8	21	42	9,3	1	6	30	16	10	26	22	74	11,3	3	8	75
16	10	26	52	11,3	3	8	50	20	12	31	26	88	13,6	4	10	140
20	12	31	62	13,6	4	10	100	25	16	37	30	104	18,1	6	12	260
25	16	37	74	18,1	6	12	180	32	20	43	37	124	22,5	8	16	485
32	20	43	86	22,5	8	16	330	40	25	54	47	156	27,9	20	20	950
40	25	54	108	27,9	20	20	640	50	32	66	56	188	35,3	25	25	1800
50	32	66	132	35,3	25	25	1260	63	40	84	72	238	43,3	36	35	3750
63	40	84	166	43,3	36	36	2350									



14.7.9. Jointes de cardan sphériques (M)

Série simple						Série double					
M	A H7	P	L	LT	Poids (g)	M	A H7	P	L	LT	Poids (g)
14	7	9	18	36	35	14	7	9	18	52	50
18	9	12	24	48	70	18	9	12	24	68	100
24	12	14	30	60	150	24	12	14	30	87	220
28	14	17	35	70	240	28	14	17	35	102	350
32	16	19	40	80	360	32	16	19	40	117	520
36	18	22	45	90	500	36	18	22	45	132	900
40	20	24	50	100	710	40	20	24	50	147	1040
45	22	26	55	110	1000	45	22	26	55	163	1500
50	25	30	62,5	125	1400	50	25	30	62,5	184	2100
55	30	35	67,5	135	1700	55	30	35	67,5	200	2550
60	35	43	82,5	165	2500	60	35	43	82,5	236	3700



Note : Ces jointes se font jusqu'au diamètre 120 mm, ils peuvent être fabriqués en acier inoxydable.

14.7.10. Ensembles coulissants montés avec cannelures

d	Rainure	Arbre	LT1	LT2	d	Rainure	Arbre	LT1	LT2	d	Rainure	Arbre	LT1	LT2
H7	b x t	F x E			H7	b x t	F x E			H7	b x t	F x E		
10	3 x 11,4	14 x 11	130	150	16	5 x 18,3	20 x 16	180	210	22	6 x 24,8	25 x 21	250	280
			170	230				250	340				330	430
12	4 x 13,8	16 x 13	140	170	18	6 x 20,8	20 x 16	195	229	25	8 x 28,8	28 x 23	270	320
			200	270				270	370				350	450
14	5 x 16,3	16 x 13	160	190	20	6 x 22,8	22 x 18	220	250	30	8 x 33,3	32 x 26	320	390
			210	280				290	380				400	510

Peuvent être réalisés à partir de cardans de type L - M - PC ou PA (à préciser).

14.8. Accouplements

NF E 22-610 / 613 / 614

TEXROPE



14.8.1. Démarche de choix et de calcul

Choix et conditions

Données spécifiques

Facteur global (U)

Couple nominal ou de puissance nominale

Couple maximal

Vitesse maximal

Alésage

Facteur de service

- Déterminer d'abord le facteur global (U) d'utilisation à partir des données spécifiques de l'application.
- Choisir la taille de l'accouplement pour laquelle les conditions de couple nominal, de couple maximal, de vitesse maximale et d'alésage sont simultanément vérifiées.

Machine :

- Vitesse de rotation (n) - Couple nominal absorbé (C_a) - Puissance nominale absorbée (P_a)

$$C_a \text{ (N.m)} = \frac{9549 P_a \text{ (kW)}}{n \text{ (tr / min)}}$$

- Couple absorbé occasionnellement en pointe (C1 max) - Allure du couple absorbé - Importance de l'inertie

Moteur :

- Genre de moteur - Couple maximal (C2 max) - Fréquence des démarrages - Durée journalière de service.
- En fonction des données spécifiques et en utilisant le tableau des facteurs partiels d'utilisation, calculer le facteur global d'utilisation:

$$U = U_1 \cdot U_2 \cdot U_3 \cdot U_4 \cdot U_5$$

ou le relever, s'il existe, dans le tableau correspondant.

- Calculer le couple corrigé :

$$C_c = U \cdot C_a$$

et sélectionner, dans le tableau des couples nominaux, la taille respectant la condition :

$$C_N \geq C_c$$

OU

- Calculer la puissance corrigée :

$$P_c = U \cdot P_a$$

et relever, sur le graphique des puissances nominales, pour la vitesse (n) et pour la puissance (P_c), la taille d'accouplement nécessaire.

- L'accouplement sélectionné doit remplir la plus sévère des deux conditions.

$$C_N \geq 0,5 C_1 \text{ max ET } C_N \geq 0,5 C_2 \text{ max}$$

- Dans le tableau des vitesses maximales, vérifier que l'accouplement retenu remplit la condition : $n_{\text{max}} \geq n$

- Vérifier sur les feuilles de caractéristiques dimensionnelles, que les possibilités d'alésage de la taille choisie sont compatibles avec les diamètres des bouts d'arbre.

- Méthode rapide de choix du facteur de service (U)

Catégorie	Machine	Moteur			
		Électrique		Thermique	
		disposi. démar.	Ct- Ct	multi cylind.	mono cylind.
1	Petit ventilateur - Pompe centrifuge - Servo-commande de porte - Génératrice.	0,95	1,18	1,4	1,7
2	Bande transporteuse - Convoyeur - Machine-outils à mouvement tournant - Monte-charge.	1,06	1,32	1,6	1,9
3	Agitateur pour liquide - Élévateur à godets ou à vis - Rectifieuse - Surpresseur. Transporteur à chaîne ou à tablier métallique - Ventilateur centrifuge.	1,18	1,5	1,8	2,12
4	Aérateur de surface - Ascenseur - Broyeur à barre - Compresseur centrifuge - Grue. Machine-outil à mouvement alternatif - Malaxeur à béton - Monte-charge lourd. Presse à papier - Remontée mécanique - Transporteur à rouleaux pour laminier.	1,32	1,7	2	2,36
5	Aéroréfrigérant Calandre - Cisaille - Enrouleuse - Extrudeuse - Presse à forge, à estamper - Sécherie de machine à papier - Tréfilerie - Turbine - Ventilateur hélicoïde.	1,5	1,9	2,24	2,65
5	Compresseur à pistons - Concasseur - Etireuse - Laminier - Pulpeur - Trancheuse.	1,7	2,12	2,5	3

- Méthode détaillée des facteurs combinés

Solvant :	Facteurs partiels d'utilisation									
le couple absorbé	Couple uniforme souvent inférieur à la valeur nominale	Couple uniforme	Couple variable au cours du cycle de fonctionnement, à-coups faibles	Marche irrégulière, à-coups moyens	A-coups importants, irrégularités cycliques, inversions de couples					
	U ₁	0,8	1	1,2	1,4	1,6				
l'inertie de la machine	Faible inertie		Inertie modérée		Forte inertie					
	U ₂	1		1,2		1,4				
Le genre de moteur	Moteur électrique avec dispositif de démarrage à démarrage en court-circuit			Moteur thermique						
	U ₃	0,8		1		1,2		1,4		
la fréquence des démarrages	Nombre de démarrages par heure		au-delà de jusqu'à		3	10	30	100	300	
	U ₄					1	1,12	1,25	1,4	1,6
la durée journalière de service	Nombre d'heures de service par jour		au-delà de jusqu'à		2	5	10	16		
	U ₅					0,8	0,9	1	1,12	1,25

Accouplements (suite)

NF E 22- 601

PRUD'HOMME



14.8.2. Guide de choix d'un type d'accouplement

Aptitudes

Matière de la garniture

Dureté

Tenue en température

Ecarts d'alignement admissibles

Torsion C nominale

Torsion C maximale

Couple transmissible en fonction de la vitesse

Alésage

Types d'accouplement

ACCOUPLLEMENTS SUPER-ELASTIQUES	Types d'accouplement	Matière de la garniture	Dureté	Tenue en température	Ecarts d'alignement admissibles		Torsion C		Couple transmissible en fonction de la vitesse		Observations	
					Degrés	Degrés	daNm	Tr/min	mm	mm		
ACCOUPLLEMENTS SUPER-ELASTIQUES	 Plateaux zamak coulé J () J : 1 pièce	EPDM (1)	80	+135 -55	Voir 14.8.3.	10	23	0,7	9200	9	- Economique - Légèreté. - Résistance à toutes ambiances sauf hydrocarbures. - Très bon amortissement. - Immobilisation axiale par vis de pression. - Désaccouplement facile.	
		E				12		535	1500	32		
	NEOPRENE	70	+90 -30	13		28	0,7	9200	9	- Economique - Légèreté. - Résistance aux hydrocarbures. - Très bon amortissement. - Immobilisation axiale par vis de pression. - Désaccouplement facile.		
	N			16			535	1500	32			
	 Plateaux fonte S () J : 1 pièce S () S : 2 pièces	EPDM	80	+135 -55		10	23	0,7	9200	13 à 55	pièce	- Résistance à toutes ambiances sauf hydrocarbures. - Très bon amortissement. - Facilité de changement de garniture (2 pièces). - Désaccouplement facile.
		E				12		535	1500	13 à 150	pièces	
		NEOPRENE	70	+90 -30	13	28	0,7	9200	13 à 55	pièce	- Résistance aux hydrocarbures. - Très bon amortissement. - Facilité de changement de garniture (2 pièces). - Désaccouplement facile.	
		N			16		535	1500	13 à 150	pièces		
ACCOUPLLEMENTS SEMI-ELASTIQUES	 Plateaux fonte Type 2 pièces	ELASTOMERE POLYESTER	92	+121 -54	7	16	20,4	6000		16	- Résistance à toutes ambiances y compris les hydrocarbures. - Transmet un couple 4 fois plus grand que les autres garnitures.	
		H			8		812	2200		120		
	 Plateaux fonte Type 3 pièces	EPDM	84	+135 -55	2		5,7	6800		16	- Résistance à toutes ambiances courantes. - Très bonne élasticité. - Montage à chaud ou montage à froid serré. - Modèle plus économique que le modèle 3 pièces ci-dessous.	
		E			2,5		940	1600		80		
	 Plateaux fonte A bride	EPDM	84	+135 -55	2		5,7	6800		20	- Résistance à toutes ambiances courantes. - Très bonne élasticité. - Permet une fixation directe côté moteur thermique par exemple. - Vitesse maximum de la bride 4000 tr/min suivant le type.	
		E			2,5		940	1600		145		

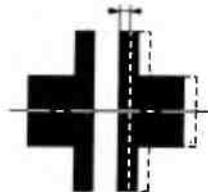
(1) EPDM. Ethylène, Propylène, Diène, Monomère.

14.8.3. Accouplements élastiques

Ecart d'alignement admissibles

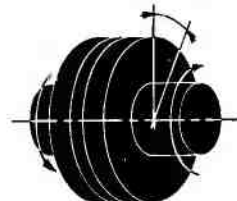

Radial

Jusqu'à 1,6 mm suivant la taille


Angulaire
Jusqu'à 1°

Axial

Jusqu'à 8 mm suivant la taille

Elasticité torsionnelle



Jusqu'à 16° sous couple nominal

Composition de l'accouplement (garniture plus plateau)

Garnitures		Super - élastique				Semi - élastique	
Type (J ou S) Matière	Plateau	une pièce (J)		deux pièces (S)		une pièce (J)	deux pièces (S)
		EPDM (E)	Néoprène (N)	EPDM (E)	Néoprène (N)	Elastomère	Hytre (H)
		JE	JN	SE	SN	JH	SH
Plateau en zamak coulé	J	Taille → 3 à 8		5 à 16		6 - 7 - 8	9 à 14
		3	J3JE ou J3JN				
		4	J4JE ou J4JN				
		5	J5JE ou J5JN	J5SE ou J5SN			
Plateau en fonte Ft 20 D	S	5 à 16	J5JE ou J5JN	S6SE ou S5SN	à	S6JH S7JH S8JH	S9SH à S14SH
			J6JE ou J6JN	S16SE ou S16SN			

Sélection en fonction du moteur utilisé

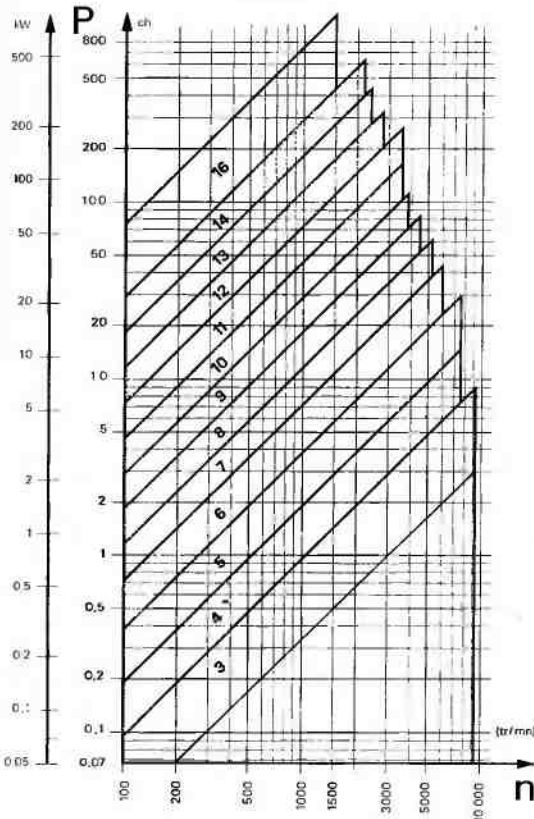
Taille du moteur	Diamètre et longueur de l'arbre moteur	Puissance nominale du Moteur en kW				Accouplement avec garniture		Taille du moteur	Diamètre et longueur de l'arbre moteur	Puissance nominale du Moteur en kW				Accouplement avec garniture		
		3 000 tr/min	1 500 tr/min	1 000 tr/min	750 tr/min	JE ou SE JN ou SN	JH ou SH			3 000 tr/min	1 500 tr/min	1 000 tr/min	750 tr/min	JE ou SE JN ou SN	JH ou SH	
71	14 x 30	0,37				J3		200 L	55 x 110	30				S8		
80	19 x 40	0,75	0,55			J3				37					S9	
		1,1	0,75			J3					30	18,5	15		S10	S8
90 S	24 x 50	1,5	1,1	0,75	0,37	J4		225 S	60 x 140					S10	S9	
90 L	24 x 50	2,2	1,5	1,1	0,55	J4				37		18,5			S10	S9
100 L	28 x 60	3	2,2	1,5	0,75	J5		225 M	55 x 110	45				S9	S8	
			3		1,1	J5				45	30	22			S11	S9
112 L	28 x 60	4	4	2,2	1,5	J5		250 M	60 x 140	55				S10	S9	
132 S	38 x 80	5,5	5,5	3	2,2	S6				55	37	30			S11	S9
		7,5				S6		280 S	65 x 140	75				S10	S9	
132 M	38 x 80		7,5	5,5	3	S6				75	45	37			S12	S10
						S7		280 M	65 x 140	90				S11	S9	
						S7				90	55	45			S12	S10
160 M	42 x 110	11			4	S7		315 S	65 x 140	110				S11	S9	
		15		7,5		S8				110	75	55			S13	S11
		18,5				S7		315 M	65 x 110	132				S12	S9	
160 L	42 x 110		15		7,5	S8				132	90	75			S13	S11
				11		S9	S7	355 S	70 x 140	160				S12	S10	
180 M	48 x 110	22				S8				160	110	90			S14	S12
			18,5			S9	S7	355 M	70 x 140	200				S14	S12	
180 L	48 x 110		22	15	11	S9	S7			200	160	132			S13	S10
								200	160	132			S14	S12		

Nota : Facteur de service moyen 1,3 appliqué à la puissance nom. du moteur.

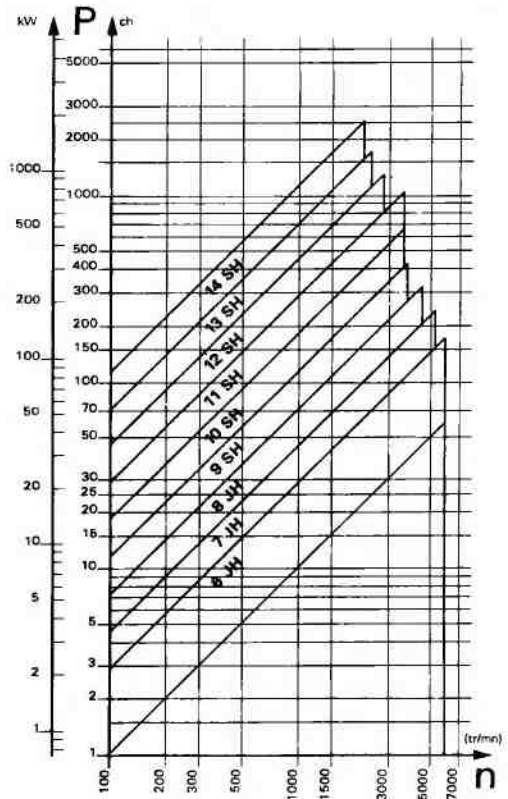


14.8.4. Sélection de la taille de l'accouplement élastique

Garniture E P D M ou Néoprène
JE et SE
JN et SN



Garniture HYTREL
JH et SH



Couple transmissible

Taille	Couple nominal daN.m	Vitesse maximale tr / min
3	0,69	9200
4	1,38	7600
5	2,75	7600
6	5,2	6000
7	8,3	5250
8	13,1	4500
9	20,8	3750
10	33	3600
11	52	3600
12	83	2800
13	131	2400
14	207	2200
16	540	1500

Couple transmissible

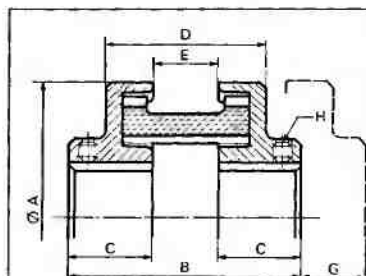
Taille	Couple nominal daN.m	Vitesse maximale tr / min
6	20,8	6000
7	33,2	5250
8	52,4	4500
9	83,2	3750
10	132	3600
11	208	3600
12	332	2800
13	524	2400
14	828	2200



14.8.5. Encombrements des accouplements élastiques

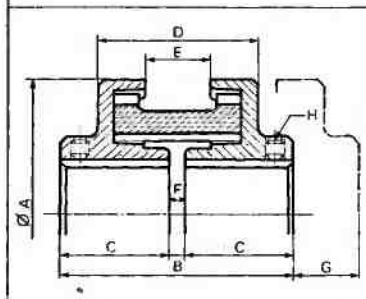
Types J3 JE - J4 JE - J5 JE - J3 JN - J4 JN - J5 JN

Taille	Dimensions (mm)						
	A	B	C	D	E + ΔE	G	H
J3 J	52	50,2	20,5	29,5	9,5 ⁺² ₀	19	M5
J4 J	62	60	22	37	16 ⁺² ₀	19	M6
J5 J	83	73,5	27	45,5	19,5 ⁺³ ₀	23	M6



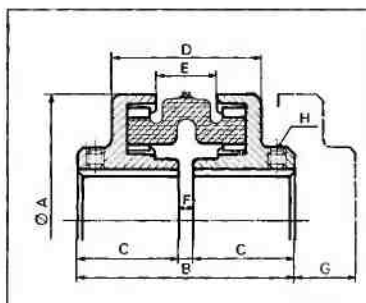
Types S5 JE à S8 JE , S5 JN à S8 JN

Taille	Alésage		Dimensions (mm)							
	mini	maxi	A	B	C	D	E + ΔE	F	G	H
S5 J	13	32	83	72	34	49	19 ⁺³ ₀	4	24	M6
S6 J	16	40	102	89	41	58	23 ⁺³ ₀	7	28	M8
S7 J	16	48	118	100	47	66	26 ⁺⁴ ₀	6	33	M8
S8 J	19	55	138	113	53	75	29 ⁺⁴ ₀	7	38	M10



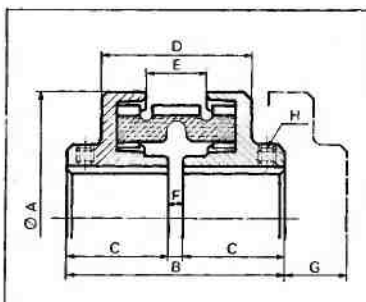
Types S5 SE à S16 SE , S5 SN à S16 SN

Taille	Alésage		Dimensions (mm)							
	mini	maxi	A	B	C	D	E + ΔE	F	G	H
S5 S	13	32	83	72	34	49	19 ⁺³ ₀	4	24	M6
S6 S	16	40	102	89	41	58	23 ⁺³ ₀	7	28	M8
S7 S	16	48	118	100	47	66	26 ⁺⁴ ₀	6	33	M8
S8 S	19	55	138	113	53	75	29 ⁺⁴ ₀	7	38	M10
S9 S	22	65	161	129	61	89	36 ⁺⁵ ₀	7	45	M10
S10 S	32	75	191	144	69	103	41 ⁺⁵ ₀	6	51	M12
S11 S	38	85	220	181	87	124	48 ⁺⁶ ₀	7	60	M16
S12 S	38	95	255	210	100	144	59 ⁺⁶ ₀	10	66	M16
S13 S	45	110	300	235	110	168	68 ⁺⁶ ₀	15	78	M16
S14 S	51	120	350	251	115	197	83 ⁺⁸ ₀	21	88	M16
S16 S	51	150	480	360	150	258	118 ⁺⁸ ₀	60	108	M20



Types S6 JH - S7 JH - S8 JH et S9 SH à S14 SH *

Taille	Alésage		Dimensions (mm)							
	mini	maxi	A	B	C	D	E + ΔE	F	G	H
S6 JH	16	40	102	89	41	58	23 ⁺³ ₀	7	28	M8
S7 JH	16	48	118	100	47	66	26 ⁺⁴ ₀	6	33	M8
S8 JH	19	55	138	113	53	75	29 ⁺⁴ ₀	7	38	M10
S9 JH	22	65	161	129	61	89	36 ⁺⁵ ₀	7	45	M10
S10 JH	32	75	191	144	69	103	41 ⁺⁵ ₀	6	51	M12
S11 JH	38	85	220	181	87	124	48 ⁺⁶ ₀	7	60	M16
S12 JH	38	95	255	210	100	144	59 ⁺⁶ ₀	10	66	M16
S13 JH	45	110	300	235	110	168	68 ⁺⁶ ₀	15	78	M16
S14 JH	51	120	350	251	115	197	83 ⁺⁸ ₀	21	88	M16



* Ces accouplements, à cause de leur garniture en élastomère - polyester, font en fait partie des accouplements semi-élastiques.

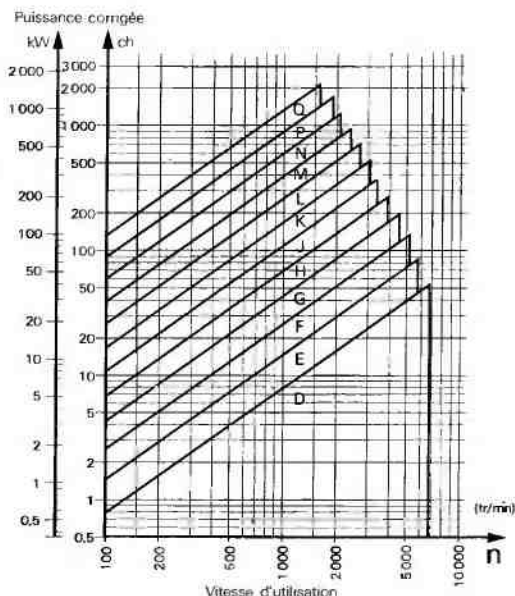


14.8.6. Accouplements semi-élastiques

Sélection de la taille de l'accouplement

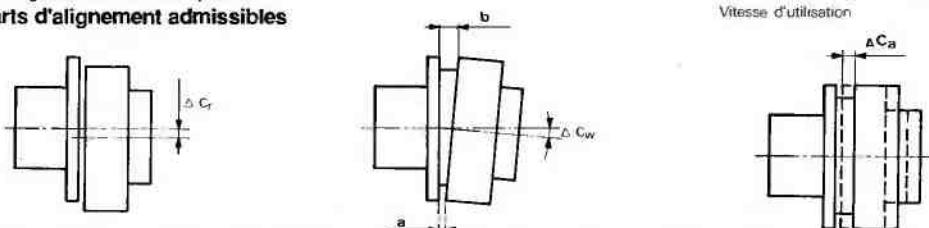
En fonction de la vitesse d'utilisation et de la puissance ou du couple absorbé, corrigé du facteur de service.

Tailles	Couples transmissibles		Vitesse max. admissible sous réserve d'équilibrage (tr / min)	Vitesse max. admissible sans équilibrage (tr / min)
	N.m nom.	N.m* max.		
D	57	114	6 800	1 750
E	106	212	5 800	1 700
F	184	368	5 100	1 600
G	305	610	4 500	1 500
H	490	980	3 900	1 400
J	775	1 550	3 400	1 300
K	1 200	2 400	3 100	1 200
L	1 840	3 680	2 700	1 100
M	2 800	5 600	2 400	1 000
N	4 200	8 400	2 100	900
P	6 300	12 600	1 850	800
Q	9 400	18 800	1 600	700



* Couple utilisable uniquement au démarrage ou en cas de surcharge momentanée non répétitive.

Ecarts d'alignement admissibles



Radial ΔC_r (mm)				Angulaire ΔC_w (b - a) (mm)				Axial ΔC_a (mm)			
D	0,4	K	0,7	D	0,7	K	1,4	D	± 1	K	± 2
E	0,4	L	0,8	E	0,8	L	1,6	E	± 1	L	± 2
F	0,4	M	0,8	F	0,9	M	1,8	F	± 1	M	± 2
G	0,5	N	1	G	1	N	2,2	G	± 1	N	± 2
H	0,6	P	1	H	1,2	P	2,4	H	$\pm 1,5$	P	± 2
J	0,6	Q	1,2	J	1,4	Q	2,8	J	$\pm 1,5$	Q	± 2

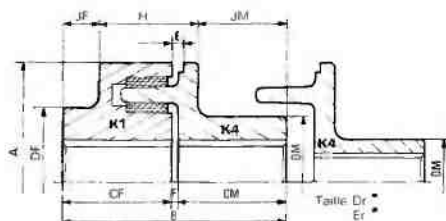
Sélection en fonction du moteur utilisé

Taille du moteur	Diamètre et longueur de l'arbre moteur	Puis. nom. moteur et accouplement correspondant								Taille du moteur	Diamètre et longueur de l'arbre moteur	Puis. nom. moteur et accouplement correspondant							
		3000 tr / min		1500 tr / min		1000 tr / min		750 tr / min				3000 tr / min		1600 tr / min		1000 tr / min		750 tr / min	
		kW	Acc.	kW	Acc.	kW	Acc.	kW	Acc.	kW	Acc.	kW	Acc.	kW	Acc.	kW	Acc.	kW	Acc.
132 S	38 x 80	5,5	D	5,5	D	3	D	2,2	D	180 M	48 x 110	22	E						
		7,5	D											18,5	F				
132 M	38 x 80			7,5	E	4	E	3	D	180 L	48 x 110			22	F	15	F	11	F
												30	F						
160 M	42 x 110	11	D					4	E	200 L	55 x 110	37	F						
		15	E											30	G	18,5	G	15	G
				11	E	7,5	E	5,5	E					37	G	22	G		
160 L	42 x 110	18,5	E							225 S	60 x 140								
				15	F	11	F	7,5	F	225 M	55 x 110	45	F					18,5	
														45	H	30	H	22	H



14.8.7. Encombres des accouplements semi-élastiques

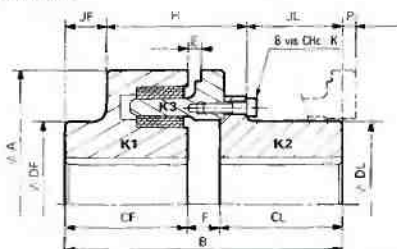
Type 2



Taille	Alésage (mm)						Dimensions (mm)								
	Partie K1			Partie K2			A	B	CF	CM	DF	DM	H	JF	JM
	Pré-alésage	mini.	maxi.	Pré-alésage	mini.	maxi.									
D	16	40	23 ± 0,5	24	42	93	91	44	45	58	55	40,5	12,5	38	
D _r *	16	40	Plein	16	28	93	91	44	45	58	39	40,5	12,5	38	
E	20	48	28 ± 0,5	29	48	108	108,5	53	53	69	63	44,5	19	45	
E _r *	20	48	Plein	20	28	108	108,5	53	53	69	40	44,5	19	45	
F	24	55	34 ± 0,5	35	55	125	124,5	61	61	79	72	50	22,5	52	
G	27	60	41 ± 0,5	42	63	142	138,5	67	69	86	81	58	21,5	59	
H	30	67	47 ± 0,5	48	71	165	155	74	78	95	91	67	22	66	
J	34	75	54 ± 0,5	55	60	190	174	82	89	108	104	75	24	75	

* Les versions D, et E, ont un moyeu K4 réduit en diamètre.

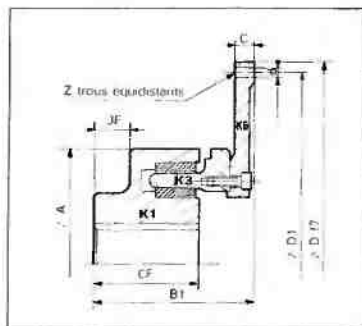
Type 3



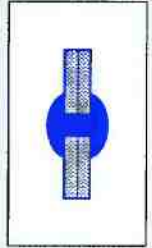
Taille	Alésage (mm)						Dimensions (mm)										
	Partie K1			Partie K2			A	B	CF	CL	DF	DL	H	JF	JL	K	P
	Pré-alésage	mini.	maxi.	Pré-alésage	mini.	maxi.											
E	20	48	20	48	20	48	108	118,5	53	53	69	69	57	19	42,5	M 4 x 16	0
F	24	55	24	55	24	55	125	137	61	61	79	79	66	22,5	48,5	M 5 x 20	0
G	27	60	27	60	28	63	142	153,5	67	69	86	89	78	21,5	54	M 6 x 25	0
H	30	67	32	71	32	71	165	172	74	78	95	100	90	22	60	M 8 x 30	3
J	34	75	37	80	37	80	190	193,5	82	89	106	112	101	24	68,5	M 8 x 30	2
K	36 ± 0,5	37	41 ± 0,5	42	90	210	216	89	89	112	125	119	22	75	M 10 x 40	8	
L	41 ± 0,5	42	47 ± 0,5	48	102	234	243	99	112	125	142	139	21	83	M 12 x 50	14	
M	48 ± 0,5	49	54 ± 0,5	55	115	269	274	112	126	142	160	160	21	93	M 12 x 50	20	

Montage à bride

Taille	Alésage		A	CF	B1	JF	Brides (inertie daN.m ²)										
	mini.	maxi.					6 1/2	7 1/2	8	10	11 1/2	14					
	E	20	48	108	53	79,5	19	0,015									
F	24	55	125	61	91,5	22,5		0,027									
G	27	60	142	67	103	21,5			0,043								
H	30	67	165	74	117	22			0,049	0,105							
J	34	75	190	82	129	24				0,115	0,185						
K	37	60	210	89	145	22					0,200	0,57					
L	42	90	234	99	162	21					0,230	0,61					
M	49	102	269	112	182	21					0,300	0,79					
Dimensions des brides							D	215,9	241,3	263,52	314,32	352,42	466,72				
							D1	200	222,3	244,50	295,30	335,40	438,20				
							d	9	9	11	11	11	14				



15. Eléments d'assemblage et de fixation mécanique par obstacles et par soudures



Banque de
DONNEES

15.1. Le rivetage	344
15.1.1. Choix des rivets POP et rivets étanches	
15.1.2. Différents types de rivets POP et rivets étanches	345
15.2. Représentation symbolique des soudures sur les dessins	346
15.2.1. Représentation des symboles élémentaires	
15.2.2. Symboles supplémentaires	
15.2.3. Positionnement du symbole sur le dessin	
15.2.4. Positionnement de la ligne de repère	
15.2.5. Positionnement de la ligne de repère (cas général)	
15.2.6. Ligne de repère et joint	
15.2.7. Positionnement du repère par rapport à la ligne de référence	
15.2.8. Exemples d'application de symboles élémentaires simples	347
15.2.9. Indications complémentaires	348
15.2.10. Procédés de soudage et brassage des métaux pour la représentation symbolique.	

15.1. Le rivetage

M F O M



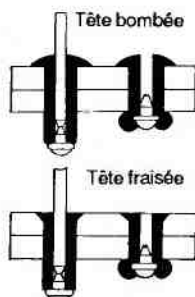
15.1.1. Choix des rivets POP et rivets étanches

Aptitudes Type de rivets	Matière du corps du rivet		Matière de la tige du rivet	Résistance à la fusion	Avantages	Inconvénients	Mise en œuvre	Observations - Utilisation
	Alu	Acier	°C					
POP ALU	Alu	Acier	650	Bonne tenue à la corrosion, risque de rouille si tête de tige acier.	Tenue limitée à la fatigue et aux vibrations. Non indiqué pour pièces molles.	Outils manuel léger ou pneumatique léger.	Toutes fixations classiques : Alu sur acier - Alu sur alu - Alu sur plastique - etc.	
POP TAL	Alu	Alu	650	Excellente tenue à la corrosion, anodisation possible.	Tenue limitée à la fatigue et aux vibrations.	Facile avec outillage de bas de gamme.	Fixations plastique sur plastique - Plastique sur acier - Alu sur alu.	
POP ML Haute Résistance	Cupro-nickel	Acier	1150	Bel aspect et bonne tenue à la corrosion. Bonne tenue mécanique.	Coût élevé.	Outils à main de grande dimension ou pneumatique moyen.	Pour toutes fixations et problèmes de résistance à la chaleur et à la corrosion.	
POP TINOX	Acier inox 18/10	Inox	1400	Très bonne tenue à la corrosion. Très bonne tenue mécanique.	Plus coûteux.	Outils à main exclu.	Pour toutes fixations sur tôle inox, alimentation électroménager, liquides corrosifs	
POP AC	Acier doux	Acier	1400	Bonne tenue aux vibrations.	Résistance à la corrosion peu élevée.	Outils pneumatique ou hydropneumatique.	Toutes fixations classiques Acier sur acier - Acier sur alu	
POP CU.MB	Cu	Bronze	1000	Bel aspect. Bon contact (soudure étain possible). Bonne tenue à la corrosion.	Coût élevé.	Admet tous les outils manuels.	Fixation contacts électriques.	
POP ALU CL Collerette Large Alu	Alu	Acier	650	Bonne tenue à la corrosion. Risque de rouille si tige en acier.	Tenue limitée à la fatigue et aux vibrations.	Outils manuel léger ou pneumatique léger.	Pour fixations plastiques, bois sur acier ou alu, néoprène sur acier ou alu.	
POP STRONG	Acier	Acier	1400	Bonne tenue aux vibrations.	Résistance à la corrosion peu élevée.	Outils pneumatique ou hydropneumatique.	Haute résistance au cisaillement et à la traction.	
POP GRIF	Acier	Acier	1400	Bonne tenue aux vibrations.	Résistance à la corrosion peu élevée.	Outils pneumatique ou hydropneumatique.	Pour fixation de matériaux tendres, sur acier, sur bois, néoprène sur acier, rilsan sur acier.	
POP Étanche IMEX Alu et cuivre	Cu Alu Alu	Acier Acier Acier	1100 650 650	Qualités variables suivant matière.	Suivent matière.	Suivent matière.	Pour toutes fixations étanches aux gaz et liquides.	
POP MASSE	Cu	Acier	1100	Bel aspect. Bon contact électrique.	Risque de corrosion et de couple galvanique.	Admet tous les outils manuels.	Pour fixation de masse sur tôle prépeinte sans grattage de la surface avant fixation.	
POP ISOLATION	Acier	Acier	1400	Bonne tenue aux vibrations.	Résistance à la corrosion peu élevée.	Outils pneumatique ou hydropneumatique.	Rivet de grande longueur pour pose d'isolant sur bac, acier avec entretoise et rondelle spéciale.	
POP CANA							Pour fixation sur bois, placoplâtre, matériaux tendres en trous borgnes	
POP CAP INOX	Acier inox	Acier	1400	Très bonne tenue à la corrosion. Très bonne tenue mécanique.	Plus coûteux.	Outils à main exclu.	Capuchon en inox pour rivet inox. Rend le rivet étanche au ruissellement.	
MPA 6	Alu		650	Bonne tenue à la corrosion. Anodisation possible.		Pose facile.	Capuchons pour rivet. Rend le rivet étanche au ruissellement et renforce la charge de rupture au cisaillement.	

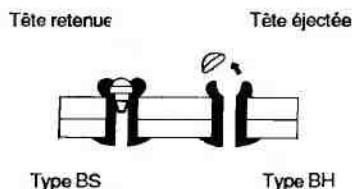
15.1.2. Différents types de rivets POP et rivets étanches

- Montage des rivets

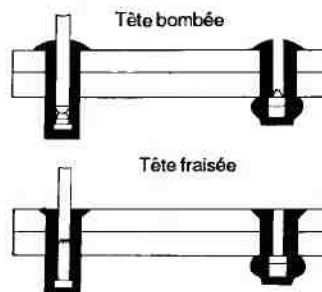
Rivet POP



Mandrin (tige)



Rivet étanche (imex)



- Rivets POP alu

- Alu mandrin acier

- Rivets POP TAL . tout Alu

- Rivets POP alu					- Alu mandrin acier				- Rivets POP TAL . tout Alu								
A	B	C	H	D			da N	da N	A	B	C	H	D			da N	da N
2,4	3,5 à 9	4,7	0,7	2,5	0,65	0,8 à 6,5	57	41	2,4	6 - 9	4,7	0,8	2,5	0,80	3 - 6,5	79	56
3,2	4,5 à 25,5	6,3	0,9	3,3	0,76	1,6 à 22,5	122	82	3,2	6,5 à 19,5	6,3	1	3,3	0,80	3 à 16	106	70
4,0	7 à 20,5	7,9	1,2	4,1	1,00	3 à 16	195	136	4,0	7 à 16,5	7,9	1,1	4,1	1,10	3 à 12,5	159	102
4,8	7,5 à 8,5	9,5	1,4	4,9	1,60	3 à 76	285	206	4,8	8 à 23	9,5	1,3	4,9	1,60	3 à 19	227	143
6,4	12,5 à 31	12,5	2	6	2,00	6,5 à 26	522	327									

- Rivets POP ML

- Cupro - nickel mandrin acier

- Rivets POP AC

- Acier doux mandrin acier

- Rivets POP ML					- Cupro - nickel mandrin acier				- Rivets POP AC				- Acier doux mandrin acier				
A	B	C	H	D			da N	da N	A	B	C	H	D			da N	da N
2,8	5,5	4,9	0,5	2,9	0,65	2	154	131	2,8	5,5	4,9	0,5	2,9	0,65	2,5	95	95
3,2	5 à 10	6,0	0,7	3,3	0,80	2 à 7	226	186	3,2	6 à 16	6,7	0,6	3,3	0,80	3 à 12,5	122	118
4,0	6 à 11,5	6,7	0,7	4,1	1,16	2 à 8	353	249	4,0	6 à 13,5	7,4	0,7	4,1	1,00	2,5 à 9,5	190	177
4,8	7,5 à 19	8,1	1	4,9	1,52	3 à 15	456	408	4,8	7,5 à 23,5	8,9	1	4,9	1,60	4 à 12,5	290	267
6,4	12,5 à 18	10,8	1,3	6,5	2,05	7,5 - 12,5	691	552	6,4	9 à 31	10,8	1,2	6,5	2,10	4 à 25	408	386

- Rivets POP CU, MB

- Cuivre mandrin bronze

- Rivets POP Cana

- Cuivre mandrin bronze

- Rivets POP CU, MB					- Cuivre mandrin bronze				- Rivets POP Cana				- Cuivre mandrin bronze				
A	B	C	H	D			da N	da N	A	B	C	H	D			da N	da N
3,2	4,5 à 8	6	0,7	3,3	0,65	1 à 4,3	113	86	3,3	9,5	6,5	1,1	3,5		Suivant matériau rapporté	-	-
4,0	7 à 14	6,7	0,7	4,1	0,80	2,5 à 9	136	129	4,1	8,5 - 12	8,2	1,2	4,3			-	-
									5	7,5 à 25,5	9,8	1,5	5,2			-	-

- Rivets POP Tinox - Acier inox 18 / 12 mandrin inox

- Rivets POP Alu - CL - Colletterte large Alu mandrin acier

- Rivets POP Tinox - Acier inox 18 / 12 mandrin inox									- Rivets POP Alu - CL - Colletterte large Alu mandrin acier								
A	B	C	H	D			da N	da N	A	B	C	H	D			da N	da N
3,2	6,5 à 13	6,3	0,8	3,3	0,80	13 à 9,5	318	250	3,2	6,5 - 10	9,5	1	3,3	0,65	3 - 6	147	95
4,0	7 à 13,5	7,9	1,2	4,1	1,10	3 à 9,5	500	350	4	10,5	9,2	1	4,1	0,70	5,5	222	154
4,8	8 à 17,5	9,5	1,3	4,9	1,52	4 à 13,5	625	454	4,8	9 à 85	≈ 14	≈ 1,5	4,9	1,60	5 à 76	327	200

- Rivets POP Strong - Acier mandrin acier

- Rivets POP étanche imex - Alu mandrin acier

- Rivets POP Strong - Acier mandrin acier									- Rivets POP étanche imex - Alu mandrin acier								
A	B	C	H	D			da N	da N	A	B	C	H	D			da N	da N
4,8	7,5 - 10,5	9,5	1,3	4,9	-	2,5 - 3,5	512	233	3,2	6 à 12	6	10,9	3,3	0,65	1,5 à 8	163	113
6,4	12 - 15,5 - 12	12,7	1,7	6,3	6,4	3,5 - 9,5 - 5,5	772	266	4	8 à 12,5	7,9	1,3	4,1	0,70	3 à 8	226	167
									4,8	8,5 à 21,5	9,5	1,5	4,9	0,80	3 à 8	317	231

- Rivets POP étanche imex - Cuivre mandrin acier

- Rivets POP étanche imex - Alu mandrin Alu

- Rivets POP étanche imex - Cuivre mandrin acier									- Rivets POP étanche imex - Alu mandrin Alu								
A	B	C	H	D			da N	da N	A	B	C	H	D			da N	da N
3,2	6 à 12	6,0	0,9	3,3	0,65	1,5 à 18	145	104	3,2	8 - 9	6	1,4	3,3	0,65	3 - 5	68	47
4,0	9,5	7,9	1,3	4,1	0,70	5	231	158	4	11	7,9	1,7	4,1	0,70	7,5	109	70
4,8	11,5 - 14,5	8,5	1,5	4,9	0,80	6,5 - 9,5	317	217	4,8	8,5 à 18	9,5	2	4,9	0,80	7,5 à 13	140	100

- Rivets POP Grif - Acier mandrin acier

- Rivets CAP Inox

- Rivets POP Grif - Acier mandrin acier									- Rivets CAP Inox	
A	B	C	H	D			da N	da N		
4,8	17	16	3,8	4,9	4,0	14	370	267		

15.2. Représentation symbolique des soudures sur les dessins

NF E 04-020



15.2.1. Représentation des symboles élémentaires

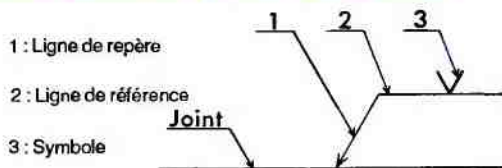
N°	Désignations	Illustration	Symboles
1	Soudure sur bords relevés (bord relevés complètement fondus) (voir note)		
2	Soudure sur bords droits		
3	Soudure en V		
4	Soudure en dent V		
5	Soudure en Y		
6	Soudure en dent Y		
7	Soudure en U (ou tulipe)		
8	Soudure en dent U (ou en J)		
9	Reprise à l'overs		
10	Soudure d'angle		
11	Soudure en entailles (ou en bouchons)		
12	Soudure par points		
13	Soudure en ligne continue avec recouvrement		

Nota : Les soudures sur bords droits relevés non complètement pénétrées sont symbolisées comme la soudure sur bords droits (symboles 2) avec indication de la cote principale.

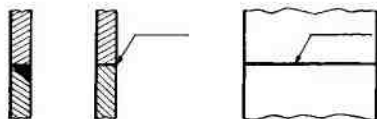
15.2.2. Symboles supplémentaires

- l'absence de symbole supplémentaire signifie soudure plate
- que la forme de la surface de la soudure n'a pas besoin d'être précisée. soudure convexe
- soudure concave

15.2.3. Position du symbole sur le dessin

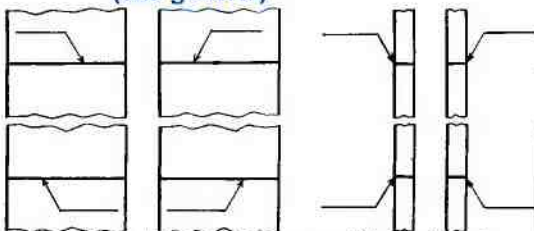


15.2.4. position de la ligne de repère



- Lorsque la soudure est l'un des types N° 4, 6, ou 8 du tableau ci-dessus, la ligne de repère doit être dirigée vers la tôle qui est préparée.

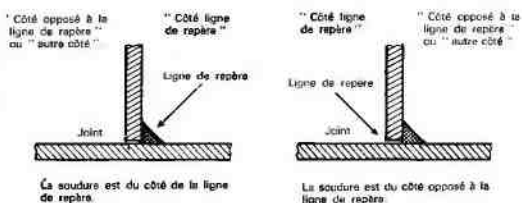
15.2.5. position de la ligne de repère (cas général)



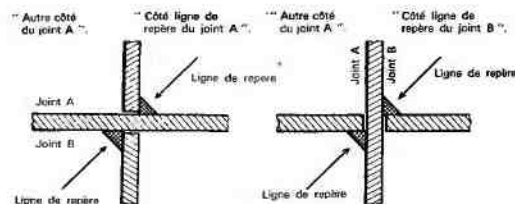
La position de la ligne repère par rapport à la représentation schématique de la soudure peut être quelconque.

15.2.6. Ligne de repère et joint

- Exemple d'assemblage en T avec soudure d'angle.



- Exemple d'assemblage en Croix avec soudure d'angle.



15.2.7. Position du symbole par rapport à la ligne de référence

	Illustration	Représentation	Symbolisation
Au-dessus de la ligne de référence si la surface extérieure de la soudure est du côté de la ligne de repère du joint			
Au-dessus de la ligne de référence si la surface extérieure de la soudure est de l'autre côté de la ligne de repère du joint			
A cheval sur la ligne de référence si la surface extérieure des soudures faites dans le plan du joint.			

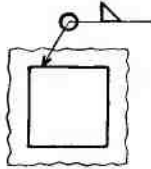
Nota : dans le cas de la soudure par points faite par bossage, la surface portant le bossage est considérée comme surface de la soudure.
Pour éviter tout illogisme ou erreur d'interprétation, préciser la méthode de projection en indiquant le symbole prescrit par la norme NF E 04-101.

15.2.8. Exemples d'application de symboles élémentaires simples

N° d'ordre	Désignation Symbole (Les numéros sont ceux du tableau 1)	Illustration			N° d'ordre	Désignation Symbole (Les numéros sont ceux du tableau 1)	Illustration		
			Représentation	Symbolisation				Représentation	Symbolisation
1	Soudure sur bords relevés (n° 1)				14	Soudure en U (n° 7)			
2	Soudure sur bords relevés (n° 2)				15	Soudure en dem U (n° 8)			
3					16				
4					17	Soudure d'angle (n° 10)			
5	Soudure en V (n° 3)				18				
6					19				
7	Soudure en dem V (n° 4)				20	Soudure d'angle (suite) (n° 10)			
8					21				
9					22	Soudure en entailles (n° 11)			
10				23					
11	Soudure en V (n° 5)				24	Soudure par points (n° 12)			
12	Soudure en dem V (n° 6)				25				
13	Soudure en ligne continue avec recouvrement (n° 13)				26	Soudure en ligne continue avec recouvrement (n° 13)			

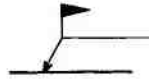
15.2.9. indications complémentaires

- Soudures périphériques



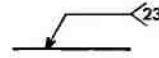
Lorsque la soudure doit être exécutée sur le pourtour d'une pièce, l'indiquer en traçant un cercle comme indiqué.

- Soudures faites au chantier



Lorsque la soudure doit être exécutée au chantier, ajouter un drapeau comme indiqué.

- Indication du procédé de soudage.



Lorsqu'il est nécessaire de préciser le procédé de soudage, le nombre qui indique le procédé est inscrit entre deux branches d'une fourche terminant la ligne de référence.

15.2.10. Procédés de soudage et brasage des métaux pour la représentation symbolique NF E 04-021

- | | |
|---|---|
| 1 soudage électrique à l'arc ; soudage à l'arc | 47 soudage aux gaz par pression |
| 11 soudage à l'arc avec électrode fusible sans protection gazeuse | 48 soudage à froid |
| 111 soudage à l'arc avec électrode enrobée | |
| 112 soudage à l'arc par gravité avec électrode enrobée | |
| 113 soudage à l'arc au fil nu | |
| 114 soudage à l'arc au fil fourré | |
| 115 soudage à l'arc au fil enrobé | |
| 118 soudage avec électrode couchée | |
| 12 soudage à l'arc sous flux en poudre ; soudage à l'arc sous flux | |
| 121 soudage à l'arc sous flux en poudre avec fil - électrode | |
| 122 soudage à l'arc sous flux en poudre avec électrode en bande | |
| 13 soudage à l'arc sous protection gazeuse avec fil-électrode fusible | |
| 131 soudage MIG : soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil- électrode fusible | |
| 135 soudage MAG : soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fusible | |
| 136 soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode tourné | |
| 14 soudage sous protection gazeuse avec électrode réfractaire | |
| 141 soudage TIG : soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène | |
| 149 soudage à l'hydrogène atomique | |
| 15 soudage au plasma | |
| 18 autres procédés de soudage à l'arc | |
| 181 soudage à l'arc avec électrode au carbone | |
| 185 soudage à l'arc tournant | |
| 2 soudage par résistance | |
| 21 soudage par points (par résistance) | |
| 22 soudage à la molette | |
| 221 soudage à la molette par recouvrement | |
| 225 soudage à la molette avec feuillard | |
| 23 soudage par bossages | |
| 24 soudage par étincelage | |
| 25 soudage en bout par résistance pure | |
| 29 autres procédés de soudage par résistance | |
| 291 soudage par résistance à haute fréquence | |
| 3 soudage aux gaz | |
| 31 soudage oxygaz | |
| 311 soudage oxyacétylénique | |
| 312 oxypropane | |
| 313 soudage oxydrique | |
| 32 soudage aérogaz | |
| 321 soudage aéroacétylénique | |
| 322 soudage aéropropane | |
| 4 soudage par pression ; soudage à l'état solide | |
| 41 soudage par ultra sons | |
| 42 soudage par friction | |
| 43 soudage à la forge | |
| 44 soudage par haute énergie mécanique | |
| 441 soudage par explosion | |
| 45 soudage par diffusion | |
| | 7 autres procédés de soudage |
| | 71 soudage aluminothermique ; soudage par aluminothermie |
| | 72 soudage sous laitier |
| | 73 soudage électrogaz ; soudage vertical en moule sous gaz de protection |
| | 74 soudage par induction |
| | 75 soudage par radiation lumineuse |
| | 751 soudage au laser |
| | 752 soudage par image d'arc |
| | 753 soudage par infrarouge |
| | 76 soudage par faisceau d'électrons ; soudage par bombardement électronique |
| | 77 soudage électrique par percussion |
| | 78 soudage des goujons |
| | 781 soudage à l'arc des goujons |
| | 782 soudage des goujons par résistance |
| | 9 brasage |
| | 91 brasage fort |
| | 911 brasage fort par infrarouge |
| | 912 brasage fort aux gaz |
| | 913 brasage fort au four |
| | 914 brasage fort au trempé |
| | 915 brasage fort au bain de sel |
| | 916 brasage fort par induction |
| | 917 brasage fort par ultrasons |
| | 918 brasage fort par résistance |
| | 919 brasage fort par diffusion |
| | 923 brasage fort par friction |
| | 924 brasage fort sous vide |
| | 93 autres procédés de brasage fort |
| | 94 brasage tendre |
| | 941 brasage tendre par infrarouge |
| | 942 brasage tendre aux gaz |
| | 943 brasage tendre au four |
| | 944 brasage tendre au trempé |
| | 945 brasage tendre au bain de sel |
| | 946 brasage tendre par induction |
| | 947 brasage tendre par ultrasons |
| | 948 brasage tendre par résistance |
| | 949 brasage tendre par diffusion |
| | 951 brasage tendre à la vague |
| | 952 brasage tendre au fer |
| | 953 brasage tendre par friction |
| | 954 brasage tendre sous vide |
| | 96 autres procédés de brasage tendre |
| | 97 soudobrasage |
| | 971 soudobrasage aux gaz |
| | 972 soudobrasage à l'arc |

16. Éléments d'assemblage chimique : le collage



Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX



Fiche de
CALCULS

16.1. Le collage et ses limites	350
16.1.1. Les limites du collage	
16.1.2. Les familles d'assemblage et les familles de colles associées	
16.2. Assemblages mécanique par liaison chimique	351
16.2.1. Démarches de choix d'une résine	
16.2.2. Bases de calcul. Définitions. Exemple	352
16.2.3. Choix du type des produits de fixation	353
16.2.4. Facteurs de correction pour le calcul des efforts	354
16.2.5. Exemples de résolution de problèmes	355
16.3. Freinage des filetages	356
16.3.1. Démarche de choix d'un produit de freinage	
16.3.2. Bases de calcul. Définitions	357
16.3.3. Choix du type de produit de freinage	358
16.4. Étanchéité des filetages	359
16.4.1. Choix du type de produit d'étanchéité	
16.4.2. Compatibilité d'emploi des produits d'étanchéité des filetages	360
16.5. Étanchéité des plans de joint	361
16.6. Assemblage par adhésion	362
16.6.1. Démarche de choix d'une colle	
16.6.2. Bases de calcul. Définitions	363
16.6.3. Choix des colles	364



16.1.1. Les limites du collage

Paramètres	Limites		Représentation
Température	θ (°C)	- 60 à +250	
Contrainte normale en traction	σ (MPa)	à 20 °C 40	
Contrainte tangentielle en cisaillement	τ (N/mm ²)	30	
Contrainte normale en compression	σ (N/mm ²)	450	
Pelage	R pelage (N/mm ²) à 20 °C	40	

Nota : se reporter aux guide de choix pour les valeurs particulière à chaque colle, d'assemblage et les familles de colles associées

16.1.2. Les familles d'assemblage et les familles de colles associées

Assemblage mécanique

par liaison chimique treillage étanchéité des filetages étanchéité des plans de joint

Assemblage par adhésion

par adhésion

Les sollicitations

cisaillement
Compression
traction
pelage
clivage
cisaillement

Familles de colles

- Acrylique anaérobies * :
- liquides
- pâteuses
- gel

* Qui durcissent à l'air

- Cyanoacrylates modifiés
- Acrylique structurale
- Acryliques modifiés
- Epoxydes
- Silicones
- Polyuréthanes
- ...



16.2.1. Démarche de choix d'une résine

Données

Le cahier des charges du mécanisme étudié

- nombre de mécanismes prévus (série)
- efforts à transmettre
- sollicitations (vibrations, cisaillement, couple....)
- mode d'assemblage (collé, pressé collé, fretté collé)
- nature des différents éléments
- environnement intérieur (température, fluides...)
- environnement extérieur (fluides, poussières, pollution, atmosphère...)
- durée de vie

Besoin

- nature de la résine
- caractéristiques mécaniques de la résine
- résistance à la température
- viscosité
- temps de prise
- conditions d'utilisation (préparation, pollution...)

Éléments du choix

τ_{B2} type

Pour le choix de la résine (tableau 16.2.3)

- aptitude au remplissage (valeur des jeux)
- aptitude à la conservation
- aptitude à la résistance au cisaillement
- aptitude à la résistance à la compression
- aptitude à la résistance aux chocs
- aptitude à la résistance à la température
- aptitude à la résistance aux solvants
- charge dynamique (courbe de Wholer)

Vérifications

Calculs

Pour les calculs de l'effort que doit supporter l'assemblage (16.2.2)

- contrainte de cisaillement admissible (τ_{B2}) NF T 76-121
- surface de contact en mm^2 (S)
- facteur $F_c = F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4 \cdot F_5$ (16.2.4)
 - F_1 : nature des matériaux
 - F_2 : jeu interface
 - F_3 : rugosité des surfaces
 - F_4 : Rapport d'engagement $R = L / D$
 - F_5 : température de fonctionnement
- pour les liaisons à interférence :
 - P : pression de contact en N / mm^2
 - D : diamètre nominal moyen en mm
 - L : longueur d'emmanchement en mm
 - μ : coefficient de frottement corrigé
- T : contrôle de la tenue en température de la frette pour les liaisons frettées
- C : efforts tangentiels en N / mm^2 (C)

Nota : Une autre démarche consiste à partir du couple ou de l'effort à transmettre ou à supporter, pour en déterminer la contrainte de cisaillement (τ_{B2}) puis le type de colle. Mais elle est plus complexe et nécessite des moyens informatiques.



16.2.2. Bases de calcul - Définitions - Exemple

Effort de résistance à la rupture de l'assemblage

Effort F :

- Pour chaque résine est indiquée une fourchette de contrainte de cisaillement (τ_{B2}) admissible après polymérisation. L'effort F est fonction de la surface (S).

$$F = \tau_{B2} \cdot S$$

N	N / mm ²	mm ²
---	---------------------	-----------------

La valeur de F est à corriger suivant un facteur Fc qui tient compte des coefficients F₁, F₂, F₃, F₄ et F₅ (voir 16.2.10)

- Pour assemblage avec jeu

$$F = (\tau_{B2} \cdot S) F_c$$

avec

$$F_c = F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4 \cdot F_5$$

- Pour assemblage avec interférence

$$F = 1,2 (\tau_{B2} \cdot S \cdot F_c) + 0,20 p \cdot S \quad (1)$$

$$F = 0,5 \text{ à } 1,6 (\tau_{B2} \cdot S \cdot F_c) + 0,20 p \cdot S \quad (2)$$

(1) pour frettage à chaud

(2) pour emmanchement à la presse

p : pression de contact radiale entre les surfaces (NF E 22-621)

- Conditions préalables à vérifier :

- La pression de contact d'un emmanchement à la presse devra, pour permettre à la résine de pénétrer dans l'interface, être inférieure à 100 N / mm².
- La température de chauffe d'une liaison frettée ne devra pas excéder de 30 % la valeur limite de la résistance en température de la résine utilisée.

Effort tangentiel

$$T = t_A + \frac{s+j}{\alpha \cdot d}$$

T : température de la frette en °C

t_A : température de l'arbre en °C

S : valeur de serrage en mm

α : coefficient de dilatation

j : jeu de montage en mm

C : couple transmissible en N.m

$$C = \frac{\tau_{B2} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot L}{2} \cdot f_c$$

Exemple de calcul

- Le montage original d'un pignon sur un cône était réalisé par trois goupilles montées entre cuir et chair.

- Inconvénients de ce montage :

- Difficultés de perçage entre les surfaces.
- Déformation des pièces lors de l'emmanchement serrant des goupilles.
- Réalésage nécessaire après montage.

Données

- Diamètre de la surface collée entre le pignon en acier X 38 et le cône en fonte F120 égal à 32 mm avec longueur d'engagement de 15 mm

- Résine utilisée 638 dont la résistance au cisaillement (τ_{B2}) est de 25 N / mm²

- Facteurs de correction :

$$F_1 = 0,8 \text{ (acier sur fonte)}$$

$$F_3 = 1 \text{ (rugosité } 2 \mu\text{m)}$$

$$F_2 = 1 \text{ (jeu entre 0,025 et 0,075)}$$

$$F_4 = 0,71 \text{ (L/D = 0,47)}$$

- Couple à transmettre : 18 N.m

Calculs

$$F_c = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,71 = 0,57$$

$$C = \frac{\tau_{B2} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot L}{2} \cdot f_c = \frac{25 \cdot 3,14 \cdot 32^2 \cdot 15}{2} \cdot 0,57 = 343\,642 \text{ N.m}$$

soit 343 N.m

- La charge pratique étant dynamique, la capacité en torsion doit être multipliée par 0,30 ce qui donne 343 x 0,30 = 103 N.m.

- Le couple à transmettre étant de 18 N.m, la sécurité est donc largement assurée.



16.2.3 Choix du type des produits de fixation

Type de produits	Référence LOCTITE	Aptitudes							Observations . Utilisations
		Aptitude au remplissage (mm)	Aptitude à la conservation (an)	Aptitude à la résistance au cisaillement (N/mm ²)		Aptitude à la résistance à la compression (J/cm ²)	Aptitude à la résistance aux chocs (°C)	Aptitude à la résistance à la température	
ESTER METHACRYLATE	601	0,10	1	17,5 22,5	178 450	1,5	- 50 + 150	bonne	<ul style="list-style-type: none"> - Montage à la presse. - Fluidité et mouillabilité. - Grade standard pour fixation de pièces cylindriques rigides à état de surface lisse (engrenages, rotors, manchons d'accouplements, ventilateurs, poulies, etc). - Ajoute de la résistance aux assemblages pressés.
	638	0,15	1	25 30	178 450	1,5 2	- 55 + 120	bonne	<ul style="list-style-type: none"> - Montage à la presse ⇒ pour résistance à la fatigue. - Emmanchements serrants ou glissants ⇒ pour les jeux et la résistance à la fatigue. - Emmanchements avec jeu modéré ⇒ pour forte résistance et jeux moyens. - Réparation entretien ⇒ pour jeux moyens. - Rend étanche et protégé contre la corrosion.
ESTER METHACRYLATE	640	0,10	1	12,5 20	178 450	0,4 0,6	- 55 + 175	Excel.	<ul style="list-style-type: none"> - Frettage à chaud ou par contraction ⇒ pour résistance à la chaleur, aux solvants. - Montage à la presse ⇒ pour résistance à la chaleur.
	641	0,12	1	8 12	178 450	0,8 0,5	- 55 + 150	bonne	<ul style="list-style-type: none"> - Emmanchements serrants ou glissants ⇒ pour démontabilité des roulements. - Type standard pour le montage à ajustement libre des paliers lisses ou de roulements sur les arbres ou dans les carters. - Pouvoir de fixation moyen des pièces qui se montent dans un logement ou sur un arbre.
URETHANE METHACRYLATE	648	0,15	1	17,5 25	178 450	0,8 1,2	- 55 + 175	Excel.	<ul style="list-style-type: none"> - Emmanchements serrants ou glissant ⇒ pour les jeux faibles, résistant aux solvants. - Emmanchements avec jeu modéré ⇒ pour jeux faibles et mouillabilité.
	307	0,10	1	25 30	178 450	1 1,7	- 55 + 120	Excel.	<ul style="list-style-type: none"> - Frettage à chaud ou par contraction ⇒ pour résistance à la fatigue, au cisaillement, polymérisation à chaud. - Pour la fixation puissante de pièces cylindriques lisses. Résiste aux vibrations et aux chocs. - Possibilité de transmettre des couples importants. - Elimination de la corrosion.
	660	0,25	1	15 20	178 450	- -	- 55 + 150	Excel.	<ul style="list-style-type: none"> - Réparation, entretien ⇒ pour jeux forts, forte viscosité. - Logements des roulements ovalisés, clavetages, cannelures, calage de portées. - Résiste aux chocs et aux vibrations.

Uréthane méthacrylate : Faculté de cohésion et d'adhésion

Assemblages mécanique par liaison chimique (suite)

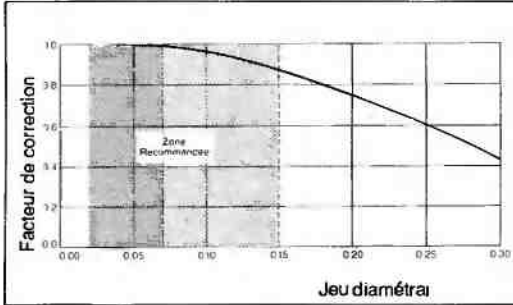
16.2.4. Facteurs de correction pour le calcul des efforts

Facteur F 1 : Matériaux, substrats
(standard = acier doux)

Matériau	Facteur de correction
Acier doux	1
Acier allié	0,8 à 1
Aluminium*	0,3 à 0,8
Fonte	0,8 à 1
Cuivre et alliages	0,4 à 0,7
Acier inoxydable	0,4 à 0,7
Zingage ou cadmiage	0,3 à 0,6

* L'aluminium du commerce varie considérablement à la fois en composition chimique et en propriétés mécaniques.

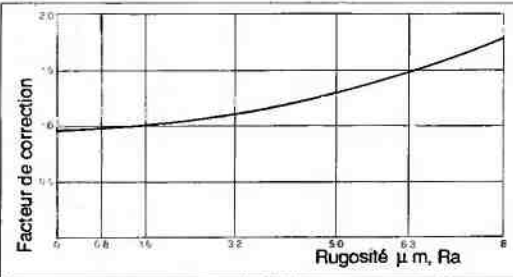
Facteur F 2 : jeu diamétral (standard = 0,05)



Les meilleurs résultats sont obtenus avec des jeux de 0,02 à 0,07 mm mais la résistance diminue lorsque le jeu augmente. Les valeurs choisies ne devraient pas dépasser celles données dans le tableau des caractéristiques de chaque grade d'adhésif.

Des jeux importants ou très serrés nécessitent de plus grandes précautions d'assemblage.

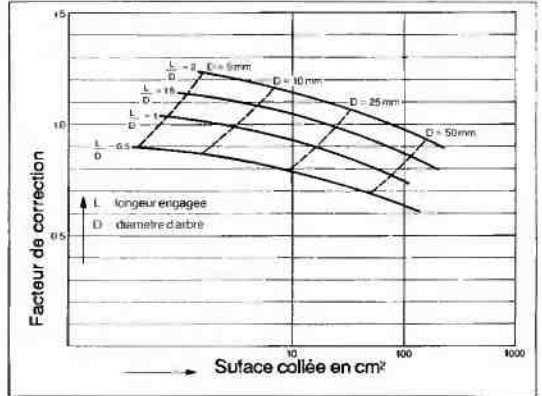
Facteur F 3 : Rugosité de surface
(standard = $0,8 < R_a < 1,6 \mu\text{m}$)



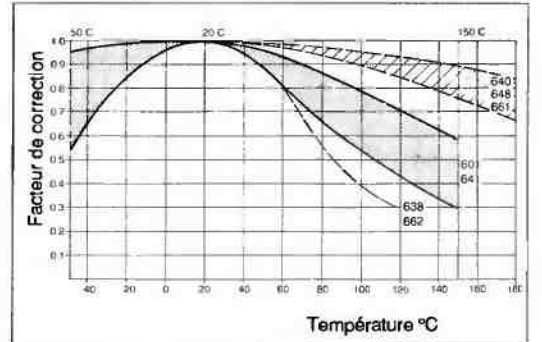
La rugosité maximum n'est pas limitée par l'adhésif mais par des difficultés d'assemblage résultant d'un jeu excessif. La direction ou le sens de la rugosité doit être pris en considération.

Ainsi un arbre tourné, présentant des traces d'outils circonférentielles aura une rugosité plus importante dans le sens axial que dans le sens tangentiel. Dans ce cas le facteur de correction ne sera appliqué que pour une charge axiale.

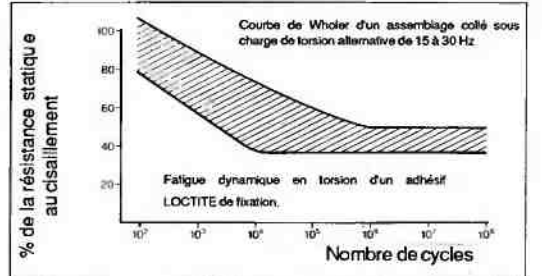
Facteur F 4 : Rapport d'engagement et surface
(standard = $0,9 \text{ ER}, 4,03 \text{ cm}^2$)



Facteur F 5 : Température de fonctionnement



Charge dynamiques (courbe de Wohler)



L'application d'une charge dynamique ou cyclique peut provoquer éventuellement la rupture à une valeur nettement inférieure.

Des tests montrent une résistance à la fatigue dépassant 35% de la résistance maximum du joint glissant collé sollicité en torsion.

Pour cette raison, un facteur de calcul supplémentaire de 0,30 doit être introduit pour une résistance permanente à la fatigue des joints sollicités en torsion. Celui-ci peut être porté à 0,35 dans le cas d'un frittage. Un facteur de 0,10 à 0,5 sera utilisé pour les sollicitations dynamiques axiales.



16. 2. 5. Exemples de résolution de problèmes

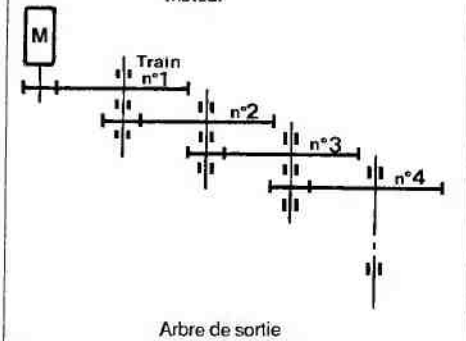
- Assemblage d'un axe et d'un pignon

Train d'engrenage d'une commande d'ouverture de porte (ROBOPORTE).

- Données :

- moteur électrique $P = 55 \text{ W}$ à 2600 t/mm pour un couple nominal de $0,02 \text{ daN.m}$.
- système de réduction à engrenage fournissant un couple de sortie de 10 daN.m .

Schéma de l'ensemble de l'engrènement



A l'origine les pignons (en 3 parties) étaient assemblés par soudure TIG (voilage des roues dentées).

- La solution de l'assemblage par collage étant adoptée, les calculs ne porteront que sur les efforts tangentiels dus à la transmission du couple.
- Gains obtenus par la technique de l'assemblage par collage : 30 % (gain sur l'usinage des pièces, gain sur la méthode d'assemblage).
- Le calcul de la fiche d'étude ci-contre ne concerne que le pignon du train N° 3.
- Pour des sollicitations alternées nous prendrons dans ce cas un facteur de limite de fatigue de 0,3.

- Cas d'un montage avec jeu

Roboport Jay - Electronique

Conception	Eléments de choix	Mode de liaison
Tracé adapté pour le collage	Acier 35 CD4 (axe et pignon) Application automatisable Compatibilité avec graisse Résistance en température = 60°C Sollicitations mouvement lent alterné	Données de l'avant-projet : $\varnothing 16 - L = 19$ $Ra = 1,6 \mu\text{m}$ Couple maxi = $30,11 \text{ daN.m}$ Tolérance = H7h8

Calcul

Avec résine LOCTITE 648

$$TB_2 = 17,5 \text{ à } 25 \text{ N/mm}^2$$

$$F_1 = 0,9 \text{ (matériau 35 CD4)}$$

$$F_2 = 1 \text{ (jeu } 0 \text{ à } 0,045)$$

$$F_3 = (Ra = 1,6 \mu\text{m})$$

$$F_4 = 0,095 \text{ (L/D = } 1,34 - \varnothing 16)$$

$$F_5 = 1 \text{ (température = } 60^\circ\text{C)}$$

$$\tau_{\text{mini}} = 17,5 \times 0,855 = 14,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{maxi}} = 25 \times 0,855 = 21,37 \text{ N/mm}^2$$

$$C = \tau \times S \times r$$

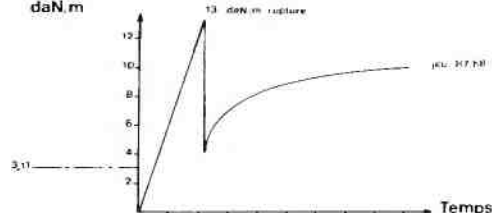
$$14,96 \times 955 \times 0,008 = 114 \text{ N.m} \quad 11,4 \text{ daN.m}$$

$$21,37 \times 955 \times 0,008 = 163 \text{ N.m} \quad 16,3 \text{ daN.m}$$

$$F = F_1 \cdot F_2 \cdot \dots \cdot F_5 = 0,855$$

$$11,4 < C \text{ en daN.m} < 16,3$$

Couple en daN.m



Cas d'un montage presse - colle

Traverse AR automobile

Conception	Eléments de choix	Mode de liaison
Presse / colle	Essieu : XC 10 Tube : XC 42 Environnement : intempéries - huile Sollicitations élevées Vibrations	Données de l'avant-projet : $\varnothing 47,5 - L = 40$ $Ra = 80 \text{ à } 100 \mu$ $Cn = 40 \text{ daN.m}$ Coefficient de sécurité : 4

Calcul

Avec résine LOCTITE 640

$$TB_2 = 1,25 \text{ à } 20 \text{ N/mm}^2$$

$$F_1 = 0,9 \text{ (matériau XC 10 et XC 42)}$$

$$\text{Serrage moyen } 0,1 \Rightarrow p = 27 \text{ N/mm}^2 \text{ (NF E 22-621)}$$

$$F_2 = 1 \text{ (serrage } 8 \text{ à } 15 \mu)$$

$$\text{Assemblage avec interférence montage à la presse}$$

$$F_3 = 0,9 \text{ (Ra = } 0,8 \text{ à } 1 \mu\text{m)}$$

$$\tau = 0,5 (\tau_{B_2} \times f_c) + 0,2 p$$

$$F_4 = 0,8 \text{ (L/D = } 1 - \varnothing 47)$$

$$\tau_{\text{mini}} = 0,5 (12,5 \times 0,648) + (0,2 \times 27) = 9,45 \text{ N/mm}^2$$

$$F_5 = 1 \text{ (- } 20^\circ\text{C} + 60^\circ\text{C)}$$

$$\tau_{\text{maxi}} = 0,5 (20 \times 0,648) + (0,2 \times 27) = 11,88 \text{ N/mm}^2$$

$$C = \tau \times S \times r$$

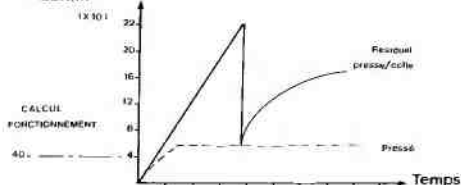
$$9,45 \times 10053 \times 0,04 = 1475 \text{ N.m} = 147,5 \text{ daN.m}$$

$$11,88 \times 10053 \times 0,04 = 1854 \text{ N.m} = 185,4 \text{ daN.m}$$

$$F = F_1 \cdot F_2 \cdot \dots \cdot F_5 = 0,648$$

$$147,5 < C \text{ en daN.m} < 185,4$$

Couple en daN.m



Note : pour des sollicitations élevées et mal définies nous prendrons comme facteur de limite de fatigue 0,35



16.3.1. Démarche de choix d'un produit de freinage

Données



Besoin



Eléments
du choix
(à prendre en
compte)



Calculs



Le cahier des charges du mécanisme étudié

- nombre de mécanismes prévus (série)
- sollicitations (vibrations, chocs...)
- contraintes mécaniques au niveau des éléments d'assemblage
- environnement intérieur (température, fluide...)
- environnement extérieur (température, fluide, pollution, atmosphère...)
- durée de vie du mécanisme
- contraintes exceptionnelles (cuisson, peinture, dégraissage, étanchéité...)
- nombre de démontages du mécanisme
- problèmes de sécurité et d'invulnérabilité

- nature des produits de freinage
- caractéristiques mécaniques
- résistance à la température
- viscosité
- aptitude au démontage
- conditions d'utilisation (préparation, pollution...)
- préparation des surfaces
- coefficient de frottement
- résistance aux solvants

Pour le choix du produit de freinage (tableau 16.3.3.)

- aptitude au démontage
- aptitude à la conservation
- coefficient de frottement
- aptitude à la résistance au cisaillement
- aptitude à la résistance résiduelle
- aptitude à la résistance à la température
- aptitude à la résistance aux solvants

Eléments de calcul de l'effort de desserrage pour un filetage au pas et au profil I.S.O.

- résistance au cisaillement en N/mm^2 (τ_{B1})
- résistance résiduelle en N/mm^2 (τ_p)
- diamètre à fond de filet en mm (Δ)
- diamètre du noyau de la vis en mm
- longueur engagée en mm (L)
- surface sur laquelle agit le produit en mm^2
- rapport entre le couple de desserrage et le couple de serrage
- coefficient de sécurité :
 - de la nature du matériau
 - du jeu diamétral
 - de l'influence de la température.



16.3.2. Bases de calcul - Définitions

Détermination de l'effort de desserrage

- En partant de l'hypothèse que l'on a affaire à un filetage au pas et profil de S.L., on démontre que la surface est égale à 1,6 fois la surface cylindrique à partir du diamètre à flanc de filet et de la longueur d'engagement.

- Le couple de desserrage est constitué de deux éléments :
 - Le couple de friction obtenu par la pression sous tête et sur filet.
 - Le couple résistant qui résulte de la présence du produit polymérisé.

Couple de friction

- L'effort de desserrage dû au couple de friction est inférieur à celui du couple de serrage à cause de la déformation élastique. On en déduit un coefficient de proportionnalité entre le couple de serrage et le couple de desserrage.

Couple dû au produit de freinage

- Les tableaux de caractéristiques indiquent les fourchettes de valeurs à prendre en considération.
- La surface sur laquelle agit le produit

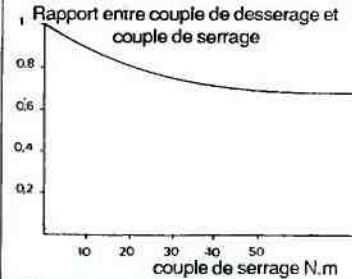
$$S = 1,6 \pi d L$$

- Le couple résistant produit par le frein de filet

$$C = 1,6 \pi d L \tau_{B1}$$

τ_{B1} : résistance au cisaillement du produit choisi.

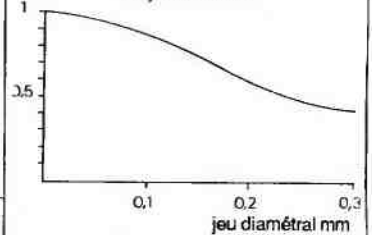
- Pour obtenir la valeur maximum du couple de déblocage, il faut ajouter une fraction du couple de serrage, en pratique 70 à 80 % de celui-ci.



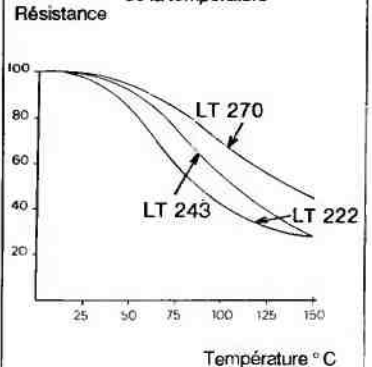
Coefficient de qualité des matériaux

	acier doux	acier alliés	fonte ou aluminium	acier inox oxydé noir	cuivre et alliages	acier zingué cadmié galvanisé
1	0,8 0,9	0,5 0,8	0,4 0,7	0,4 0,7	0,4	

Coefficient d'influence du jeu diamétral



Coefficient d'influence de la température



Exemple données

- Assemblage boulonné M 10 x 20, classe 8.8 acier phosphaté.
- Jeu à fond de filet : 0,08
- Diamètre du noyau de la vis : 8,5.
- Rapport L/D : 8/10
- Température de fonctionnement : 120° C
- Couple de serrage : 30 N.m

Calcul

- Surface = $1,6 \pi \times 10 \times 8 = 408 \text{ mm}^2$
- Couple de freinage avec le produit de freinage type 243
 $\tau_{B1} = 7,5 \text{ N/mm}^2$
- $C = 408 \times 7,5 \times 10/2 \times 10^{-3} = 15,3 \text{ N/mm}^2$
- Coefficient de réduction :
 - matériaux = 0,95
 - jeu = 0,9
 - température = 0,4
- **C mini** = $15,3 \times 0,95 \times 0,9 \times 0,4 = 5,2 \text{ N.m}$
- Couple de friction = 0,8 du couple de blocage.
- **Cf** = $30 \times 0,8 = 24 \text{ N.m}$

Résultats

Exemples d'application

- Couple de desserrage en fonctionnement : $C_D = 5,2 + 24 = 29,2 \text{ N.m}$
- Couple de desserrage maximum (20°C) : $C_M = 15,3 + 24 = 39,3 \text{ N.m}$

- Freinage énergétique de vis à cames de serrage de meules pour machines à poncer les sols, le produit 270 a été choisi pour cette application en raison des vibrations, de la chaleur dégagée par le frottement et du fait que les vis ne sont pas bloquées pour permettre la rotation de la came.
- Freinage des vis à tête fraisée du support moteur d'une talocheuse, le produit 222 est utilisé pour conserver une bonne démontabilité. Le freinage s'exerce aussi bien dans le filetage que sous la tête de la vis (excellente tenue aux vibrations).



16.3.3. Choix du type des produits de freinage

Type de produits	Référence LOCTITE	Aptitudes							Observations. Utilisations	
		Aptitude au démontage	Aptitude à la conservation	Coefficient de frottement		Aptitude à la résistance au cisaillement (τ_{B1})	Aptitude à la résistance résiduelle (1) (τ_p)	Aptitude à la résistance à la température		Aptitude à la résistance aux solvants
		(an)		N/mm ²	N/mm ²	°C				
ACRYLIQUES RESINES ANAEROBIES	ESTER METHACRYLATE (2)	221	facile	1	0,19	2,5 4,5	1,5 3,5	- 50 + 150	bonne	- Viscosité moyenne. - Vis et écrous Ø 2 à 8, vis pas fin, vis de réglage. - Vis à tête fraisée à empreinte faible, petits goujons.
		222	facile	1	0,16	1,5 4	1 2	- 50 + 150	bonne	- Pouvoir de fixation modéré, mais bonne résistance aux vibrations et bonne étanchéité. - Vis à pas fin, vis de réglage jusqu'à M 16.
		225	facile	1	-	2 3	1 2	- 50 + 150	bonne	- Produit à forte viscosité pour jeux importants. - Polymérisation un peu moins rapide. - Vis à tête fraisée à empreinte faible, petits goujons. - Vis à pas fin, vis de réglage.
		241	normal	1	0,18	4,5 6,5	4,5 6,5	- 50 + 150	bonne	- Viscosité moyenne. - Vis et écrous Ø 8 à 20, toute visserie standard protégée ou non par un traitement de surface. - Goujons, boulons standards.
		243	normal	1	0,14	5 7,5	2 2,5	- 50 + 150	excel.	- Pouvoir de fixation moyen. - Freinage efficace contre les vibrations et les chocs. - Vis et écrous Ø 8 à 20, toute visserie standard protégée ou non par un traitement de surface. - Goujons, boulons standard.
		245	normal	1	-	4 7	4 7	- 50 + 150	bonne	- Produit à forte viscosité pour jeux importants. - Vis et écrous Ø 8 à 20, toute visserie standard protégée ou non par un traitement de surface. - Goujons, boulons standard.
		262	difficile	1	0,11	7 11	10 15	- 50 + 150	bonne	- Efficacité maximum de freinage en présence de vibrations et de chocs. - Goujons, vis courtes. - Montage inviolable.
		270	difficile	1	0,22	8 12	10 15	- 50 + 150	excel.	- Efficacité maximum de freinage en présence de vibrations et de chocs. - Recommandé pour les jeux importants. - Goujons, vis courtes - montages inviolable.
		275	difficile	1	-	7,5 12,5	10 15	- 50 + 150	bonne	- Produit à forte viscosité pour jeux importants. - Goujons - vis courtes. - Montage inviolable suivant dimensions et qualité de la vis ou de l'écrou.
290	difficile	1	0,24	4 6,5	10 15	- 50 + 150	excel.	- Produit fluide pour freinage par capillarité après assemblage. - Goujons, vis courte - montage inviolable suivant dimensions et qualité de la vis ou de l'écrou.		

(1) moyenne des valeurs mesurées au déblocage après 1/4, 1/2, 3/4 et 1 tour de dévissage.

(2) Ester méthacrylate : faculté de cohésion et de blocage.

Note : Les produits de freinage sont tous à base Ester- méthacrylate, ils se différencient par la quantité d'additif qui modifie leurs caractéristiques.

16.4 . Etanchéité des filetages

NF T 78-001 à 011

FRAMET - LOCTITE



16.4.1 Choix du type des produits d'étanchéité

Type de produits	Référence LOCTITE	Aptitudes au remplissage (valeur du jour diamétral admissible)							Observations . Utilisations
		(mm)	(h)	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N mm / mm ²	° C	
ACRYLIQUES RESINES ANAEROBIES ESTER METHACRYLATE	577 Tubétanche	0,8	4 6	-	6 10	2 4	-	- 50 + 125	<ul style="list-style-type: none"> - Durcit à l'abri de l'air libre, convient sur les filetages de forts diamètres à jeu et rugosité importante. - Utilisé en hydraulique, pneumatique, gaz et autres fluides, conduites d'eau, assure l'étanchéité immédiate sous faible pression. - Résistance aux solvants et à l'eau chaude.
	572 Calorétanche	0,2	16 24	2-4	2-4	0,6 2	0,1 0,5	- 55 + 150	<ul style="list-style-type: none"> - Rend étanches les tuyauteries de tous fluides jusqu'à 3 pouces de diamètre. - Son adjonction de PTFE facilite le vissage et le dévissage, bien adapté aux démontages fréquents. - Etanchéité immédiate sous faible pression.
	542 Oléorétanche	0,2	0,5 1	4-6	4-6	4-6	0,5 1	- 55 + 150	<ul style="list-style-type: none"> - Spécial pour l'étanchéité des canalisations de circuits hydrauliques. - Convient également aux circuits pneumatiques jusqu'à 3/4 de pouce. - Etanchéité après quelques minutes selon l'importance du jeu à combler.
	586 Frigétanche	0,5	8 16	-	7,5 12,5	10 15	-	- 55 + 150	<ul style="list-style-type: none"> - Assure l'étanchéité parfaite des tuyauteries qui véhiculent des fluides de réfrigération, ainsi que leur résistance aux chocs et aux vibrations. - Très haute résistance aux milieux abrasifs. - Adapté pour l'étanchéité des circuits d'appareils frigorifiques (fréon, gaz agressif). - Rend inviolable les bouchons, les valves, etc.
	290 Porétanche	0,1	0,5 16	-	4 6,5	10 15	-	- 55 + 150	<ul style="list-style-type: none"> - Elimine les fuites dues aux porosités de soudure ou de fonderie. Résiste aux hautes pressions et à l'action des solvants. - Après vidange, peut colmater les fuites sans démontage. - Permet le freinage et l'étanchéité après assemblage.
	932	0,15	1 24	-	0,75 1,75	0,25 1	-	- 55 + 150	<ul style="list-style-type: none"> - La faible résistance au cisaillement permet un démontage facile des éléments fragiles, à pas fin ou à fort engagement de filetage. - Résistant aux vibrations et protège l'interface de la corrosion.

(τ_{B1}) : au déblocage sur vis M 10 acier

(τ_p) : friction moyenne à 1/4, 1/2, 3/4 et 1 tour après déblocage

Ester méthacrylate : Faculté de cohésion et de blocage, leurs caractéristiques varient en fonction de la quantité d'additif ajoutée.



16.4.2. Compatibilité d'emploi des produits d'étanchéité des filetages

* Produits d'étanchéité utilisables : 577 - 572 - 542 - 586 - 932 - 290 (voir réf 16.4.1)

Acétate de butyle	*	Essence de pétrole	*	Solvants chlorés	*
Acétate de cellulose	*	Esters	*	Soude	577 - 586
Acétate de nickel	*	Ethylène glycol	*	Sulfate de baryum	*
Arsénate de plomb	*	Extrait de foie	*	Sulfate de cuivre	*
Acétone	*	Fluide de freinage	*	Sulfate de fer	*
Acide acétique	577 - 586	Formaldéhyde	577 - 586	Sulfate de manganèse	*
Acide acétylsalicylique	*	Furfural	*	Sulfate de nickel	*
Acide acrylique	*	Gélatine	*	Sulfate de plomb	*
Acide borique	*	Glucose	*	Teinture d'iode	*
Acide carbonique	577 - 586	Glycol	*	Térébenthine	*
Acide citrique	577 - 586	Goudron de houille	*	Tétrachlorure de carbone	*
Acide formique	*	Graisse animale	*	Tétrachlorure d'étain	*
Acide gallique	577 - 586	Hexachlorobenzène	*	Trichloréthane	*
Acide hydrobromique	*	Huile de lin	*	Trichloréthylène	*
Acide hydrochlorique	*	Hydroxycarbonate de magnésium	*	Zinc oxyde	*
Acide lactique	*	Hyposulfite d'ammonium	*		
Acide muratique	577 - 586	Jus de fruit	*	GAZ	
Acide nicotinique	577 - 586	Kaolin	*	Acétylène	*
Acide nitrique 20 %	577 - 586	Kérosène	*	Air	*
Acide oléique	*	Lactose	*	Ammoniaque	*
Acide oxalique	*	Lait	*	Argon	*
Acide phosphorique	577 - 586	Latex	*	Butane	*
Acide sulfurique	577 - 586	Lécithine	*	Butadiène	*
Alcool éthylique	*	Maltose	*	Butylène	*
Alcool isopropylique	*	Mercuré	*	Gaz carbonique	*
Ammoniaque	577 - 586	Méthyléthylcétone	*	Oxyde de carbone	*
Ammonium bifluorure	*	Naphtaline	*	Gaz d'éclairage	*
Aniline	*	Nicotine	*	Ethane	*
Bain d'anodisation	*	Nitrate d'ammonium	*	Ethylène	*
Bain de chromage	577 - 586	Nitrate de fer	*	Fréon (11, 12, 21, 22)	586
Bière	*	Nitrate de mercure	*	Gaz de hauts fourneaux	586
Bromure de potassium	*	Nitrobenzène	*	Hélium	*
Chaux	*	Nitrocellulose	*	Hydrogène	*
Chlorure de fer	*	Oxyde de plomb	*	Isobutane	*
Chlorure de lithium	*	Paraffine	*	Méthane	*
Chlorure de magnésium	*	Pétrole	*	Chlorure de méthyle	*
Chlorure de manganèse	*	Phénol	*	Azote	*
Chlorure de mercure	*	Sang	*	Propane	*
Chlorure de nickel	*	Saumure	*	Propylène	*
Chlorure de sodium	*	Silicones	*	Anhydride sulfureux	*
Citron	*	Solvants aromatiques	*	Vapeur d'acide sulfurique	*
Créosote	*			Vapeur de titane	*

Tous les produits d'étanchéité sont des produits anaérobie à base d'ester métacrylate (faculté de cohésion et de blocage).
Leurs caractéristiques varient en fonction de la quantité d'additif ajoutée.

16. 5. Etanchéité des plans de joint

NFT 76-001 à 011

FRAMET - LOCTITE



Choix du type des produits d'étanchéité

Aptitudes	Type de produits	Référence LOCTITE	Jeu admissible		Mise en service		Aptitude à la résistance à la traction (sur acier)		Aptitude à la résistance en traction - cisaillement		Aptitude à la résistance à la pression de service		Aptitude à la résistance aux solvants		Aptitude à la résistance à la température		Observations. Utilisations	
			(mm)	(h)	N/mm ²	N/mm ²	bar			°C								
ACRYLIQUES RESINES ANAEROBIES	ESTER METHACRYLATE (facilité de cohésion et de blocage)	574	0,50	16	4 - 6	5 - 10	250	moy	- 55 + 150	<ul style="list-style-type: none"> - Pour toutes applications et remplacement de joints découpés, très bien adapté à la fonction d'étanchéité des plans de joints usinés. - Polymérisation très rapide aux basses températures. - Après polymérisation complète peut assurer une étanchéité sous une pression de 350 bars avec un joint de 10 mm de largeur et un jeu de 0,05 mm. 								
		Instajoint																
		510	0,15	2 - 3	10 12	7 - 9	300	Excel	- 55 + 200	<ul style="list-style-type: none"> - Applications hautes température et conditions de fonctionnement sévères. - Résiste aux fluides et aux gaz industriels corrosifs. - Convient pour des surfaces imparfaitement dégraissées - Etanchéité immédiate après assemblage. - Polymérisation rapide sur l'acier et l'aluminium pour des jeux jusqu'à 0,15 mm. 								
		Instajoint																
		549	0,10	8 16	10 15	10 20	> 300	Excel	- 55 + 150	<ul style="list-style-type: none"> - Applications mécaniques nécessitant une résistance élevée. - Convient pour des assemblages des pièces soumises à des couples et à des vibrations importants. - Convient aux assemblages rarement démontés. - Etanchéité complète après 24 h de polymérisation à 22 °C. 								
Autoform																		
		573	0,10	16 24	25 4	4 - 7	250	Excel	- 55 + 150	<ul style="list-style-type: none"> - Applications à jeu moyen et facilité de démontage. - Utilisé pour des essais d'étanchéité. - Surfaces de contact douce (fraisage), n'apporte aucune surépaisseur de joint (métal sur métal). - Excellente résistance à la plupart des fluides et solvants. 								
		Sérjoint																
ACRYLIQUE ANAEROBIE FLEXIBILISE		518	1,25	2 3	-	3,5 7	250	moy	- 55 + 150	<ul style="list-style-type: none"> - Bon allongement (30%). - Ininflammable. - Automatisation du travail possible. - Etanchéité immédiate et positionnement précis et économique. - Avec activateur. 								
		Unijoint																
ELASTOMERE		Silicomet joint bleu	-	1 24	2,5 3	2,5 3	-	(1)	- 50 + 200	<ul style="list-style-type: none"> Excellente : oxygène, eau salée, rayons UV Bonne : amoniaque, soude, alcool, huiles Mauvaise : chlore, essence légère. - Pour l'étanchéité des pièces avec jeu, ou non usinées, grande souplesse du joint. - Ne présente pas d'inconvénient pour le démontage 								

Note : Les produits d'étanchéité des plans de joints sont tous à base Ester méthacrylate. Ils se différencient par la quantité d'additif qui modifie leurs caractéristiques.



16.6.1. Démarche de choix d'une colle

Données

Besoin

Éléments
du choix
(à prendre
en compte)

Dimension-
nement

Le cahier des charges du mécanisme étudié

- nombre de mécanismes prévus (série)
- efforts à transmettre
- sollicitations (vibrations, chocs...)
- contraintes mécaniques (traction, cisaillement, compression, pelage)
- nature des matériaux des éléments à assembler et traitement de surface
- environnement intérieur (température fluide...)
- environnement extérieur (température, fluide, poussières, pollution, atmosphère...)
- durée de vie du mécanisme
- géométrie des pièces et des joints (surfaces en contact...)
- contraintes exceptionnelles (cuisson, peinture, dégraissage, stockage, accidentelles...)

- nature de la colle
- caractéristiques mécaniques de la colle
- résistance à la température
- viscosité
- temps de prise
- conditions d'utilisation (préparation, pollution...)
- préparation des surfaces

Pour le choix du type de colle (tableau 16.6.3)

- aptitude au remplissage (jeu maximum)
- aptitude à la conservation
- aptitude à la résistance à la traction, cisaillement
- aptitude à la résistance à la traction
- aptitude à la résistance aux chocs
- aptitude à la résistance à la température
- aptitude à la résistance aux solvants
- surface du joint de recouvrement

Dimensionnement de joints collés symétriques à recouvrement simple

- épaisseur du support en mm (S)
- longueur du recouvrement en mm (l)
- largeur du recouvrement en mm (h)
- résistance au cisaillement de la colle en MPa (τ_f)
- charge s'exerçant sur l'assemblage en N (F)

Dimensionnement d'emmanchements cylindriques sollicités en traction

- diamètre extérieur du tube intérieur en mm } D
- diamètre intérieur du tube extérieur en mm
- épaisseur du tube le plus mince en mm (S)
- longueur de l'emmanchement en mm (L)

Dimensionnement d'emmanchements cylindriques sollicités en torsion

- moment du couple transmis en N.mm (M_C) } D
- diamètre extérieur du tube intérieur en mm
- diamètre intérieur du tube extérieur en mm
- longueur de l'emmanchement en mm (L')



16.6.2. Bases de calcul - Définitions.

Détermination approchée du dimensionnement

Jointes collés symétriques à recouvrement simple

- La contrainte de rupture (τ) de ce joint est proportionnelle au facteur de forme (f) s'il est compris entre les valeurs 0 et 0,1.

$$f = \frac{\sqrt{S}}{l} \quad (1) \quad \tau = K f$$

(1) cette relation est valable lorsque $0 \leq \frac{\sqrt{S}}{l} \leq 0,06$

K : coefficient de proportionnalité : la droite est tracée en fonction de τ_r d'un type de colle choisi pour un facteur de forme (f) = 0,1.

- Détermination de la longueur de recouvrement efficace (l_0)

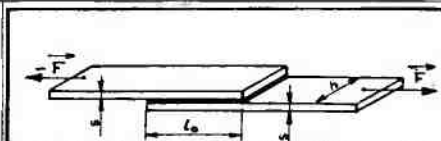
$$l_0 = \frac{\sqrt{S}}{0,06} \quad \text{valeur limite au delà de laquelle les performances du joint ne sont plus significatives.}$$

- D'où la valeur de la résistance à la rupture du joint :

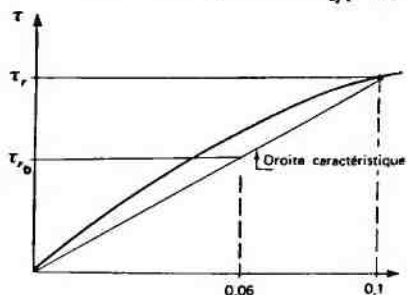
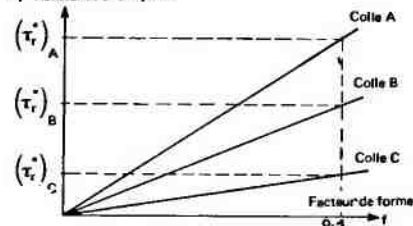
$$\tau_{r0} = 0,06 \tau_r \quad \frac{l}{\sqrt{S}} = 0,6 \tau_r$$

- Vérification de la charge de rupture qui doit être supérieure à la charge à laquelle l'assemblage est soumis :

$$F_{r0} = \tau_{r0} \cdot l_0 \cdot h \cdot F$$



τ_r Résistance à la rupture



Emmanchements cylindriques sollicités en :

Traction

a / Cas des tubes

- Même démarche que ci-dessus : prendre $h = \pi D$ et S (épaisseur du tube le plus mince)

b / Cas des cylindres

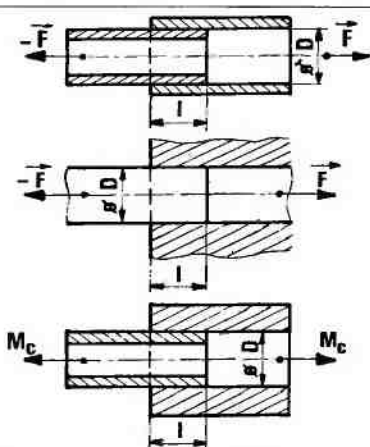
- Profondeur minimale d'emmanchement (l_0)

$$l_0 = \frac{\pi D \tau_r}{F} \quad \text{en pratique prendre} \quad l = 1,25 l_0$$

Torsion

- Même démarche que pour le dimensionnement des joints symétriques

$$F_r = \frac{2M_c}{D} \quad M_c : \text{Moment du couple transmis en N mm} \\ D : \text{en mm et } F_r : \text{en N}$$



Exemple

Calcul

Résultats

Soit à assembler deux tôles d'épaisseur (S) 2 mm, de largeur (h) 50 mm, avec une colle type 340 de résistance à la traction - cisaillement (τ_r) 15 MPa, soumis à une force $F = 5000$ N

$$l_0 = \frac{\sqrt{2}}{0,06} = 23,5 \text{ mm} \quad \tau_{r0} = 0,6 \times 15 = 9 \text{ MPa} \quad F_{r0} = 9 \times 23,5 \times 50 = 10575 \text{ N}$$

- Ce mode d'assemblage répond largement aux conditions imposées. On pourrait donc diminuer la longueur du joint de recouvrement ou choisir une colle moins performante.
- Compte tenu des conditions d'environnement (température, vibrations, chocs accidentels...), il est conseillé de garder cette marge de sécurité.

Nota : le collage par adhésion de ces tubes ne peut être cependant considéré comme un cas d'assemblage mécanique étant donné l'importance du jeu ($> 0,5$).

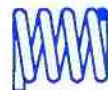


16.6.3. Choix des colles

Type de produits	Référence LOCTITE	Aptitudes								Observations. Utilisations
		Aptitude au remplissage (mm)	Aptitude à la conservation an	Aptitude à la résistance en traction - cisaillement N/mm ²		Aptitude à la résistance à la traction N/mm ² / J/cm ²		Aptitude à la résistance aux chocs °C	Aptitude à la résistance aux solvants Surface du joint de recouvrement	
Acrylique modifié	330	< 0,5	1	15 20	--	1,5 2,5	- 55 + 150	moy	grande	- Métaux - Matières plastiques - Bois - Ciment - Tissus.
Acrylique modifié	340	< 0,5	1	15 20	--	--	- 55 + 150	bonne	grande	- Métaux, - Collage des tôles pouvant être grasses avec passage en tunnel de cuisson de peinture.
Epoxy modifié	344	< 2	--				- 50 + 100	bonne	grande	- Métaux, - Grande résistance au pelage et aux chocs.
Acrylique modifié	351	< 0,5	1	--	7,5 10	--	- 55 + 100	moy	moy	- Métaux - Verre - Matières plastiques.
Cyanoacrylate	415	< 0,1	0,5	20 25	30 35	2 2,5	- 60 + 80	moy	petite	- Métaux - Matières plastiques - Bois - Ciment - Tissus. - Bonne résistance aux efforts dynamiques.
Cyanoacrylate	460	< 0,1	0,5	13 20	--	--	- 60 + 80	moy	petite	- Métaux - Matières plastiques - Caoutchouc - Elastomères. - Collage de pièces de présentation.
Cyanoacrylate	496	< 0,1	0,5	22,5	35	2	- 60 + 80	bonne	petite	- Métaux - verre - Matières plastiques. - Bonne tenue, sur métaux exposés à des conditions climatiques sévères.
Cyanoacrylate flexibilisé	405	< 0,1	0,5	20	--	--	- 60 + 80	moy	petite	- Métaux - Matières plastiques. - Grande résistance au pelage permettant le collage de métaux ou plastiques flexibles.
Cyanoacrylate	406	< 0,1	0,5	20	--	--	- 60 + 80	moy	petite	- Matières plastiques - Caoutchouc - Elastomères - Collage EPDM* polypropylène ... - Grande réactivité avec divers substrats - Grande résistance à l'humidité.
Cyanoacrylate	407	< 0,1	0,5	17,5	23,5	1,5	- 60 + 120	moy	petite	- Métaux - Matières plastiques - Caoutchouc - Elastomères. - Bon vieillissement en température.
Cyanoacrylate	495	< 0,1	0,5	12 17,5	20 25	1 1,	- 60 + 80	moy	petite	- Matières plastiques - Caoutchouc - Elastomères. - Emploi général.
Acrylique anaérobie	326	< 0,5	1	12,5 20	25 35	1 2,5	- 55 + 110	bonne	moy	- Métaux - Matières plastiques. - Résistance traction, chocs, vibrations.
Acrylique UV	UV 350	< 0,1	1	--	10 14	--	- 55 + 90	moy	petite	- Métaux - Verre - Matières plastiques.
Elastomère	Silico met	< 8	1	--	27	--	- 50 + 250	mauv	grande	- Métaux - Verre - Matières plastiques - Bois - Ciment - Tissus imprégnés.
Epoxy	Poxyc omt. rapide	< 1	1	18	15	4	- 35 + 120	bonne	moy	- Métaux - Matières plastiques - Bois - Ciment - Tissus. - Entretien - Réparation.
Epoxy	Poxyc omt. standard	< 1	1	18,3	20	5	- 35 + 120	bonne	grande	- Métaux - Matières plastiques - Bois - Ciment - Tissus. - Longue conservation.

* EPDM. Ethylène Propylène Diène Moromère

17. Les ressorts : ressorts formés à froid rondelles ressort



Guide de
CHOIX



Fiche de
CALCULS



Banque de
DONNEES

Les ressorts

17.1 .	Choix des métaux usuels à ressort	366
17.2 .	Démarche de détermination d'un ressort	367
17.3 .	Bases de calcul - Définitions	368
17.4 .	Calcul et dessin d'un ressort	369
17.5 .	Tolérances dimensionnelles des ressorts de traction et de compression	370
17.6 .	Règles spéciales pour les ressorts travaillant à l'endurance	370
17.7 .	Représentations normalisées	371

Les rondelles ressort (Belleville)

17.8 .	Démarche de choix d'une rondelle ressort	372
17.9 .	Désignation et tolérances des rondelles ressort	373
17.10 .	Exemples de calcul d'un ressort	374
17.11 .	Dimensions et caractéristiques des rondelles ressort	375
17.12 .	Exemples de montages des rondelles ressort	376

17.1. Choix des métaux usuels à ressort

VANEL



Aptitudes →		Endurance						Observations - utilisations
Métaux ↓			Résistance à la température (°C)	Module d'élasticité G (daN/mm ²)	Dimensions usuelles (mm)	Résistance à la corrosion	Facilité d'approvisionnement	
	Métaux non revêtus	Acier à ressort XC 70	+	100	8000	0 à 13	-	++
Corde à piano suédoise XC 85		++	100	8200	0 à 8	-	+	- Utilisation pour les ressorts de qualité - Bonne tenue aux fréquences élevées
Fil suédois trempé à l'huile OTEVA 20 XC 70		++	150	8000	1 à 8	-	-	- Spécialement utilisé pour les ressorts d'endurance (ressorts de soupape d'automobile, etc.)
Fil suédois trempé à l'huile Otéva 70 au chrome-silicium		++	200	8000	1 à 8	-	-	- Peut résister à la fois à l'endurance et aux chocs - Ressorts de suspension (très grosses charges)
Acier inox à ressort Z15 CN 18.08		+	250	7000	0 à 10	++	++	- Très légèrement magnétique à l'état écroui - Machines alimentaires - Moteur automobiles
Inconel 600 Z 15 CN 73-15		+	350	7350	0 à 10	++	0	- Bonne tenue à haute température et à la corrosion. - Utilisé en nucléaire
Bronze phosphoreux à ressort UE 7 P		+	100	4200	0 à 6	++	-	- Bonnes propriétés mécaniques - Bon conducteur de l'électricité - Ressorts de contact électrique
Bronze au Béryllium U Be 2		++	100	4800	0 à 4	++	0	- Bonnes propriétés mécaniques, résistance et endurance élevées. Inapte pour les ressorts de traction. Ressorts de contact de balais, etc.
Métaux revêtus	Acier à ressort Zingué XC 70	+	100	8000	0,3 à 4	++	+	- Bonnes résistance mécanique - Prix intéressant mais tend à être remplacé par l'inox.
	Corde à piano suédoise étamée XC 80	++	100	8200	0 à 1	++	-	- Très bonne résistance mécanique - Utilisé pour les petits ressorts de qualité - Tend à être remplacé par l'inox

Légende: ++ très bonne; + bonne; - moyenne; 0 mauvaise

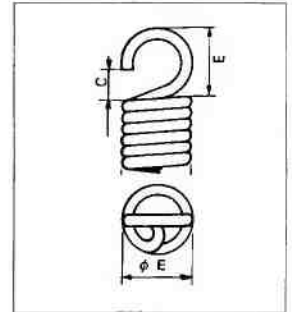
17.2. Démarche de détermination d'un ressort



Ressort de traction



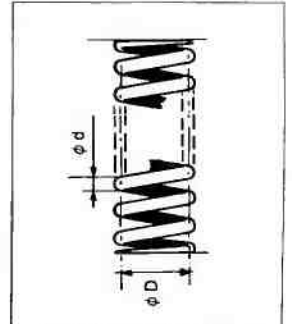
- Détermination des efforts 17.3.
- Détermination des encombrements 17.4.
- Choix du métal 17.1.
- Choix du taux de travail, tableau 17.3 ou graphique 17.5.
- Calcul du diamètre du fil 17.3.
- Calcul de la longueur libre correspondante et vérification de sa compatibilité 17.4.
- Vérification du taux de travail initial (R_0) acceptable 17.3.



Ressort de compression



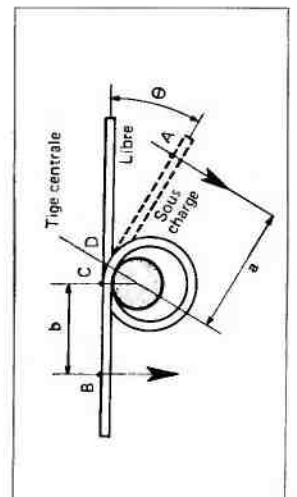
- Détermination des efforts 17.3.
- Détermination des encombrements 17.4.
- Choix du métal 17.1.
- Calcul du diamètre du fil 17.3.
- Calcul du nombre de spires utiles 17.3.
- Calcul de la hauteur à bloc théorique et vérification de sa compatibilité 17.4.
- Prévoir une garde entre la hauteur maximum à bloc calculée du ressort et l'emplacement disponible pour le fonctionnement. Cette garde doit être d'au moins 5% de la hauteur comprimée à bloc, avec un minimum de $d/2$.
- Vérification du taux de travail à bloc acceptable 17.3.



Ressort de torsion

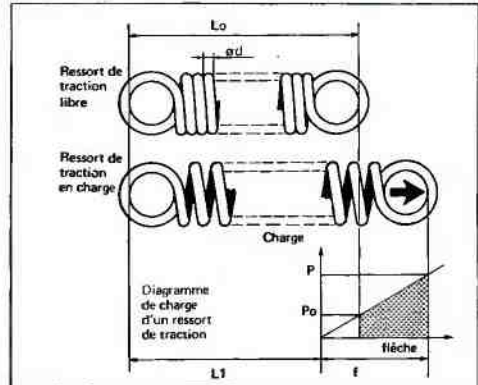
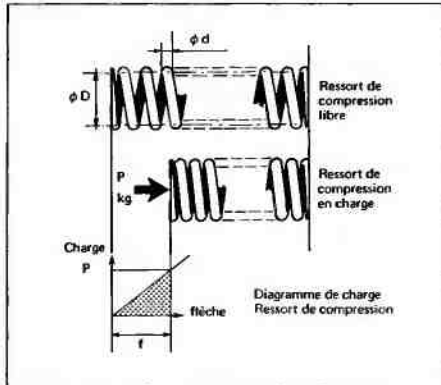


- Détermination des efforts 17.4.
- Détermination des encombrements 17.3.
- Choix du métal 17.1.
- Calcul du diamètre du fil 17.3.
- Calcul du nombre de spires utiles 17.3.
- Prévoir un jeu d'au moins 15% du diamètre intérieur entre le diamètre intérieur, en position de travail maximum et la tige centrale.
- Nota : au travail, la déformation n'est pas linéaire, ce qui peut poser de réels problèmes de fonctionnement.
- lorsque cela est possible, le ressort de torsion peut être remplacé avantageusement par un ressort de traction ou un ressort de compression.
- ressort difficile à contrôler au niveau de ses caractéristiques mécaniques, il doit être vérifié sur son montage réel d'utilisation.
- nécessite un bon ajustement de l'axe par rapport au diamètre du ressort.



17.3. Bases de calcul - Définitions

VANEL



Calcul de la flèche (f) ou du nombre de spires (n)

- f : flèche du ressort en mm
- P : charge appliquée en daN
- D : diamètre moyen du ressort mm
- n : nombre de spires utiles 17.3.
- G : module d'élasticité daN/mm² 17.1.
- d : diamètre du fil en mm pris de préférence dans les diamètres suivants : 0,15 - 0,20 - 0,25 - 0,30 - 0,35 - 0,40 - 0,45 - 0,50 - 0,55 - 0,60 - 0,65 - 0,70 - 0,75 - 0,80 - 0,85 - 0,90 - 0,95 - 1 - 1,1 - 1,2 - 1,3 - 1,4 - 1,5 - 1,6 - 1,7 - 1,8 - 2 - 2,3 - 2,5 - 2,8 - 3 - 3,2 - 3,5 - 3,8 - 4 - 4,2 - 4,5 - 4,8 - 5 - 5,5 - 6 - 6,5 - 7 - 7,5 - 8 - 8,5 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14.

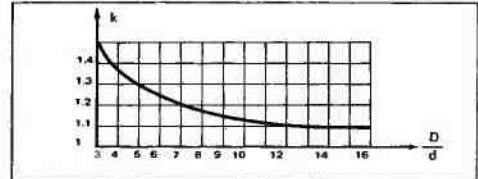
$$f = \frac{8PnD^3}{Gd^4} \quad \text{ou} \quad n = \frac{fGd^4}{8PD^3}$$

Nota : Pour les ressorts de traction, la flèche (f) n'est pas comptée depuis la longueur L₀, mais depuis L₁ (fictive).
La charge P₀ à la longueur L₀, est la tension initiale.

Calcul du taux de travail

$$R = \frac{2,55 PD}{d^3} \cdot k \quad \text{ou} \quad d^3 = \frac{2,55 PD}{R} \cdot k$$

R : taux de travail en daN/mm² (contrainte de torsion dans le métal)
K : coefficient de correction dû à l'enroulement



Nota : le coefficient k n'est à prendre en considération que dans le cas d'un taux de travail en service.
pour le taux de travail [maximum à bloc d'un ressort de compression, prendre k = 1 (tableau ci-dessous)]

Tableaux des taux de travail à adopter

Valeur en daN/mm² pour k = 1

Ø du fil	Acier	Corde Suédoise	OTEVA	Chrome silicium	Inox	Bronze phosphoreux	Bronze béryllium
0 à 0,2	130	150	-	-	110	60	70
0,2 à 0,4	125	140	-	-	100	55	65
0,4 à 0,8	115	130	-	-	95	55	65
0,8 à 1,5	110	115	90	120	90	55	65
1,5 à 3	100	105	80	110	80	50	60
3 à 6	80	85	70	95	60	50	60
6 à 12	50	70	60	80	45	-	-

Nota : ces valeurs peuvent être majorées de 15% par traitement thermique et par compression à bloc (préconformation).

Coefficient k modifié en fonction du rapport D/d suivant la courbe ci-dessus. Valeurs en daN/mm² à utiliser avec le coefficient k.

Ø du fil	service	Acier			Corde suédoise			OTEVA			Chrome silicium			Inox			Bronze phosphoreux			Bronze béryllium		
		léger	moyen	sévère	léger	moyen	sévère	léger	moyen	sévère	léger	moyen	sévère	léger	moyen	sévère	léger	moyen	sévère	léger	moyen	sévère
0 à 0,2	105	90	60	120	110	85	-	-	-	-	-	-	90	80	85	50	45	35	60	55	40	
0,2 à 0,4	100	85	55	115	100	80	-	-	-	-	-	-	85	75	60	45	40	30	55	50	35	
0,4 à 0,8	95	80	50	105	90	70	-	-	-	-	-	-	80	75	55	45	40	30	55	50	35	
0,8 à 1,5	90	75	45	95	85	65	75	65	60	100	90	65	75	65	50	45	40	30	55	50	35	
1,5 à 3	70	65	40	80	75	50	70	60	50	90	80	60	65	55	40	40	35	25	50	40	30	
3 à 6	60	55	30	65	60	40	60	50	40	80	70	50	50	45	35	40	35	25	50	40	30	
6 à 12	40	35	25	60	50	35	50	40	30	70	60	40	40	35	25	-	-	-	-	-	-	

Nota : pour les ressorts de traction, diminuer le taux de 10%.

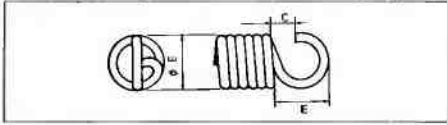
17.4. Calcul et dessin d'un ressort



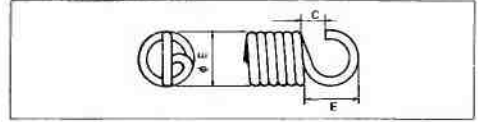
Ressorts de traction

- Forme des boucles

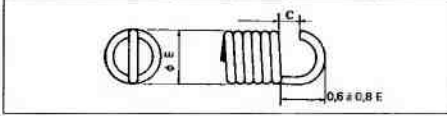
A. Boucle complète normale (œillet anglais)



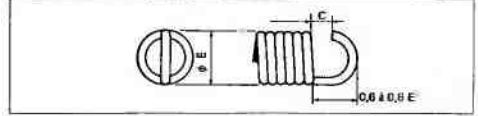
B. Boucle sur le côté



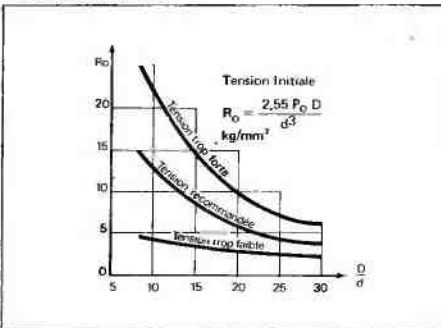
C. Demi-boucle relevée (œillet allemand)



D. Boucle allongée au centre



- Tension initiale



Ce graphique est tracé pour un fil de 100 daN/mm². Le résultat peut être corrigé par une règle de trois pour les autres fils (utiliser les nombres des tableaux 17.3).

- Relations à observer

- Boucles A et B : $L = (n+1) d + 2D$
- Boucle C : $L = (n+1) d + 1,4D$
- Boucle D : $L = (n+1) d + 2b$
- L = Longueur totale extérieure
- n = Nombre de spires utiles
- D = Diamètre moyen du ressort
- d = Diamètre du fil

Ressorts de compression

- Forme des extrémités

Simplement coupées



Simplement meulées



Rapprochées non meulées



Rapprochées et meulées



- Relations à observer

Forme des extrémités	Simplement coupées	Simplement meulées
Nombre de spires utiles (n)	$n = N - 1/2$	$n = N - 1$
Nombre de spires totales (N)	$N = \frac{L-d}{p}$	$N = \frac{L-d/2}{p}$
Hauteur comprimée à bloc (H)	$H = d (N+1)$	$H = d (N + 1/2)$
Longueur libre (L)	$L = d + Np$	$L = d/2 + Np$
Pas (p)	$p = \frac{L-d}{N}$	$p = \frac{L-d/2}{N}$

Forme des extrémités	Rapprochées non meulées	Rapprochées et meulées
Nombre de spires utiles (n)	$n = N - 2$	$n = N - 2$
Nombre de spires totales (N)	$N = n + 2$ $N = 2 + \frac{L-3d}{p}$	$N = n + 2$ $N = 2 + \frac{L-2d}{p}$
Hauteur comprimée à bloc (H)	$H = d (N + 1)$	$H = d N$
Longueur libre (L)	$L = 3d + np$	$L = 2d + np$
Pas (p)	$p = \frac{L-3d}{n}$	$p = \frac{L-2d}{n}$

Ressorts de torsion

- Déformation

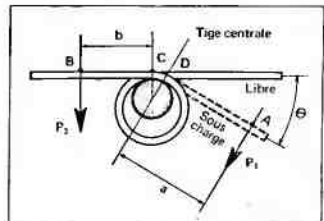
$$\theta = \frac{465 M l}{G d^4}$$

θ : angle de rotation
 M : couple appliqué au ressort en daN.mm
 $M = a \times P1 = b \times P2$
 l : longueur du fil participant à la déformation

- Taux de travail

$$R = \frac{10,4 M}{d^3}$$

$I = n \pi D + \frac{BC}{3} + \frac{DA}{3}$ n : nombre de spires
 D : Ø moyen en mm
 G : module d'élasticité du fil 17.1.
 d : diamètre du fil en mm
 R : contrainte développée dans le fil en daN/mm²



17.5. Tolérances dimensionnelles des ressorts de traction et de compression



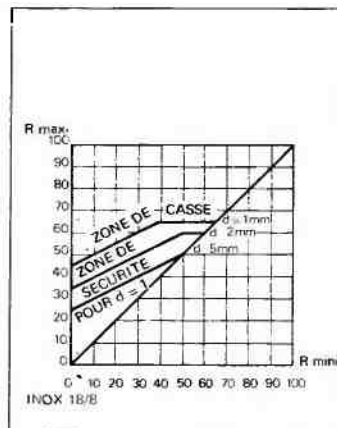
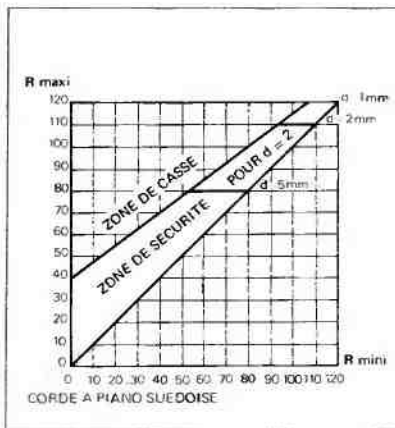
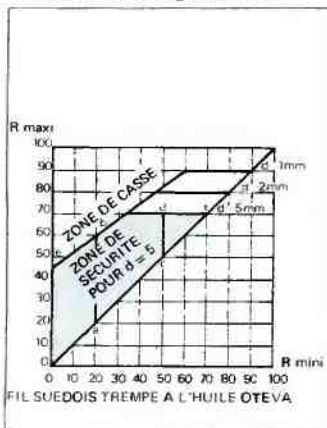
Tableau des tolérances en mm sur \varnothing extérieur		Diamètre du fil en mm						
		0,2	0,4	0,8	1,5	3	6	12
E diamètre extérieur du ressort en mm	2	$\pm 0,15$	$\pm 0,1$					
	4	$\pm 0,4$	$\pm 0,25$	$\pm 0,2$				
	8	$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$	$\pm 0,25$			
	15			$\pm 0,8$	$\pm 0,4$	$\pm 0,3$		
	30				$\pm 0,1$	$\pm 0,6$	$\pm 0,5$	
	60					$\pm 1,5$	± 1	$\pm 0,8$
	120					$\pm 2,5$	± 2	

Tableau des tolérances en mm sur longueur libre		Diamètre moyen ressort / diamètre du fil		
		5	10	20
L Longueur libre du ressort en mm	5	$\pm 0,3$	$\pm 0,6$	$\pm 1,2$
	10	$\pm 0,45$	$\pm 0,9$	$\pm 1,8$
	20	$\pm 0,7$	$\pm 1,4$	$\pm 2,8$
	40	± 1	± 2	± 4
	80	$\pm 1,5$	± 3	± 6
	160	$\pm 2,2$	$\pm 4,5$	± 9
	320	$\pm 3,5$	± 7	± 14

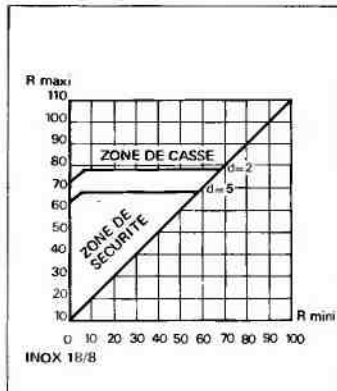
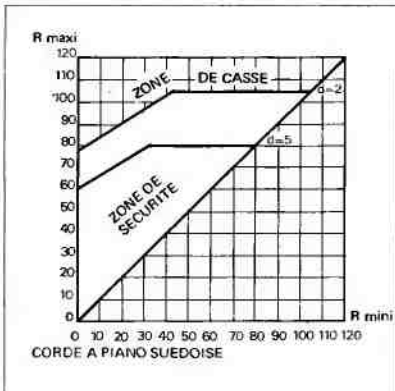
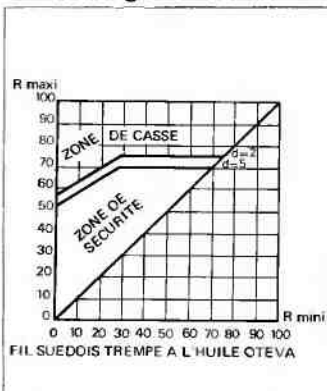
17.6. Règle spéciales pour les ressorts travaillant à l'endurance

- Lorsque l'on désire que les ressorts aient une endurance sans limite (plus de 10.000.000 de manœuvres), les taux de travail maximum donnés dans le tableau 17.3. ne sont plus exacts.
- Il faut prendre en compte les valeurs des graphiques ci-dessous.
- Exemple, sur le graphique ci-dessous d'un ressort non grenailé en fil suédois trempé à l'huile OTE , on voit qu'un ressort présentant un $R_{\text{mini}} = 20 \text{ daN/mm}^2$ pourra travailler jusqu'à $R_{\text{maxi}} = 60 \text{ daN/mm}^2$ (a à b) alors qu'un ressort présentant un $R_{\text{mini}} = 50 \text{ daN/mm}^2$ pourra travailler jusqu'à $R_{\text{maxi}} = 70 \text{ daN/mm}^2$ (c à d).
- Il existe une limite représentée par la surface en couleur différente pour chaque matériau et pour chaque diamètre de fil (ici $d = 5\text{mm}$).

- Ressorts non grenailés



- Ressorts grenailés



17.7. Représentations normalisées

NF E 04-115



Ressorts de compression	Vue de face	Vue en coupe	schéma	Ressorts de traction	Vue de face	Vue en coupe	schéma
Ressort cylindrique de compression en fil de section circulaire				Ressort cylindrique de traction en fil de section circulaire			
Ressort cylindrique de compression en fil de section rectangulaire				Ressorts de torsion	Vue de face et dessus	Vue en coupe	schéma
Ressort conique de compression en fil de section circulaire				Ressort cylindrique en fil de section circulaire (enroulement à droite)			
Ressort en volute				Rondelles élastiques	Vue de face	Vue en coupe	schéma
Ressorts spiraux	vue de face	schéma		Rondelle élastique			
Ressort spiral				Rondelles élastiques superposées dans le même sens			
Ressort spiral à barillet				Rondelles élastiques superposées, alternativement opposées			
<p>Nota : La représentation normalisée des ressorts à lames ne figure pas sur ce document. Compte tenu de leur utilisation très spécifique nous conseillons le lecteur de se reporter à la norme E 04-115.</p>							

**DONNEES**

- Le cahier des charges du mécanisme étudié
- Le nombre de mécanismes prévu (série)
- Les diamètres limites : intérieurs et extérieurs
- Les hauteurs du ressort : libre et préchargée
- Les guidages : intérieurs ou extérieurs
- Les caractéristiques du montage
- La nature des matériaux du mécanisme
- L'environnement intérieur : température, fluides
- L'environnement extérieur : fluides, poussières, pollution
- La durée de vie du mécanisme
- La précharge et la flèche sur précharge
- L'effort maximum avec la flèche correspondante
- La course entre précharge et charge
- Le type de charge : statique ou dynamique
- Le nombre d'alternances

BESOIN

- Le type de rondelle ressort
- Sa nature
- Ses caractéristiques mécaniques et dimensionnelles
- Sa durée de vie
- Son mode de montage : empilage, simple, empilage par paquets
- Ses conditions de montage : ajustements, arrêts éventuels

**ELEMENTS
DU
CHOIX**

(à prendre en compte)

Pour le choix du type de rondelles (tableau 17.11.)

- Direction de la charge
- Nature de la charge : statique ou dynamique
- Nature du montage : montage des roulements
- Nombre d'alternances

**CAS TYPE
(principaux)**

Cas type 1 : Le type de rondelles ressort et leur montage sont imposés, on recherche leur durée de vie.

- Recherche, dans les tableaux correspondants, des valeurs de σ maximum
- Recherche, dans le tableau correspondant, des valeurs de $S_1 \Rightarrow \sigma_1$ et $S_2 \Rightarrow \sigma_2$
- Recherche, dans le tableau correspondant, de la durée de vie
- Contrôle de la durée de vie calculée par rapport à la contrainte maximum σ_2

Cas type 2 : Les dimensions de l'axe du mécanisme sont imposées, on recherche les dimensions et le nombre de rondelles ressort.

- Direction et intensité de la force (f)
- Type de charge
- Flèche totale (S)
- Sélection de plusieurs rondelles ressort
- Choix définitif d'un rondelle ressort
- Longueur de l'empilage non chargé (L_0)
- Longueur de l'empilage sous charge (L)



- Catégories :

- (1) : épaisseur $t < 1$ mm
- (2) : épaisseur t de 1 à 6 mm
- (3) : épaisseur t de 4 mm et plus

- Matériaux :

- chrome - vanadium et chrome - acier à ressort allié de la plus grande sûreté
- trempé et revenu à une dureté de 42 à 52 HRC

- Protection :

- normale (phosphaté et huilé)
- spéciale (chromé, cadmié, etc.)



Fig. 1



Ressorts des catégories 1 et 2 sans surface d'appui.

Ressorts de la catégorie 3 avec surface d'appui.

Désignation : Rondelle ressort 25 x 1,5, NFE 25-104

- Tolérances admises :

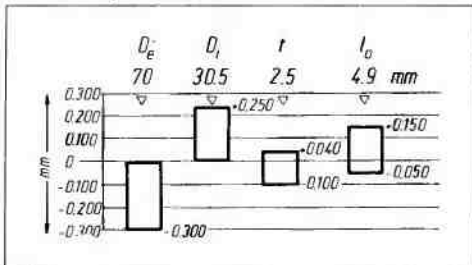
Pour les diamètres de ressorts

De ou Di (mm)	Tolérances	
	De (mm)	Di (mm)
3 à 6	0 à -0,12	0 à +0,12
plus de 6 à 10	0 à -0,15	0 à +0,15
plus de 10 à 18	0 à -0,18	0 à +0,18
plus de 18 à 30	0 à -0,21	0 à +0,21
plus de 30 à 50	0 à -0,25	0 à +0,25
plus de 50 à 80	0 à -0,30	0 à +0,30
plus de 80 à 120	0 à -0,35	0 à +0,35
plus de 120 à 180	0 à -0,40	0 à +0,40
plus de 180 à 250	0 à -0,46	0 à +0,46

Pour l'épaisseur, la hauteur et la force élastique F

Catégorie	épaisseur de rondelle (t) ou (t') mm	Tolérance admises		Force élastique F pour $s = 0,75 h_0$ %
		épaisseur de rondelle t mm	pour une hauteur l_0 mm	
1	0,2 à 0,45	+0,02 -0,03	+0,075 -0,0025	+25 -7,5
	plus de 0,45 à 0,6	+0,02 -0,04		
	plus de 0,6 à 0,8	+0,02 -0,05		
	plus de 0,8 à 0,95	+0,03 -0,06		
2	1,0	+0,03 -0,06	+0,10 -0,05	+15 -7,5
	plus de 1,0 à 1,25	+0,03 -0,07		
	plus de 1,25 à 1,8	+0,04 -0,06		
	plus de 1,8 à 2,0	+0,04 -0,09		
	plus de 2,0 à 3,0	+0,04 -0,10		
	plus de 3,0 à 3,8	+0,06 -0,11		
3	4,0 (3,75) à 16,0 (14,9)	+0,06 -0,12	+0,20 -0,06	±5

Exemple de tolérance sur une rondelle



Formules et désignation

- F Force élastique par ressort individuel
- s Course du ressort individuel
- l_0 Hauteur de montage du ressort non chargé
- $l_0 = h_p + 1$ ou $l_0 = h_0 + t'$ (catégorie 3)
- t Épaisseur de la rondelle ressort
- t' Épaisseur de la rondelle ressort pour les ressorts de la catégorie 3
- h_0 Course jusqu'à ce que la rondelle soit complètement plate (catégorie 1 et 2)
- h'_0 Course jusqu'à ce que la rondelle soit complètement plate (catégorie 3)
- i Nombre de ressorts individuels ou de paquets dans un empilage de ressorts.
- n Nombre de ressorts individuels dans un paquet de ressorts.

Calcul d'un empilage de ressorts (fig 2)

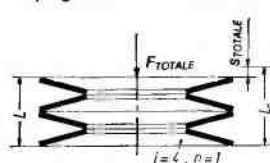
- Force élastique $F_{totale} = n \cdot F$
- Course $S_{totale} = i \cdot s$
- Longueur de l'empilage (pour la catégorie 3 t' au lieu de t) $L_0 = i [l_0 + (n-1) \cdot t]$
- Longueur de l'empilage sous charge $L = l_0 - S_{totale}$

Calcul d'un paquet de ressorts (fig 3)

- Force élastique $F_{totale} = n \cdot F$
- Course $S_{totale} = s$
- Longueur du paquet (pour la catégorie 3 t' au lieu de t) $L_0 = l_0 + (n-1) \cdot t$
- Longueur du paquet sous charge $L = l_0 - S_{totale}$

- Les rondelles empilées en colonnes doivent être guidées sur le bord intérieur ou extérieur. Un guidage intérieur est conseillé par un axe de dureté 52 HRC (voir tableau ci-contre pour les jeux conseillés)

Empilages de ressorts individuels



Empilage de paquets de ressorts

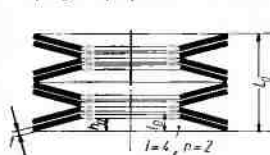


Fig. 2

Paquet de ressorts

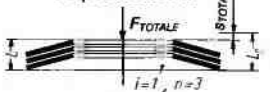


Fig. 3

Guidages des ressorts (a) intérieurs, (b) extérieurs

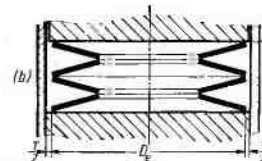
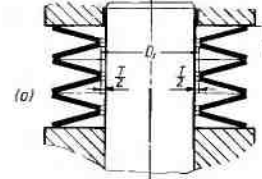


Fig. 4

Dj ou De mm	Jeu T mm
jusqu'à 16	0,2
plus de 16 à 20	0,3
plus de 20 à 26	0,4
plus de 26 à 31,5	0,5
plus de 31,5 à 50	0,6
plus de 50 à 80	0,8
plus de 80 à 140	1,0

17.10. Exemples de calcul d'un ressort.



Données

- Empilage de rondelles sous charge statique

(ex. de cas type 2)

Cahier des charges:

- $F_{\text{totale}} = 5394 \text{ N}$

- $s_{\text{totale}} = 12 \text{ mm}$

- Diamètre de l'axe de guidage $d = 20 \text{ mm}$

Besoin

- Dimensions et nombre de rondelles ressort ?

- $D_i = d + T$ ($T = \text{jeu}$) tableau 17.9
 $= 20 + 0,3 = 20,3 \text{ mm}$

- Du tableau 17.11., on choisit une rondelle (N° 20 - 40 - 20,4 - 2) dont les valeurs permettent la construction de la courbe ci-contre. De cette courbe, en déduire la course s pour $F_{\text{totale}} = 5354 \text{ N}$.

pour $n = 1$ $i = s_{\text{totale}} / s = 12/0,772 = 15,5$

- Prendre **16 rondelles** ressort

- Course totale : $s_{\text{totale}} = i \cdot s = 16 \times 0,772 = 12,35 \text{ mm}$

- Longueur de l'empilage : $L_0 = i \cdot J_0 = 16 \times 3,1 = 49,6 \text{ mm}$

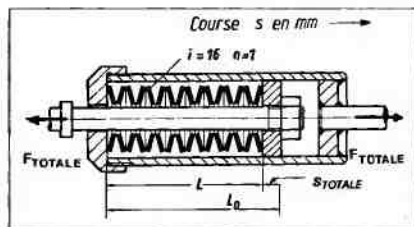
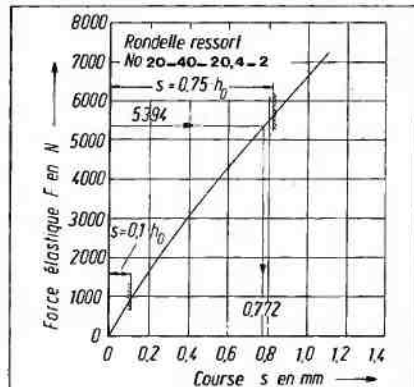
- Longueur de l'empilage sous charge :

$L = L_0 - s_{\text{totale}} = 49,6 - 12,35 = 37,25$

- Montage de l'empilage (voir fig. ci-contre)

Calcul

Résultats



Données

- Empilage de rondelles sous charge dynamique

(ex. ds cas type 1)

Cahier des charges

- 10 rondelles ressort empilées en colonne

$F_1 = 4903 \text{ N}$ et $F_2 = 6875 \text{ N}$

(F_1 : précharge du ressort ; F_2 : charge du ressort)

Besoin

- Durée de vie du ressort ?

- Du tableau 17.11., pour la rondelle choisie, on relève les valeurs permettant la construction de la courbe ci-contre.

Prendre $\sigma_{\text{max}} = \sigma_{\text{III}}$. (voir nota)

- La représentation graphique donne:

$s_1 = 0,84 \text{ mm}$ $\sigma_1 = 647 \text{ N/mm}^2$

$s_2 = 1,38 \text{ mm}$ $\sigma_2 = 990 \text{ N/mm}^2$

- La contrainte minimale $\sigma_1 = \sigma_U = 647 \text{ N/mm}^2$ est indiquée dans la figure ci-dessous (durée de vie) pour $2 \cdot 10^6$ cycles de fonctionnement.

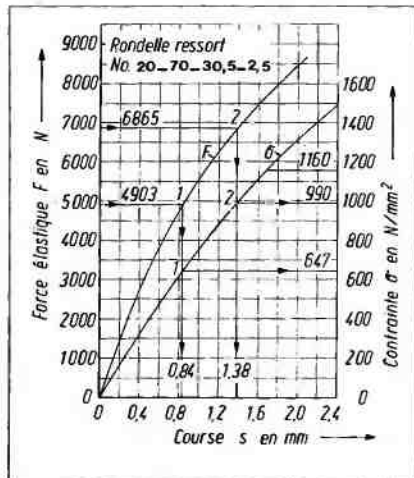
- La contrainte maximale apparaît sur ce diagramme à la

ligne : $t = 2,5 \text{ mm}$ avec $\sigma_0 = 1160 \text{ N/mm}^2$

- La contrainte σ_2 (990 N/mm^2) est < à la contrainte supportable sur la face supérieure σ_0 (1160 N/mm^2) la durée de vie sera donc supérieure à $2 \cdot 10^6$ cycles.

Calcul

Résultats



Nota : Sous l'action de la force (F) il se produit une compression élastique du ressort égale à la course (s). Il en résulte des contraintes de compression en (I) et des contraintes de traction en (II) et en (III) à la section de la rondelle ressort.

(voir fig. 1. 17.9.)

- La figure ci-contre montre, pour des empilages de 6 à 10 ressorts individuels, des valeurs de la contrainte sur la face supérieure (σ_0) en fonction de la contrainte sur la face inférieure (σ_U) pour des épaisseurs de rondelles différentes et une durée de vie de $2 \cdot 10^6$ cycles de fonctionnement.

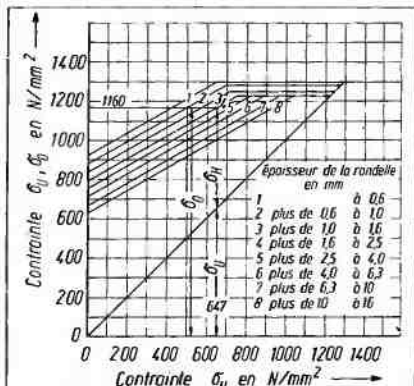
- Un calcul approximatif pour d'autres durées de vie peut être effectué à partir de cette même courbe et des facteurs suivants :

- cycles de fonctionnement : $5 \cdot 10^5$ et $1,1 \sigma_0$

- cycles de fonctionnement : $1 \cdot 10^5$ et $1,2 \sigma_0$

- La limite supérieure selon les lignes horizontales est toutefois la même pour les trois cycles de fonctionnement

- Des charges variant brusquement diminuent la durée de vie.



17.11. Dimensions et caractéristiques des rondelles ressort

MUBEA



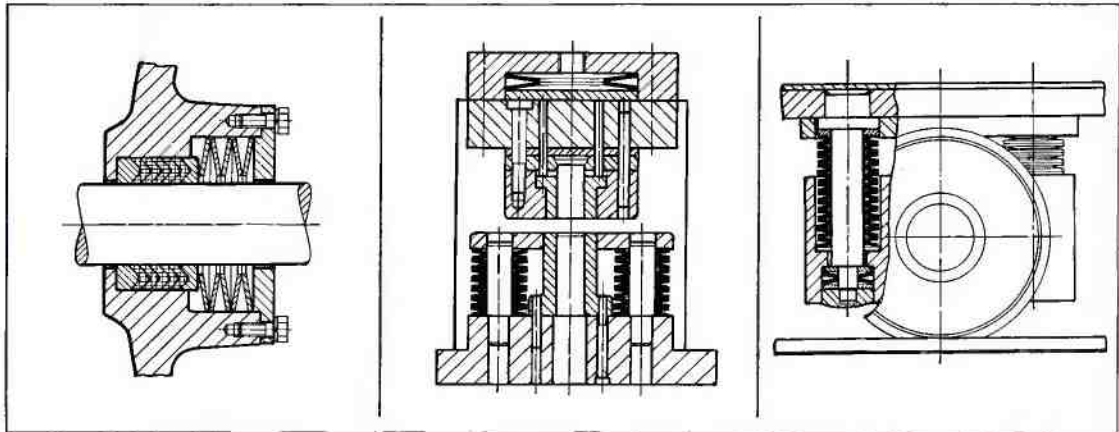
Dimensions standard

* $s_c = h_0 = l_0 - t$ sur les rondelles ressort sans surface d'appui
 $s_c = h'_0 = l_0 - t'$ sur les rondelles ressort avec surface d'appui

Dimensions en mm								Course s en mm					Force élastique F en N					Contrainte σ en N/mm ²								
d	D _e	D _i	t	l ₀	h ₀	h ₀ /t	s = 0,25 h ₀					s = 0,5 h ₀					s = 0,75 h ₀					s _c *				
							s	F	σ_1	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_1	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_1	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_1	σ_{II}	σ_{III}
3	8	3,2	0,3	0,55	0,25	0,833	0,062	45,6	883	207	401	0,125	79,1	1669	511	750	0,187	104,3	2359	912	1046	0,25	125,5	2952	1409	1291
4	8	4,2	0,2	0,45	0,25	1,250	0,062	21,2	654	8	409	0,125	33,3	1294	114	753	0,187	39,2	1794	319	1034	0,25	42,0	2195	622	125*
5	10	5,2	0,25	0,55	0,30	1,200	0,075	30,4	696	21	380	0,15	48,2	1217	133	702	0,225	57,5	1891	336	955	0,30	62,6	2074	628	1165
6	12	6,2	0,5	0,85	0,35	0,700	0,087	133,5	845	249	475	0,175	239,2	1605	582	894	0,262	326,4	2280	1001	1259	0,35	404,2	2869	1506	1561
7	14	7,2	0,35	0,80	0,45	1,285	0,112	68,0	723	173	418	0,225	105,7	1343	103	770	0,337	123,2	1860	764	1055	0,45	130,5	2273	619	1274
8	16	8,2	0,40	0,90	0,50	1,250	0,125	83,7	693	10	399	0,25	131,2	1289	117	735	0,375	154,3	1768	322	1009	0,50	165,4	2186	624	1222
9	18	9,2	0,45	1,05	0,60	1,333	0,150	120,7	783	-14	440	0,3	165,8	1415	83	809	0,450	213,7	1957	291	1106	0,60	222,9	2387	610	1333
10	20	10,2	0,4	0,90	0,50	1,250	0,125	53,4	443	-4	254	0,25	83,7	824	75	468	0,375	98,5	1142	206	642	0,50	105,5	1398	400	777
11	22	11,2	0,6	1,40	0,80	1,333	0,200	240,4	865	-14	468	0,4	369,9	1605	98	897	0,600	425,4	2219	336	1227	0,80	443,9	2708	699	1472
12	25	12,2	0,7	1,80	0,90	1,285	0,225	331,2	902	4	499	0,45	514,6	1875	136	919	0,675	599,6	2320	396	1259	0,90	635,4	2837	785	1515
14	28	14,2	0,6	1,80	1,00	1,250	0,250	434,8	904	13	515	0,5	681,0	1680	154	950	0,750	801,4	2330	422	1304	1,00	858,8	2852	817	1577
16	34	18,3	1,5	2,55	1,05	0,700	0,262	1291,0	942	283	495	0,525	2313,0	1790	660	933	0,787	3155,0	2543	131	1313	1,05	3908,0	3203	1696	1635
18	40	18,3	2,0	3,15	1,15	0,575	0,287	2182,0	933	365	466	0,575	4030,0	1785	810	883	0,862	5656,0	2556	336	1252	1,15	7171,0	3246	1946	1573
20	40	20,4	1,0	2,30	1,30	1,300	0,325	565,3	734	-4	422	0,65	875,6	1363	98	776	0,975	1017,0	1867	305	1063	1,30	1072,0	2305	617	1283
20	40	20,4	2,0	3,1	1,1	0,550	0,275	2175,0	882	354	485	0,55	4041,0	1689	783	920	0,825	5701,0	2421	1288	1307	1,1	7258,0	3077	1868	1646
22	45	22,4	1,25	2,85	1,80	1,280	0,400	1041,0	883	4	497	0,8	1620,0	1641	134	914	1,200	1891,0	2273	389	1253	1,60	2007,0	2779	770	1514
25	50	25,4	1,25	2,85	1,60	1,280	0,400	853,7	717	2	410	0,8	1328,0	1332	106	755	1,200	1550,0	1845	312	1035	1,60	1846,0	2256	621	1251
28	56	28,5	1,5	3,45	1,95	1,300	0,487	1458,0	843	-4	483	0,975	2259,0	1565	112	899	1,462	2822,0	2165	350	1218	1,95	2766,0	2645	709	1470
30	60	30,5	2,5	4,50	2,00	0,800	0,500	4059,0	1012	236	564	1,0	7088,0	1914	583	1056	1,500	9432,0	2704	1041	1481	2,00	11433,0	3384	1810	1834
30	70	30,5	2,5	4,90	2,40	0,960	0,600	3755,0	981	153	475	1,2	6297,0	1807	422	883	1,800	8031,0	2538	806	1225	2,40	9360,0	3153	1308	1501
35	70	35,5	3,0	5,10	2,10	0,700	0,525	6077,0	891	264	493	1,05	9007,0	1694	617	928	1,575	12287,0	2407	1060	1307	2,10	15218,0	3029	1593	1628
40	80	41,0	2,25	5,20	2,95	1,311	0,737	3698,0	942	-9	544	1,475	5715,0	1749	117	1000	2,212	8813,0	2419	379	1370	2,95	6950,0	2953	778	1652
45	90	48,0	2,5	5,70	3,20	1,280	0,800	4232,0	896	2	509	1,8	6585,0	1646	130	936	2,400	7684,0	2290	385	1286	3,20	8157,0	2787	786	1553
50	100	51,0	2,7	8,20	3,50	1,296	0,875	4779,0	853	-3	490	1,75	7410,0	1584	118	902	2,625	8609,0	2192	357	1235	3,50	9091,0	2678	721	1491

Rondelles ressort pour roulement à billes

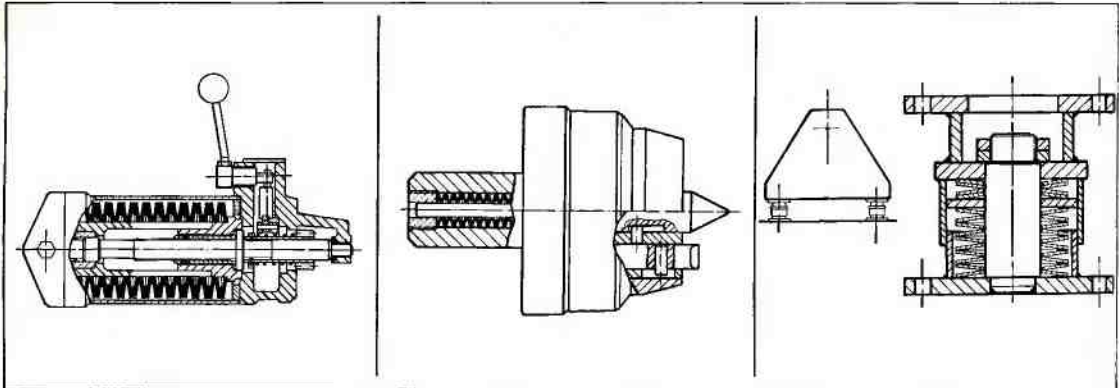
Dimensions en mm								Course s mm		Force élastique		Contrainte σ en N/mm ²					Roulements à billes		
d	D _e	D _i	t	l ₀	h ₀	h ₀ /t	s = 0,25 h ₀		s = 0,5 h ₀		S = h ₀					d _e	d _i		
							s	F	s	F	s	F	s	F	σ_1			σ_{II}	σ_{III}
6	9,8	6,2	0,2	0,4	0,2	1,0	0,05	11,0	0,10	18,3	0,15	23,1	0,2	26,7	1182	435	787	10	3
7	12,8	7,2	0,25	0,5	0,25	1,0	0,062	13,9	0,125	23,2	0,187	29,3	0,25	33,7	1014	382	608	13	4
8	15,8	8,2	0,25	0,55	0,3	1,2	0,075	12,1	0,15	19,2	0,22	23,0	0,3	25,0	830	252	468	16	5
10	18,8	10,2	0,35	0,7	0,35	1,0	0,087	24,2	0,175	40,1	0,262	50,6	0,35	58,4	911	346	529	19	7
12	21,8	12,3	0,35	0,75	0,4	1,42	0,1	23,8	0,20	38,2	0,3	46,3	0,4	51,2	819	260	495	22	8
14	23,7	14,3	0,4	0,9	0,5	1,25	0,125	43,7	0,25	68,4	0,375	80,6	0,5	86,3	1055	267	679	24	9
14	25,7	14,3	0,4	0,9	0,5	1,25	0,125	34,4	0,25	53,9	0,375	63,4	0,5	68,0	864	241	518	26	10
17	27,7	17,3	0,4	1,0	0,6	1,5	0,15	48,8	0,30	72,7	0,45	80,0	0,6	78,9	1018	186	680	28	12
17	29,7	17,4	0,4	1,1	0,7	1,75	0,175	56,2	0,35	80,2	0,525	82,8	0,7	74,7	1060	119	674	30	10
20	31,7	20,4	0,4	1,1	0,7	1,75	0,175	54,9	0,35	78,5	0,525	81,0	0,7	73,0	993	104	684	32	15
20	34,6	20,4	0,4	1,2	0,7	1,75	0,175	41,6	0,35	59,5	0,525	61,4	0,7	55,3	783	88	501	35	17
22	34,6	22,4	0,5	1,3	0,7	1,4	0,175	69,0	0,35	104,7	0,525	118,3	0,7	120,8	953	203	655	35	
20	36,6	20,4	0,5	1,3	0,8	1,6	0,2	70,3	0,40	102,8	0,6	110,2	0,8	104,9	939	151	570	37	
25	39,6	25,5	0,5	1,4	0,8	1,6	0,2	70,1	0,40	102,5	0,6	109,8	0,8	104,9	874	130	601	40	
25	41,6	25,5	0,5	1,5	0,9	1,8	0,225	78,3	0,45	111,0	0,675	113,3	0,9	100,3	903	86	598	42	20
30	46,5	30,5	0,6	1,5	0,9	1,5	0,225	93,7	0,45	139,5	0,675	153,4	0,9	151,3	848	151	591	47	25
25	51,5	35,5	0,6	1,5	0,9	1,5	0,225	82,7	0,45	123,2	0,675	135,4	0,9	133,6	732	127	532	52	25
40	54,5	40,5	0,6	1,8	0,9	1,5	0,225	86,3	0,45	128,5	0,675	141,3	0,9	139,4	738	124	572	55	30
40	61,5	40,5	0,7	1,7	1,1	1,571	0,275	110,6	0,50	162,7	0,825	175,6	1,1	168,9	708	110	495	62	35
50	67,5	50,5	0,7	2,1	1,0	1,428	0,25	95,3	0,50	143,9	0,75	161,2	1,0	163,0	619	118	482	68	40
45	71,5	45,5	0,7	2,1	1,4	2,0	0,35	137,4	0,70	189,6	1,05	184,8	1,4	151,7	720	28	494	72	
50	74,5	55,5	0,8	1,9	1,1	1,375	0,275	121,8	0,55	185,8	0,825	211,2	1,1	217,4	624	131	484	75	45
55	79,5	55,5	0,8	2,3	1,5	1,875	0,375	187,4	0,75	262,7	1,125	263,4	1,5	226,6	766	48	566	80	50



Maintien de la force de compression des joints

Ressorts d'éjection dans un outil coupant

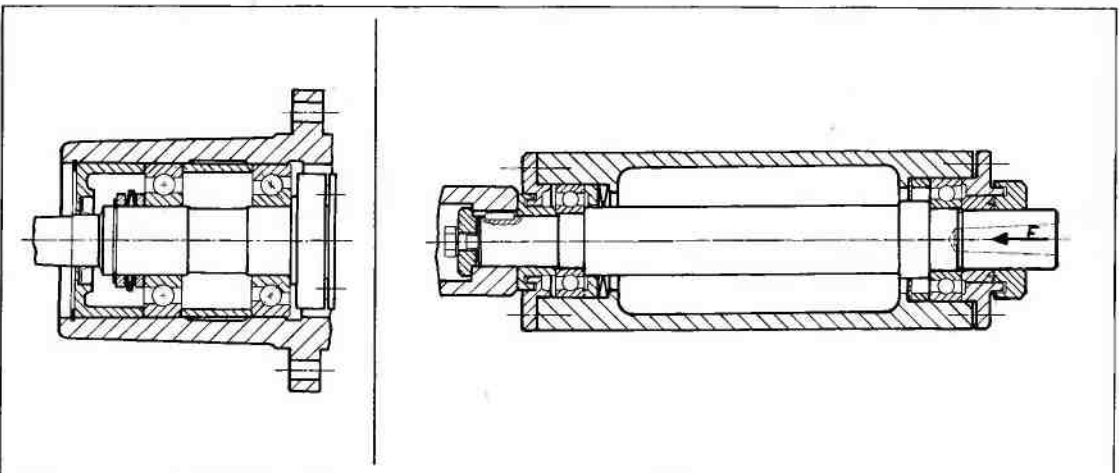
Ressorts de véhicule dans la boîte d'essieu



Démarrreur pour moteur

Faces - Entraîneur pour tour

Amortisseur d'oscillations pour charge élevée



Montage de roulements à billes sur des pompes à piston axial

Montage de roulements à billes sur broche de fraisage

18. Matériaux



Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX

18.1. Symboles - caractéristiques physiques.	378	18. 10. 8. Aptitudes à la résilience KCU : Aciers pour trempe dans la masse.	405
18.1.1. Symboles chimiques internationaux, symboles AFNOR et principales caractéristiques physiques des métaux purs et éléments d'alliages.		18. 10. 9. Aptitudes à l'allongement A% : aciers pour trempe dans la masse.	406
18.1.2. Caractéristiques physiques de quelques matériaux courants.		18. 10.10. Aptitudes à la fatigue : aciers pour trempe dans la masse.	407
18.1.3. Coefficients de frottement entre solides.	379	18. 10.11. Caractéristiques et emploi : aciers pour cémentation.	406
18.1.4. Pressions de contact admissibles entre solides.		18. 10. 12. Caractéristiques et emploi : aciers inox.	406
18. 2. Désignation alphanumérique des métaux et alliages.	380	18. 11. Choix d'une fonte.	409
18. 2.1. Aciers.	381	18. 11. 1. Propriétés recherchées et emploi.	410
18. 2.2. Fontes.	381	18. 11. 2. Principales fontes.	410
18. 2.3. Non ferreux.	382	18. 12. Choix d'un alliage de cuivre.	412
18. 3. Désignation numérique des aluminiums et alliages de transformation.	383	18. 12. 1. Principaux produits de corroyage	414
18. 4. Modes d'obtention - Etats de livraison - Etats métallurgiques.	384	18. 12. 2. Principaux produits de fonderie	414
18.4.1. Modes d'obtention et états de livraison des métaux et alliages non ferreux moulés.		18. 13. Choix d'un alliage de zinc : le Zamak.	416
18. 4.2. Etats métallurgiques des métaux et alliages non ferreux corroyés.		18. 14. Choix d'un alliage d'aluminium.	417
18. 5. Caractéristiques mécaniques : symboles, unités.	386	18. 14. 1. Orientations générales - emploi - produits : aluminium de corroyage.	418
18. 6. Traitements thermiques : termes usuels.	387	18. 14. 2. Principaux produits de corroyage.	420
18. 6. 1. Principaux constituants des alliages ferreux.		18. 14. 3. Principaux produits de fonderie.	420
18. 6. 2. Traitements thermiques dans la masse des produits ferreux.	388	18. 15. Choix d'une matière plastique.	422
18. 6. 3. Principaux traitements superficiels thermochimiques des produits ferreux.	389	18. 15. 1. Principaux thermoplastiques en produits semi-ouvrés.	424
18. 6. 4. Choix du traitement superficiel de diffusion réservé aux produits ferreux.	391	18. 15. 2. Définition : thermoplastiques - thermodurcissables.	424
18. 6. 5. Choix du traitement superficiel par transformation structurale réservé aux produits ferreux.	392	18. 15. 3. Classement alphabétique des symboles consacrés par l'usage.	425
18. 6. 6. Choix du traitement superficiel de diffusion métallique (traitements de pièces flottantes).	393	18. 16. Indice de prix des principaux matériaux.	425
18. 6. 7. Traitements réservés aux aluminiums et alliages d'aluminium.	394	18. 17. Barres et tubes aciers laminés spéciaux pour traitements thermiques.	426
18. 7. Choix d'un revêtement de surface.	395	18. 17. 1. Ronds.	427
18. 8. Démarche technico-économique de choix d'un matériau.	397	18. 17. 2. Plats.	427
18. 9. Choix d'un matériau en fonction des sollicitations.	398	18. 17. 3. Carrés	427
18. 9. 1. Cas du choix d'un acier : organigramme simplifié.	399	18. 17. 4. Ebauches creuses.	427
18. 9. 2. Cas du choix d'une fonte : organigramme simplifié.	399	18. 17. 5. Tubes épais.	427
18. 10. Choix d'un acier : caractéristiques et aptitudes.	400	18. 18. Barres et profilés : aciers d'usage général laminés.	428
18. 10. 1. Aciers recommandés par les normes NF A.		18. 18. 1. Ronds laminés à chaud en barres.	429
18. 10. 2. Aciers de construction d'usage général, tôles et larges plats.	401	18. 18. 2. Carrés laminés à chaud en barres.	429
18. 10. 3. Aciers de construction d'usage général, laminés marchands et poutrelles.	402	18. 18. 3. Plats laminés à chaud en barres.	429
18. 10. 4. Aciers de construction d'usage général, ronds de 100- ϕ <350 mm.		18. 18. 4. Hexagones laminés en barres.	429
18. 10. 5. Caractéristiques et emploi : aciers pour trempe dans la masse.	403	18. 18. 5. Petits fers U laminés à chaud en barres.	430
18. 10. 6. Caractéristiques et emploi : aciers à dispersoïdes.		18. 18. 6. Fers T à ailes égales laminés à chaud.	430
18. 10. 7. Aptitudes à la résistance Rm : aciers pour trempe dans la masse.	404	18. 18. 7. Fers T à ailes inégales laminés à chaud.	430
		18. 18. 8. Cornières à ailes égales laminées à chaud.	430
		18. 19. Barres en étiré à froid.	431
		18. 19. 1. Rond étirés à froid.	431
		18. 19. 2. Carrés étirés à froid.	431
		18. 19. 3. Hexagones étirés à froid.	431
		18. 19. 4. Nuances des aciers étirés en fonction de leur utilisation.	431
		18. 20. Profils tubulaires.	432
		18. 20. 1. Tubes sans soudure de précision.	433
		18. 20. 2. Profils creux soudés finis à froid en fonction de leur utilisation.	433
		18. 21. Barres et profilés en aluminium et alliages.	434
		18. 21. 1. Barres de section circulaire filées.	435
		18. 21. 2. Barres de section carrée filées.	435
		18. 21. 3. Barres de section hexagonale filées.	435
		18. 21. 4. Méplats filés.	435
		18. 21. 5. Tubes de section circulaire filés	435
		18. 22. Profilés en plastiques : sections courantes.	436

18.1. Symboles - Caractéristiques physiques



18.1.1. Symboles chimiques internationaux, Symboles AFNOR et principales caractéristiques physiques des métaux purs et des éléments d'alliages.

Éléments	Symbole chimique	Symbole AFNOR	Masse volumique à 20°C (kg. dm ⁻³)	Température de fusion (°C)	Coefficient de dilatation (10 ⁶ . °C ⁻¹)	Conductibilité thermique (W cm ⁻¹ . °C ⁻¹)
Aluminium	Al	A	2,7	660	25	2,37
Antimoine	Sb	R	6,7	630	13	2,3
Argent	Ag	-	10,5	960	19	4,1
Béryllium	Be	Be	1,85	1287		
Bismuth	Bi	Bi	9,78	271		
Bore	B	B	2,35	2200		
Cadmium	Cd	Cd	8,65	321	30	0,93
Chrome	Cr	C	7,19	1857	6	0,91
Cobalt	Co	K	8,9	1495	12	0,69
Cuivre	Cu	U	8,96	1080	16,6	3,98
Etain	Sn	E	5,75 - 7,31	232	20	0,64
Fer	Fe	Fe	7,87	1535	12	0,803
Magnésium	Mg	G	1,74	649	25	1,59
Manganèse	Mn	M	7,43	1245	22	
Molybdène	Mo	D	10,22	2617	5	1,4
Nickel	Ni	N	8,9	1453	13	0,899
Niobium	Nb	Nb				0,5
Phosphore	P	P	1,88	44		
Plomb	Pb	Pb	11,35	327	29	0,346
Sélénium	Se	Se				
Silicium	Si	S	2,4	1430		
Soufre	S	F	2,1	113		
Tantale	Ta	Ta	16,69			
Titane	Ti	T	4,54	1660	8,5	0,2
Tungstène	W	W	19,3	3410	4,5	1,78
Vanadium	V	V	6,11	1890	8	0,60
Zinc	Z	Z	7,14	420	35	1,15
Zirconium	Zr	Zr	6,5	1750		

18.1.2. Caractéristiques physiques de quelques matériaux courants.

Matériaux	Masse volumique à 20°C (kg. dm ⁻³)	Température de fusion (°C)	Coefficient de dilatation (10 ⁶ . °C ⁻¹)	Conductibilité thermique (W cm ⁻¹ . °C ⁻¹)
Acier	7,8 - 7,85	1 510	10 - 14	
Alpax	2,65	580	20	1,65
Bronze	8,85 - 9,3	900	17,4 - 18,8	0,4 - 0,7
Duralumin	2,79	650	22,6	1,29
Fonte	6,8 - 7,8	1 100 - 1 300	5 - 15	0,21 - 0,63
Invar		1500	0,8	
Laiton	8,3 - 8,9	920	18 - 21	0,84 - 1,21
Zamack	6,6 - 6,7	380 - 410	39,7	1,13
Nylon	1,14	220	7	
Teflon	2,2	300	18	



18.1.3. Coefficients de frottement entre solides.

Valeurs moyennes indicatives à considérer dans les calculs de prédimensionnement. Ces valeurs expérimentales sont obtenues dans des conditions favorables de rugosité, pour des pressions de contact inférieures aux pressions maximales admissibles en contact plan sur plan à des vitesses inférieures à 0,5m/s.

Matières en contact		Coefficients de frottement			
		fo (au repos)		f (en mouvement)	
		à sec	lubrifié	à sec	lubrifié
Acier cém. tremp.	Acier cém. tremp.	0,15 - 0,25	0,09 - 0,15	0,05 - 0,2	0,04 - 0,12
Acier inox. mart.	Fonte	0,12	0,08 - 0,15	0,1 - 0,2	0,1
Acier cém. tremp.	Bronze	0,25	0,1 - 0,15	0,2	0,04 - 0,12
Acier	Graphite	0,5		0,12	0,05 - 0,1
Acier	Acier fritté		0,1 - 0,18		0,06 - 0,1
Acier	Nylon	0,18		0,15	0,11
Acier chromé	aluminium + Zinal			0,4	0,1
Acier inox.	cupro-alu			0,3	0,15
Acier	P V C			0,5	
Acier	P.T.F.E. + graphite	0,15		0,1	0,03 - 0,08
Fonte	Fonte	0,2	0,1 - 0,2	0,15 - 0,2	0,05 - 0,1
Fonte	Bronze	0,15 - 0,2	0,1 - 0,2	0,15 - 0,2	0,05 - 0,1
Bronze	Bronze	0,2	0,1	0,15 - 0,2	0,05 - 0,1

18.1.4. Pressions de contact admissibles entre solides.

Exemples de valeurs moyennes à considérer en prédimensionnement. Les pressions maximales (hypothèses de répartition), doivent rester inférieures à ces pressions admissibles. Ces valeurs ne peuvent remplacer les essais et les expérimentations.

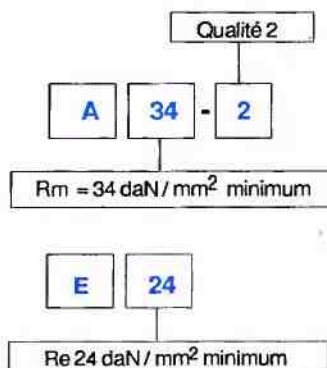
Types d'application	Matières en contact	Pressions admissibles (MPa)
Paliers et coussinets: Pression moyennes pour des vitesses d'environ 0,1 m/s en rotation et de 0,5m/s en oscillation (d'après des données H.E.F.)	Acier au chrome	100
	Fonte GS + Sursulf	80
	Cupro-alu + Delsun	80
	Bronze + Delsun	40
	Fer fritté standard	40
	Acier inox. + Stanal	40
	Bronze fritté imprégné	20
	Composite résine thermo. + PTFE	5
	Alliage léger + Zinal	5
	Carbone + graphite	0,5
Guidages en translation (mouvement lent < 0,3m/s)	A 50-2	1,
	Fontes GL	0,5
Goupilles cylindriques pleines (pression adm. sur la goupille) - sous charge dynamique - sous charge statique	A 50-2	80
	A 70-2	110
	A 50-2	120
	A 70-2	160
Clavettes à faces parallèles - glissantes sous charges - glissantes sans charge - montage statique	A 60-2	0,5 - 10
	A 60-2	30 - 60
	A 60-2	90
Cannelures - glissantes sous charges - glissantes sans charges - montage statique	42 CD 4 (traité)	5 - 30
	"	20 - 90
	"	30 - 180
Vis à profil trapézoïdal	A 60-2 (vis) et FGL 200 écrou)	2 - 6
	A 60-2 et Cu Sn8,5P (écrou)	5 - 12

18.2. Désignation alphanumérique des métaux et alliages



18.2.1. ACIERS

Aciers d'usage général non allés (NF A 35-501)

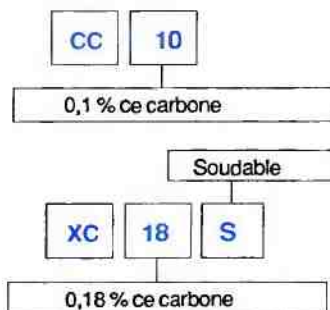


- La lettre **A** suivie de :
 - un nombre indiquant la résistance à la traction minimale R_m en daN/mm² (1);
 - éventuellement un chiffre indiquant la qualité (de 2 à 4 croissant avec la qualité);
- La lettre **E** suivie de :
 - la limite élastique "Re" minimale en daN/mm² (1)
 - éventuellement un chiffre indiquant la qualité (de 2 à 4).

(1) : R_m et R_e sont exprimés en N/mm² pour les nuances figurant dans les normes depuis 1972. Avant cette date, ils étaient exprimés en kgf/mm²; Avec : 1 kg/mm² = 9,81 N/mm² et 1 MPa = 1 N/mm²

- Ces aciers A ou E ne sont pas prévus pour subir un traitement thermique.
- Les aciers du type E sont soudables selon leur qualité (en particulier les qualités 3 de toutes les nuances sont soudables).
- Les aciers du type A ne sont pas soudables sans précautions.

Aciers spéciaux non allés pour traitements thermiques (NF A 02-005 et 35-551)

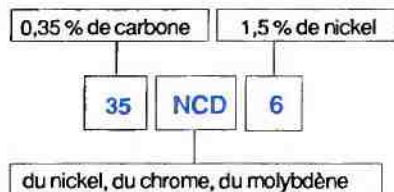


- Les lettres **CC** suivies d'un nombre égal à 100 fois la teneur centésimale en carbone.
- Les lettres **XC** suivies :
 - d'un nombre égal à 100 fois la teneur centésimale en carbone;
 - éventuellement d'une lettre S garantissant la soudabilité;
 - éventuellement un groupe de lettres définissant une aptitude (ex. TS) ou une garantie de trempabilité (H1 ou H2).

Remarque :

Les nuances CC se différencient des nuances XC uniquement par des tolérances moins serrées sur les compositions et par des teneurs en soufre et phosphore plus élevées.

Aciers faiblement allés (NF A 02-005 et 35-552)



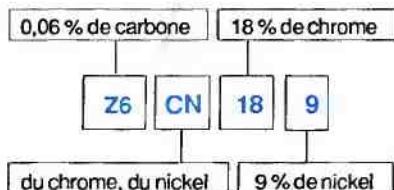
Aucun élément d'addition ne dépasse 5% en masse.

Dans l'ordre :

- un nombre égal à 100 fois la teneur moyenne centésimale en carbone;
- les éléments d'addition dans l'ordre des teneurs décroissantes;
- un ou deux nombres indiquant la teneur des éléments d'addition dans l'ordre décroissant;
- éventuellement des lettres (M : moulé...)

La teneur centésimale des éléments d'addition est multipliée par 4 pour (C, K, M, N, S), par 1000 pour le bore et par 10 pour tous les autres.

Aciers fortement allés (NF A 02-005)



Au moins un des éléments d'addition a une teneur supérieure à 5% en masse.

La lettre Z suivie dans l'ordre de :

- un nombre égal à 100 fois la teneur moyenne centésimale en carbone;
- les éléments d'addition dans l'ordre des teneurs décroissantes;
- un ou deux nombres indiquant la teneur centésimale des éléments d'addition dans l'ordre décroissant.

Les aciers à outils, de composition très voisine de celle des nuances utilisées en mécanique en sont distingués par le préfixe Y.

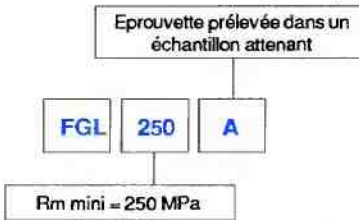
Les aciers moulés se distinguent des mêmes aciers corroyés par l'adjonction de la lettre M précédée d'un tiret, ex. A 48-M



18.2.2. FONTES

Fontes non alliées

- Fonte à graphite lamellaire (NF A 32-101) de Juin 87 (anciennes fontes grises, Ft 15 ...)

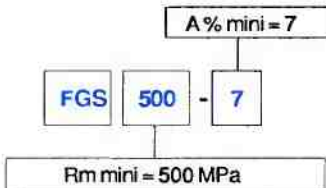


Ce sont des fontes dans lesquelles le graphite libre est présent sous forme de lamelles. La matrice est de type perlitique.

La désignation comprend :

- Les lettres **FGL** (anciennement Ft)
- La **résistance à la traction R_m minimale** en MPa (N/mm^2), pour des éprouvettes \varnothing 20mm usinées dans un échantillon de \varnothing 30mm, coulé à part (sans le symbole A).
- Dans le cas où l'essai de traction est effectué sur éprouvettes usinées dans un échantillon attachant ou adhérent à la pièce, la désignation est complétée par la lettre A.

- Fontes à graphite sphéroïdal (NF A 32-201) de Juin 87



La désignation comprend :

- Les lettres **FGS**
- La **résistance à la traction R_m mini** en MPa (N/mm^2)
- L'**allongement A% minimal**
- éventuellement, cette désignation peut être suivie de la lettre **A** indiquant que l'essai est effectué sur éprouvette usinée dans un échantillon attachant ou adhérent à la pièce (comme pour les fontes à graphite lamellaire). Une autre lettre suivie d'un nombre indiquent que les pièces doivent présenter une résistance particulière au choc à basse température (exemple L30 pour un essai à $-30^\circ C$)

- Fontes malléables (NF A32-701 et 32-702)



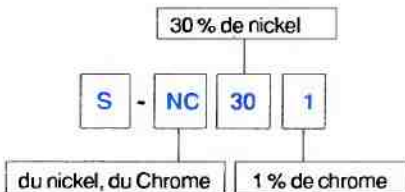
Ce sont des fontes à graphite nodulaire.

La désignation comprend :

- Les lettres **MB, MN**
- **MB**, malléables à coeur blanc. C'est une fonte à matrice ferritique.
- **MN**, malléables à graphite nodulaire. La matrice est de type ferritique ou perlitique.
- La **résistance à la traction R_m mini** en MPa (N/mm^2), sur une éprouvette de \varnothing 12 mm coulée à part.
- L'**allongement A% minimal**

Fontes alliées

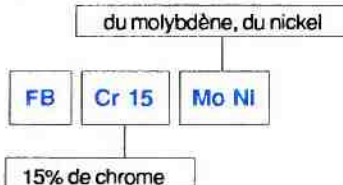
- Fontes austénitiques (NF A32-301)



Ce sont des fontes fortement alliées, à graphite lamellaire ou sphéroïdal, la matrice est de type austénitique. La désignation comprend :

- La **lettre S** (sphéroïdal) ou **L** (lamellaire).
- Les principaux éléments d'alliage
- La teneur moyenne des éléments d'alliage dans l'ordre énoncé.

- Fontes blanches (NF A32-401)



Ce sont des fontes de matrice martensitique composée de carbures.

La désignation comprend :

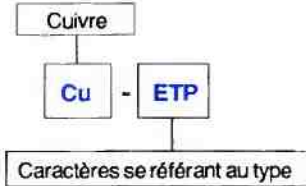
- Les lettres **FB**
- Les symboles métallurgiques des éléments d'alliage et leur teneur moyennes respectives



18.2.3. NON FERREUX

Cuivre et alliages de cuivre - Nickel et alliages de nickel

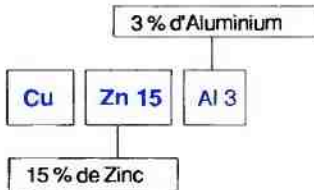
- Cuivre affinés (NF A02-009)



La désignation (ISO) des cuivres non alliés comporte le symbole chimique international de l'élément (**Cu**), suivi d'une série de caractères alphanumériques majuscules se référant au type de cuivre (la teneur minimale en cuivre est de 99,85% en masse) :

- ETP	Affiné électrolytiquement, non désoxydé, à conductivité garantie
- FRHC	Affiné thermiquement, non désoxydé, à conductivité garantie
- FRTP	Affiné thermiquement, à conductivité non garantie
- DHP	Affiné thermiquement ou électrolytiquement- phosphore résiduel fort
- DLP	Affiné thermiquement ou électrolytiquement- phosphore résiduel faible
- OF	Désoxydé
- OFE	Exempt d'oxygène, de haute pureté

- Cuivres alliés - Alliages de cuivre (NF A 02-009)

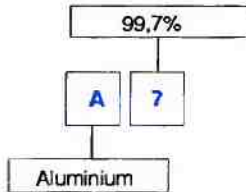


La désignation des alliages de cuivre comporte le symbole chimique international (**Cu**) suivi des symboles des éléments d'alliage et d'un nombre entier indiquant leur teneur. Les éléments d'alliage sont rangés par ordre de teneurs décroissantes.

Dans le cas des cuivres alliés, la teneur des éléments d'alliage ne dépasse généralement pas 1%. Elle n'est pas indiquée sauf pour distinguer deux cuivres de même famille (La teneur minimale en cuivre est de 97,5% en masse)
Alliages courants : Cuivre-zinc (laitons); cuivre-étain (bronze); cuivre-nickel-zinc (maillachorts); cuivre-nickel (cupro-nickels) ...

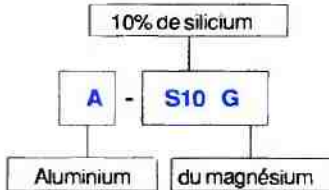
Alliages non ferreux autres que cuivre et nickel : Aluminium, Zinc ...

- Aluminium affinés (NF A02-004)



La désignation d'un métal pur se fait par un groupe de lettres (symboles AFNOR) qui correspondent à ce métal, suivi d'un groupe de chiffres (0 à 99) qui indiquent l'indice de pureté chimique, selon un échelonnement particulier à chaque métal.
Exemple : A7 pour un aluminium à 99,7%.

- Alliages d'aluminium (NF A02-004)

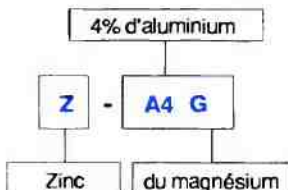


La désignation d'un alliage se fait par deux groupes de lettres et de chiffres :

- Une lettre (ou des lettres) désigne le métal de base
- Un deuxième groupe séparé du premier par un tiret, comporte les lettres symbolisant les principaux éléments d'addition, respectivement suivies de nombres indiquant les teneurs nominales de ces éléments.

Exemple : un alliage d'aluminium de fondente au magnésium - 10% de silicium

- Alliages de Zinc (NF A02-004)



La norme NF A 02-004 n'est plus utilisée officiellement pour désigner les alliages d'aluminium corroyés (voir désignation numérique au 18.3)

Exemple d'un alliage de zinc à l'aluminium et au magnésium : le ZAMAK 3 (Z-A4G)
- 4% d'aluminium
- du magnésium

18.3. Désignation numérique des aluminium et alliages de transformation

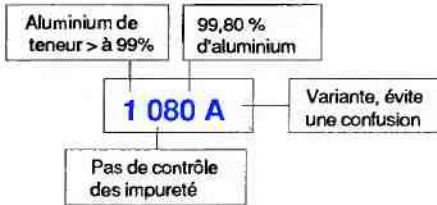
NF A 02-104



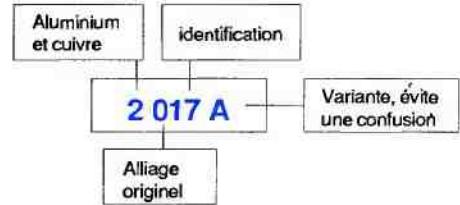
L'objet de la présente norme est de définir les règles de désignation des produits corroyés ou destinés à être transformés par corroyage.

L'aluminium et ses alliages sont désignés par un nombre de quatre chiffres :

Cas de l'aluminium non allié



Cas des alliages d'aluminium



Le premier chiffre

Le deuxième chiffre et les deux derniers

Groupe	Aluminium et alliages d'aluminium
1	aluminium ; teneur minimale de 99,00%
2	aluminium et cuivre
3	aluminium et manganèse
4	aluminium et silicium
5	aluminium et magnésium
6	aluminium, magnésium et silicium
7	aluminium et zinc
8	aluminium et autres éléments
0 et 9	réservés aux producteurs

Chiffres	Aluminium non allié	Alliages d'aluminium
Deuxième	- 0 : si les impuretés ne font pas l'objet de contrôle individuel - 1 à 9 si des limites spéciales sont prévues pour une ou plusieurs des impuretés	- 0 : alliage original - 1 à 9 correspondent aux modifications successives de l'alliage
Deux derniers	Indiquent le % en aluminium au delà de 99,00%	Pas de signification particulière (identification)

Correspondance entre l'ancienne norme alphanumérique NF A 02-004 et la nouvelle norme numérique NF A 02-104 pour les alliages d'aluminium corroyés.

NF A 02-004 (1977)	NF A 02-104 (1980)	NF A 02-004 (1977)	NF A 02-104 (1980)
A5	Série 1 000	A - G2,5C	5 052
A7	1 050 A	A - G4,5	5 082
A8	1 070 A	A - G4,5 MC	5 083
A45	1 080 A	A - G4 MC	5 086
A4	1 100	A - G3 C	5 154
	1 200	A - G4,5 M	5 182
		A - G2 M	5 251
A - U6 MGT	Série 2 000	A - G4 Z2	5 280
A - U5 Pb Bi	2 001	A - G5 M0,7	5 283
A - U4 S G	2 011	A - G5 MC	5 356
A - U4 G	2 014	A - G2,7 M0,7	5 454
A - U4 G P1	2 017A	A - G3 M	5 754
A - U4 G1	2 017AP1	A - G3,5 MC	5 854
A - U4 G1 P1 A 5	2 024		
A - U4 Pb	2 024P1		Série 6 000
A - U2 G	2 030	A - S G0,5 MC	6 005A
A - U2 GN	2 117	A - GS	6 060
	2 618A	A - G SUC	6 061
		A - SG M0,3	6 081
A - M1	Série 3 000	A - SGM0,7	6 082
A - M1 G	3 003		
A - M G0,5	3 004		Série 7 000
	3 005	A - Z5G	7 020
		A - Z8 GU	7 049A
A - G0,6	Série 5 000	A - Z3 G2	7 051
A - G1,5	5 005	A - Z5 GU	7 075
	5 050	A - Z5 GUP1AZ2	7 075 P1

18.4. Modes d'obtention - Etats de livraison - Etats métallurgiques



18.4.1. Modes d'obtention et états de livraison des métaux et alliages non ferreux moulés en fonction de leur traitement thermique NF A 02-002.



Exemple de désignation

- Une pièce :
- Alliage d'aluminium A S13
 - Moulée en sable
 - Trempe et revenu

Mode d'obtention	
Y0	Non défini
Y1	Lingot
Y2	Sable
Y3	Coquille par gravité
Y4	Sous pression
Y5	Par concrétation
Y6	-
Y7	Coulée continue
Y8	Centrifugation
Y9	Suivant prescription

Etat de livraison	
0	Aucun traitement ou non spécifié
1	Recuit
2	Trempe
3	Trempe et revenu
4	Trempe et mûri
5	Stabilisé
6	Trempe et stabilisé
7	
8	
9	Suivant prescription

18.4.2. Etats métallurgiques des métaux et alliages non ferreux corroyés NF A 02-006 / à 008.

Il est possible d'utiliser deux modes de désignation des états métallurgiques :

- l'indice de résistance qui indique la valeur minimale de la résistance à la traction du produit ;
- le symbole caractérisant les traitements thermiques et/ou mécaniques subis par le métal.

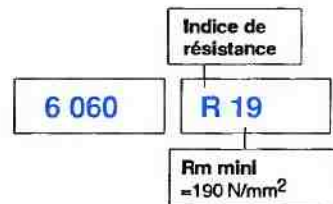
Indice de résistance

Il est composé de :

- La lettre R
- Un ou deux chiffres qui indiquent la résistance à la traction minimale par 1/10 de sa valeur en N/mm^2 . Cette valeur est arrondie au nombre entier supérieur lorsque le dernier chiffre est égal ou supérieur à 5.
- Le cas échéant, une lettre complémentaire A (pour distinguer deux pièces ayant même résistance à la traction mais une limite élastique ou un allongement plus élevé) ou la lettre L (laqué)

Exemple de désignation

Un alliage d'aluminium corroyé 6 060 (A GS)



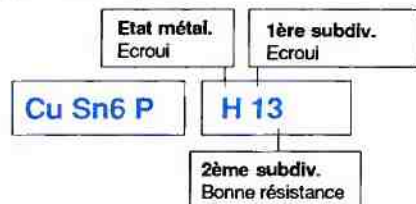
Symbole caractérisant le traitement

Il est composé de :

- L'état métallurgique de base : lettre F, O, H ou T
- Le moyen principal d'obtenir cet état (subdivisions en un ou plusieurs chiffres).
- Des variantes conventionnelles en fin de désignation.

Les tableaux correspondants sont donnés en page suivante.

Exemple d'un alliage de cuivre





Symbole caractérisant le traitement : états métallurgiques de base

Symbole	Définition
F, M*	Etat brut de fabrication Etat d'un produit obtenu par déformation plastique sans que ses caractéristiques mécaniques soient définies.
[*] Pour cuivre et alliages de cuivre	
O	Etat recuit Etat d'un produit corroyé ayant subi un recuit complet.
H	Etat écroui Etat d'un produit ayant subi des déformations plastiques en vue de lui conférer des caractéristiques mécaniques déterminées.
T	Etat durci par traitements thermiques Les traitements thermiques considérés sont des combinaisons de tout ou partie de l'ensemble des traitements suivants : mise en solution (séparée ou non), trempe, maturation, revenu, avec application éventuelle de déformations plastiques.

Symbole caractérisant le traitement : subdivisions des états de base

Dans le cas des aluminium et alliages d'aluminiums, les états de base F et O ne comportent pas de subdivision. Pour les cuivres et alliages de cuivre, l'état M comporte des subdivisions qui permettent de différencier les états brut de presse (1, 2 ou 3), l'état O comporte des subdivisions liées à la grosseur du grain (O et OS) ou liées à l'aptitude à l'emboutissage (OX). Les tableaux suivants reprennent les subdivisions des états H et T, les plus utilisées.

- Cas des cuivres et alliages de cuivre

Symb.	1ère sub.	Définitions
H	1	Ecrouissage seul
	2	Ecrouissage suivi d'un recuit partiel
	3	Ecrouissage suivi d'un traitement de détente
2ème subdivision de la lettre H, les chiffres 1, 2, 3 ..., désignation choisie dans l'ordre numérique et pour l'ordre croissant des valeurs de résistance mécanique du métal		
T	A	Refroidissement contrôlé après fabrication à température élevée
	B	Mise en solution et trempe
	C	Refroidissement contrôlé après fabrication à température élevée, et déformation à froid
	D	Mise en solution, trempe et déformation à froid
	E	Refroidissement contrôlé après fabrication à température élevée et revenu
	F	Mise en solution, trempe et revenu
	G	Refroidissement contrôlé après fabrication à température élevée, déformation à froid et revenu
	H	Mise en solution, trempe, déformation à froid et revenu
K	Refroidissement contrôlé après fabrication à température élevée, revenu et déformation à froid	
L	Mise en solution, trempe, revenu et déformation à froid	

- Cas des aluminiums et alliages d'aluminium

Symb.	1ère sub.	Définitions	2ème sub. - Définitions
H	1	Ecrouissage	2 Etat 1/4 dur 8 Etat dur
	2	Ecrouissage puis restauration	4 Etat 1/2 dur 9 Etat extra dur
	3	Ecrouissage puis stabilisation	6 Etat 3/4 dur
T	1	Refroidi après transformation à chaud et mûri	1 Revenu favorisant la ductilité 6 Revenu favorisant la résistance 51 Relaxation par traction contrôlée 52 Relaxation par compression contrôlée 51 Relaxation par traction-compression
	2	Refroidi après transformation à chaud, écroui et mûri	
	3	Mise en solution séparée, trempé, écroui et mûri	
	4	Mise en solution séparée, trempé et mûri	
	5	Refroidi après transformation à chaud et revenu	
	6	Mise en solution séparée trempé et revenu	
	7	Mise en solution séparée, trempé et sur-revenu	
	8	Mise en solution séparée, trempé, écroui et revenu	
	9	Mise en solution séparée, trempé, revenu et écroui	
	10	Refroidi après transformation à chaud, écroui et revenu	

18.5. Caractéristiques mécaniques : symboles, unités -



Désignation	Symboles normalisés	Unités normalisées	Normes de référence
Résistance à la traction (Résistance, résistance à la rupture)	R_m (R)	MPa ou N/mm ²	NF A 03-151 et NF A 03-160
Limite apparente d'élasticité	R_e	MPa ou N/mm ²	
Limite conventionnelle d'élasticité à 0,1% ou 0,2%	$R_{p\ 0,1}$ ou $R_{p\ 0,2}$ ($R_{0,001}$ ou $R_{0,002}$)	MPa ou N/mm ²	
Allongement % après rupture	A	%	
Coefficient de striction	Z	%	
Dureté Brinell	HBS , HBW	Echelle Brinell	NF A 03-152
Dureté Rockwell	HRB , HRC	Echelle Rockwell	NF A 03-153
Dureté Vickers	HV	Echelle Vickers	NF A 03-154
Energie absorbée par la rupture sur éprouvette U	KU	J (joules) ou daJ	NF A 03-156
Résilience (Charpy) sur éprouvette U	KCU	J / cm ² ou daJ / cm ²	
Energie absorbée par la rupture sur éprouvette V	KV	J (joules) ou daJ	NF A 03-161
Résilience sur éprouvette V	KCV	J / cm ² ou daJ / cm ²	
Contrainte maximale de fatigue	σ_{max}	MPa ou N/mm ²	
Durée de vie ou nombre de cycles à la rupture	N	-	
Limite d'endurance ou limite de fatigue	σ_D	MPa ou N/mm ²	

Caractéristiques mécaniques principales des matériaux

- **La ténacité** : c'est la résistance à la déformation et à la rupture. Elle est caractérisée par la résistance à la traction R_m , par la limite d'élasticité R_e et par la dureté H pour la résistance à la déformation par enfoncement.
- **La ductilité** : c'est la capacité du matériau à se déformer avant la rupture. Elle est caractérisée par l'allongement A%, par le coefficient de striction Z% et par la résilience K pour les essais par chocs.
- **L'endurance** : c'est la résistance aux contraintes répétées. Elle est caractérisée par la limite à la fatigue ou par la durée de vie.

Les essais mécaniques qui mettent en évidence ces caractéristiques mécaniques sont définis dans le **Mérotech Productique** : matériaux et usinages, Ch.3.

18.6. Traitements thermiques : termes usuels - Choix



18.6.1. Principaux constituants des alliages ferreux.

Diagramme fer-carbone simplifié

C'est un diagramme d'équilibre binaire fer et carbone, sans élément d'addition.

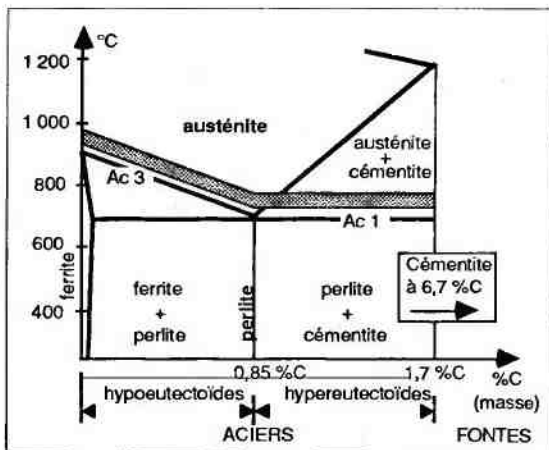
Les constituants sont obtenus par chauffage à température élevée suivi d'un refroidissement lent.

Ce diagramme ne peut donc pas être utilisé pour connaître les constituants obtenus après traitements thermiques.

Il permet de choisir, à partir du % de carbone, la température de trempe, pour les aciers non alliés :

zone  sur le diagramme simplifié

- (AC 3 + 50°C) pour les aciers hypoeutectoïdes
- (AC 1 + 50°C) pour les aciers hypereutectoïdes



Constituants d'équilibre du diagramme et constituants des aciers recuits

- Fer α** Etat stable du fer pur en dessous de 906°C. Il a une structure cristalline cubique centrée. Il ne dissout pratiquement pas le carbone, il est doux, très malléable et très magnétique.
- Fer γ** Etat stable du fer pur entre 906°C et 1 400°C. Il a une structure cristalline cubique à face centrée. Il dissout facilement le carbone et il est paramagnétique.
- Ferrite** C'est une solution solide d'un ou de plusieurs éléments dans le fer α , c'est du fer pratiquement pur qui ne contient que des traces de carbone. Elle n'est pas très dure (HB = 80), peu tenace (Rm = 300 N/mm²), mais elle est très ductile (A% = 10).
- Cémentite** Carbure de fer Fe₃C. C'est une combinaison très dure (HB = 750) mais très fragile, elle contient environ 6,7%. Elle donne une bonne tenue à l'abrasion et à l'érosion.
- Perlite** C'est un mélange hétérogène de ferrite et de cémentite sous forme souvent lamellaire à 0,85% (eutectoïde). Elle est dure (HB = 200), tenace (Rm = 850N/mm²) et assez ductile (A% = 10). Elle est facile à usiner. Elle offre une bonne résistance aux efforts statiques et à l'usure par frottement.
- Austénite** C'est une solution solide de carbone (ou de plusieurs éléments) dans le fer γ (voir zone du diagramme et température), elle peut dissoudre jusqu'à 1,7%. C'est le constituant intermédiaire de durcissement par trempe, après chauffage (austénitisation) et avant refroidissement (trempe). Elle est douce et assez facile à usiner. Elle possède un coefficient de dilatation élevé et une bonne résistance à l'usure. Elle possède une bonne résilience aux températures cryogéniques.

Constituants de trempe

- Martensite** C'est une solution solide d'insertion sursaturée de carbone dans le fer α . C'est le constituant de trempe le plus dur (HV = 800), mais il est fragile. Elle est obtenue par refroidissement rapide et de ce fait pénètre plus ou moins au cœur de la pièce. Elle est très dure, difficilement usinable et assez fragile.
- Bainite** C'est un agrégat de ferrite et de carbures. C'est un constituant qui présente les mêmes phases que la perlite (ferrite et cémentite), mais de structure particulièrement fine, souvent en aiguilles ce qui lui confère de bonnes propriétés mécaniques. Elle est dure et assez facile à usiner.

18.6.2. Traitements thermiques dans la masse des produits ferreux

Les termes suivants sont issus des normes correspondantes ou simplement des termes reconnus par la profession. Le seul but de ces définitions est de faciliter la lecture et la compréhension des différents tableaux et guides de choix de l'ouvrage.

RECUIT	<p>Il a pour but de faire disparaître les états hors équilibre provenant des traitements antérieurs, thermiques ou mécaniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chauffage en général au-dessus de la température d'austénitisation (autour de 850 °C selon le % de carbone et des éléments d'addition*). - Maintien isotherme. - Refroidissement lent à vitesse très inférieure à la vitesse critique de trempe. <p>La structure obtenue est du type ferrite-perlite. L'état recuit correspond aux valeurs minimales de ténacité et aux valeurs maximales de ductilité. Il existe de nombreuses variantes de ce traitement mais, en pratique, un même recuit peut combiner les effets des recuits typiques suivants :</p>
Recuit d'homogénéisation	<p>Il est surtout effectué sur les aciers bruts de coulée pour supprimer l'hétérogénéité chimique. La pièce est portée à une température aussi élevée que possible sans atteindre le solidus réel. Pratiquement, la température est de l'ordre de (Ac3 + 200 °C). La durée de ce traitement est de plusieurs heures. Le métal qui a été surchauffé est suivi d'un recuit de régénération.</p>
Recuit de régénération	<p>Il est surtout effectué sur des pièces ayant été surchauffées dans le but d'affiner et d'uniformiser le grain. La pièce est portée à une température de (Ac3 + 50° C) pendant une durée juste nécessaire à la chauffe à cœur puis est refroidie à l'air.</p> <ul style="list-style-type: none"> - de normalisation : C'est une variante du recuit de régénération qui s'applique aux pièces brutes de forgeage ou de laminage. Il s'effectue dans les mêmes conditions de chauffe, la pièce étant ensuite refroidie à l'air calme.
Recuit complet	<p>Couramment appelé "recuit", il est effectué sur des pièces ayant subi des traitements thermiques ou mécaniques dont on désire supprimer les effets (constituants durs) pour en faciliter l'usinage. La pièce est portée à (Ac3 + 50° C) environ 30 minutes puis est refroidie lentement à l'air ou au four. Il existe deux variantes de ce traitement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'adoucissement : Il est effectué sur les aciers auto-trempants et sur les fontes. La pièce est chauffée à une température inférieure au point de transformations Ac1 pendant 6 à 8 heures puis est refroidie à l'air libre. Cette basse température évite la réalisation d'une trempe. - de coalescence : Il est effectué sur des aciers à fort pourcentage de carbone (100 C6, Z 200 C 13 ...), dans le but d'obtenir l'adoucissement maximal. La pièce est chauffée aussi en dessous de Ac1, mais pendant 30 heures, puis est refroidie à l'air libre.
Recuit de détente	<p>Il est effectué sur des pièces après moulage ou soudage pour éliminer les tensions internes avant l'usinage. La pièce est chauffée vers 600° C pendant environ 1 heure puis refroidie à l'air libre.</p>
Recuit de recristallisation	<p>Il est effectué sur des pièces écrouies à une température de l'ordre de 600° C.</p>

DURCISSEMENT PAR TREMPÉ

Le durcissement par trempe a pour but d'augmenter la ténacité des produits ferreux. Pour la nuance considérée :

- chauffage à la température d'austénitisation (au-dessus de Ac3)
- maintien à cette température
- refroidissement rapide à une vitesse choisie supérieure à la vitesse critique de trempe. La pénétration de la trempe dans la pièce dépendra de cette vitesse et de la masse de la pièce. Les pièces en acier doivent posséder un pourcentage minimum de carbone (en pratique 0,2% minimum). La structure obtenue est constituée de martensite, de bainite ou des deux à la fois. Ce traitement doit obligatoirement être suivi d'un revenu.

Trempabilité

Aptitude d'un volume de métal à acquérir une certaine dureté par trempe de la surface au cœur, pour des conditions de refroidissement données : aptitude à donner lieu aux transformations martensitique et/ou bainitique. La trempabilité est souvent caractérisée par l'évolution de la dureté en fonction de la distance à une surface refroidie (essai JOMINY*)

* voir Mémotech Productique "matériaux et usinage" Ch.3 et Ch. 4)

REVENU

Il est effectué après le durcissement par trempe sur les produits ferreux pour amener les caractéristiques mécaniques à un niveau souhaité (voir utilisation des courbes de revenu, **Ménotech Productique "matériau et usinage"** au Ch.4).

La pièce est chauffée à une température très inférieure à la température d'austénitisation puis refroidie. En pratique la température de revenu est choisie entre 200 °C et 600 °C selon les caractéristiques mécaniques désirées. Le résultat obtenu dépend donc de l'état structural après trempe, de la température de revenu et de la durée de ce revenu

En résumé :

- pour obtenir de grandes duretés et de grandes résistances mécaniques, le revenu sera effectué vers 200 °C;
- pour obtenir un bon compromis, donc une résistance correcte et une bonne résilience, le revenu est effectué entre 500 °C et 650 °C dans le cas des traitements dans la masse. Il est déconseillé, pour les aciers alliés, d'effectuer des revenus dans la zone 300-500 °C. Ils entraînent une baisse importante de résilience et par suite une fragilisation de la pièce (zone de fragilité de revenu).

Revenu de détente :

Il est effectué à une température inférieure à 200°C sur des structures martensitiques (trempe complète), sur des pièces d'acier à haute résistance. Il diminue légèrement la résistance à la rupture mais augmente la limite élastique et améliore la ductilité.

ETATS DE LIVRAISON

Cas des aciers de construction

• Etat naturel :

C'est l'état du produit tel qu'il sort du laminier. Au-dessous de 0,2% de carbone, les aciers de construction peuvent être utilisés dans cet état. Au-dessus de 0,2% il est nécessaire de prévoir un laminage à température contrôlée ou de faire suivre le laminage d'un recuit.

• Etat normalisé :

C'est l'état du recuit défini ci-dessus, les caractéristiques proposées par les fabricants sur les fiches matière sont des caractéristiques minimales garanties.

• Etat adouci :

Cet état correspond à une dureté maximale garantie.

• Etat pré-traité :

C'est l'état trempé et revenu pour les caractéristiques prévues par la norme ou sur accord à la commande.

18.6.3. Principaux traitements superficiels thermochimiques des produits ferreux.

Ces traitements thermochimiques permettent d'obtenir des caractéristiques particulières à la surface d'une pièce sans altérer les caractéristiques dans la masse.

Selon leur principe, ils améliorent principalement une ou plusieurs des caractéristiques suivantes : la dureté en surface, la résistance à l'usure, la résistance à la corrosion et le comportement en frottement.

Par exemple pour un pignon, on peut souhaiter une grande dureté en surface (pièce frottante) et une bonne résilience à cœur (résistance à des contraintes de masse).

Traitements de diffusion : le matériau d'apport diffuse dans le substrat à haute température et réagit avec lui.

Aluminisation

Ce traitement qui s'effectue en général sur les aciers a pour objet un enrichissement superficiel en aluminium. Il est surtout utilisé comme protection contre la corrosion et l'oxydation à haute température.

Bleuissage

Ce traitement est effectué en milieu oxydant. La surface polie du produit ferreux se recouvre d'une couche mince d'oxyde adhérent de couleur bleue.

Boruration

La couche superficielle de la pièce est enrichie en bore. Ce traitement assure une dureté très élevée de 1 800 à 2 000 HV, une bonne tenue à l'usure et à la corrosion.

Tous les aciers, sauf rapide et inox, peuvent subir ce traitement mais les éléments d'alliage et le carbone diminuent l'épaisseur de la couche borurée. Traitement possible sur fonte.

Carbonituration

Comme pour la cémentation, apport de carbone en surface mais avec en plus introduction d'azote dans le four entre 600 °C et 850 °C ou dans un bain.

Ce traitement est aussi obligatoirement suivi d'une trempe. Par rapport à la cémentation, il donne d'excellents résultats sur des aciers non alliés. La carbonituration gazeuse est la plus employée. Ce traitement permet d'atteindre une dureté en surface de 700 à 900 HV.

Cémentation

Ce traitement s'effectue en général sur des aciers à faible pourcentage en carbone ($C < 0,25\%$, donc non trempants 18.10.1), possédant une bonne ductilité dans la masse, en vue d'augmenter la dureté superficielle.

Il consiste:

- à apporter du carbone en surface par chauffage au four à température d'austénitisation (vers 900 °C) en présence de ciment solide, liquide ou gazeux. Ce dernier procédé est le plus utilisé (précis et rapide);

- à effectuer un cycle de trempe suivi d'un revenu à basse température.

Il y a possibilité de ne pas traiter toute la pièce (usinage de surfaces cémentées avant la trempe ou protection par cuivrage de surfaces avant la cémentation).

La pièce conserve donc ses caractéristiques à cœur et présente une couche extérieure très dure (jusqu'à 2mm) obtenue par le durcissement par trempe (700 à 800 HV).

La déformation impose une rectification après traitements.

Chromisation

La surface de la pièce est enrichie en chrome :

- Chromisation douce sur des aciers à faible pourcentage de carbone. Elle permet d'installer une couche riche en chrome qui résiste bien à la corrosion.

- Chromisation dure sur des aciers à fort pourcentage de carbone, elle offre des surfaces de dureté très élevée (1 600 à 1 800 HV) qui résistent bien au frottement et à la corrosion sèche mais qui sont très fragiles.

Nituration

Ce traitement s'effectue cette fois sur un métal déjà trempé et revenu donc sur des pièces qui possèdent des caractéristiques mécaniques élevées dans la masse. Il peut se pratiquer sur des pièces finies. Il permet d'atteindre des duretés en surface très élevées, (600 à 1500 HV) suivant le type de traitement. Il est particulièrement adapté aux pièces sollicitées aux chocs et à l'usure par frottement. Il augmente la limite d'endurance. Industriellement, il existe deux types de nituration :

- **nituration traditionnelle** (en atmosphère gazeuse)

Elle se pratique sur des aciers alliés contenant du chrome et de l'aluminium (exemple : 40 CAD 6 12, voir 18.10.1). La surface est enrichie en azote par chauffage vers 500 °C en présence de gaz d'ammoniac. Le durcissement est obtenu grâce à la formation de nitrures de chrome et d'aluminium. La zone nitrurée est très mince (0,5mm après 50 heures). (Peut être réalisé en bains de sels).

- **nituration ionique**

Elle s'effectue à l'intérieur d'une enceinte à atmosphère raréfiée, en présence d'hydrogène et d'azote à l'état de plasma. Cet état est obtenu en établissant une différence de potentiel (jusqu'à 1500 volts) entre la pièce (cathode) et l'enceinte du four (anode). Cette configuration permet d'atteindre des températures entre 400 et 600 °C.

Ce procédé présente l'avantage d'être non polluant et permet de traiter des nuances d'acier très diverses, des aciers XC, aux aciers fortement alliés (18.10.1).

Les fontes modérément alliées (Cr et Al) peuvent être nitrurées (FGS ou MN conviennent).

Sulfonituration

Ce traitement augmente la résistance à l'usure en améliorant considérablement le frottement par autolubrification. La profondeur traitée est de 0,2 à 0,5 mm.

La surface de la pièce est enrichie en soufre par chauffage vers 570 °C dans un bain de sels pour le SULFINUZ, entre 560°C et 570°C dans un bain non polluant pour le SURSULF (procédé H.E.F.)

Tous les métaux ferreux peuvent être sulfonitrurés.

Un autre traitement (conversion), le SULF BT (sulfuration) à basse température s'effectue par électrolyse en bain de sels à 190 °C sur des aciers et sur des fontes. La pénétration est moins grande que pour la sulfonituration mais la température plus basse n'occasionne pas de revenu parasite. Aucune reprise d'usinage ne doit être faite après le traitement.

Ce traitement ne peut pas s'appliquer sur des aciers contenant plus de 12% de chrome. Les aciers cémentés trempés, les aciers et les fontes trempés peuvent recevoir ce traitement.

Trempe superficielle

Ce traitement (de transformation structurale) est réservé aux aciers non alliés pour traitements thermiques ou pour certains aciers faiblement alliés, en vue d'un durcissement superficiel.

En général, la pièce a été préalablement traitée dans la masse (trempe et revenu) pour une bonne résilience à cœur, elle est ensuite réchauffée en surface en vue d'une nouvelle trempe plus dure.



18.6.4. Choix du traitement superficiel de diffusion réservés aux produits ferreux

Aptitudes → Traitements ↓	Epais- seur traitée	Dureté de la couche	Etude comparative	
			Avantages	Inconvénients
Cémentation en bains de sels ou gazeuse	jusqu'à 3 mm	700 HV jusqu'à 200°C	<ul style="list-style-type: none"> - Procédé simple - Utilisation souple - Prix de revient faible - Adapté aux aciers à bas % de C - En cémentation gazeuse les déformations sont plus faibles : c'est la plus utilisée en série. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'un cycle de trempe et revenu après traitement - Déformation des surface traitées qui impose une rectification finale - En cémentation liquide, les bains sont toxiques et dangereux.
Nitruration gazeuse	0,2 à 0,6mm	600 à 1 200 HV jusqu'à 400 °C	<ul style="list-style-type: none"> - Faible déformation ne nécessitant pas de reprise d'usinage - Dureté élevée - Mise en œuvre facile - Prix de revient faible - S'effectue sur un métal déjà traité 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible profondeur durcie - Couche fragile - Contraintes de contact admissibles en fatigue limitées - Utilisation d'aciers spéciaux - Reprise mécanique difficile - Temps de traitement long
Nitruration ionique	jusqu'à 0,5mm	800 à 1500 HV	<ul style="list-style-type: none"> - Dureté élevée, pas de déformation - Etat de surface conservé - Cycle plus simple qu'en nitruration gazeuse (plus rapide) - Gamme de métaux ferreux plus large qu'en nitruration gazeuse 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté de traitement des alésages - Résistance à la corrosion moyenne - Investissement important
Carbonitru- ration	de 0,1 à 0,9mm	700 à 900 HV	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement favorable aux contraintes de fatigue en flexion, en torsion et aux contraintes de fatigue superficielle (roulement) - Carbo. liquide : mise en œuvre simple - Carbo. gazeuse : procédé souple, intégration facile en production 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité comme en cémentation de faire suivre d'un cycle de trempe et revenu - Carbonituration liquide : lavage des pièces après traitement et manutention importante - Carbonituration gazeuse : coût de mise en œuvre élevé
Boruration	0,02 à 0,4mm	1 600 à 2 000 HV	<ul style="list-style-type: none"> - Dureté très élevée, bonne tenue à l'usure - Gamme de métaux ferreux large (aciers, fontes frittées) - Intégration possible en production 	<ul style="list-style-type: none"> - Couche très fragile - Recuit de régénération ultérieur - Aucune reprise possible après traitement - Gonflement du quart de l'épaisseur - Besoin d'un état de surface initial - Prix de revient élevé
Sulfuration SURSULF	0,5 mm	1,7 à 3 fois la dureté initiale	<ul style="list-style-type: none"> - Bonne résistance à l'usure et au grippage - Bonne amélioration de la résistance à la fatigue (augmentation des contraintes de compression) - Temps de traitement rapide - Prix de revient bas 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de reprise d'usinage après traitement (éventuellement un rodage). - Gonflement de la pièce, impose un sous-cotage - Faible résistance à la corrosion
Chromisation dure	0,02 mm	1 600 à 1 800 HV	<ul style="list-style-type: none"> - Dureté très élevée, très bonne résistance à l'usure (frottement et abrasion) - Bonne résistance aux chocs thermiques - Traitement possible après chromisation - Agrément alimentaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Prévoir une surépaisseur de dépôt aucune retouche possible après chromisation - Déformation possible en cours de traitement - Prix de revient élevé - Déconseillé comme durcissement des portées de joints dynamiques

* L'utilisation des fiches matière fournies par les fabricants et la mise en œuvre des traitements est décrite au chapitre 4, du **Ménotech** productique "matériaux et usinage".



18.6.5. Choix du traitement superficiel par transformation structurale réservé aux produits ferreux (trempes superficielle)

La dureté minimale de la couche traitée dépend du % de carbone 0,12% à 0,55%, la dureté varie entre 420 et 720 HV. La limite de fatigue peut être améliorée de 10 à 80% par ce traitement.

Aptitudes Trempe superficielle	Epaisseur traitée	Risque de déformation	Etude comparative	
			Avantages	Inconvénients
Induction	> 0,3 mm	faible	<ul style="list-style-type: none"> - Faible déformation après traitement - Automatisation possible - Bien adapté aux grandes séries - Mise en œuvre rapide - Cadence élevée - Utilisation d'aciers peu coûteux 	<ul style="list-style-type: none"> - Mise au point du traitement parfois délicate - Limitée à des épaisseurs faibles - Procédé limité par la forme de la pièce
Chalumeau	>1 mm	moyenne	<ul style="list-style-type: none"> - Déformations relativement faibles - Automatisation possible - Mise en œuvre rapide - Possibilité de traiter des pièces de grande dimension (coût acceptable) et des pièces de formes complexes. - Bien adapté aux séries petites et moyennes - Utilisation d'aciers peu coûteux 	<ul style="list-style-type: none"> - Matériel souvent mal utilisé - Procédé limité par la forme de la pièce

Nouveaux procédés en cours d'industrialisation

Impulsions	> 0,01 mm	Faible	<ul style="list-style-type: none"> - Déformation extrêmement faible (faibles profondeurs de traitements) - Automatisation possible 	Difficilement utilisable pour des épaisseurs supérieures à 0,5mm
Plasma	> 0,01 mm	Faible	<ul style="list-style-type: none"> - Déformation extrêmement faible (faible profondeur de traitement) - Bien adapté au traitement en continu (lames et fils) - Automatisation possible 	Savoir faire en cours de développement - Peu adapté aux grosses pièces
Laser	> 0,01 mm	Faible	<ul style="list-style-type: none"> - Précision du traitement - Grande gamme de profondeurs possibles - Possibilité de traiter des endroits difficilement accessibles aux autres procédés - Déformation faible pour les faibles épaisseurs - Automatisation possible 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût extrêmement élevé - Noircissement des surfaces à réaliser parfois avant traitement - Maintenance délicate
B.E. Bombardement électronique	> 0,01 mm	très faible	<ul style="list-style-type: none"> - Précision du contour du traitement - Faibles déformations - Absence d'oxydation sur les pièces - Automatisation possible 	- Utilisation du vide



18.6.6. Choix du traitement superficiel de diffusion métallique (Traitements de pièces frottantes)

(1)

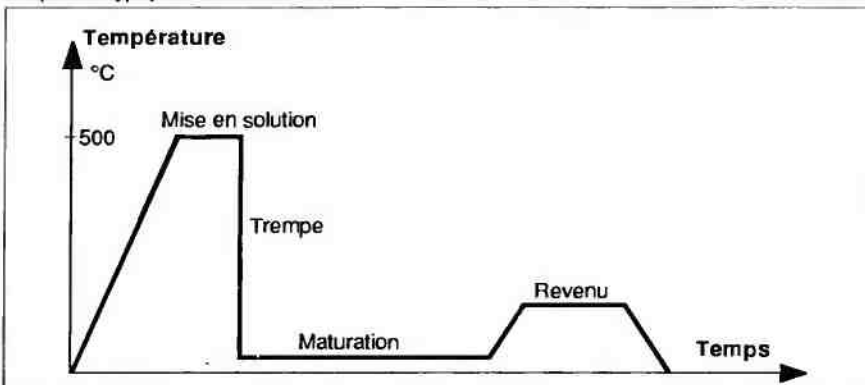
Aptitudes → Traitements ↓	Définition	Maté. de base	Epaisseur traitée	Caractéristiques obtenues (HV 50g)	Applications
Stanal	Diffusion d'étain dans une matrice d'acier. Dépôt électrolytique d'un alliage à base d'étain suivi d'un traitement thermique de diffusion (200° à 600°C)	Aciers inox aciers pour TTh	15 à 30 µm	- Une dureté de 400 à 900 HV sur des aciers de 0,1 à 0,85%C - Diminution du coefficient de frottement - Très nette amélioration à la corrosion	- Amélioration des possibilités de lubrification - Utilisé pour pièces d'articulation, goujonnerie ... Matériaux antagonistes : - Aciers, aciers traités, aciers inox., pièces chromées dur, fontes
Delsun	Diffusion d'étain dans une matière d'alliages cuivreux. Dépôt électrolytique d'un alliage à base d'étain suivi d'un traitement thermique de diffusion (410°C maximum)	Bronze à l'étain cupro-alu laitons cupronickel	15 µm	- Une dureté de 400 à 700 HV - Diminution du coefficient de frottement - Augmentation de la tenue à la corrosion	- Amélioration des possibilités de lubrification - Utilisé pour pièces de robinetterie, de boîtes de vitesse, pour bagues ... Matériaux antagonistes : - Aciers, aciers traités, aciers inox., pièces chromées dur
Forez	Traitement de surface de pièces en acier réalisé par dépôt électrolytique d'un alliage cuivre-étain, suivi d'un traitement thermique de diffusion (550°C maximum).	Aciers pour TTh. Fontes Aciers frittés	30 à 150 µm	- Une dureté de 170 à 550 HV - Diminution du coefficient de frottement - Augmentation de la tenue à la corrosion inférieure au Stanal	- Permet de remplacer les pièces frottantes en bronze - Utilisé pour pistons de vérins, de distributeurs en hydraulique Matériaux antagonistes : - Aciers, aciers traités, aciers inox., pièces chromées dur, molybdène. Avantage : aucune reprise Inconvénient : temps important de TTh
Zinal	Diffusion d'indium dans une matrice en alliage d'aluminium. Dépôt électrolytique d'un alliage à base d'indium suivi d'un traitement thermique de diffusion (150°C)	Alu. et alliages A-U4G A-G3 A-S7G A-S13	15 à 55 µm	- Une dureté de 350 à 400 HV - Diminution du coefficient de frottement - Bonne résistance au grippage	- utilisé pour pièces d'automobile, d'optique, en construction électrique Matériaux antagonistes : - Aciers, aciers traités, aciers inox., pièces chromées dur, molybdène. Avantage : généralisation de l'emploi d'alliages d'aluminium en mécanique Inconvénient : PR supérieur à l'anodisation dure
Tifran	Diffusion en phase gazeuse par oxydation contrôlée, de titane pour obtenir en surface une couche à base principalement d'oxyde de titane (650°)	Titane et alliages de titane	10 à 55 µm	- Une dureté de 500 à 750 HV - Diminution du coefficient de frottement - Bonne résistance au grippage	- Utilisé pour pièces en aéronautique - Dans le cas de frottement non lubrifié, il peut être dopé de bisulfure de molybdène Matériaux antagonistes : - Aciers, Tifran antagoniste Avantage : conditionnement du titane contre le grippage sans perte de sa résistance à la corrosion Inconvénient : traitement long

(1) à partir de données du S.A.T.S.

18.6.7. Traitements réservés aux aluminium et alliages d'aluminium.

Traitement de DURCISSEMENT STRUCTURAL

Séquence typique de durcissement structural d'un aluminium



Mise en solution

Le traitement de mise en solution solide consiste, par un maintien à température élevée, à dissoudre les éléments d'alliage qui se trouvent en phases séparées dans le métal de base. Si la solution solide ainsi obtenue est refroidie brutalement, on obtient un état trempé.

Maturation

La maturation ou vieillissement naturel, consiste, après la trempe, à durcir les alliages à traitements thermiques par un séjour à température ordinaire.

Revenu

Dans le cas des aluminiums et alliages d'aluminium, le revenu consiste, par un maintien à environ 200°C, à accélérer l'évolution des caractéristiques mécaniques, en particulier à augmenter la limite élastique. C'est un revenu de durcissement.

Traitement DE SURFACE par conversion

Outre les traitements mécaniques, les plus connus sont les traitements d'anodisation. Ce sont des traitements de conversion : le matériau d'apport réagit superficiellement avec le substrat. Ils sont destinés à renforcer l'épaisseur de la couche d'oxyde protégeant l'aluminium pour obtenir une couche d'alumine homogène.

Oxydation anodique mince (5 à 20µm)

- Anodisation sulfurique :

La plus connue, utilisée pour la décoration, gamme du bronze clair au noir.

- Anodisation chromique :

Très utilisée pour les alliages aéronautiques, en électronique. Les couches sont minces, souples et très protectrices. Leur aspect laqué permet une utilisation en décoration. L'influence sur la limite à la fatigue est faible.

- Anodisation autocolorée :

Les acides sulfo-organiques des électrolytes permettent la formation d'une couche anodique colorée (couleur bronze). Utilisée en architecture.

- Anodisation phosphorique :

Les couches d'oxydes sont très poreuses. Cette anodisation est très utilisée comme préparation des surfaces avant collage.

Oxydation anodique épaisse (50 à 150µm)

- Anodisation dure :

Anodisation à basse température qui permet de réaliser des couches d'oxydes épaisses. Le gonflement est de 50%, la dureté de la couche varie de 400 à 600 HV. La rugosité est augmentée de 1,5 à 3 fois. En cas de précision, il est donc nécessaire de rectifier ou de rôder la surface traitée. Les alliages utilisés sont en particulier : A9, A5, A-G3, A-G5, A-SG, A-GS, A-Z4G, A-Z5GU, A-Z8ZU, A-S7G, A-S10G, A-S13, A-S12UN, A-Z5G, A-G3T, A-S2GT, A-G6. Ces couches résistent mieux à l'abrasion que les meilleurs aciers traités. La qualité de l'isolation thermique est du même ordre que celle de la porcelaine. Diverses formules d'imprégnation disponibles (tanoline, téflon, sulfure de molybdène ...) sont destinées à diminuer le coefficient de frottement.

18.7. Choix d'un revêtement de surface

à partir de données S.A.T.S.



Aptitudes → Type de revêtement ↓		Matériau de base (substrat)	Epaisseur (µm)	Dureté de la couche HV (50g)	Aptitudes résultante *					PR. relatif au m ²	Applications
					au frottement	à la protection thermique	à résister à la corrosion	à décorer	Surface traitée/an		
Revêtements électrolytiques											
dépôt épais	Chrome	Tous matériaux métalliques, matières plastiques pour les revêtements minces avec métallisation préalable.	40	900-1000	X		X		=	35	Vilebrequin, pistons, chemises, matrice, moules...
	Nickel		40	150-400			X		=	70	Pièces de corrosion dans l'alimentaire, le textile...
	Cuivre		200	50-100			X		-	120	Dépôt pour gravure, électronique
dépôt mince	Chrome		0,5-2					X	=	10	Décoration, sous couche pour chrome...
	Nickel		10	150-400			X	X	=	7	Décoration, protection de la corrosion...
	Cuivre		10-15	50-100			X		=	6	Sous-couche pour chrome ou nickel ou pour brasage tendre...
	Etain		10				X		=	30	Machines alimentaires, pistons, segments...
	Zinc		10				X		+	2	Corrosion atmosphérique, moins efficace que la galvanisation...
	Cadm		10				X		=	5	Pour atmosphères marines, milieux alcalins...
	Argent		5-400	25-80	X		X	X	-	40	Industrie électrique
Or	0,2-5	20-60			X	X	-	650	Industrie électronique		
Revêtements chimiques											
	Nickel (Kanigen) Ni (93%) P (7%)	Aciers, fontes, alliage d'Al et de Cu, composites.	25	500-900	X	X	X		=	50	Dépôt régulier, excellent coefficient de frottement (Ex: 0,08 à 0,16 Kanigen/fonte) : - pièces de vérin - vannes, pompes, compresseurs - armes - matériel pour mines - rouleaux d'impression - matériel électrique ...
	Cuivre	Non conducteurs : plastiques, céramiques.	0,5 (1) 2-5 (1) 20						=	3,3	(1) Suivi d'un dépôt électrolytique Traitement réservé à la fabrication des circuits imprimés. Le principal objectif est d'établir une liaison conductrice.
Galvanisation											
	Zinc	Fontes ou aciers.	20-100	70-240 de la surface au substrat			X	X	++	1 à 3	Protection contre la corrosion atmosphérique, pièces de machines à laver, corps de vanne, grilles, bacs... - Excellente protection même en cas de discontinuité. - Difficultés de post-traitement. - PR. bas

* Destination principale

**Importance relative : -- très faible ; - faible ; = moyenne ; + importante ; ++ très importante

Choix d'un revêtement de surface (suite)



Aptitudes		Aptitudes résultante.*							PR. relatif au m ²	Applications
Type de revêtement	Matériau de base (substrat)	Epaisseur (µm)	Dureté de la couche HV (50g)	au frottement	à la protection thermique	à résister à la corrosion	à décorer	Surface traitée/an **		
DACROMET Dépôts à partir de poudres métalliques en suspensions Zinc + Aluminium	Aciers ou fontes évent. aluminium	5-7 8-10		0,12 < f < 0,2	X	X		+	1	Protection contre la corrosion et amélioration du coefficient de frottement sur la visserie, les rondelles, les agrafes, les ressorts et pour pièces mécaniques diverses : industrie automobile ... Egalement apte à recevoir une peinture.
Dépôts avec inclusions de particules par électrolyse Nickel + carbure de silicium	Aciers et alliages d'aluminium			X				--	120	- Amélioration du coefficient de frottement - Bonne résistance à l'usure - Bonne résistance au grippage
Nickel + diamant				X				--	4 000	- Bonne dureté - Bonne résistance à l'usure - Bonne résistance à l'usure à chaud
Nickel + nitrure de bore					X				--	4 000
Thermoplastiques Polyamide 11	Aciers, fontes, aluminium et alliages, cuivres et alliages, verre, céramiques	80 à 600	75 (shore)	0,11 à 0,18	-60° à 120°	base		++	2,5	Avantages : - Possibilités d'épaisseurs variables de faible à forte - Adhérence des dépôts - Perte de matière faible - Investissement peu onéreux - Automatisation possible
Polyéthylène		200 à 500	40 (shore)		-15° à 80°	acide			2	Inconvénients : - Températures limites sauf P.T.F.E.
P.T.F.E.		8 à 130	600	0,03 à 0,15	-270° à 260°	X			3	- Nécessité de préchauffe des pièces (-250°C à 450°C)
P.V.C.		200 à 300	50 (shore)			-270° à 260°				
REVETOX Alumine + Silice + oxyde de chrome	Aciers alliés sauf 100C6, fontes, aciers inox., A-G5 et A-G6	40 à 50	1 800 à 2 000	X	X 700°C	Réser- vée		--	500	Avantages : - Hautes performances dans le domaine de l'usure par frottement - Géométries et états de surface conservés - Résistance aux chocs thermiques Inconvénients : - Fragilité aux chocs mécaniques - Accord de dilatation substrat/ revêtement nécessaire - Prix de revient élevé

* Destination principale

** Importance relative : -- très faible ; - faible ; = moyenne ; + importante ; ++ très importante

18.8. Démarche technico-économique de choix d'un matériau



Dans le cas général, le choix du matériau d'une pièce et le choix de son (ses) procédé de mise en œuvre comportent les étapes principales suivantes :

- **Au bureau d'étude :**
 - Analyse du besoin - Elaboration du cahier des charges technico-économique.
 - Traductions des exigences d'emploi en caractéristiques permettant de procéder à des choix.
 - Choix d'une famille de matériaux et des procédés de mise en œuvre - Etude d'avant-projets de pièces
- **Au bureau des méthodes** (méthodes usinage - méthodes mise en forme ...) :
 - Analyse des avant-projets, recherche des couples matière/traitements *
- **A l'atelier (usinage - fonderie...)** :
 - Réalisation de prototypes, d'une présérie ...
- **Au bureau d'étude :**
 - Bilan, choix, projet de définition définitif

DONNEES

Le cahier des charges

La pièce étudiée

1. Les fonctions principales de la pièce dans l'ensemble :
- bâti, pièce de liaison, pièce de transmission d'effort ...

2. Les sollicitations mécaniques auxquelles est soumise la pièce :

- en statique : traction, compression ...
- en dynamique : chocs, fatigue ...

3. Les sollicitations physico-chimiques

- l'environnement intérieur et extérieur (température, fluides ...)
- le frottement entre solides (à sec, lubrifié)
- l'étanchéité (pression, fluide, température, cinématique)
- les conditions particulières (dilatation, conductivité, corrosion...)

4. Les contraintes de géométrie et de masse

- dimensions générales, encombrement
- le poids limite
- qualité des surfaces
- tolérances de position entre surfaces

5. Le contexte technico-économique

- le nombre de mécanismes prévu (série), le nombre de séries
- les délais
- les possibilités des ateliers, de la sous-traitance

6. Des contraintes particulières

- esthétique liée aux fonctions : le design
- maintenance



BESOIN

La pièce et son matériau

1. Le matériau
2. Les procédés de mise en œuvre
3. Le projet de définition de la pièce

LES OUTILS QUI FACILITENT LE CHOIX au B.E.

Des guides de choix
Des tableaux de sélection

- Des organigrammes de pré-sélection.
- Des guides de choix par familles de matériaux, en fonctions des caractéristiques, des aptitudes...
- Des tableaux de matières classées par caractéristiques croissantes.
- Des indices de prix



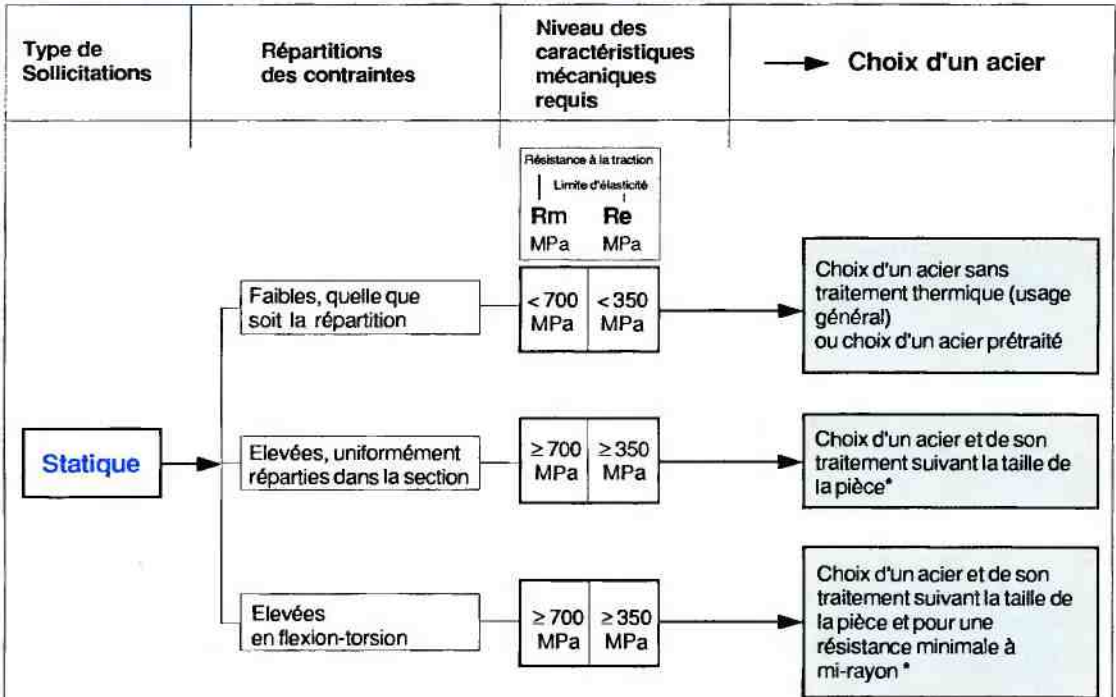
Cette démarche de choix sera largement facilitée et rendue plus efficace par une élaboration sérieuse du cahier des charges et par l'utilisation de l'outil "analyse de la valeur".

* Le choix d'un acier et de ses traitements thermiques est défini dans le **Mémotech Productique "matériaux et usinage"** au chapitre 4

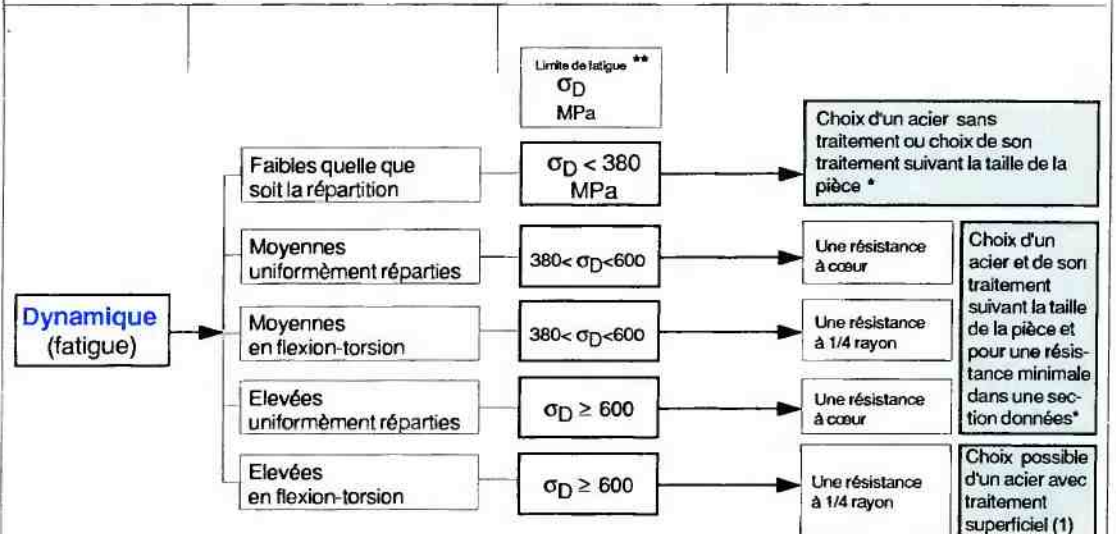
18.9. Choix d'un matériau en fonction des sollicitations



18.9.1. Cas du choix d'un acier : organigramme simplifié (1)



Remarque: Avant de s'orienter vers la recherche d'un acier spécial (allié ou non) pour traitements thermiques, il convient d'exploiter les propriétés des aciers d'usage général.



(1) Les traitements (thermiques, thermo-chimiques ou mécaniques) qui augmentent les contraintes admissibles à la surface des pièces, améliorent considérablement la tenue à la fatigue des matériaux ferreux.

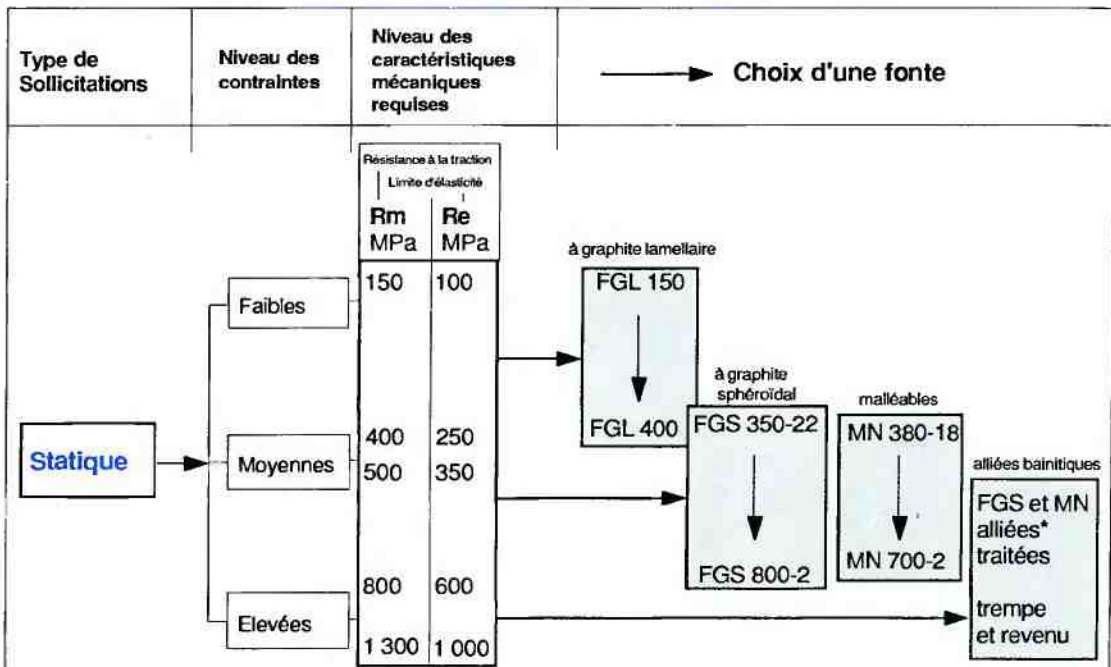
* Ces cas types de choix qui font appel à la maîtrise des traitements thermiques sont traités dans le **MémoTech Productique** matériaux et usinage.

** Flexion rotative

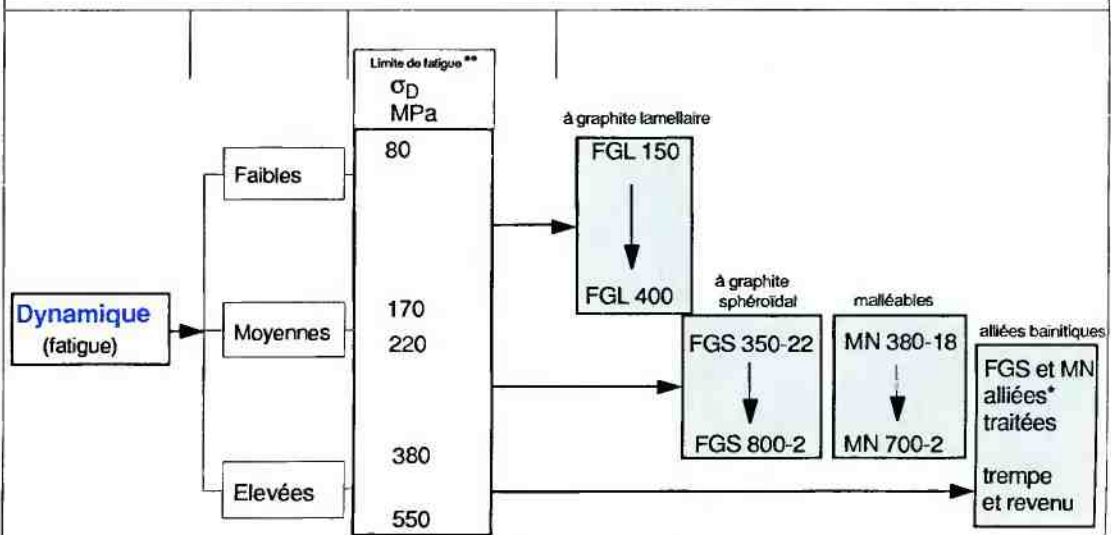
(1) à partir de données CETIM



18.9.2 Cas du choix d'une fonte : organigramme simplifié (1)



Remarque : Les fontes à graphite lamellaire (FGL) conviennent dans de nombreux cas. Avant de s'orienter vers une fonte à haut module d'élasticité, il convient de rechercher un tracé permettant d'exploiter au mieux les caractéristiques des fontes à graphite lamellaire, en particulier leur résistance à la compression



Remarque: Les traitements (thermiques, thermochimiques ou mécaniques) qui augmentent les contraintes admissibles à la surface des pièces, améliorent considérablement la tenue à la fatigue des matériaux ferreux.

* Les fontes alliées bainitiques (GS et MN) sont destinées à des applications nécessitant de hautes caractéristiques mécaniques. Elles ne sont pas normalisées.

** Flexion rotative (1) à partir de données CIFOM

18.10. Choix d'un acier : caractéristiques et aptitudes



18.10.1. Aciers recommandés par les normes NF A 35-501, 35-551, 35-552, 35-573, 35-574

La fédération des Industries Mécaniques Transformatrices de Métaux (FIMTM) avait établi, en 1974, en collaboration avec le CETIM, une sélection de 58 nuances et qualités normalisées parmi celles qui étaient utilisées dans les plus forts tonnages.

Le but de cette sélection était d'aboutir à des économies substantielles dans la gestion des stock, dans l'organisation des parcs matières, dans la stabilisation des postes d'usinage et dans la mise en œuvre des traitements. Cette sélection n'a pas fait l'unanimité et n'a pas été reprise par la profession.

Le tableau suivant, qui s'en inspire, reprend en plus les aciers proposés par les normes correspondantes. Il est donc recommandé, dans la mesure du possible, d'utiliser ces nuances de préférence à toutes les autres.

Acier d'usage général (ne convenant pas au traitement thermique)	Aciers spéciaux pour traitements thermiques			Aciers inoxydables
	non alliés	alliés	aciers de cémentation	
A 33	XC 18	20 M 5	Pour trempé superficielle	Ferritiques
A 34-2*	XC 25	35 M 5		
E 24-2	XC 32	40 M 6		Z 6 C 13
E 24-3	XC 38 H1**	20 MC 5	40 M 6 TS	Z 6 CA 13
E 24-4	XC 38 H2	38 C 2	38 C 2 TS	Z 8 C 17
E 28-2	XC 42 H1	42 C 2	42 C 2 TS	Z 8 CD 17-01
E 28-3	XC 42 H2	32 C 4	38 C 4 TS	
E 28-4	XC 48 H1	38 C 4	42 C 4 TS	Martensitiques
E 36-3	XC 48 H2	42 C 4	38 CD 4 TS	
E 36-4	XC 55 H1	100 C 6	42 CD 4 TS	Z 12 C 13
A 50-2	XC 55 H2	45 S 7	50 CV 4 TS	Z 20 C 13
A 60-2		55 S 7	38 B 3 TS	Z 30 C 13
A 70-2	Pour trempé superficielle	60 SC 7	38 MB 5 TS	Z 15 CN 16-02
		45 SCD 6	38 CB 1 TS	Z 6 CND 16.04.01
		25 CD 4		
	XC 38 H1 TS	30 CD 4	Pour nitruration gazeuse	Austénitiques
	XC 38 H2 TS	34 CD 4		
	XC 42 H1 TS	38 CD 4		Z 2 CN 18-10
	XC 42 H2 TS	42 CD 4	30 CD 12	Z 6 CN 18-09
	XC 48 H1 TS	30 CD 12	40 CAD 6-12	Z 10 CN 18-09
De décolletage	XC 48 H2 TS	50 CV 4	34 CD 4	Z 12 CN 17-07
	XC 55 H1 TS	20 NC 6	42 CD 4	Z 6 CNT 18-10
	XC 55 H2 TS	30 NC 11		Z 6 CNNb 18-10
A 37 Pb		30 CND 8	A dispersoïde (voir 18.10.6)	Z 2 CND 17-12
A 50 Pb		35 NCD 16	D 800	Z 6 CND 17-11
A 60 Pb		40 CAD 6-12	D 900	Z 6 CNDT 17-12
A 70 Pb		21 B 3	D 1 000	Z 6 CNDNb 17-12
		38 B 3		Z 2 CND 17-13
S 250		20 MB 5		Z 6 CND 17-12
S 300		38 MB 5	F 900	Z 2 CND 19-15
		38 CB 1	F 1 000	
S 250 Pb		19 NCDB 2	F 1 200	De décolletage
S 300 Pb			F 1 400	
		De décolletage	F 1 600	Z 12 CF 13
			F 1 800	Z 30 CF 13
			F 2 000	Z 10 CF 17
	** H1 : à faible trempabilité	13 MF 4		Z 6 CDF 18-02
	H2 : à trempabilité améliorée	18 MF 5	Z 1 300	Z 10 CNF 18-09
		35 MF 6		
		45 MF 6-1		
		45 MF 6-3		

* Indices de qualité



18.10.2. Acier de construction d'usage général, tôles et larges plats

Nuances	Qualités	Re N/mm ² (1)		R N/mm ²		A % Lo = 5,65 √So						Pliage à 180 ° (2) (3)		Résilience daJ/cm ² KCV KCV à à 20°C 0°C (3) (4) (4)
		e < 3	3 <= e <= 30	30 < e <= 50	50 < e <= 80	80 < e <= 110	110 < e <= 150	e < 3	3 <= e <= 150	e < 3	3 <= e <= 16	16 < e <= 50	50 < e <= 80	
A 33	-	e < 3	175	175	320-560	16	18	17	17	-	110 < e <= 150	2e	3e	-
		3 <= e <= 150	155	165	300-540	16	18	17	17	-	80 < e <= 110	2e	3e	-
A34	2	e < 3	-	165	-	-	28	27	26	24	21	-	1e	3,5
		3 <= e <= 150	155	145	330-410	-	28	27	26	24	21	-	1e	3,5
E24	2	e < 3	215	235	360-480	22	26	25	24	23	20	1e	2e	3,5
		3 <= e <= 150	215	205	340-460	22	26	25	24	23	20	1e	2e	3,5
E28	3	e < 3	215	235	360-480	22	26	25	24	23	21	0,5e	1e	3,5
		3 <= e <= 150	215	205	340-460	22	26	25	24	23	21	0,5e	1e	3,5
E36	4	e < 3	255	275	420-560	19	22	21	20	19	16	1,5e	2e	3,5
		3 <= e <= 150	255	245	400-540	19	22	21	20	19	16	1,5e	2e	3,5
A50	2	e < 3	275	295	490-630	17	19	18	17	16	13	3e	3,5e	-
		3 <= e <= 150	275	265	490-630	17	19	18	17	16	13	3e	3,5e	-
A60	2	e < 3	-	335	-	-	15	14	13	12	9	-	-	
		3 <= e <= 150	315	315	590-710	-	15	14	13	12	9	-	-	
A70	2	e < 3	-	365	-	-	10	9	8	7	5	-	-	
		3 <= e <= 150	345	345	690-830	-	10	9	8	7	5	-	-	

(1) Si la limite d'élasticité apparente est difficile à saisir, on a recours à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2% (R_{0,002})

(2) Les valeurs de pliage ne sont garanties que pour les produits d'épaisseur inférieure ou égale à 80 mm.

(3) Essai effectué s'il est précisé à la commande

(4) Moyenne de trois essais, aucun résultat individuel ne devant être inférieur à

- 2,6 daJ/cm² pour une valeur minimale moyenne de 3,5 daJ/cm²

- 3,5 daJ/cm² pour une valeur minimale moyenne de 5 daJ/cm²

Remarques : Pour les tôles en E 24 et E 28, il peut être garanti à la commande un produit R.A supérieur ou égal à 8 500 pour les épaisseurs inférieures à 3 mm ou 10 500 pour les épaisseurs supérieures ou égales à 3 mm et inférieures à 8 mm. Dans ce cas les produits seront désignés par : E 24-3P ; E 24-4P ; E 28-3P ; E 28-4P.



18.10.3. Acier de construction d'usage général, laminés marchands et poutrelles (1)

Nuances	Qualités	Re mini (2) N/mm ²		R N/mm ²	A% mini		Pliage à 180° (3)		Résilience mini		
		e ≤ 30	30 < e ≤ 100		e ≤ 30	30 < e ≤ 100	e ≤ 16	16 ≤ e < 100	KCV +20°C (3) (4) e ≤ 50	KCV 0°C (4)	KCV -20°C (4)
A 33		175	-	300-540	18	-	3e	e ≤ 30, 3e	-	-	-
E 24	2	235	215	340-440	28	27	1e	1,5e	3,5	-	-
	3	235	215	340-440	28	27	0,5e	1e	-	3,5	-
	4	235	215	340-440	28	28	0,5e	1e	-	-	3,5
E 28	2	275	255	400-540	24	22	1,5e	2e	3,5	-	-
	3	275	255	400-540	24	23	1e	1,5e	-	3,5	-
	4	275	255	400-540	24	25	1e	1,5e	-	-	3,5
E 36	2	355	335	490-630	22	21	2e	2,5e	3,5	-	-
	3	355	335	490-630	22	21	2e	3e	-	3,5	-
	4	355	335	490-630	23	22	2e	3e	-	-	5
A 50	2	295	275	490-610	21	20	3,5e	4,5e	-	-	-
A 60	2	335	315	590-710	16	15	-	-	-	-	-
A 70	2	365	345	690-830	11	10	-	-	-	-	-

(1) Les poutrelles ne sont fabriquées que dans les nuances E 24, E 28 et E 36

(2) Si la limite d'élasticité apparente est difficile à saisir, on a recours à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % (R_{0,002})

(3) Essai effectué s'il est précisé à la commande

(4) Moyenne de trois essais, aucun résultat individuel ne devant être inférieur à :

- 2,6 daJ/cm² pour une valeur minimale moyenne de 3,5 daJ/cm²

- 3,5 daJ/cm² pour une valeur minimale moyenne de 5 daJ/cm²

Remarques : Pour les ronds en E 24 et E 28, il peut être garanti à la commande que le produit R.A. sera supérieur ou égal à 8 500 pour les épaisseurs inférieures à 3 mm ou 10 500 pour les épaisseurs supérieures ou égales à 3 mm et inférieures à 8 mm. Dans ce cas les produits seront désignés par : E 24-3P ; E 24-4P ; E 28-3P ; E 28-4P.

18.10.4. Acier de construction d'usage général, ronds de 100 < ø < 350 mm

Nuances	Qualités	Re mini (2) N/mm ²	R N/mm ²	A% mini	Résilience mini daJ/cm ²	
					KCV 0°C (4)	KCV -20°C (4)
E 24	2NE	195	320	26	-	-
	3	195	320	26	3,5	-
	4	195	320	27	-	3,5
E 28	2	235	380	20	-	-
	3	235	380	22	3,5	-
	4	235	380	24	-	3,5
E 36	3	315	470	20	3,5	-
	4	315	470	21	-	5
A 50	2	255	470	19	-	-
A 60	2	295	570	14	-	-
A 70	2	325	670	9	-	-

L'éprouvette est extraite parallèlement à la direction du laminage, au 1/3 ou rayon à l'extérieur pour les ronds et au 1/6 de la diagonale à l'extérieur pour les plats

Choix d'un acier : caractéristiques et aptitudes (suite)



18.10.5. Caractéristiques et emploi : aciers pour trempe dans la masse

Nuances	R _m * (MPa)	Caractéristiques et orientations générales d'emploi
XC 25 20 M5 XC 32 21 B3	490-640 540-690 570-720 590-730	Aciers mi-doux à très faible trempabilité pouvant être trempés à l'eau, pour pièce de faible section. Bonne résilience. L'acier XC 25 est quelquefois utilisé en cémentation. L'acier 20MC 5 est un peu plus trempant que l'acier XC 25. L'acier 21 B 3, au bore, offre la meilleure trempabilité avec un très bon KCU.
XC 38 H1 20 MB 5 XC 42 H1 XC 38 H2 38 C2 38 B3 XC 48 H1 XC 42 H2	630-770 640-780 670-810 680-820 680-830 690-830 700-840 710-850 720-860	Aciers à trempabilité limitée pour pièces de faible et moyenne section modérément sollicitées : bielles, arbres, boulonnerie traitée. Pour la série XC : - H1, à faible trempabilité pour pièces de petites dimensions trempées à l'eau - H2, à trempabilité améliorée pour pièces de plus fortes dimensions trempées à l'huile. Des aciers au bore, 20 MB 5, 38 B 3, 38 CB 1, dont l'emploi se développe énormément. Le bore accroît la profondeur de trempé. Ces aciers permettent d'obtenir des caractéristiques mécaniques importantes avec des teneurs en nickel et en chrome inférieures à 0,7%. Ils sont économiquement très intéressants.
42 C2 38 MB 5 20 MC 5 20 NC 6 25 CD 4 XC 55 H2	730-880 740-880 750-900 750-900 780-930 800-950	L'acier 42 C 2 à trempabilité limitée est souvent utilisé en boulonnerie traitée (hr). Le 38 MB 5, avec une teneur en chrome très basse, possède des caractéristiques identiques au 20 MC 5, avec un allongement moins grand. Le 20 MC 5 est utilisé en pignonnerie, pour pièces de fatigue moyenne. Le 20 NC 6 et le 25 CD 4, plus allié et à bas % de carbone, résistent bien aux chocs et sont utilisés pour fusées, axes, tiges de piston, etc.
38 C4 30 NC 11 34 CD 4 42 C4	830-1 030 850-1 050 880-1 080 880-1 380	Quatre aciers à trempabilité moyenne et à résistance croissante. Ils sont d'emploi courant en mécanique pour arbres essieux, vilebrequins, boulonnerie hr, engrenages, fusées. Le 30 NC 11 présente une grande sécurité d'emploi aux basses températures, inférieures à -75°C.
55 S7 40 CAD 6-12	930-1 150 950-1 150	Un acier au silicium, le 55 S 7, est utilisé pour ressorts, arbre de torsion et pièces à limite d'endurance élevée résistant à l'usure. Le 40 CAD 6-12 est spécialement conçu pour la nitruration gazeuse avec dureté très élevée sur couche nitrurée pour pièces de très grande résistance à l'usure.
42 CD 4 50 CV 4	980-1 180 980-1 180	Aciers à forte trempabilité pour pièces de moyennes sections. Le 42 CD 4 est très utilisé en mécanique : gros arbres, vilebrequins, bielles hautement sollicitées, pignonnerie travaillant sans choc. Le 50 CV 4 est utilisé pour ressorts plats et hélicoïdaux, organes de transmission. Comparativement au 34 CD 4, ces deux aciers présentent une trempabilité supérieure.
30 CD 12 30 CND 8 45 SCD 6 35 NCD 16	1 030-1 230 1 030-1 230 1 050-1 270 1 080-1 280	Quatre aciers de trempabilité croissante pour pièces de grosse et très grosse section fortement sollicitées : arbres d'hélices, frettes de conteneurs, pièces de sécurité pour mécanique lourde. Le 30 CD 12 est parfois utilisé après nitruration avec cependant une dureté en surface inférieure à celle du 40 CAD 6-12. Les deux dernières nuances réalisent des caractéristiques très élevées, en particulier le 35 NCD 16, élaboré spécialement pour l'industrie aérospatiale (R _m jusque 1750 N/mm ²). le 45 SCD 6 est utilisé pour les arbres de torsion, il présente une limite d'endurance élevée.

18.10.6. Caractéristiques et emploi : aciers à dispersoïdes

Ces aciers sont caractérisés par la présence d'éléments d'alliages peu utilisés pour les aciers courants de construction (Nb, Al, V, Cu) qui favorisent des processus de durcissement par précipitation. Le niveau de résistance de ces aciers est obtenu directement après laminage ou forgeage grâce à la suppression des traitements de trempé et de revenu. Ces nuances présentent également un intérêt particulier en traitement superficiel (notamment nitruration), car ils en supportent les températures (600°C) sans diminution notable des caractéristiques mécaniques dans la masse.

Applications : pièces mécaniques sollicitées, telles que bielles, arbres, engrenages ...

Trois familles principales :

D 800 (1) D 900 (1) D 1 000 (1)	750-900 850-1 000 950-1 100	- Séries D, U, S, nuances développées à partir du 20 M 6 et du 45 M 6 avec addition de Niobium, de Vanadium, de Titane et d'Azote. Les nuances U contiennent du plomb pour faciliter l'usinage. Les nuances respectives (1) D, S, U soit : S 800, S 900, S 1000, U 800, U 900, U 1000, présentent le même niveau de caractéristiques mécaniques avec différentes teneurs garanties en soufre.
F 900 F 1 000 F 1 200 F 1 400 F 1 600 F 1 800 F 2 000	850-1 000 950-1 100 1 150-1 300 1 350-1 500 1 550-1 700 1 700-1 900 1 800-2 000	- Série F, développée à partir de la série précédente avec addition d'éléments (cuivre) provoquant un durcissement par précipitation. Ils contiennent du Cuivre, du Nickel, du Niobium et/ou du Vanadium.
Z 1 300	1 200-1 400	- Série Z, une nuance d'acier inoxydable développée à partir de la nuance Z 10 C 13

* classement pour des diamètres : 16 < d < 40, après trempé et revenu vers 600°C (pour dispersoïde, niveau de R_m moyen)

Choix d'un acier : caractéristiques et aptitudes (suite)



18.10.7. Aptitudes à la résistance R_m : Aciers pour trempe dans la masse classés par résistances croissantes après trempe et revenu vers 600°C selon prescriptions de NF A 35-552

R_m	Bases de classement		Valeurs de R_m et de $R_{p0,2}$ pour les autres sections			
	16 < \varnothing < 40		\varnothing < 16		40 < \varnothing < 100	
	R _m mini-maxi N / mm ²	R _{p0,2} mini	R _m mini-maxi N / mm ²	R _{p0,2} mini	R _m mini-maxi N / mm ²	R _{p0,2} mini
XC 18	440 - 590	270	490 - 640	330	- -	-
XC 25	490 - 640	305	540 - 590	365	- -	-
20 M 5	540 - 690	400	570 - 720	440	- -	-
XC 32	570 - 720	365	620 - 760	430	540 - 690	335
21 B 3	590 - 730	440	640 - 780	480	- -	-
XC 38 H 1	630 - 770	400	690 - 830	490	- -	-
20 MB 5	640 - 780	500	690 - 830	550	- -	-
XC 42 H 1	670 - 810	430	740 - 880	520	- -	-
35 M 5	670 - 820	500	720 - 870	550	620 - 770	470
XC 38 H 2	680 - 820	435	740 - 880	525	640 - 790	385
38 C 2	680 - 830	510	750 - 900	560	690 - 840	510
38 B 3	690 - 830	520	740 - 880	550	590 - 740	440
38 CB 1	700 - 840	520	750 - 890	560	620 - 770	460
XC 48 H 1	710 - 850	460	780 - 930	550	- -	-
XC 42 H 2	720 - 860	465	790 - 930	555	670 - 810	410
40 M 6	720 - 870	550	780 - 930	590	730 - 880	550
42 C 2	730 - 880	540	800 - 950	600	740 - 890	550
19 NCDB 2	740 - 880	590	780 - 830	635	690 - 830	540
38 MB 5	740 - 880	600	790 - 930	630	640 - 790	510
XC 55 H 1	750 - 900	490	830 - 980	585	- -	-
20 MC 5	750 - 900	600	800 - 1000	650	700 - 850	550
20 NC 6	750 - 900	600	800 - 1100	650	700 - 850	550
XC 48 H 2	760 - 910	485	830 - 980	585	710 - 850	540
32 C 4	780 - 930	590	880 - 1080	660	690 - 830	510
25 CD 4	780 - 930	600	880 - 1080	700	690 - 840	530
45 S 7	780 - 980	620	980 - 1180	780	640 - 780	510
XC 55 H2	800 - 950	525	880 - 1030	620	750 - 890	470
38 C 4	830 - 1030	620	930 - 1130	700	730 - 880	540
30 CD 4	830 - 1030	650	930 - 1130	730	730 - 880	570
30 NC 11	850 - 1050	670	930 - 1130	750	780 - 930	600
34 CD 4	880 - 1080	700	980 - 1180	770	780 - 930	600
42 C 4	880 - 1380	660	980 - 1180	740	780 - 930	590
55 S 7	930 - 1150	740	1080 - 1300	880	780 - 950	620
38 CD 4	930 - 1130	760	1030 - 1230	770	830 - 1030	650
40 CAD 6	950 - 1150	750	1000 - 1200	800	900 - 1100	720
12	980 - 1180	770	1080 - 1280	850	880 - 1080	700
42 CD 4	980 - 1180	785	1130 - 1320	930	880 - 1080	685
50 CV 4	1030 - 1230	810	1080 - 1280	880	980 - 1180	770
30 CD 12	1030 - 1230	850	1030 - 1230	850	980 - 1180	800
60 SC 7	1050 - 1270	850	1150 - 1370	950	910 - 1130	720
45 SCD 6	1050 - 1270	870	1050 - 1270	870	950 - 1170	780
35 NCD 16	1080 - 1280	880	1080 - 1280	880	1080 - 1280	880

Les éprouvettes sont prélevées au centre de la barre pour $d < 30$ mm et à 12,5 mm de la peau pour $\varnothing > 30$ mm

Choix d'un acier : caractéristiques et aptitudes (suite)



18.10.8. Aptitudes à la résilience KCU : Aciers pour trempe dans la masse classés par résiliences décroissantes après trempe et revenu vers 600°C selon prescriptions de NF A 35-552

KCU Nuances	Bases de classement		Valeurs de KCU et de $R_{p0,2}$ pour les autres sections				
	16 < σ < 40		σ < 16		40 < σ < 100		
	KCU mini J / cm ²	$R_{p0,2}$ mini	KCU mini J / cm ²	$R_{p0,2}$ mini	KCU mini J / cm ²	$R_{p0,2}$ mini	
21 B 3	120	120	440	120	480	-	-
20 MB 5	100	100	500	100	550	-	-
19 NCDB 2		100	590	100	635	100	540
XC 18	80	80	270	80	330	-	-
20 M 5		80	400	80	440	-	-
20 NC 6		80	600	80	650	90	550
XC 25	70	70	305	70	365	-	-
20 MC 5		70	600	60	650	80	550
25 CD 4		70	600	70	700	70	530
38 MB 5		70	600	70	630	70	510
30 NC 11		70	670	70	750	70	600
30 CND 8		70	850	70	850	70	800
30 CD 4	65	65	650	65	730	65	570
XC 32	60	60	365	60	430	60	335
38 C 2		60	510	50	560	60	510
38 B 3		60	520	70	550	60	440
38 CB 1		60	520	60	560	60	460
32 C 4		60	590	60	660	60	510
34 CD 4		60	700	60	770	60	600
30 CD 12		60	810	50	880	60	770
38 CD 4	55	55	730	55	770	55	650
XC 38 H 1	50	50	400	50	490	-	-
XC 38 H 2		50	435	50	525	50	385
35 M 5		50	500	50	550	50	470
42 C 2		50	540	50	600	50	550
40 M 6		50	550	50	590	50	550
38 C 4		50	620	50	700	50	540
45 S 7		50	620	50	780	50	510
40 CAD 6 12		50	750	50	800	50	720
42 CD 4		50	770	50	850	50	700
45 SCD 6		50	870	50	870	50	780
35 NCD 16		50	880	50	880	50	880
XC 42 H 1	40	40	430	40	520	-	-
XC 42 H 2		40	465	40	555	40	410
42 C 4		40	650	40	740	40	590
55 S 7		40	740	40	880	40	620
50 CV 4		40	785	40	930	40	685
60 SC 7	35	35	850	35	950	35	720
XC 48 H 1	30	30	460	30	550	-	-
XC 48 H 2		30	485	30	585	30	440

Les éprouvettes sont prélevées au centre de la barre pour $d < 30$ mm et à 12,5 mm de la peau pour $\sigma > 30$ mm

Choix d'un acier : caractéristiques et aptitudes (suite)



18.10.9. Aptitudes à l'allongement A%: Aciers pour trempe dans la masse classés par allongements décroissants après trempe et revenu vers 600°C selon prescriptions de NF A 35-552

A% Nuances	Bases de classement			Valeurs de A% et de R _{p0,2} pour les autres sections			
	16 < ø < 40			ø < 16		40 < ø < 100	
	A% mini	R _{p0,2} mini		A% mini	R _{p0,2} mini	A% mini	R _{p0,2} mini
XC 18	21	21	270	19	330	-	
XC 25	20	20	305	18	365	-	
20 M 5		20	400	19	440	18	550
XC 32	18	18	365	17	430	19	335
21 B 3		18	440	17	480	-	
XC 38 H 1	17	17	400	16	490	-	
20 MC 5		17	600	16	650	18	550
20 NC 6		17	600	16	650	18	550
XC 42 H 1	16	16	430	14	520	-	
35 M 5		16	500	15	550	17	470
20 MB 5		16	500	16	550	-	
XC 38 H 2	15	15	435	14	525	16	385
XC 48 H 1		15	460	13	550	-	
38 C 2		15	510	14	560	15	510
38 B 3		15	520	14	550	16	440
40 M 6		15	550	14	590	16	550
XC 42 H 2	14	14	465	12	555	15	410
XC 55 H 1		14	490	12	585	-	
38 CB 1		14	520	14	560	15	460
42 C 2		14	540	13	600	14	550
32 C 4		14	590	12	660	15	510
19 NCDB 2		14	590	14	635	15	540
25 CD 4		14	600	12	700	15	530
38 MB 5		14	600	14	630	15	510
XC 48 H 2	13	13	485	11	585	14	440
38 C 4		13	620	12	700	14	540
45 S 7		13	620	11	780	15	510
30 CD 4		13	650	12	730	14	570
30 NC 11		13	670	13	750	14	600
XC 55 H 2	12	12	525	10	620	13	470
42 C 4		12	660	12	740	13	590
34 CD 4		12	700	11	810	14	600
40 CAD 6-12		12	750	11	800	13	720
30 CND 8		12	850	12	850	12	800
38 CD 4	11	11	760	11	810	12	650
42 CD 4		11	770	10	850	12	700
55 S 7	10	10	740	09	880	11	620
50 CV 4		10	785	08	930	12	685
30 CD 12		10	810	10	880	11	770
35 NCD 16		10	880	10	880	10	880
60 SC 7	9	9	850	08	950	10	720
45 SCD 6		9	870	09	870	10	780

Les éprouvettes sont prélevées au centre de la barre pour d < 30 mm et à 12,5 mm de la peau pour ø > 30 mm

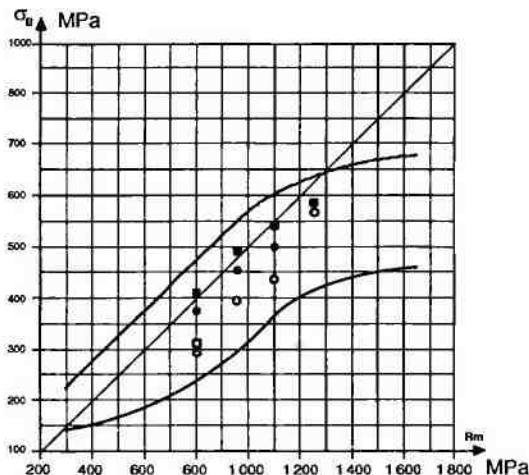


18.10.10. Aptitudes à la fatigue : aciers pour trempe dans la masse.



La limite à la fatigue est directement liée à la résistance à la traction. Le graphe suivant donne deux courbes limites entre lesquelles se situent les diverses nuances d'acier. En dessous de $1\,100\text{ N/mm}^2$, il est courant d'admettre en première approximation un coefficient de 0,5.

Essai de fatigue en flexion rotative



Exemples de nuances
d'après
Creusot Loire

■	35 NCD 16 - 30 CND 8 - 30 CD 12
●	30 NC 11 - 42 CD 4
□	25 CD 4 - 20 NC 6
○	50 CV 4

18.10.11. Caractéristiques et emploi : aciers pour cémentation.

Aciers classés par résistance croissante après trempe et revenu vers 200°C (NF E 35 551)

Nuances	Rm (N/mm ²) d < 16	Caractéristiques générales et emploi
XC 10 XC 12	490 - 780 690 - 1 080	Acier extra-doux de cémentation aisément soudable, pour trempe à l'eau, pour pièces de petites sections à faible fatigue, résistant à l'usure.
10 NC 6 XC 18	850 - 1 150 850 - 1 270	Aciers doux pour pièces de faible et moyenne section. La résistance sous couche peut atteindre $1\,300\text{ N/mm}^2$ sur petits diamètres. Bonne résilience pour l'acier 10 NC 6 qui peut être trempé à l'huile en faibles sections.
16 MC 5 18 CD 4 20 NCD 2 16 NC 6 14 NC 11	980 - 1 380 1 050 - 1 400 1 050 - 1 450 1 100 - 1 400 1 100 - 1 400	Aciers moyennement trempants de composition variée avec résistance sous couche pouvant atteindre $1\,450\text{ N/mm}^2$. Utilisés pour engrenages et pièces de sécurité. Les aciers 10 NC 6 et surtout 14 NC 11 résistent bien aux chocs et présentent de bonnes résiliences aux basses températures.
21 B3 19 NCDB 2	1 100 - 1 600 1 150 - 1 550	Aciers au bore plus trempants avec résistance sous couche pouvant atteindre $1\,600\text{ N/mm}^2$ pour les petits diamètres. Leur emploi se développe énormément.
20 MC 5 20 MB 5 20 NC 6 18 NCD 6	1 200 - 1 550 1 200 - 1 550 1 200 - 1 550 1 200 - 1 550	Aciers trempants permettant d'atteindre sous couche des résistances de 1500 N/mm^2 . Les aciers 20 MC 5 et 20 NC 6 sont parfois utilisés à l'état traité non cémenté pour pièces de sécurité devant résister aux chocs. Le 20 MC 5 peut être utilisé pour pièces de fatigue moyenne résistant à l'usure. L'acier 20 MB 5, au bore possède des meilleures caractéristiques dans la masse que le 20 MC 5 en étant plus économique. Le 18 NCD 6 possède une très forte trempabilité. Il convient pour pièces de grosses sections en particulier pour le matériel de mines et de carrières. Il convient également pour emplois aux basses températures.

Choix d'un acier : caractéristiques et aptitudes (suite)

à partir de
données de
I.O.T.U.A.



18.10.12. Caractéristiques et emploi : aciers inoxydables

Nuances	Rp0,2*	Caractéristiques et orientations générales d'emploi
Ferritique :		
Z 6 C 13 Z 6 CA 13	220	Ces aciers ont une bonne résistance à l'oxydation aux températures moyennes et à la corrosion par l'hydrogène sous pression à chaud. L'addition d'aluminium (dans le Z 6 CA 13 améliore la soudabilité). Ils sont utilisés pour les ailettes de turbines à vapeur, pour les pièces de l'industrie du pétrole, pour les tubes de chauffe dans les raffineries ...
Z 8 C 17 Z 10 CF 17	250	Cet acier ferritique extra-doux a une résistance à la corrosion intermédiaire entre celle des aciers à 13 % de chrome et celle des aciers au chrome-nickel 18-10. Il ne prend pas la trempe et présente une bonne aptitude à la déformation à froid. Il est utilisé en décoration intérieure, couverture, orfèvrerie, installation et ustensiles de cuisine, matériel de laiterie et de fromagerie, machines frigorifiques, industrie de l'acide nitrique et de l'azote, automobile, électroménager ... Variante de la nuance Z 8 C 17, destinée au décolletage
Z 8 CD 17-01	280	L'addition de molybdène dans cette nuance, variante des précédentes lui confère une résistance accrue à certain milieu corrosifs (corrosion atmosphérique en particulier)
Martensitique		
Z 12 C 13 Z 12 CF 13	440 540	Cet acier ductile et malléable à l'état recuit, acquiert par traitement thermique des caractéristiques mécaniques moyennement élevées. Il a une bonne résistance à la corrosion, en particulier à l'état poli. Il est utilisé pour des pièces mécaniques en contact avec la vapeur, l'eau, l'essence, certains produits alimentaires (jus de fruits, bière, vin). Il est également utilisé pour les moules de verrerie. Variante de la précédente, cette nuance est destinée au décolletage. Utilisé surtout pour la visserie.
Z 20 C 13 Z 30 C 13	640	Ces aciers présentent une grande dureté et une grande résistance à l'usure (croissantes avec leurs teneurs en carbone). Ils sont susceptibles d'un beau poli. Ils sont utilisés pour les organes de pompes et de moteurs diesel, arbres, axes, et en coutellerie.
Z6 CNU 17-04 Z6 CNU15-04	705-1165 685-1145	Ces aciers à durcissement par précipitation réunissent les propriétés de résistance à la corrosion des aciers ferritiques. Ils résistent bien à la corrosion par l'eau de mer, les brouillards salins et les acides organiques. L'acier Z 6 CNU 17-04 a une résistance à la corrosion semblable à celle d'un Z 6 CN 18-09. Il existe d'autres nuances, le Z 8 CNDA 15-07 traité peut par exemple atteindre un Rp0,2 de 1575 MPa. Ils sont généralement utilisés pour les pièces mécaniques en milieu marin et salin.
Austénitique Les propriétés mécaniques de ces aciers sont très différentes de celles de toutes les autres catégories. Ils possèdent une grande ductilité et une grande résilience en particulier à haute température. Les nuances pauvres en nickel durcissent considérablement par écrouissage. Ils ont une remarquable aptitude au soudage. En absence d'écrouissage, ils ont une très faible limite élastique, difficile à définir.		
Z 6 CN 18-09		L'acier Z 6 CN 18-09 est le type des aciers austénitiques. Il ne présente pas de durcissement après traitement thermique mais sa résistance mécanique peut être accrue par écrouissage. Il est ductile et tenace (à l'état recuit) et possède une grande aptitude au formage à froid. Il est très facilement soudable. Il est utilisé dans l'industrie chimique, l'ameublement, les éviers et les ustensiles de cuisine, l'orfèvrerie, l'industrie alimentaire.
Z 2 CN 18-10		Variante à très bas % de carbone de la nuance Z 6 CN 18-09 (voir ci-après), l'acier Z 2 CN 18-10 présente des caractéristiques de très bonne soudabilité et de grande résistance à la corrosion inter cristalline, et ne nécessite pas de traitement thermique après soudage. Il est utilisé dans l'industrie chimique : acide nitrique et dérivés, dans l'alimentation, le bâtiment et l'aménagement ; décoration, meubles, appareils et ustensiles de cuisine.
Z 6 CNT 18-10 Z 6 CNUb 18-10		Ces nuances sont des variantes stabilisées de la nuance de base Z 6 CN 18-09 qui peuvent être formées à chaud et soudées sans traitement postérieur de régénération. Elles ont une excellente résistance à la corrosion et une très bonne tenue mécanique, entre 400 et 800°C. Elles sont utilisées pour la grosse chaudronnerie soudée, industries chimiques et alimentaires.
Z10 CN 18-09 Z12 CN17-07		Ces nuances sont particulièrement aptes à l'emploi à l'état écroui qui leur confère des caractéristiques mécaniques élevées (le soudage par résistance, qui ne nécessite pas de recuit, permet de conserver ces propriétés). Elles sont utilisées pour la construction aéronautique, ferroviaire (voitures voyageurs).
Z 6 CND 17-11		Cet acier présente des caractéristiques particulières de résistance au fluage et également à la corrosion par piquûres (eau de mer). Il est utilisé dans l'industrie chimique, alimentaire, photographie.
Z 6 CNDT17-12		Variante de la nuance Z 6 CND 17-11, stabilisée au titane et ne nécessitant pas, de ce fait, de traitement thermique après soudage ou formage à chaud. Elle est utilisée dans l'industrie chimique, des explosifs, du pétrole, de la teinturerie, de la photographie, etc.
Z 6 CNDNb17-12		Cet acier est également une variante stabilisée de Z 6 CND 17-11 (voir ci-dessus).
Z 2 CND 17-12		Variante à bas carbone de la nuance Z 6 CND 17-11. Elle résiste à la corrosion intergranulaire. Elle est utilisée dans les constructions soudées et les constructions formées à chaud dont la mise en œuvre nécessite un maintien prolongé entre 500 et 900°C.
Z 2 CND 19-15		Cette nuance présente une résistance améliorée à certaines corrosions, la corrosion localisée en particulier. Elle résiste également bien à la corrosion inter cristalline. Elle est utilisée dans les industries chimiques et alimentaires.

* Ordre de grandeur de Rp0,2 (MPa)

18.11. Choix d'une fonte



18.11.1. Propriétés recherchées et emploi (à partir de données du CIFOM)

Nuances		Norme (AFNOR)	Propriétés recherchées	Principaux emplois
Fontes non alliées				
A graphite lamellaire	Type "Album"		Excellente coulabilité Bel aspect, bonne rigidité.	Pièces minces de grandes dimensions : baignoires, balcons, grilles, radiateurs, trémiss ...
	FGL 150	NF A 32-101	Très bonne usinabilité. Bonne étanchéité, bonne résistance à l'usure par frottement.	Mécanique générale, machines agricoles, travaux publics : bagues, boîtiers, brides, bâtis, berceaux, marbres, poulies, roues ... Automobiles, compresseurs, moteurs, tracteur : blocs-cylindres, boîtes de vitesses, corps divers, culasses de moteurs, cylindres divers, freins, pistons, poulies, turbines, variateurs. Machines outils, matériel hydraulique et pneumatique : bâtis, chemises de moteurs, corps, couronnes dentées, distributeurs hydrauliques, engranges, mandrins de tours, pignons, poulies, volants..
	FGL 200			
	FGL 250			
	FGL 300			
	FGL 350			
FGL 400	Bonnes caractéristiques mécaniques. Bonne résistance à l'usure par frottement.			
Malleables	MB 380-12	NF A 32-102	Caractéristiques mécaniques élevées, très grande ductilité. Perméabilité magnétique élevée, grande résilience. Excellente usinabilité. Bonne capacité d'amortissement des vibrations .	Automobiles, cycles, machinisme agricole, matériel de travaux publics, quincaillerie : bielles, boîtes de ponts, boîtiers, carters, carters, chaînes, clés diverses, écrous à oreilles, fourchettes de renvoi, leviers, mâchoires de freins, manivelles, moyeux de roues, outillage à main, pédales, pignons, poignées, poulies, raccords de chauffage, trompettes de ponts, volants...
	MB 400-7			
	MN 350-10			
	MN 450-6		Caractéristiques mécaniques très élevées. Bonne résistance à l'usure. Faible coefficient de frottement.	
	MN 550-4			
	MN 630-3			
MN 700-2				
A graphite sphéroïdal	FGS 350-22	NF A 32-201	Caractéristiques mécaniques élevées, très grande ductilité. Perméabilité magnétique élevée, grande résilience. Excellente usinabilité. Bonne capacité d'amortissement des vibrations.	Automobiles, machinisme agricole, machines-outils, matériel hydraulique : arbres à cames, bielles, blocs-moteurs, boîtes de machines-outils, carters, corps divers, disques de freins, distributeurs hydrauliques H.P., engrenages, fourchettes, mâchoires de freins, mandrins de machines-outils, matrice d'emboutissage, moyeux de roues de camions, pignons, segments de freins, tambours , tuyaux, vilebrequins, pivots de freins...
	FGS 450-10			
	FGS 500-7			
	FGS 600-3			
	FGS 700-2			
FGS 900-2	Caractéristiques mécaniques très élevées. Bonne résistance à l'usure.			
Blanches	FB 0	NF A 32-401	Résistance à l'usure par érosion et par abrasion, même à chaud et par frottement sous forte pression.	Briqueterie, cimenterie, sidérurgie : arbres à cames, blindages divers, boulets de broyeurs, buses de sablage, cames, cylindres d'imprimerie, de laminoirs, disques de broyeurs, filières, galets ...
	FB A			
Fontes alliées				
Austénitiques	S - NM 13 7	NF A 32-301	Amagnétique. Très bonne résistance à la chaleur et à la corrosion dans de nombreux milieux très agressifs. Bonne résistance à très basse température. Résistivité électrique élevée. Coefficient de dilatation très haut ou très bas, suivant nuance.	Construction navale, industrie alimentaire, industrie pétrolière, matériel frigorifique, moteurs : Collecteurs de diesel, condenseurs, conduites de vapeur, culasses de diesel, dragueurs de mines, électro-aimants, grilles de foyers et chaudières, hachoirs à viande, hélices marines, moules de verrerie, plaques chauffantes, pompes pour liquides corrosifs et gaz liquéfiés, segments de pistons, tambours de treuils, turbines à vapeurs, turbo-compresseurs.
	à			
	S - NC 35 3			
	L - NM 13 7			
à				
L - N 35				
Blanches	FB Ni4 Cr2	NF A 32-401	Excellente résistance à l'abrasion, même aux températures élevées.	Cimenterie, mines, sidérurgie, travaux publics : bandages de meules, becs de godets, blindages divers, boulets de broyeurs, cames, cylindres de concasseurs et broyeurs, cylindres de laminoirs...
	à			
FB Cr 26 Mo Ni		Très bonne résistance à l'abrasion et bonne résistance à l'oxydation à chaud.	Fours, métallurgie, papeterie : barreaux de grilles, buses de sableuse et de grenailleuse, cylindres pour l'étréage des tubes, filières, galets de roulement, godets de drague, pales de ventilateur, éléments de pompe.	

Choix d'une fonte (suite)

18.11.2. Principales fontes (à partir de données du CIFOM)

Nuances		Propriétés Physiques			Caractéristiques mécaniques (2)						
		Masse volumique g/cm ³	Conductivité thermique W.m. ⁻¹ .°C ⁻¹	Dilatation lin. (x 10 ⁶ .°C ⁻¹) (à 20)	R (MPa)	R _{p0,2} (MPa)	A (%)	HB	Résist. à la compression (MPa)	Limite de fatigue (MPa) (1)	Module d'élasticité x 10 ⁴ (MPa)
Fontes non alliées											
A graphite lamellaire	Type "Album"	7,1-7,3	49-52,5	10	150-250	98	0,8	200-270	600-840	70-115	9-11
	FGL 150	7,05	52,5	10	150	98	>0,8	125-205	600	68	9-12
	FGL 200	7,15	51		200	130	>0,8	150-230	720	90	10-13
	FGL 250	7,2	49	10	250	165	>0,8	180-250	840	115	11-14
	FGL 300	7,25	47,5		300	195	>0,8	200-275	960	135	12-15
	FGL 350	7,3	45,5	10	350	230	>0,8	220-290	1 080	150	13-16
	FGL 400	7,35	44		400	260	>0,8	245-320	1 200	152	14-16
Mailleables	MB 380-12	7,2	50	11	380	200	12	≤200	760	145-180	17
	MB 400-7		50		450	260	7	≤220	900	180-215	18
	MN 350-10		38		350	230	10	≤150	700	180-210	17
	MN 450-6	à	36	à	450	290	6	150-210	900	220-250	17,5
	MN 550-4		35		550	350	4	180-240	1 100	240-275	17,5
	MN 630-3		34,7		630	430	3	210-270	1 300	260-300	17,5
	MN 700-2	7,4	33,5	12	700	530	2	240-290	1 400	280-320	17,5
A graphite sphéroïdal	FGS 350-22 à	7,1	35	11	350	220	22	≤150		185-200	17
	FGS 450-10				400	310	10	160-210		185-200	17
	FGS 500-7	à	35	à	500	320	7	170-230		225-250	17,5
	FGS 600-3				600	370	3	190-270		225-250	17,5
	FGS 700-2 à	7,3	35	12	700	420	2	225-305		280-300	17,6
FGS 900-2	900				600	2	280-360		280-300	17,6	
Blanches	FB 0	7,5	17	9 à 11	200-400			350-500	1 500-1 800		16-20
	FB A	7,8									
Fontes alliées											
Austénitiques	S - NM 13 7	7,4	21	à	14,7	370	170		130	800	11
	à				à	à	à	à	à	à	à
	S - NC 35 3				18,7	470	250		270	1 500	13
	L - NM 13 7	7,3	38	15	170			1	120	700	8,5
à	à				à	à	à	à	à	à	
L - N 35	42				18	280		3	250	1 100	11
Blanches	FB Ni4 Cr2	7,8	25	à	6,8	280			500	1 600	16,8
	à				à	à	à	à	à	à	à
	FB Cr 26 Mo Ni			9,8	700			800	2 000	18,2	

(1) 10⁶ cycles en flexion rotative (2) Eprouvettes : FGL, éprouvettes ø 30mm coulées à part; MB, éprouvettes coulées à part ø 12mm;



Code : 1 : à éviter ; 2 : possible ; 3 : moyen ; 4 : bon ; 5 : très bon

Aptitudes technologiques

Temp. d'utilisation - °C +	A l'usure					A l'air marin, (eau de mer)	Au moulage	A l'usinage	A l'étanchéité	Au soudage	Au poli de surface	A l'amorç. de vibrations
	Frottement (2)	Erosion par liquide chargé	Abrasion sous contraintes									
			Faible	Forte	Très forte							
350						3	5	3	2	1	2	5
400						3	5	4	3	1	2	5
-50 450	3	2	2	1	1	3	4	4	4	2	3	4
450						3	3	3	5	2	4	4
600	1	1	1	1	1	3	3	4	5	5	3	2
-60 450	2	1	1	1	1	3	3	5	4	4	3	3
450	3	2	2	1	1	3	3	3	5	2	4	3
600	1	1	1	1	1	3	4	4	5	4	3	3
-50 450	2	1	1	1	1	3	4	4	4	3	4	3
450	3	2	2	1	1	3	4	3	5	2	4	3
-50 600	4	4	3	1	1	2	3	1	5		5	1
-80 650* à à						5 < 0,125 mm/van	4	4	3	3	3	4
-200 900	4	3	2	1	1							
-80 500						5 < 0,125 mm/van	3	3	4	3	3	3
-50 700* à à 800	4	4	4	2 à 4*	2 à 4*	< 0,25 mm/van 4	3	1	3		5	1

MN, éprouvettes ø 15 mm coulées à part; FGS, éprouvettes ø 14mm usinée dans une pièce attenante; SN et LN, éprouvettes ø 14 mm coulée à part * selon la nuance (2) pour frottement, dureté ≥ 200 HB pour les fontes non alliées et 130 < HB ≤ 175 pour les fontes austénitiques.

18.12. Choix d'un alliage de cuivre

18.12.1. Principaux produits de corroyage

à partir de données Tréfimétaux et le Bronze Industriel

Désignation	Propriétés Physiques				Composition chimique approximative en % (autre que Cu)
	Masse volumique g/cm ³	Conductibilité thermique W.m. ⁻¹ .°C ⁻¹	Dilatation lin. (x 10 ⁶ .°C ⁻¹) (entre 20 et 100°C)	Résistivité électrique μ.Ω.cm	
LAITONS :					
Cu Zn 10	8,6	-	17	3,9	Zn=10
Cu Zn 20	8,5	-	17	5,4	Zn = 20
Cu Zn40 Pb3,5	8,5	117	21	6,4	Zn = 40 Pb = 3,5
Cu Zn40 Pb3	8,5	121	21	6,4	Zn = 40 Pb = 3
Cu Zn36 Pb3	8,5	117	21	6,6	Zn = 36 Pb = 3
Cu Zn38 Pb2	8,5	117	21	6,6	Zn = 38 Pb = 2
Cu Zn35 Pb2	8,5	117	20	6,6	Zn = 35 Pb = 2
Cu Zn35 Pb2 As	8,5	117	20	6,6	Zn = 35 Pb = 2
Cu Zn39 Pb2	8,5	117	21	6,7	Zn = 39 Pb = 2 Sn = 0,5
Cu Zn38 Pb2 Mn Al	8,4	105	19	7,8	Zn = 38 Pb = 2
Cu Zn36 Mn3 Al2 Si Pb	8,3	84	19	11	Zn = 36 Mn = 3 Al = 2 Si = 0,6 Pb = 0,5
Cu Zn37 Mn2 Al1 FePb	8,3	100	19	10	Zn = 37 Mn = 2 Al = 1 Fe = Pb =
CUPRO-ALU :					
Cu Al9 Ni3 Fe2 Mn	7,6		16	20	Al = 9 Ni = 2,5 Fe = 1,5 Mn = 1,5
Cu Al11 Ni5 Fe5	7,5		16	22	Al = 11 Ni = 5 Fe = 5
Cu Al10 Mn7 Fe2	7,5		16	-	Al = 9 Fe = 2,5 Mn = 7
CUPRO-NICKEL :					
Cu Ni10 Fe1 Mn	8,9		17	19	Ni = 10 Fe = 1,5 Mn 0,7
Cu Sn8 Ni	8,8		17	15	Ni = 0,4 Sn = 0,8 P = 0,1
BRONZES :					
Cu Sn8,5 P	8,8		17	15	Sn = 8 P = 0,15
Cu Sn5	8,8			10	Sn = 5
Cu Sn10 Pb9	9		16	-	Sn = 10 Pb = 9



Code : 1 : à éviter ; 2 : possible ; 3 : bon ; 4 : excellent

Caractéristiques mécaniques					Aptitudes technologiques				Remarques
Module d'élasticité (MPa)	R (MPa)	Rp0,2 (MPa)	A (%)	Résistance à la fatigue (MPa) (1)	Usinage	Déformation à froid	Déformation à chaud	Soudage	
100 000	200-260	80-200	15-25		3	3	3	3	Bonne qualité de frottement mise en œuvre facile
100 000	270-290	80-200	15-40		3	3	3	3	
94 500	370-500	220-370	4-22	120-180	4	2	4	3	Décolletage à très haute vitesse, perçage profond
95 000	370-500	220-370	4-22	135-200	4	2	4	3	Décolletage, matriçage possible
111 000	320-450	180-320	7-28	95-185	4	2	4	3	Décolletage, roulage de filets
110 000	350-430	180-300	8-25	120-190	4	2	4	3	Bonne mise en œuvre, utilisé pour les barres creuses
112 000	370-450	250-320	7-18	120-190	4	2	4	3	Décolletage, sertissage, déformation à froid
112 000	350-450	-	10-30	120-190	4	2	4	3	Non dézincifiable, bonne mise en œuvre
100 000	350-480	180-350	5-25	120-190	4	2	4	3	Matriçage aisé, usinage facile
100 000	400-500	220-260	5-17	-	4	2	4	3	Laiton H.R. pour décolletage et matriçage
90 000	550-680	260-350	5-7	-	3	1	3	3	Laiton très haute résistance pour décolletage et matriçage
109 000	550-680	260-350	7-15	-	3	1	3	3	Haute caractéristiques mécaniques
120 000	620-640	250-280	15-16		3	3	4	4	Excellente résistance à la corrosion, caractéristiques mécaniques voisines de celles des aciers. Inoxydabilité aux hautes températures. Résiste bien aux chocs, aux vibrations et à la fatigue.
125 000	740-800	390-450	8-10		3	1	4	3	
120 000	690	320	13		3	1	4	3	
126 000	300-350	100-250	15-35		4	4	3	4	Haute résistance à la corrosion : const. navale.
112 000	400	180	60		4	4	2	4	Bonne résistance à la corrosion.
112 000	400-490	175-390	10-60		4	4	2	4	Connus depuis longtemps pour leur très bonne tenue aux frottements. Les éléments d'addition, Pb, Ni, Zn, permettent une large utilisation.
110 000	340-390	150-270	30-50		4	4	3	4	
-	160	100	6		4	1	1	2	

(1) flexion rotative 10⁸ cycles

Choix d'un alliage de cuivre (suite)

18.12.2. Principaux produits de fonderie à partir de données U.D.A.C.

Désignation	Propriétés Physiques					Composition chimique en %		
	Etat	Masse volumique g/cm ³	Conductibilité thermique W.m. ⁻¹ .°C ⁻¹	Dilatation lin. (x 10 ⁶ .°C ⁻¹) (entre 20 et 100°C)	Conduct. électrique % IACS (1)			
LAITONS :								
Cu Zn 19 Al 6	Y20	7,8	-	20		Zn=18-25 Ni = 1	Al=5-7,5 Mn = 2,5 - 4	Fe=2-3 Cu=60-66
Cu Zn 23 Al 4	Y 20	7,85		21	7,5	Zn=20-27 Ni = 2,5	Al=3-5 Mn = 2,5 - 4	Fe=1,5-3 Cu=60-66
Cu Zn35 Al Fe Mn	Y 40					Zn= Ni = 3	Al=0,5-2,5 Mn = 0,1-3	Fe=0,5-2 Cu=57-65
Cu Zn33 Pb 2	Y 20					Zn= Ni = 1	Al=0,1 Mn = 0,2	Fe=0,8 Cu=63-67
Cu Zn40	Y 30	8,3		20	24	Zn= Ni = 0,8	Al=0,2-0,8 Mn = 0,5	Fe=0,5 Cu=59-63
CUPRO-ALU :								
Cu Al9	Y,30	7,6		17	13	Al=8,5-10 Ni = 1	Fe=1,2 Mn = 0,5	Cu =
Cu Al10 Fe3	Y 30	7,6		18	13	Al=8,5-11 Ni = 1	Fe=2-4 Mn = 0,5	Cu =
Cu Al9 Ni3 Fe2	Y 30	7,6		18	13	Al=8,5-10 Ni = 2-4	Fe=2-3 Mn = 0,5	Cu =
Cu Al10 Fe5 Ni5	Y 20					Al=8,5-11 Ni = 4 - 6	Fe=3-6 Mn = 1,5	Cu =
Cu Al12 Fe5 Ni5	Y 20					Al=11-12 Ni = 4 - 6	Fe=3-6 Mn = 1,5	Cu =
CUPRO-NICKEL								
Cu Ni10 Fe1 Mn	Y 20 Y 30					Ni = 9 - 11 Si = 0,1	Mn = 1,5 Pb = 0,03	Fe = 1 - 1,8 Cu ≥ 84,5
AU BERYLLIUM :								
Cu Be2	Y 23	8,2		17	22-28	Be = 1,75 - 2,5 Co + Ni = 0,2 - 0,65	Al = 0,2 - 0,8 Cu = 96,8 - 98	
BRONZES :								
Cu Sn8	Y 30	8,8		18	10	Sn=7-9 Fe=0,2	Pb=0,5-3 Ni = 1,5	Zn=3 Cu =
Cu Sn12	Y 30	8,8		18	10	Sn=10,5-13 Fe=0,25	Pb=2,5 Ni = 2	Zn=2 Cu =
Cu Pb5 Sn5 Zn5	Y 30	8,8		18	15	Sn=4-6 Fe=0,3	Pb=4-6 Ni = 1,5	Zn=4-6 Cu =
Cu Sn7 Pb6 Zn4	Y 30	8,9		18	12	Sn=6-8 Fe=0,2	Pb=5-7 Ni = 1,5	Zn=2-5 Cu =
Cu Pb10 Sn10	Y 20					Sn=9-11 Fe=0,25	Pb=8-11 Ni = 2	Zn=2 Cu =
Cu Pb20 Sn5	Y 20	9,3		18	10	Sn=4-6 Fe=0,25	Pb=18-23 Ni = 2,5	Zn=2 Cu =

(1) L'étalon IACS présente une conductivité de 0,58 $\mu\Omega^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ à 20°C



Code : 1 : à éviter ; 2 : possible ; 3 : bon ; 4 : très bon.

Caractéristiques mécaniques					Aptitudes technologiques				Qualités dominantes Domaines d'emploi
Module d'élasticité (MPa)	R (MPa)	R _{p0,2} (MPa)	A (%)	Dureté HB	Mou-lage	Usina-ge	Souda-ge	à résister à la corrosion	
	750	500	8	220					
105 000	500	250	8	160	4	2	3	4	Excellentes caractéristiques mécaniques Industrie chimique, construction mécanique
	475	200	18						
	180	70	12			4			
120 000	340		8		4	3	3*		Bonnes caractéristiques mécaniques Construction navale et mécanique, robinetterie
120 000	500	200	20	130	4	3	3**	4	Excellentes caractéristiques mécaniques, très bonne résistance à la corrosion, particu- lièrement en milieu marin. Construction mécanique et électrique, cons- truction navale , industrie chimique, robinetterie, quincaillerie ...
120 000	650	250	20	160	4	2	3**	3	
120 000	650	250	20	160	3	2	3**	4	
	630	250	12						
	750	400	7	230					
	280	120	20		4	2	3	4	
130 000	1 000	800	1-3	350	4	2	3	4	Caractéristiques mécaniques comparable aux bons aciers spéciaux : ressorts, moules ...
105 000	220	130	16		4	3	3*	4	Excellentes propriétés de frottement. Excellentes propriétés de fonderie
105 000	270	150	3		3	3	3*	3	Construction mécanique, construction navale, robinetterie haute pression.
100 000	200	90	12		4	4	3*	4	Excellentes aptitudes à l'étanchéité, excellentes propriétés de fonderie.
100 000	220	100	12		4	4	3*	4	Robinetterie, construction mécanique, cons- truction navale
	180	80	7						Excellentes propriétés de frottement pour charges moyennes même avec lubrification médiocre.
75 000	150	60	5		4	4	3*	3	Pièces de frottement, paliers résistant aux acides.

* par brasage, argent et étain ; ** à l'arc et brasure argent

18.13. Choix d'un alliage de zinc



Compositions et caractéristiques	Deux alliages principaux	
	Z - A4 G	Z - A4 U1 G
Désignation normalisée :	ZAMAK 3	ZAMAK 5
Désignation commerciale :	ZAMAK 3	ZAMAK 5
Caractéristiques physiques :		
- Densité	6,6	6,7
- Intervalle de solidification	380-386	380-386
- Retrait en %	4 à 6	4 à 6
- Coefficient de dilatation	25,8 . 10 ⁻⁶	25,8 . 10 ⁻⁶
- Résistivité électrique ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)		
- Conductibilité thermique $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	113	108
Composition chimique :		
Composition en %		
- Aluminium	3,9 - 4,3	3,9 - 4,3
- Cuivre	0 - 0,1	0,75 - 1,25
- Magnésium	0,03 - 0,06	0,03 - 0,06
- Zinc	reste	reste
Teneurs maximales d'impuretés		
- Fer	0,1	0,1
- Plomb	0,005	0,005
- Cadmium	0,005	0,005
- Etain	0,002	0,002
Caractéristiques mécaniques :		
- Résistance à la traction (Mpa) (1)	260 - 300	300 - 340
- Limite d'élasticité (Mpa) (1)	250 - 290	290 - 330
- Module d'élasticité	85 000	96 000
- Allongement en %	5 - 8	3 - 6
- Résilience (daJ / cm^2) (2)	10 - 12	10,5 - 12,5
- Résistance à la compression (Mpa)	450	600
- Résistance au cisaillement (Mpa)	220	270
- Résistance à la fatigue (Mpa) pour 10 ⁸ cycles (3)	48	57
- Dureté BRINNEL (4)	80 - 90	85 - 95

(1) Mesurée sur éprouvette ronde de \varnothing 6,18 mm coulée sous pression et utilisée brute de fonderie. Distance entre repères 31mm.

(2) Déterminée au mouton pendule de CHARPY avec des éprouvettes non entaillées, de section carrée de 6,4mm de côté soit, 40 mm².

(3) Déterminée par l'application d'efforts alternés à la fréquences de 1 600 cycles / min

(4) Bille de \varnothing 10 mm, charge de 500 daN maintenue 30 secondes

18.14. Choix d'un alliage d'aluminium

PECHINEY



18.14.1. Orientation générales - emploi - produits : aluminium de corroyage

Nuances*	Orientations générales d'emploi	Produits
1 050A	Chaudronnerie - Emboutissage - Industries chimiques et alimentaires. Ustensiles de cuisine.	Tôles - Bandes - Fils - barres - Tubes - Profilés.
1 080	Excellent comportement en milieu agressif. Industrie chimique (cuves à acide nitrique) et alimentaire.	Tôles - Tubes - Profilés
1 100 1 200	Chaudronnerie - Emboutissage - Repoussage - Ustensiles de cuisine - Tuyauterie - Bandes minces pour échangeurs.	Tôles - bandes - Fils - Barres - Tubes Profilés.
2 011	Décolletage et matricage. Copeau très fragmenté, beau fini de surface.	Barres - Tubes.
2 014	Caractéristiques mécaniques élevées à l'état T6. Aéronautique - Armement - Mécanique générale.	Tôles - Fils - Barres - Tubes - Profilés.
2 017A	Pièces de résistance chaudronnées ou usinées - Aéronautique - Matériel roulant - Travaux publics - Rivets - Mécanique générale	Tôles - Fils - Barres - Tubes - Profilés.
2 024	Pièces de grande résistance non chaudronnées - Aéronautique - Matériels de défense.	Tôles - Barres - Tubes - Profilés.
2 030	Décolletage. Copeau très fragmenté, beau fini de surface.	Barres - Tubes.
2 618A	Pièces usinées, forgées, matricées pour aéronautique - Mécanique générale. Bonne tenue à température moyenne.	Tôles - Barres - Profilés.
3 003	Grande aptitude à la déformation (emboutissage) et bonne résistance aux agents atmosphérique : Ustensiles de cuisine - Industrie chimique - Echangeurs cryogéniques et thermiques - Radiateurs automobile - Climatiseurs - Bardage - Sous-plafond - Chaudronnerie.	Tôles - Fils - Bandes - Barres - Tubes - Profilés.
3 004	Panneautage - Boitage - Emballage - Culots de lampe.	Tôles - Bandes.
3005	Mobilier - Sous-plafond - Antennes - Echelles - Volets roulants - Calorifugeage.	Tôles - Bandes - Tubes soudés.
3 105	Capsulage.	Bandes.
5 005	Mobilier - Bardage - Pièces embouties et repoussées. Légèrement plus résistant que l'aluminium pur.	Tôles - Barres - Fils - Tubes - Profilés.
5 050	Équipement.	Tôles - Bandes.
5 052	Chaudronnerie - Circuits hydrauliques - Industrie chimique.	Tôles - Bandes - Barres - Tubes - Profilés.
5 083	Bonne résistance à l'eau de mer. Construction navale - Chaudronnerie - Industrie chimique et cryogénique - Citernes - Structures soudées.	Tôles - Barres - Tubes - Profilés.
5 086	Bonne résistance à l'eau de mer et en milieu marin. Construction navale - Chaudronnerie - Industrie chimique et cryogénique - Citernes - Transports - Structures soudées.	Tôles - Barres - Tubes - Profilés.
5 182	Carrosserie automobile - Chaudronnerie - Boitage.	Tôles - Bandes.
5 251	Irrigation - Tuyauterie.	Tôles - Barres - Tubes - Profilés.
5 454	Chaudronnerie - Dessalement de l'eau de mer - Utilisation marine.	Tôles - Tubes.
5 754	Chaudronnerie - Utilisation marine - Transports terrestres - Industrie chimique et alimentaire.	Tôles - Barres - Tubes - Profilés.
6 005A	Profilés de structure - Pylônes - Transports - Voitures de chemin de fer.	Tubes - Profilés.
6 060	Bel aspect après anodisation : Menuiserie métallique - Aménagements intérieurs - Caillebotis - Industrie textile - Articles de ménage - Décoration - Visserie - Panneaux de signalisation.	Fils - Barres - Tubes - Profilés.
6 061	Structures - tuyauterie - Pylônes - Chaudronnerie - Transports maritime et ferroviaire.	Tôles - Barres - Tubes - Profilés.
6 082	Structures - Chaudronnerie - Pylônes - Transports.	Tôles - Barres - Tubes - Profilés.
6 106	Structures - Pylônes.	Tubes - Profilés.
7 020	Élément de structure - Application militaire (blindage). Utilisé dans l'état T5	Tôles - Profilés.
7 049A	Alliage à très hautes caractéristiques : Applications militaires - Articles de sport (bâtons de ski...)	Barres - Tubes.
7075	Aéronautique - Matériel roulant - Applications militaires - Boutonnerie - Articles de sport.	Tôles - Barres - Tubes - Profilés.

* voir correspondances avec l'ancienne désignation au 18.3

Choix d'un alliage d'aluminium (suite)

18.14.2. Principaux produits de corroyage

Désignation (2)	Etat	Propriétés Physiques			Caractéristiques mécaniques (moyennes)								
		Masse volumique g/cm ³	Conductivité thermique W.m. ⁻¹ .°C ⁻¹	Dilatation lin. (x 10 ⁶ .°C ⁻¹) (entre 20 et 100°C)	Rm (MPa)	Rp0,2 (MPa)	A (%)	HB	Résist. au cisaillement (MPa)	Résistance à la fatigue (MPa) (1)	Module d'élasticité (MPa)		
1 050 A	0	2,70	231	23,6	80	105	42	21	55	25	69 000		
	H 14				115		11	30	71				
	H 18				155		6	41	90			55	
1080	0	2,70	234	23,6	75	95	42	19	50	-	69 000		
	H 14				105		11	27	64				
1 100	0	2,71	222	23,6	90		35	22	65		69 000		
1 200	H 14	2,71	218	23,6	125	115	10	33	80	-	-		
	H 18				165		5	44	100				
2 011	T 3	2,83	152	23,2	340	290	13	95	210	125	71 000		
	T 8		173		380		15	100	234				
2 014	T 4	2,80	135	22,5	420	280	18	105	260	145	74 000		
	T 6		151		480		12	137	290				
2 017 A	T 4	2,79	134	23,0	420	280	18	105	260	135	74 000		
	T 3		120		465		18	120	285			140	
2 030	T 3	2,82	135	22,9	450	390	10	115	275	135	73 000		
	T 6		146		440		8,5	135	270			140	
2 618 A	T 3	2,76	135	22,3	450	390	10	115	275	135	74 000		
	T 6		146		440		8,5	135	270			140	
3 003	0	2,73	180	23,2	115	140	38	28	75	60	69 000		
	H 14		155		8		42	95					
	H 18		205		4		55	110					
3 004	0	2,72	163	23,8	180	200	27	45	110	-	69 000		
	H 34		240		8		64	125					
	H 38		285		5		77	145					
3 005	0	2,73	166	23,7	130	165	30	31	80	-	69 000		
	H 34		190		8		50	110					
3 105	0	2,72	172	23,6	120	155	30	30	85	-	69 000		
	H 14		175		7		46	105					
	H 18		220		195		4	58	117				
5 005	0	2,70	205	23,7	120	140	30	28	75	-	69 000		
	H 34		160		10		41	96					
	H 38		200		5		51	110					
5 050	0	2,69	192	23,8	145	165	28	36	105	-	69 000		
	H 34		190		9		53	125					
	H 38		220		5		63	140					
5 052	0	2,68	138	23,8	190	205	28	48	122	-	70 000		
	H 24		250		12		68	142					
	H 38		285		5		77	165					
5 083	0	2,66	120	23,9	305	160	23	70	185	115	71 000		
	H 116		335		230		20	200					
5 086	0	2,66	126	23,9	278	135	25	63	165	108	71 000		
	H 116		310		225		18	185					
5 454	0	2,69	136	23,7	250	110	22	62	159	-	70 000		
	H 34		300		230		6	81	180				
5 754	0	2,67	132	23,8	220	100	23	50	130	100	70 000		
	H 24		270		215		10	68	150				
6 005 A	T 6	2,70	178	23,6	285	260	12	90	185	97	79 500		
	T 5		200		234		220	190	16			75	150
	T 51		210		145		20	72	140				
6 061	T 6	2,70	167	23,6	305	270	13	95	205	98	69 000		
	T 6		174		23,5		315	280	12			95	218
6 082	T 66	2,71	174	23,5	330	285	10	100	225	102	69 500		
	T 5		180		23,5		265	230	13			85	175
7 020	T 5	2,78	140	23	380	320	12	120	245	125	71 500		
	T 6		130		23,5		565	495	11			150	330
	T 73		130		23,5		500	430	13			140	300
7 075		2,80	130	23,5	500				162		000		

(1) 10⁸ cycles en flexion rotative (2) voir correspondance avec la désignation alphanumérique au 18.3



Code : 1 : à éviter ; 2 : possible ; 3 : bon ; 4 : très bon

Aptitudes technologiques

Résistance à l'atmosphère		A l'anodisation			Au soudage				Usinage		Emboutissage	
normal	marine	Protec-tion	Dure	Brillante	à l'arc	par résis-tance	soudo-brasage	faisceau d'électron	frag. de copeau	Brillance de surface	par ex-pansion	profond
4	3	4	4	3	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	4	3	4	4	4	4	1	4	3	4
4	3	4	4	3	4	4	4	4	2	4	1	1
4	4	4	4	4	4	3	4	4	1	4	4	3
4	4	4	4	4	4	3	4	4	1	4	3	4
4	3	4	4	2	4	4	4	4	1	4	1	3
4	3	4	4	2	4	4	4	4	1	4	3	4
4	3	4	4	2	4	4	4	4	2	4	1	3
2	1	2	2	2	1		1		1	3	1	1
2	1	2	3	2	1	4	3	3	3	2	1	1
2	1	2	3	2	1	4	3	3	3	3	1	1
2	1	2	3	2	1	4	3	3	3	3	1	1
2	1	2	2	2	1		1		4	2	1	1
2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	3	1	1
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	3	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	2	4
4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	4	1	3
4	3	4	3	2	4	4	4	4	1	4	4	3
4												

Choix d'un alliage d'aluminium (suite)

18.14.3. Principaux produits de fonderie

Désignation	Etat	Propriétés Physiques			Composition chimique approximative en % (autre que Al)
		Masse volumique g/cm ³	Conductibilité thermique W.m. ⁻¹ .°C ⁻¹	Dilatation lin. (x 10 ⁶ .°C ⁻¹) (entre 20 et 100°C)	
A-5L/R	Y 30 Y 40	2,7	210	24	Fe = 0,17 - 0,28 Si ≤ 0,09
A-G3T	Y 20 Y 30	2,67	145	24	Mg = 2,7 - 3,3 Ti = 0,08 - 0,013
A-G6Be	Y 20 Y 30	2,64	125	24	Mg = 5,5 - 6,5 Be = 0,005 - 0,01
A-G10SBe	Y 40	2,55	90	24	Si = 0,7 - 1,0 Fe = 0,3 - 0,5 Mg = 9,3 - 10,7 Be = 0,005 - 0,01
A-U5GT	Y 23 Y 24 Y 33 Y 34	2,8	140	23	Fe = 0,12 - 0,23 Cu = 4,3 - 4,9 Mg = 0,25 - 0,35 Ti = 0,17 - 0,23
A-U8S	Y 20 Y 30	2,85	110	23	Si = 2,2 - 3,8 Cu = 6,3 - 8,2
A-Z5G	Y 25 Y 29	2,8	140	23	Mg = 0,55 - 0,7 Cu = 0,17 - 0,33 Zn = 4,7 - 5,3
A-S2GT	Y 30 Y 33	2,7	160	22	Si = 1,7 - 2,3 Mn = 0,33 - 0,47 Mg = 0,5 - 0,65
A-S7G	Y 20 Y 23 Y 30 Y 33	2,68	160	21,5	Si = 6,7 - 7,3 Mg = 0,3 - 0,4 Fe ≤ 0,27
A-S7G03	Y 23 Y 30 Y 33	2,68	160	21,5	Si = 6,7 - 7,3 Mg = 0,3 - 0,4 Fe ≤ 0,14
A-S7G06	Y 23 Y 33	2,68	160	21,5	6,7 - 7,3 Fe ≤ 0,14 Mg = 0,5 - 0,6
A-S10G	Y 20 Y 23 Y 30 Y 33	2,65	160	20,5	Si = 9,3 - 10,3 Mg = 0,25 - 0,35 Mn = 0,25 - 0,4
A-S13	Y 20 Y 30	2,65	165	20	Si = 0,12 - 13,2 Fe = 0,35 - 0,55
A-S5U3	Y 20 Y 30	2,75	120	22	Si = 4,7 - 5,3 Cu = 2,9 - 3,5 Mg = 0,15 - 0,25
A-S9U3	Y 40	2,76	105	21	Fe ≤ 1,3 Zn ≤ 1,2 Si = 7,5 - 10 Cu = 25 - 4



Code : 0 : impropre ; 1 : à éviter ; 2 : possible ; 3 : bon ; 4 : très bon

Caractéristiques mécaniques (moyennes)					Aptitudes technologiques						
Rm (MPa)	Rp0,2 (MPa)	A (%)	HB	Module d'élasticité (MPa)	Au moulage	Résistance		Soudage TIG et MIG	Usinage	A l'anodisation de	
						Atmos- phère	Air marin eau de mer			Protec- tion	Déco- ration
75	25	40	25	67 500	2	4	3	3	1	4	4
75	25	40	25		2	4	3	0	1	4	1
180	85	12	60	69 000	2	4	4	4	3	4	4
180	85	16	65		2	4	4	4	3	4	4
195	115	6	65	69 000	2	4	4	4	3	4	3
220	120	9	70	69 000	2	4	4	4	3	4	3
200	120	2	80	69 000	2	4	4	1	3	4	0
420	395	3	125	72 000	3	1	0	1	4	2	2
400	265	14	110		3	1	0	1	4	2	2
420	380	8	125		2	1	0	1	4	2	2
400	250	21	110		2	1	0	1	4	2	2
160	125	0,5	85	70 000	3	0	0	3	4	1	0
190	130	0,5	90		3	0	0	3	4	1	0
205	140	6	70	72 000	2	3	3	4	3	3	3
205	120	9	65		2	3	3	4	3	3	3
180	90	9	55	70 000	2	3	3	3	3	4	4
300	240	12	90		2	3	3	3	3	4	4
170	90	4	55	74 000	3	3	3	3	2	4	0
250	200	3	90		3	3	3	3	3	4	0
190	90	10	55		3	3	3	3	2	4	0
280	200	11	90		3	3	3	3	3	4	0
270	200	5	90	74 000	3	3	3	3	3	4	0
190	90	14	55		3	3	3	3	2	4	0
280	200	16	90		3	3	3	3	3	4	0
275	250	1,5	100	74 000	3	3	3	3	3	4	0
330	290	9	110		3	3	3	3	3	4	0
170	95	4	60	76 000	3	3	3	3	2	4	0
260	215	2	95		3	3	3	3	3	4	0
195	95	9	60		3	3	3	3	2	4	0
290	215	10	95		3	3	3	3	3	4	0
165	80	7	55	76 000	4	3	3	4	1	4	0
180	80	10	55		4	3	3	4	1	4	0
180	150	0,5	75	72 000	3	1	0	4	3	2	0
220	150	1,5	75		3	1	0	4	3	2	0
200	150	1	80	76 000	3	1	0	1	3	1	0

18.15. Choix d'une matière plastique

18.15.1. Principaux thermoplastiques en produits semi-ouvrés

Matière Désignation (1)	Propriétés Physiques					Caract. mécaniques				
	Masse volumique g/cm ³	Température de fusion (°C)	Dilatation lin. (x 10 ⁵ .°C ⁻¹) (entre 20 et 100°C)	Limite de température courte durée °C		Couleur standard	R (MPa)	A (%)	Dureté Shore D	Module d'élasticité (MPa)
ABS	0,99-1,1	-	8	90	70					
CA Rhodoïd	1,23-1,34		8-16	86	60	Transparent	13-60	6-70	-	460 - 2800
PA 6.6 Nylon	1,09-1,14	220	7	180	+120 -30	Naturel	50 - 80	10 - 90	75	1 800 - 3 000
PA 11 Rilsan	1,04-1,05	185	12	120	+ 100 - 50	Naturel	48 - 60	230 - 280	75	600 - 1 500
PC Makrolon	1,2		7	135	120	Transparent blanc	60 - 67	60 - 100		2 240
PE hd 80	0,95	131	20	90	+ 80 - 50	Naturel noir	22 - 39	450	65	560 - 1 050
PE hd 500	0,95	138	20	90	+ 80 - 100	Naturel	22 - 39	450	65	560 - 1 050
PE hd 1000	0,94	138	20	90	+ 80 - 260	Naturel	22 - 39	650	65	900 - 1 050
PF (2) Céloron	1,35		20	120	+ 100 - 150	Brun	57			700
PMMA			8	100	+ 90	Transparent	49 - 77	3 - 10		3 150 - 3 300
POM Delrin	1,4	175	10	150	+ 110 - 40	Naturel	70	70 - 75	83	2 850 - 3 100
PP	0,92	160	18	120	+ 100 0	Naturel gris	31	700	72	1 200
PTFE Teflon	2,2	300	18	280	+ 260 - 200	Naturel	14 - 50	300	55	2 700 - 7 500
PUR	1,26		11		+ 100 - 80		35 - 55	600	50 98	850
PVC	1,45		8		60 0	Gris transparent	35 - 60	20 - 50	80	2 600
PVDF	1,78	170	13		+ 140 - 50	Naturel	50	30		1 800

(1) voir correspondance au 18.15.2

(2) Thermodurcissable



Code : 1 : faible; 2 : moyenne; 3 : bonne

Caractéristiques chimiques					Caractéristiques principales	Domaines d'emploi
Résistance chimique aux :				Tenue au rayons solaires		
acides faibles	acides forts	alcalis faibles	alcalis forts			
3	1	3	3	3	Bonne résistance aux chocs Métallisation par électrolyse Thermoformable	Industries mécaniques. Automobile; Industrie du jouet.
2	1	2	1	2	Non résistant aux intempéries	Jouets, objets d'éclairage.
1	1	3	3	2	Large plage d'utilisation dans le domaine de la mécanique Bonne tenue aux frottement Bonne tenacité - Usinage facile	Industries mécaniques : roues, engrenages, galets, poulies, visserie, coussinets ...
1	1	3	3	2	Faible reprise d'eau, bonne stabilité en milieu humide (dimensionnelle). Bonne résistance aux chocs, aux basses températures et aux agents chimiques	Industries chimiques : milieux ne pouvant supporter les nylons classiques. Visserie. Robinetterie
3	2	3	2	2	Incassable Bon isolement électrique Stérilisation possible Bonne tenue aux températures	Matériel médical, vaisselle. Industrie électrique. Boîtiers, capots de protection. Carrosserie, décoration.
3	2	3	3		Poids moléculaire 80 000 Qualité alimentaire Soudable, thermoformable, difficilement collable	Industries chimiques et alimentaires Orthopédie Industries du froid
3	2	3	3		Poids moléculaire 500 000 . Excellentes qualités de glissement. Très faible reprise d'humidité. Résistant aux chocs. Usinage aisé.	Industries mécaniques : rails de glissement, pièces de pompe Robinetterie
3	2	3	3		Poids moléculaire 1 000 000 Haute résilience aux chocs même à très basse température. Très bon matériau de glissement. Non thermoformable.	Dans des cond. d'emploi plus sévères que le précédent, industries mécaniques : rails de glissement, pièces de pompe. Robinetterie.
2	2	2	2	2	Thermodurcissable Bonne tenue aux frottements. Bonne résilience sous fortes charges. Bonnes qualités d'isolation électrique	Industries mécaniques : engrenages, bagues. Industries textiles.
3	1	3	1	3	Bonnes qualités mécaniques Bonne transmission de la lumière Très décoratif Collable, non soudable	Optique. Aéronautique. Publicité. Capots de protection, vitrerie.
1	1	1	1	2	Excellente usinabilité. Bonne stabilité dimensionnelle. Bonnes caractéristiques mécaniques. Faible coefficient de frottement, autolubrifiant, usinage facile.	Industries mécaniques en milieu humide. Pièces de précision.
3	2	3	3		Grandes résistance aux agents chimiques Mauvaise résistance à basse température Bonne stabilité thermique Soudable, thermoformable, difficile à coller	Industries chimiques et alimentaires Billots pour découpe. Chaudronnerie plastique.
2	3	3	3	3	La meilleure capacité de glissement associée à une bonne résistance mécanique. Excellente résistance thermique et chimique. Le meilleur diélectrique solide.	Industries mécaniques : pièces de frottement difficile, paliers, frotteurs. Industrie chimique, robinetterie. Pièces d'isolation électrique.
3	1	3	1		Grande résistance aux chocs, à l'abrasion et à l'usure. Supporte les flexions répétées. Bonne tenue au vieillissement.	Industries mécaniques : joints, galets, pièces de tamis.
3	3	3	3	2	Bonne résistance aux agents chimiques. très facilement soudable, collable et thermoformables. Existe en qualité rigide, semi-rigide et souple.	Industries mécaniques : matériel sans grandes caractéristiques mécaniques. Chaudronnerie plastique pour cuves, hottes, réservoirs ...
3		3			Bonnes propriétés thermiques et chimiques. Bonne résistance à l'abrasion.	Réservoirs, vannes éléments de pompe, échangeurs de chaleur.



18.15.2. Définitions : thermoplastiques - thermodurcissables

Matières thermoplastiques :

Ces matières sont en général constituées par des enchaînements unidimensionnels résultant de l'association de molécules simples en chaînes linéaires.

Par refroidissements et chauffages successifs, il est possible de **modifier l'état et la viscosité** des matières thermoplastiques de façon réversible.

Familles chimiques :

- Polyoléfinés : P E - P P - P M P - P B
- Polyvinyliques et polyvinylidéniques (résines) : P V C - P V A L - V C / V A C - P V A - P V B - P V F M - P V F - P V D C - P V D F
- Polystyréniques : P S - A B S - S A N - M B S - A S A
- Polyacryliques et polyméthacryliques : P A N - P M M A
- Polyamides : P A
- Cellulosiques : C A - C A P - C A B - C N - E C - M C - C M C
- Polyesters linéaires : P E T P - P B T P - P C
- Polyéthers : P O M - P E O X - P P O - P P O X

- Polyfluoréthènes ou polyfluorés : P T F E - P C T F E -
- Polysulfones : P S U
- Polysulfures : P P S

Matières thermodurcissables :

Les composés thermorigides sont en général constitués par des macromolécules s'étendant dans les trois directions de l'espace.

La matière thermodurcissable se transforme chimiquement en un **objet fini thermodurci** ou thermorigide : infusible et insoluble. La modification est **irréversible**.

Familles chimiques :

- Aminoplastes : U F - M F
- Polyuréthanes : P U R
- Phénoplastes : P F - C F
- Polyesters insaturés : U P
- Polyépoxydes : E P
- Silicones
- Polyimides : P I

Matières thermoplastiques

A B S ou A/B/S	Poly (acrylonitrile/butadiène/styrène)
A/MMA	Poly (acrylonitrile/méthacrylate de méthyle)
A/S/A ou ASA	Poly (acrylonitrile/styrène/acrylate)
C	Cellulose
CA	Acétate de cellulose
CAB	Acétobutyrate de cellulose
CAP	Acéopropionate de cellulose
CMC	Carboxyméthyl cellulose
CN	Nitrate de cellulose
CP	Propionate de cellulose
CS	Caséine
EC	Ethyl cellulose
E/VAC	Poly (éthylène/acétate de vinyle)
FEP	Poly (éthylène/propylène) perfluoré
MBS ou S/B/MMA	Poly (styrène/butadiène/méthacrylate de méthyle)
PA	Polyamide
PAN	Polyacrylonitrile
PB	Poly (butène 1) ou Polybutylène
PBTP	Poly (téréphthalate de butylène)
PC	Polycarbonate
PCTFE	Poly (chlorotrifluoréthylène)
PE	Polyéthylène
PEbd	Polyéthylène basse densité
PEhd	Polyéthylène haute densité
PEOX	Poly (oxyéthylène)
PETP	Poly (téréphthalate d'éthylène)
PMMA	Poly (méthacrylate de méthyle)
PMP	Poly (méthyl-2, pentène-1)
POM	Polyoxyméthylène
PP	Polypropylène
PPO	Poly (oxyphénylène)
PPOX	Poly (oxypropylène)
PPS	Poly (sulfure de phénylène)
PS	Polystyrène
PSU	Polysulfones

Thermoplastiques (suite)

P T F E	Polytétrafluoréthylène
P V A	Poly (acétal de vinyle)
P V A C	Poly (acétate de vinyle)
P V A L	Poly (alcool de vinyle)
P V B	Poly (butyral de vinyle)
P V C	Poly (chlorure de vinyle)
P V D C	Poly (chlorure de vinylidène)
P V D F	Poly (fluorure de vinylidène)
P V F	Poly (fluorure de vinyle)
P V F M	Poly (formal de vinyle)
P V K	Ply (carbazol de vinyle)
P V P	Poly (pyrrolidone de vinyle)
S A N	Poly (styrène/acrylonitrile)
S / B	Poly (styrène/butadiène)
S B / M M A ou M B S	Poly (styrène/butadiène/méthacrylate de méthyle)
S / M S	Poly (styrène/ méthylstyrène)
V C / E	Poly (chlorure de vinyle/ éthylène)
V C / E / M A	Poly (chlorure de vinyle/ éthylène/acrylate deméthyle)
V C / M A	Poly (chlorure de vinyle/ acrylate de méthyle)
V C / V A C	Poly (chlorure de vinyle/ acétate de vinyle)
V C / C D C	Poly (chlorure de vinyle/ chlorure de vinylidène)

Matières thermodurcissables

C F	Crésol formol
E P	Polyépoxydes
M F	Méla mine formol
P D A P	Poly (phtalate de diallyne)
P F	Phénol formol
P I	Polyimides
P P X	Poly (paraxylylène)
P U R	Polyuréthanes
S E M P	Poly (maléate/phtalate/d'éthylène) réticulé par le styrène silicone
U F	Urée ormol
U P	Polyesters insaturés

18.16. Indice de prix des principaux matériaux en barres



Matériaux		Désignation	Indice de prix	
ACIERS				
Décolletage d'usage général.		E 24-2 laminé	100	
		A 60-2 laminé	104	
		S 250 laminé	106	
		XC 38 H 1 laminé	108	
		XC 48 H1 laminé	108	
		20 M 5 laminé	111	
		XC 10 laminé	120	
		E 24-2 étiré	122	
		A 60-2 étiré	127	
	A usinabilité améliorée.		21 B 3 laminé	200
			20 MB 5 laminé	205
			XC 38 us étiré	216
			55 S 7 laminé	220
			25 CD 4 laminé	233
			42 CD 4 laminé	233
			42 CD 4 prétraité laminé	250
	Pour nitruration.		50 CV 4 laminé	255
		35 CD 4 étiré	263	
		45 SCD 6 laminé	297	
		40 CAD 6 12 laminé	300	
		30 CND 8 prétraité	396	
		30 NCD 16 laminé	418	
	Acier "Stub" traité, rectifié	500		
FONTES				
	FGL 200 coulée continue	79		
ALUMINIUMS				
Duralumin	A-U4 G étiré rond	421		
	A-U4 G étiré carré	605		
	A-U4 G étiré plat	1316		
CUIVREUX				
Laiton	Cu Zn 40 Pb 3	368		
Bronze	Cu Sn 8	395		
Cuivre	Cu a 1	553		
Cupro-alu	Cu Al 10 Ni	789		
PLASTIQUES				
	P V C	368		
	P P	711		
Nylon	P A 6.6	724		
Delrin	P O M	947		
Rilsan	P A 11	1974		
Céloron	P F	1974		
Teflon	P T F E	2487		

Bases de l'indice :

Cet indice de prix a été réalisé à partir des informations des revendeurs de métaux (demi-gros) pour des barres rondes de diamètres d'environ 30 mm et pour des petites quantités de commande (50 kg pour les ferreux), destinées à des pièces fabriquées en séries moyennes (50 à 150 pièces).

Il a été déterminé en mars 1988 et tient compte du cours des métaux à cette date (en particulier pour les cuivreux). La base 100 de l'indice correspond à un prix de l'acier E 24-2 de 4,80 F HT le kg.

Il fait partie de la démarche de choix d'un matériau dans la phase d'étude et de réalisation des préséries.

Il est important de ne pas perdre de vue les masses volumiques très différentes de ces matériaux, les prix étant ramenés au kg. L'industrialisation du produit impose de pratiquer des appels d'offre "matière", en fonction du cahier des charges précis de l'application.

18.17. Barres et tubes . Aciers laminés spéciaux pour traitements thermiques



18.17.1 Ronds

Ø	XC10	XC18	XC38	XC48	45S7	100 C6	10 NC6	16 NC6	14 NC11	25 CD4	35 CD 4	42 CD 4	35 NC 6	30 NC 11	35 NCD16	Prétraités	
																42 CD 4	30 CND8
10	*	*	*	*	*							*	*				
12	*	*	*	*	*							*	*				
14			*	*	*					*	*	*					
15			*	*	*	*					*	*			*		
16	*	*	*	*	*			*		*	*	*		*			
18		*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*
20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
21			*	*	*												
22	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*			*	*	*
24			*	*	*			*			*	*					
25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26			*	*	*						*	*					
28	*	*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*
30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
32	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
35	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
36			*	*	*												
38	*	*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*
40	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
42		*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*
45	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
48		*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*
50	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52	*	*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*
55	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
56			*	*	*												
58			*	*	*												
60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

18.17.2. Plats

Plats	XC 38	XC 48	45S7	Plats	XC 38	XC 48	45 S7	Plats	XC 38	XC 48	45 S7	Plats	XC 38	XC 48	45 S7
40 x 6			*	100 x 15	*			40 X 30	*	*		140 X 40	*		
50 x 6			*	120 x 15	*			45 X 30	*	*		150 X 40	*		
60 x 6			*	150 x 15	*			50X 30	*	*		160 X 40	*		
40 x 8			*	25 x 20	*			60 X 30	*	*	*	180 X 40	*		
50 x 8			*	30 x 20	*			70 X 30	*	*	*	200 X 40	*		
60 x 8			*	35 x 20	*			80 X 30	*	*	*	250 X 40	*		
100 x 8			*	40 x 20	*	*	*	90 X 30	*	*	*	300 X 40	*		
20 x 10	*			50 x 20	*	*	*	100 X 30	*	*	*	60 X 45	*		
30 x 10	*			60 x 20	*	*	*	110 X 30	*	*	*	60 X 50	*		
40 x 10	*		*	70 x 20	*	*	*	120 X 30	*	*	*	70 X 50	*	*	
50 x 10	*		*	80 x 20	*	*	*	130 X 30	*	*	*	80 X 50	*	*	*
60 x 10	*		*	90 x 20	*	*	*	140 X 30	*	*	*	90 X 50	*	*	*
70 x 10	*		*	100 x 20	*	*	*	150 X 30	*	*	*	100 X 50	*	*	*
80 x 10	*		*	110 x 20	*	*	*	160 X 30	*	*	*	110 X 50	*	*	*
100 x 10	*		*	120 x 20	*	*	*	180 X 30	*	*	*	120 X 50	*	*	*
150 x 10	*		*	130 x 20	*	*	*	200 X 30	*	*	*	130 X 50	*	*	*
20 x 12	*		*	140 x 20	*	*	*	300 X 30	*	*	*	140 X 50	*	*	*
25 x 12	*		*	150 x 20	*	*	*	50 X 35	*	*	*	150X 50	*	*	*
50 x 12	*	*	*	160 x 20	*	*	*	60 X 35	*	*	*	160 X 50	*	*	*
60 x 12	*	*	*	180 x 20	*	*	*	70 X 35	*	*	*	200 X 50	*	*	*
80 x 12	*	*	*	200 x 20	*	*	*	80 X 35	*	*	*	250 X 50	*	*	*
100 x 12	*	*	*	250 x 20	*	*	*	100 X 35	*	*	*	300 X 50	*	*	*
20 x 15	*		*	300 x 20	*	*	*	130 X 35	*	*	*	80 X 60	*	*	*
25 x 15	*		*	40 x 25	*	*	*	50 X 40	*	*	*	90 X 60	*	*	*
30 x 15	*		*	50 x 25	*	*	*	60 X 40	*	*	*	100 X 60	*	*	*
40 x 15	*		*	60 x 25	*	*	*	70 X 40	*	*	*	120 X 60	*	*	*
45 x 15	*		*	70 x 25	*	*	*	80 X 40	*	*	*	130 X 60	*	*	*
50 x 15	*		*	80 x 25	*	*	*	90 X 40	*	*	*	150 X 60	*	*	*
60 x 15	*	*	*	90 x 25	*	*	*	100 X 40	*	*	*	200 X 60	*	*	*
70 x 15	*	*	*	100 x 25	*	*	*	120 X 40	*	*	*	90 X 70	*	*	*
80 x 15	*	*	*	120 x 25	*	*	*	130 X 40	*	*	*	100 X 70	*	*	*

Barres et tubes - Aciers laminés spéciaux pour traitements thermiques(suite)



18.17.3. Carrés

Carrés	XC 10	XC 38	XC48	45 S7	Carrés	XC 10	XC 38	XC 48	45 27
12		*			45		*	*	
15		*			50	*	*	*	*
16		*			55		*	*	
18		*			58		*	*	*
20		*	*	*	60	*	*	*	
22		*			65		*	*	
25		*	*	*	70		*	*	
28		*			75		*	*	
30	*	*	*	*	80	*	*	*	
32		*			85		*	*	
35		*	*	*	90	*	*	*	
38		*			100		*	*	
40		*	*	*	110		*	*	

18.17.4. Ebauches creuses NF A 49-312

- Nuances : XC 35 F, 18 M5, 20 MV6
- Tolérances : - diamètre extérieur $+2\%$
 -0 , avec minimum de $+1$ mm,
 - diamètre intérieur $+0$, avec minimum de $+0, -1$ mm
 -2%
 - flèche maximum de 1 mm par m.

Ø ext. ^f	Série 1 A			Série 1			Série 2 A			Série 2			Série 3 A			Série 3			
	Epais	Ø int. ^f	Poids kg/m	Epais	Ø int. ^f	Poids kg/m	Epais	Ø int. ^f	Poids kg/m	Epais	Ø int. ^f	Poids kg/m	Epais	Ø int. ^f	Poids kg/m	Epais	Ø int. ^f	Poids kg/m	
32	3,5	25	2,56	6,0	20	3,85													
36	4	28	3,16	5,5	25	4,14				8,0	20	5,52					8,0	16	4,74
40	4	32	3,55	6,0	28	5,03				7,5	25	6,01					10,0	16	6,41
45	4,5	36	4,49	6,5	32	6,17				8,5	28	7,65					10,0	20	7,40
50	5	40	5,55	7,0	36	7,42				9,0	32	9,10					12,5	20	10,0
56	5,5	45	6,85	8,0	40	9,47				10,0	36	11,30					12,5	25	11,6
63	5	53	7,15	6,5	50	9,06	9,0	45	11,98	11,5	40	14,60					14,0	28	14,5
71	5,5	60	8,90	7,5	56	11,70	10,5	50	15,7	13,0	45	18,60					15,5	32	18,2
75	6	63	10,20	7,5	60	12,50	9,5	56	15,3	12,5	50	19,30	15	45	22,2		17,5	40	24,8
80	6,5	67	11,80	8,5	63	15,00	12,0	56	20,1	15,0	50	24,00	17,5	45	27,0		20,0	40	29,6
85	7,5	70	14,30	9,0	67	16,90	12,0	61	21,6	15,0	55	25,90	17,5	50	29,1		20,0	45	32,1
90	7,5	75	15,30	9,5	71	18,90	11,5	67	22,3	13,5	63	25,50	17	56	30,6		20,0	50	34,5
95	7,5	80	16,20	10,0	75	21,00	12,0	71	24,5	14,0	67	28,00	18	59	34,2		22,5	50	40,2
100	7,5	85	17,10	10,0	80	22,20	12,5	75	27,0	14,5	71	30,60	18,5	63	37,2		22,5	50	42,3

18.17.5. Tubes épais NF A 49-112/311

- Nuances : A 37, 18M5
- Tolérance : - diamètre extérieur $\pm 1\%$ avec un minimum de $\pm 0,5$ mm
 - épaisseur : $e \leq 3,2$ mm , $3,2 \leq e \leq 20$ mm , $e > 20$ mm

Ø	Poids au mètre						Ø	Poids au mètre											
	4	5	6,3	8	10	12,5		4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	30	32	
26,9	2,28						88,9	8,43	10,3	12,9	15,9	19,5	23,7	28,7	34,0				
30	2,59						101,6	9,70	11,9	14,9	18,4	22,6	27,6	33,7	40,2				
33,7	2,95	3,54	4,27				108,0	10,30	12,7	15,8	19,6	24,2	29,6	36,2	43,4	51,4			
38	3,38	4,07	4,95				114,3	11,00	13,5	16,8	20,9	25,7	31,6	38,6	46,5	55,3			
42,4	3,81	4,61	5,62				133,0		15,8	19,8	24,6	30,3	37,4	46,1	55,7	67,1			
44,5	4,02	4,81	5,95				139,7		16,6	20,8	25,9	32,0	39,5	48,6	59,0	71,1			
48,3	4,41	5,34	6,55				159,0		19,0	23,8	29,6	36,7	45,4	56,2	68,6	83,0			
54	4,91	6,04	7,43				168,3		20,1	25,3	31,5	39,0	48,4	59,9	73,1	88,9	102	108	
57	5,27	6,41	7,91	9,65			177,8							63,6	77,8				
60,3	5,59	6,82	8,42	10,30			193,7			29,2	36,5	45,3	56,2	69,8	85,7	105,0	121	128	
70	6,55	8,01	9,92	12,20	14,8	17,8	219,1			33,2	41,5	51,6	64,1	79,8	98,2	120,0	140	148	
76,1	7,17	8,77	10,90	13,40	16,3	19,7	244,5				46,5	57,8	72,0	89,8	111,0	136,0	159	168	

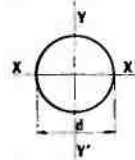
18.18. Barres et profilés - Aciers d'usage général laminés



18.18.1. Ronds laminés à chaud en barres NF A 45-003

- Nuances et qualités en fonction des diamètres

nuances	A 33	A 34	E 24				E 28				E 36				A 50	A 60	A 70
qualités	-	2	2NE	2	2E	2NE	3	4	2	3	4	2	3	4	2	2	2
Ø	30	-	-	30	30	350	350	350	350	350	350	50	350	350	350	350	350



- Désignation : Rond Ø 32, NFA 45-003

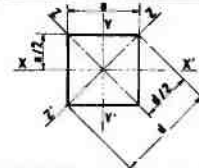
- Caractéristiques dimensionnelles et mécaniques

Diamètre d mm	Masse par mètre kg	Section A cm ²	Moments d'inertie Ix cm ⁴	Moments d'inert. pol. J cm ⁴	Tolérances	Diamètre d mm	Masse par mètre kg	Section A cm ²	Moments d'inertie Ix cm ⁴	Moments d'inert. pol. J cm ⁴	Tolérances
10	0,616	0,785	0,04909	0,09818	±0,4	30	5,549	7,07	3,9761	7,9522	±0,6
12	0,887	1,13	0,1018	0,2036		32	6,313	8,04	5,1472	10,2944	
14	1,208	1,54	0,1886	0,3772	±0,5	35	7,552	9,62	7,3662	14,7324	±0,8
16	1,578	2,01	0,3217	0,6434		40	9,864	12,57	12,5664	25,1358	
18	1,997	2,54	0,5153	1,0306		42	10,876	13,85	15,2745	30,5490	
20	2,466	3,14	0,7854	1,5708		45	12,485	15,90	20,1289	40,2578	
22	2,984	3,80	1,1499	2,2998		50	15,413	19,63	30,6796	61,3592	
24	3,551	4,52	1,6286	3,2572		75	34,680	44,17	155,3100	310,6300	
25	3,853	4,91	1,9175	3,8350	80	39,460	50,26	201,0600	402,1200	±1	
28	4,833	6,16	3,0172	6,0344	90	49,940	63,61	322,0600	644,1200		
						100	61,650	78,54	490,8700	981,7400	±1,3

18.18.2. Carrés laminés à chaud en barres NF A 45-004

- Nuances et qualités en fonction des dimensions

nuances	A 33	A 34	E 24				E 28				E 36				A 50	A 60	A 70
qualités	-	2	2NE	2	2E	2NE	3	4	2	3	4	2	3	4	2	2	2
carré	30	-	-	30	30	100	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100



- Désignation : Carré 22, NF A 45-004

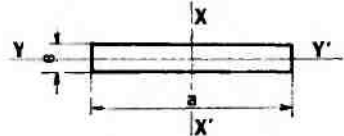
- Caractéristiques dimensionnelles et mécaniques

Côté a mm	Masse par m/kg	Section A cm ²	Mom. inert Ix=Iz a ⁴ /12cm ⁴	Moments inert. pol J cm ⁴	Tolérance	Côté a mm	Masse par m/kg	Section A cm ²	Mom. inert Ix=Iz a ⁴ /12cm ⁴	Moments inert. pol J cm ⁴	Tolérance
10	0,785	1,00	0,083333	0,1666	±0,4	25	4,906	6,25	3,2552	6,5104	±0,6
12	1,130	1,44	0,172800	0,3456		30	7,065	9,00	6,7500	13,5000	
14	1,538	1,96	0,320130	0,6403	±0,5	35	9,616	12,25	12,5052	25,0100	±0,8
16	2,009	2,56	0,546133	1,0923		40	12,560	16,00	21,3333	42,6670	
18	2,543	3,24	0,874800	1,7496		45	15,896	20,25	34,1719	68,3440	
20	3,140	4,00	1,3333	2,6666		50	19,625	25,00	52,0830	104,1660	
22	3,799	4,84	1,9521	3,9043		60	28,260	36,00	108,0000	216,0000	

18.18.3. Plats laminés à chaud en barres NF A 45-005

- Nuances et qualités en fonction des dimensions

nuances	A 33	A 34	E 24				E 28				E 36				A 50	A 60	A 70
qualités	-	2	2NE	2	2E	2NE	3	4	2	3	4	2	3	4	2	2	2
épaisseur	30	-	-	30	30	100	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100



- Désignation : Plat 40 x 15, NF A 45-005

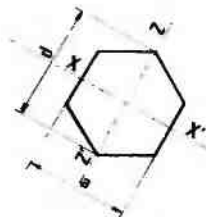
- Caractéristiques dimensionnelles et mécaniques

Larg.	Masses linéiques											Moment quadratique en fonction des épaisseurs							
	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30		lx	ly	lx	ly	lx	ly	lx	ly
20	0,628	0,785	0,942	1,26	1,57	1,88						0,333 ⁵	0,021 ⁵	0,533 ⁶	0,085 ⁶	0,667 ¹⁰	0,167 ¹⁰	0,800 ¹²	0,288 ¹²
25	0,785	0,981	1,18	1,67	1,96	2,36						0,651 ⁵	0,026 ⁵	1,042 ⁸	0,107 ⁸	1,302 ¹⁰	0,208 ¹⁰	1,563 ¹²	0,360 ¹²
30	0,942	1,18	1,41	1,88	2,36	2,83	3,53	4,71				1,125 ⁵	0,031 ⁵	2,250 ¹⁰	0,250 ¹⁰	3,375 ¹⁵	0,844 ¹⁵	4,500 ²⁰	2,000 ²⁰
35	1,100	1,37	1,65	2,20	2,75	3,30	4,12	5,50											
40	1,260	1,57	1,88	2,51	3,14	3,77	4,71	6,28											
45		1,77	2,12	2,83	3,53	4,24	5,30	7,07											
50		1,96	2,36	3,14	3,96	4,71	5,89	7,85	9,81	11,8									
60		2,36	2,83	3,77	4,71	5,65	7,07	9,42	11,80	14,1									
70		2,75	3,30	4,40	5,50	6,59	8,24	11,00	13,70	16,5									
80		3,14	3,77	5,02	6,28	7,54	9,42	12,60	15,70	18,8									
90		3,53	4,24	5,65	7,07	8,48	10,60	14,10											
100		3,93	4,71	6,28	7,85	9,42	11,80	15,70	19,60										

18.18.4. Hexagones laminés en barres NF A 45-006

- Nuances et qualités en fonction des dimensions

nuances	A33	A34	E 24				E28				E36			A50	A60	A70	
qualités	-	2	2NE	2	2E	2NE	3	4	2	3	4	2	3	4	2	2	2
épais.	30	-	-	30	30	100	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100



Désignation : hexagone 20, NF A 45-006

- Caractéristiques dimensionnelles et mécaniques.

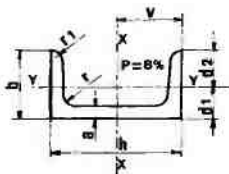
Cote sur plats a	Masse par mètre kg	Section A cm ²	Mom. Inert lx = lz cm ³	Moments inert. pol J cm ⁴	Tol.	Cote sur plats a	Masse par mètre kg	Section A cm ²	Mom. Inert lx = lz cm ³	Mom. Inert lx = lz cm ³	Tol.
15	1,53	1,95				31,5	6,75	8,59			
17	1,96	2,50				33,5	7,63	9,72			
18	2,20	2,81				37,5	9,56	12,2			
20	2,72	3,46				43	12,6	16,0			
22,5	3,44	4,38				48	15,7	19,9			
23,5	3,75	4,78				52	18,4	23,4			
24,5	4,08	5,20				40	10,9	13,8			
25,5	4,42	5,63				57	22,1	28,1			
27,5	5,14	6,55				62	26,1	33,3			
28,5	5,52	7,03				67	30,5	38,9			
30,5	6,32	8,06									

18.18.5. Petits fers en U laminés à chaud en barres NF A 45-007

- Nuances et qualités en fonction des dimensions : voir tableau 18.18.4.

Désignation : U 40 X35, NF A 45-007

- Caractéristiques dimensionnelles et mécaniques



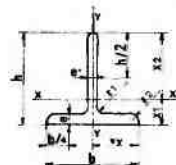
Dimensions						Masse par mètre kg	Section A cm ²	Position centre gravité		Caractéristiques rapportées à l'axe neutre		Distance du centre flexion pure à la face externe de l'âme
h mm	b mm	a mm	e mm	r mm	r ₁ mm			d ₁ cm	d ₂ =v _y cm	lx cm ⁴	ly cm ⁴	
30	15	4	4,5	4,5	21	1,74	2,21	0,52	0,98	2,53	0,38	
40	20	5	5,5	5	2,5	2,87	3,66	0,67	1,33	7,58	1,14	0,25
50	25	5	6	6	3	3,86	4,92	0,81	1,69	16,80	2,49	0,35
60	30	6	6	6	3	5,07	6,46	0,91	2,09	31,60	4,51	0,54
30	33	5	7	7	3,5	4,27	5,44	1,31		6,39	5,33	0,60
40	35	5	7	7	3,5	4,87	6,21	1,33		14,10	6,68	
50	38	5	7	7	3,5	5,59	7,12	1,37		26,40	9,12	
65	42	5,5	7,5	7,5	4	7,09	9,03	1,42		57,50	14,10	

18.18.6. Fers T à ailes égales laminés à chaud NF A 45-008

- Nuances et qualités en fonction des dimensions : voir tableau 18.18.4.

Désignation : profilé en T, 40 x 40

- Caractéristiques dimensionnelles et mécaniques

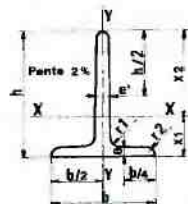


Dimensions							Masse par mètre kg	Section A cm ²	Caractéristiques rapportées à l'axe neutre						Moment d'inertie de torsion J cm ⁴
b mm	h mm	e mm	é mm	r ₁ mm	r ₂ mm	r ₃ mm			Axe xx			Axe yy			
									x ₁ cm	x ₂ cm	lx cm ⁴	Vy cm	ly cm ⁴		
30	30	4	4	4	2	1	1,77	2,26	0,85	2,15	1,72	1,50	0,87	0,134	
35	35	4,5	4,5	4,5	2,5	1	2,33	2,97	0,99	2,51	3,10	1,75	1,57	0,223	
40	40	5	5	5	2,5	1	2,96	3,77	1,12	2,88	5,28	2,00	2,58	0,350	
50	50	6	6	6	3	1,5	4,44	5,66	1,39	3,61	12,1	2,50	6,06	0,757	
60	60	7	7	7	3,5	2	6,23	7,94	1,66	4,34	23,8	3,00	12,20	1,450	

18.18.7. Fers T à ailes inégales laminés à chaud NF A 45-008

- Nuances et qualités en fonction des dimensions (épaisseurs)

nuances	A 33	A 34	E 24			E 28			E 36			A 50	A 60	A 70	
qualités	-	2 ZNE	2 ZNE	2 ZNE	3	4	2	3	4	2	3	4	2	2	2
épais.	30	-	30	30	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100



- Désignation : Profilé en T, 30 x 35NF A 45-008

- Caractéristiques dimensionnelles et mécaniques

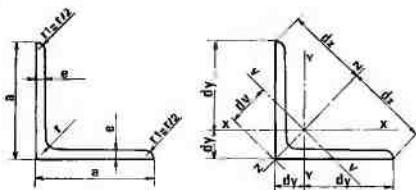
Dimensions							Masse par mètre kg	Section cm ²	Caractéristiques rapportées à l'axe neutre						
b mm	h mm	e mm	ê mm	r ₁ mm	r ₂ mm	r ₃ mm			Axe xx				Axe yy		
							x ₁ cm	x ₂ cm	I _x cm ⁴	I _x cm	b/2 cm	I _y cm ⁴	I _y cm		
30	35	4	4	4	2	1	1,94	2,48	1,05	2,45	2,79	1,06	1,50	0,88	0,59
35	40	4,5	4,5	4	2	1	2,49	3,18	1,15	2,85	4,46	1,18	1,75	1,58	0,71
40	45	5	5	5	2,5	1,5	3,14	4,01	1,29	3,21	7,29	1,35	2,00	2,59	0,81

18.18.8. Cornières à ailes égales laminées à chaud NF A 45-009

- Nuances et qualités en fonction des dimensions (épaisseurs)

* Qualité courante

nuances	A 33	A 34	E 24			E 28			E 36			A 50	A 60	A 70	
qualités	-	2 ZNE	2 ZNE	2 ZNE	3	4	2	3	4	2	3	4	2	2	2
épais.	30	-	16	16	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30



- Désignation : Cornière 50 x 50 x 5, NF A 45-009

- Caractéristique dimensionnelles et mécaniques

Série 1 : principale, Série 2 : allégée.

Dimensions			Masse par mètre kg	Section A cm ²	Caractéristiques rapportées à l'axe neutre			Caractéristiques rapportées à l'axe neutre						Séries
a mm	e mm	r mm			α cm	I _x -I _y cm ⁴	I _x -I _y cm	Axe zz			Axe vv			
							z ₁ cm	I _z cm ⁴	I _z cm	v ₁ cm	I _v cm ⁴	I _v cm		
20	3	4	0,88	1,13	0,60	0,39	0,59	1,41	0,61	0,74	0,84	0,16	0,38	1
25	3	4	1,12	1,43	0,72	0,80	0,75	1,77	1,26	0,94	1,02	0,33	0,48	1
30	3	5	1,36	1,76	0,84	1,40	0,90	2,12	2,23	1,13	1,18	0,58	0,58	1
35	3,5	3,5	1,86	2,35	0,98	2,63	1,06	2,47	4,03	1,33	1,39	1,18	0,71	1
40	3	6	1,84	2,35	1,07	3,45	1,21	2,83	5,45	1,52	1,52	1,44	0,78	2
40	4	6	2,42	3,08	1,12	4,47	1,21	2,83	7,09	1,52	1,58	1,86	0,78	1
45	4	7	2,74	3,49	1,23	6,43	1,36	3,18	10,2	1,71	1,75	2,67	0,88	2
45	5	7	3,38	4,30	1,28	7,84	1,35	3,18	12,4	1,70	1,81	3,26	0,87	1
50	3	7	2,33	2,96	1,31	6,86	1,52	3,54	10,8	1,91	1,85	2,88	0,99	2
50	4	7	3,06	3,89	1,36	8,97	1,52	3,54	14,2	1,91	1,92	3,72	0,98	2
50	5	7	3,77	4,80	1,40	11,0	1,51	3,54	17,4	1,90	1,99	4,54	0,97	1
60	4	8	3,70	4,17	1,60	15,8	1,83	4,24	25,0	2,30	2,26	6,57	1,18	2
60	5	8	4,57	5,82	1,64	19,4	1,82	4,24	30,7	2,30	2,32	8,02	1,17	2
60	6	8	5,42	6,91	1,69	22,8	1,82	4,24	36,2	2,29	2,39	9,43	1,17	1
70	5	9	5,37	6,84	1,88	31,2	2,14	4,95	49,5	2,69	2,66	13,00	1,38	2
70	6	9	6,38	8,13	1,93	36,9	2,13	4,95	58,5	2,68	2,73	15,30	1,37	2
70	7	9	7,38	9,40	1,97	42,3	2,12	4,95	67,1	2,67	2,79	17,50	1,36	1
80	5,5	10	6,76	8,61	2,15	51,5	2,45	5,66	81,7	3,08	3,03	21,30	1,57	2
80	6,5	10	7,92	10,1	2,19	60,0	2,44	5,66	95,2	3,07	3,09	24,80	1,57	2
80	8	10	9,66	12,3	2,26	72,2	2,43	5,66	115,0	3,06	3,19	29,90	1,56	1
90	6	11	8,30	10,6	2,41	80,3	2,76	6,36	127,0	3,47	3,40	33,30	1,77	2
90	7	11	9,61	12,2	2,45	92,6	2,75	6,36	147,0	3,46	3,47	38,30	1,77	2
90	9	11	12,2	15,5	2,54	116,0	2,73	6,36	184,0	3,44	3,59	47,80	1,76	1
100	7	11	9,61	12,2	2,45	92,6	2,75	6,36	147,0	3,46	3,47	38,30	1,77	2
100	18	12	12,2	15,5	2,74	145,0	3,06	7,07	230,0	3,85	3,87	59,80	1,96	2
100	10	12	15,1	19,2	2,82	177,0	3,04	7,07	280,0	3,83	3,99	72,90	1,95	1
120	10	13	18,2	23,2	3,31	313,0	3,67	8,49	497,0	4,63	4,69	129,00	2,35	2
120	12	13	21,6	27,45	3,40	368,0	3,65	8,49	584,0	4,60	4,80	152,00	2,35	1

18.19. Barres en acier étiré à froid



18.19.1. Ronds étirés à froid NF A 47-411

Nota : caractéristiques mécaniques voir 18.18.

* Tolérances sur le diamètre :

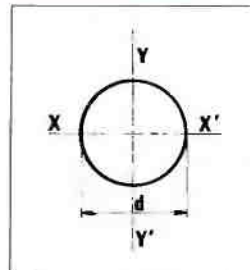
- h 10 pour les aciers au carbone avec $c < 0,30\%$

- h 11 pour les aciers au carbone avec $c \geq 0,30\%$ et aciers alliés toutes nuances.

Ces tolérances peuvent être réduites sur demande h 9 au lieu de h10 et h10 au lieu de h11.

Etats de surface : - Ra \leq à 1,6 μm pour les ronds de $\phi \leq 14$ mm

- Ra \leq à 3,2 μm pour les ronds de $\phi > 14$ mm



Désignation : Acier A50 NF A 35-501, CP, rond 30mm, h 10 x 6500
NF A 47-471, conforme à NF A 37-401

ϕ mm	4	4,50	5	5,5	6	6,5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Section mm ²	12,57	15,90	19,63	23,76	28,27	33,18	38,48	50,26	63,61	78,53	95,03	113,09	132,73	153,98	176,71	201,06	226,98	254,46	283,52	314,16	
Masse kg/m	0,098	0,124	0,154	0,186	0,222	0,260	0,302	0,394	0,499	0,616	0,746	0,887	1,042	1,208	1,387	1,577	1,781	1,997	2,225	2,465	
TOL	h9																				
	h10																				
	h11																				

ϕ mm	21	22	23	24	25	26	28	30	32	33	34	35	36	38	40	42	43	45	48	
Section mm ²	346,36	380,13	415,5	452,4	490,87	530,99	615,75	706,85	804,24	855,3	906	962,11	1017,8	1134,1	1256,6	1385,4	1450	1590,4	1810	
Masse kg/m	2,718	2,984	3,261	3,551	3,853	4,167	4,833	5,549	6,313	6,712	7,13	7,562	7,99	8,902	9,664	10,876	11,4	12,485	14,2	
TOL	h9																			
	h10																			
	h11																			

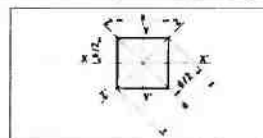
18.19.2. Carré étiré à froid NF A 47-412

Nota : caractéristiques mécaniques voir 18.18.

* Tolérances transversales ou sur plats : tolérance normale est h11, tolérance h10 sur demande.

Etats de surface : Ra \leq 8 μm

Désignation : Acier XC 38 Et carré 19 h11 x 3000 NF A 47-112



Sur plats mm	14	15	16	17	18	19	20	22	24	25	28	30	34	38	43	48
Section mm ²	12,57	15,90	19,63	23,76	324	361	400	484	576	625	784	900	1156	1444	1850	2304
Masse kg/m	0,098	0,124	0,154	0,186	2,543	2,833	3,140	3,799	4,522	4,906	6,154	7,065	9,075	1,208	14,523	18,09
TOL	h11															
	h10															

18.19.3. Hexagone étiré à froid NF A 47-413

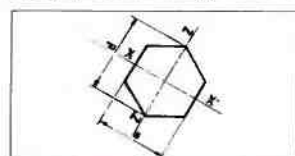
Nota : caractéristiques mécaniques voir 18.18.

* Tolérances transversales ou surplats : tolérance normale est h11, tolérance h10 sur demande.

Etats de surface : Ra \leq 5 μm pour cote plats \leq à 14 mm

Ra \leq 8 μm pour cote sur plats à 14 mm

Désignation : Acier XC 38 et hexagone 19 h11 x 3000 NF A 37-413



Sur plats mm	7	8	10	13	14	16	17	19	21	22	23	24	26	27	29	30	32
Section mm ²	42,44	55,42	86,60	146,3	169,7	221,8	250,27	312,6	361,91	419,2	456,11	496,9	585,5	631,5	728,4	770,6	886,8
Masse kg/m	0,333	0,435	0,680	1,149	1,312	1,740	1,965	2,454	2,997	3,290	3,596	3,916	4,596	4,956	5,717	6,118	6,961
TOL	h11																
	h10																

18.5.4. Nuances des aciers étirés en fonction de leur utilisation NF A 37-401

Utilisation	Nuances								
Aciers de décolletage d'usage général	S260 S250Pb	S300 S300Pb	AD37 Pb AD42 Pb	AD 50 Pb AD 55Pb	AD 60 Pb				
Aciers de décolletage spéciaux pour traitements thermiques	13 MF 4 18 MF 5	35 MF 6	45 MF 6-1 45 MF 6-3						
Aciers au carbone de qualité aptes au forgeage et aux traitements thermiques	AF 34 C10 AF 37 C12	AF 42 C20 AF 50 C30	AF 55 C 35 AF 60 C 40						
Aciers non alliés pour cémentation ou traitements thermiques	XC10 XC12	XC 18 XC 25	XC 32	XC 38 H1 XC 38 H2	XC 42 H1 XC 42 H2	XC 48 H1 XC 48 H2	20 M 5 35 M 5	40 M 6	

18.20. Profils tubulaires



18.20.1. Tubes sans soudure de précision NF A 49-310

Nuances	Caractéristiques mécaniques							
	Etat écroui dur		Etat écroui dur avec recuit de détente		Etat écroui doux		Etat normalisé	
	R _m mini N/mm ²	Amini %	R _m mini N/mm ²	Amini %	R _m mini N/mm ²	Amini %	R _m mini N/mm ²	Amini %
TU 37-b	440	6	400	8	390	18	360-480	23
TU 62-b	650	4	570	6	550	12	510-630	19
TU 56-b	650	4	570	6	590	7	550-670	17

- Tolérances sur le diamètre extérieur :

Etat de livraison	D		32	42	55	63	76	90	100	110	130	150	160	170	180	190	200
	≤ 30	à 40	à 50	à 60	à 70	à 80	90	100	à 120	à 140	150	160	170	180	190	200	
Ecroui dur ou doux	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,65	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	
Recuit ou normalisé	e/D ≤ 1/40	-	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,30	1,50	1,60	-	-	-	-
	1/40 < e/D ≤ 1/20	0,15	0,22	0,30	0,37	0,45	0,52	0,60	0,67	0,75	0,97	1,12	1,20	1,27	1,35	1,42	1,50
	e/D > 1/20	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,65	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00

- Tolérances sur le diamètre intérieur :

- à l'état écroui dur ou doux (1ère colonne)

- à l'état écroui dur avec recuit de détente ou normalisé (2ème colonne)

D	Tolérances sur diamètre intérieur																								
	1	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	3	3	4	4	5	5	6	6	8	8	10	10	11	11	12,5	12,5	
4	±0,30	±0,30																							
5	±0,30	±0,30																							
6	±0,25	±0,25																							
8	±0,20	±0,20	±0,30	±0,30	±0,35	±0,35	±0,40	±0,40																	
10	±0,20	±0,20	±0,25	±0,25	±0,30	±0,30	±0,35	±0,35																	
12	±0,15	±0,15	±0,20	±0,20	±0,25	±0,25	±0,30	±0,30	±0,40	±0,40															
14	±0,10	±0,10	±0,15	±0,15	±0,20	±0,20	±0,25	±0,25	±0,30	±0,30															
15	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,20	±0,20	±0,25	±0,25	±0,30	±0,30															
16	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,15	±0,15	±0,20	±0,20	±0,30	±0,30	±0,35	±0,35													
18	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,35	±0,35													
20	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,15	±0,15	±0,20	±0,20	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35											
22	±0,10	±0,15	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,15	±0,15	±0,15	±0,30	±0,30	±0,35	±0,35												
25	±0,10	±0,15	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,15	±0,15	±0,20	±0,20	±0,30	±0,30											
28	±0,10	±0,15	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,20	±0,20	±0,30	±0,30									
30	±0,10	±0,15	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,30	±0,30									
32	±0,15	±0,22	±0,15	±0,22	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,30	±0,30									
35	±0,15	±0,22	±0,15	±0,22	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,20	±0,20									
38	±0,15	±0,22	±0,15	±0,22	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,25	±0,25								
40	±0,15	±0,22	±0,15	±0,22	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,25	±0,25								
42	±0,20	±0,40	±0,20	±0,30	±0,20	±0,30	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,30	±0,30						
45	±0,20	±0,40	±0,20	±0,30	±0,20	±0,30	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,25	±0,25							
48	±0,20	±0,40	±0,20	±0,30	±0,20	±0,30	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20						
50	±0,20	±0,40	±0,20	±0,30	±0,20	±0,30	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20						
55		±0,25	±0,37	±0,25	±0,37	±0,25	±0,37	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25
60		±0,25	±0,37	±0,25	±0,37	±0,25	±0,37	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25
63		±0,30	±0,60	±0,30	±0,45	±0,30	±0,45	±0,30	±0,45	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30
70		±0,30	±0,60	±0,30	±0,45	±0,30	±0,45	±0,30	±0,45	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30
76			±0,35	±0,52	±0,35	±0,52	±0,35	±0,52	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35
80			±0,35	±0,52	±0,35	±0,52	±0,35	±0,52	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35	±0,35
90			±0,40	±0,80	±0,40	±0,60	±0,40	±0,60	±0,40	±0,60	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40	±0,40
100			±0,45	±0,90	±0,45	±0,67	±0,45	±0,67	±0,45	±0,67	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45

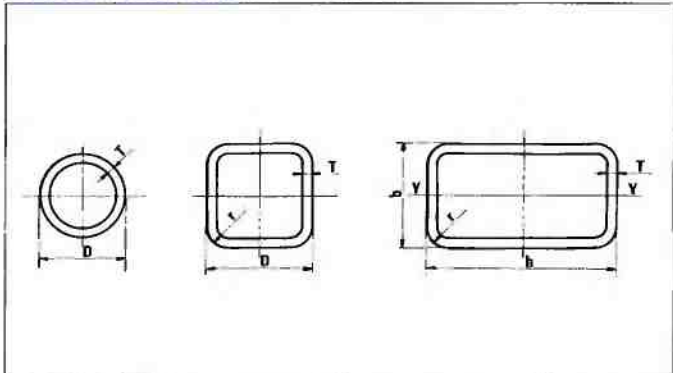
Désignation : Tube 16-2, NF A 49-310, TU 52b, longueur courante avec certificat 8.4.

Profils tubulaires (suite)



18.20.2. Profils creux soudés finis à froid pour construction NF A 49-541

- Nuances et qualité : -TSE 235 2,3 ou 4
-TSE 275 2,3 ou 4
- Nuance et qualité courante : TSE 235-2
- Tolérance sur dimensions extérieures (D,b,h) ±1% avec minimum de ±0,5 mm
- Tolérance sur épaisseur $T \pm 10\%$ pour les profils circulaires de $\phi \leq 168,3$ mm, les profils carrés de $b \leq 140$ mm, les profils rectangulaires de $h \leq 180$ mm.
- Rayon extérieur dans les angles :
 - Rayon maximal extérieur : $r = 3T$
 - Pour les calculs des caractéristiques mécaniques le rayon à prendre en compte est :
- Rayon extérieur : $r = 2,5T$
- Rayon intérieur : $r = 1,5T$



- Profils creux ronds

Désignation : Profil circulaire 101,6 x 3,6 NF A 49-541, TS E 275-3.

D mm	Epais T mm	Masse linéique kg/M	Section A cm ²	Moment d'inertie de torsion J cm ⁴	Constante de torsion C cm ³	Moment d'inertie de flexion I cm ⁴	D mm	Epais T mm	Masse linéique kg/M	Section A cm ²	Moment d'inertie de torsion J cm ⁴	Constante de torsion C cm ³	Moment d'inertie de flexion I cm ⁴	
21,3	1,6	0,777	0,9902	0,9671	0,9081	0,4835	70	3,2	5,27	6,715	75,09	21,45	37,54	
	2	0,952	1,213	1,1410	1,0720	0,5707		2,9	5,24	6,669	89,48	23,52	44,74	
	2,3	1,08	1,373	1,2570	1,1800	0,6286		3,2	5,75	7,329	97,56	25,64	48,78	
26,9	2,3	1,40	1,778	2,7130	2,0170	1,3560	88,9	3,2	6,76	8,616	158,40	35,64	79,21	
33,7	2,6	1,99	2,540	6,1850	3,6710	3,0930	101,6	3,6	8,70	11,080	266,50	52,46	133,20	
42,4	2,6	2,55	3,251	12,9300	6,0990	6,4640	114,3	3,6	9,83	12,520	384,00	67,19	192,00	
	2,9	2,82	3,599	14,1100	6,6570	7,0560		139,7	4	13,40	17,050	785,70	112,50	392,90
	3,2	3,09	3,941	15,2400	7,1890	7,6200			2,9	11,80	15,070	1031,00	122,50	515,50
48,3	2,9	3,25	4,136	21,4000	8,8610	10,7000	168,3	3,2	13,00	16,600	1131,00	134,50	565,70	
	3,2	3,56	4,534	23,1700	9,5950	11,5900		3,6	14,60	18,630	1264,00	150,20	631,90	
60,3	2,9	4,11	5,229	43,1800	14,3200	21,5900	168,3	4	16,20	20,650	1394,00	165,70	697,10	
	3,2	4,51	5,740	46,9400	15,5700	23,4700		4,5	18,2	23,160	1554,00	184,70	777,20	

- Profils creux carrés

Désignation : Profil creux carrés 80 x 3, NF A 49-541, TS E 235-2.

D mm	Epais T mm	Masse linéique kg/M	Section A cm ²	Moment d'inertie de torsion J cm ⁴	Constante de torsion C cm ³	Moment d'inertie de flexion I cm ⁴	D mm	Epais T mm	Masse linéique kg/M	Section A cm ²	Moment d'inertie de torsion J cm ⁴	Constante de torsion C cm ³	Moment d'inertie de flexion I cm ⁴
22	2,3	1,28	1,631	1,604	1,417	0,9817	70	3	6,07	7,731	92,78	24,68	56,57
28	2,5	1,83	2,335	4,281	2,682	2,3910		4	7,86	10,010	116,50	30,96	70,42
35	2,5	2,38	3,035	8,882	4,545	5,1240	80	3	7,01	8,931	140,50	32,96	86,60
	4	3,46	4,411	12,150	5,945	6,5070		3,5	8,08	10,290	161,20	37,46	98,11
40	2,5	2,78	3,535	13,630	6,174	7,9990	80	4	9,11	11,610	181,00	41,69	108,80
	3	3,24	4,131	15,730	7,010	9,0120		5	11,10	14,140	218,10	49,39	128,00
	4	4,09	5,211	19,200	8,326	10,520		3	7,95	10,130	202,20	42,44	125,70
45	2,5	3,17	4,035	19,820	8,052	11,780	90	3,5	9,18	11,690	232,50	48,39	142,90
	3	3,71	4,731	23,000	9,207	13,390		4	10,40	13,210	261,80	54,03	159,10
50	3	4,18	5,331	32,200	11,70	18,980	90	5	12,70	16,14	317,10	64,41	188,50
	4	5,35	6,811	40,280	14,28	22,870		3	8,89	11,330	279,80	53,13	175,10
60	3	5,13	6,531	57,280	17,59	34,430	100	4	11,60	14,810	363,40	67,96	222,90
	4	6,60	8,411	72,680	21,82	42,300		5	14,20	18,140	442,00	81,43	265,70

- Profils creux rectangulaires

Désignation : Profil creux rectangulaire 50 x 30 x 3, NF A49-541, TS E 275-4.

h x b mm	Epais T mm	Masse linéique kg/M	Section A cm ²	Moment d'inertie de torsion J cm ⁴	Moment d'inertie de flexion I y cm ⁴	h x b mm	Epais T mm	Masse linéique kg/M	Section A cm ²	Moment d'inertie de torsion J cm ⁴	Moment d'inertie de flexion I y cm ⁴
35 x 20	2,5	1,79	2,285	3,324	1,291	60 x 34	3	3,90	4,971	21,98	8,925
40 x 27	2,5	2,27	2,885	7,036	3,085	70 x 35	3	4,42	5,631	28,72	11,100
50 x 25	2,5	2,58	3,285	8,415	3,194	80 x 40	3	5,13	6,531	43,97	17,240
50 x 30	3	3,24	4,131	13,480	5,526	80 x 50	3	5,60	7,131	65,21	28,930
60 x 30	2,5	3,17	4,035	15,160	5,878	90 x 50	4	7,23	9,211	82,77	35,600
	3	3,71	4,731	17,450	6,624	90 x 50	3	6,07	7,731	76,92	32,250

18.21. Barres et profilés en aluminium et alliages d'aluminium



18.21.1. Barres de section circulaire filées NF A 50-702

Nota : caractéristiques d'inertie voir matières au 18.18.

Désignation : Barre ronde filée, 2017A, NF A 50-411. 20 x 4500, NF A 50-702

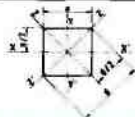


ø mm	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30	32	36	40	45	50	55	60	65	70	75
Section mm ²	0,785	1,13	1,54	2,01	2,55	3,14	3,80	4,91	6,16	7,07	8,04	10,16	12,57	15,90	19,64	23,76	28,27	33,18	38,49	44,18
Masse kg/m	0,212	0,305	0,416	0,543	0,687	0,948	1,026	1,325	1,663	1,909	2,171	2,748	3,383	4,294	5,310	6,415	7,634	8,959	10,39	11,93
Tolérances	±0,30										±0,40					±0,55				
ø mm	80	85	90	95	100	105	110	120	125	130	140	150	160	180	200	225	250	275	300	
Section mm ²	50,27	56,75	63,62	70,88	78,54	86,59	95,03	113,1	122,7	132,7	153,9	176,7	201,1	254,5	314,2	397,6	490,9	594,0	706,9	
Masse kg/m	13,57	15,32	17,18	19,14	21,21	23,38	25,68	30,54	33,13	35,84	41,56	47,71	54,29	68,71	84,82	107,35	132,54	160,37	190,85	
Tolérances	±0,65					±0,75					±0,90					±1				

18.21.2. Barres de section carrée filées NF A50-703

Nota : caractéristiques mécaniques voir 18.18

Désignation : Barre carrée filée, 2017 A, R 39, NF A50-411 - 50x3500, NF A 50-703



Surplats mm	6	8	10	12	14	16	20	25	30	32	36	40	45	50	55						
Section mm ²	36	64	100	144	196	256	400	625	900	1024	1296	1600	2025	2500	3025						
Masse kg/m	0,097	0,173	0,270	0,389	0,529	0,691	1,088	1,688	2,430	2,765	3,499	4,320	5,468	6,750	8,168						
Tolérances	±0,30										±0,45										
Surplats mm	60	65	70	80	90	100	110	120	125	140	160	180	200	220	250						
Section mm ²	3600	4225	4900	6400	8100	10000	12100	14400	15625	19600	25600	32400	40000	48400	62500						
Masse kg/m	9,720	11,41	13,23	17,28	21,87	27,0	32,87	38,88	42,19	52,92	68,12	87,48	108,0	130,68	168,75						
Tolérances	±0,60			±0,70			±0,80			±0,90			±0,90		±1,50						

18.21.3. Barres de section hexagonale filées NF A50-704

Nota : caractéristiques mécaniques voir 18.18.

Désignation : Barre hexagonale filée, 2017A, R39, NF A50-411-50 x 3500, NA50-704



Surplats mm	12	14	16	17	18	19	20	21	22	23	25	28	28	29	32						
Section mm ²	124	169	221	250	280	312	346	381	419	458	541	585	679	728	886						
Masse kg/m	0,337	0,458	0,599	0,676	0,758	0,844	0,935	1,031	1,132	1,237	1,481	1,561	1,833	1,966	2,394						
Tolérances	0 -0,70										0 0,80										
Surplats mm	35	36	38	40	42	45	50	54	55	58	63	67	70	71	77						
Section mm ²	1060	1122	1251	1386	1528	1833	2165	2525	2718	2913	3437	3888	4244	4386	5135						
Masse kg/m	2,864	3,030	3,376	3,741	4,125	4,948	6,267	8,888	10,219	11,237	14,812	16,748	18,080	18,668	22,875						
Tolérances	±0,60			±0,70			±0,80			±0,90			±0,90		±1,50						

18.21.4. Méplats filés NF A50-705

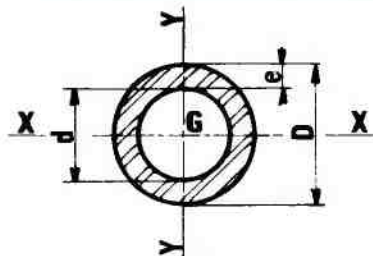
Nota : caractéristiques mécaniques voir 18.18.

Désignation : Méplat filé, R20, NF A50-411, 80 x 10 x 4000, NF A50-705



Larg. a	5	6	8	10	12	15	18	20	25	30	40	50	60	80	100	120	160	180	200		
2																					
2,5																					
3																					
4																					
5																					±0,20
6																					
8																					
10																					
12																					
15																					±0,30
20																					
25																					
30																					
40																					±0,40
50																					
60																					±0,55
80																					
100																					±0,75
Tolér.	±0,20			±0,30			±0,45			±0,60			±0,75		±0,95		±1,20				

18.21.5. Tubes de section circulaire filés NF A 50-711



D mm	Epais e mm	Section cm ²	Masse kg/m	Moment quadratique I cm ⁴	Module de flexion I/V cm ³	Module de torsion J cm ³	Rayon de giration r cm	Tolérances sur ø D	Tolérances en % sur e
20	2,0	1,131	0,305	0,464	0,464	0,927	0,640	±0,20	±9
22	2,0	1,257	0,339	0,635	0,577	1,154	0,711	±0,20	±9
25	2,0	1,445	0,390	0,963	0,770	1,541	0,816	±0,20	±9
	2,5	1,767	0,477	1,132	0,906	1,811	0,800		
30	2,0	1,759	0,475	1,733	1,155	2,311	0,992	±0,25	±9
	5,0	3,927	1,060	3,191	2,127	4,254	0,901		
32	2,0	1,885	0,509	2,130	1,331	2,662	1,063	±0,30	±9
	2,5	2,317	0,626	2,538	1,587	3,173	1,047		
35	2,0	2,073	0,560	2,833	1,619	3,238	1,169	±0,30	±9
	5,0	4,712	1,272	5,449	3,114	6,227	1,075		
36	2,0	2,136	0,577	3,098	1,721	3,442	1,204	±0,30	±9
	2,5	2,631	0,710	3,711	2,062	4,124	1,188		
40	2,0	2,388	0,645	4,322	2,161	4,322	1,345	±0,30	±9
	2,5	2,945	0,795	5,200	2,600	5,200	1,329		
	5,0	5,498	1,484	8,590	4,295	8,590	1,250		
	10,0	9,425	2,545	11,781	5,890	11,781	1,118		
45	2,5	3,338	0,901	7,563	3,361	6,722	1,505	±0,30	±8
	5,0	6,283	1,696	12,763	5,672	11,345	1,425		
	10,0	10,996	2,969	18,211	8,094	16,188	1,287		
50	2,5	3,731	1,007	10,551	4,220	8,441	1,682	±0,30	±8
	5,0	7,069	1,909	18,113	7,245	14,491	1,601		
	10,0	12,566	3,393	26,704	10,681	21,363	1,458		
55	5,0	7,854	2,121	24,789	9,014	18,028	1,777	±0,40	±7
	10,0	14,137	3,817	37,552	13,655	27,310	1,630		
60	5,0	8,639	2,333	32,938	10,979	21,958	1,953	±0,40	±7
	10,0	15,708	4,241	51,051	17,017	34,034	1,803		
65	5,0	9,425	2,545	42,706	13,140	26,281	2,129	±0,40	±7
	10,0	17,279	4,665	67,495	20,768	41,535	1,976		
70	5,0	10,210	2,757	54,242	15,498	30,995	2,305	±0,40	±7
	10,0	18,850	5,089	87,179	24,908	49,817	2,151		
	20,0	31,416	8,482	113,883	32,538	65,076	1,904		
75	5,0	10,996	2,969	67,692	18,051	36,102	2,481	±0,50	±7
	10,0	20,420	5,513	110,398	29,439	58,879	2,325		
80	5,0	11,781	3,181	83,203	20,801	41,602	2,658	±0,50	±7
	10,0	21,991	5,938	137,445	34,361	68,722	2,500		
	20,0	37,699	10,179	188,496	47,124	94,248	2,236		
85	10,0	23,562	6,362	168,615	39,674	79,348	2,675	±0,50	±7
90	5,0	13,352	3,605	121,000	26,889	53,778	3,010	±0,50	±7
	10,0	25,133	6,786	204,204	45,379	90,757	2,850		
	20,0	43,982	11,875	291,383	64,752	129,503	2,574		
95	10,0	26,704	7,210	244,504	51,475	102,949	3,026	±0,50	±7
	5,0	14,923	4,029	168,812	33,762	67,525	3,363		
	10,0	28,274	7,634	289,812	57,962	115,925	3,202		
	20,0	50,265	13,572	427,257	85,451	170,903	2,915		

Désignation : Tube filé 6061, R 26, NF A 50-411, 120 x 6 x 3000, NF A 50-711

18.22. Profilés en plastiques : sections courantes



Ronds pleins

Poids en kg/m. Chiffre gras : standard chiffre maigre : sur commande.
Les longueurs standards sont comprises entre 1 et 3 m.

ø mm	P.A Nylon	P.V.C.	P.E. hd 80	P.E. hd 500	P.E. hd 1000	P.P	P.VDF	P.A. 11 Rilsan	P.OM Delrin	P.TFE Telfon	PF Céloron
5	0,022								0,030		
6	0,032								0,043	0,065	
8	0,058	0,040	0,050			0,05		0,030	0,077	0,115	0,071
10	0,090	0,120	0,080			0,08	0,15	0,056	0,120	0,185	0,111
12	0,130	0,180	0,120			0,11	0,22	0,087	0,173	0,265	0,160
14	0,176							0,127		0,355	
15	0,202	0,270	0,180	0,180		0,17	0,34		0,270	0,410	
16	0,230	0,310							0,308	0,465	0,251
18	0,292	0,380	0,260			0,25	0,55	0,224	0,389	0,580	
20	0,360	0,480	0,320	0,320	0,32	0,31			0,411	0,730	0,500
22	0,436						0,93	0,350	0,502	0,980	
25	0,562	0,750	0,500		0,49	0,48			0,751	1,130	0,750
28	0,706							0,550	0,942		
30	0,810	1,070	0,710	0,710	0,71	0,68	1,32		1,080	1,640	1,000
35	1,102	1,450	0,970			0,93	1,80	0,790	1,470	2,210	1,400
40	1,440	1,890	1,260	1,260	1,25	1,21	2,35	1,070	1,920	2,900	1,700
45	1,822	2,400	1,600			1,54	2,98	1,400	2,430	3,650	
50	2,250	2,940	1,980	1,980	1,96	1,90	3,66	1,770	3,010	4,510	2,790
55	2,710	3,570	2,390			2,30		2,190			
60	3,220	4,250	2,850	2,850	2,82	2,73	5,27	2,650	3,630	6,700	3,820
65	3,710	4,980	3,330			3,90		3,150	4,330		4,500
70	4,320	5,770	3,860	3,860	3,82	3,70	7,14	3,700	5,080	8,850	5,460
75	5,040	6,610	4,460			4,27		4,290	5,830		
80	5,900	7,510	5,060	5,060	5,00	4,84	9,36	4,920	6,760	11,500	7,130
90	7,500	9,510	6,400	6,400	6,34	6,13	11,80	5,600	7,700	14,300	
95								7,080	9,730		9,700
100	9,300	11,200	7,900		7,80	7,60	14,60			17,600	11,200
110	11,200	14,200	9,600		9,50	9,20	17,80	8,740	12,020	21,600	13,000
120	13,400	16,900	11,400	11,400	11,30	10,90	22,90	10,250	14,360	25,500	15,700
125			12,400					13,300		27,300	
130	13,900	19,800	13,300			13,20			17,900	29,300	17,800
135								14,400			
140	18,600	23,400	15,500	15,500	15,40	14,90	28,80		30,500	36,000	21,000
150	21,000	26,400	17,800	17,800	17,60	17,00	33,00			42,000	
155								19,300	27,000		28,200
160	24,500		20,300	20,300	20,10	19,40	37,60			46,000	
170			22,900	22,900		21,90	42,40		32,700	51,500	
175	27,600										30,500
180		38,000	25,700			24,60	47,60	21,400	37,100	57,500	
190											
195											39,200
200	38,700	47,400	31,800	31,800	31,50	30,50	51,70	35,000	48,100	71,000	
220											50,000
225	48,500		40,000			38,30					
250	59,500		49,300	49,300	49,30	47,20	91,40				
275	70,400										
300			70,800	70,800	70,80	67,80	131,40				
350			96,000			92,00	179,00				
400			125,000			120,00	233,00				
500						184,00	365,00				

Ebauches creuses

Section en mm et poids en kg/m.

Les longueurs standards sont comprises entre 1 et 3 m.

PA (Nylon)

ø x ø ext int	kg/M	ø x ø ext int	kg/M	ø x ø ext int	kg/M	ø x ø ext int	kg/M
40 x 30	0,63	80 x 40	4,62	120 x 50	10,71	225 x 120	32,6
50 x 30	1,44	80 x 50	3,51	120 x 60	9,70	225 x 160	22,5
50 x 30	0,81	80 x 60	2,52	120 x 80	7,20	250 x 200	20,3
60 x 30	2,43	90 x 40	5,85	130 x 60	11,97	275 x 120	55,1
60 x 40	1,80	90 x 45	5,47	140 x 60	14,40	275 x 160	45,0
60 x 45	1,42	90 x 50	5,04	150 x 50	18,00	275 x 200	32
60 x 50	0,99	90 x 60	4,05	150 x 60	17,01	300 x 120	68
70 x 30	3,60	100 x 40	7,56	150 x 80	14,74	300 x 200	45
70 x 40	2,97	100 x 50	6,75	175 x 80	21,80		
70 x 45	2,59	100 x 60	5,76	200 x 120	23,04		
70 x 50	2,16	100 x 80	3,24	200 x 160	12,96		
80 x 30	4,95	110 x 40	9,45	225 x 80	39,80		

P.V.C. (gris et ivoire)

ø x ø ext int	kg/M	ø x ø ext int	kg/M	ø x ø ext int	kg/M	ø x ø ext int	kg/M
50 x 25	2,36	90 x 25	8,95	120 x 60	13,50	150 x 80	20,0
60 x 30	3,38	100 x 30	10,90	130 x 50	17,50	160 x 100	20,0
80 x 40	5,78	100 x 70	6,80	130 x 90	11,70		
80 x 50	5,10	110 x 50	11,80	150 x 70	22,10		

19. Outils de conception

AV

Analyse de la valeur

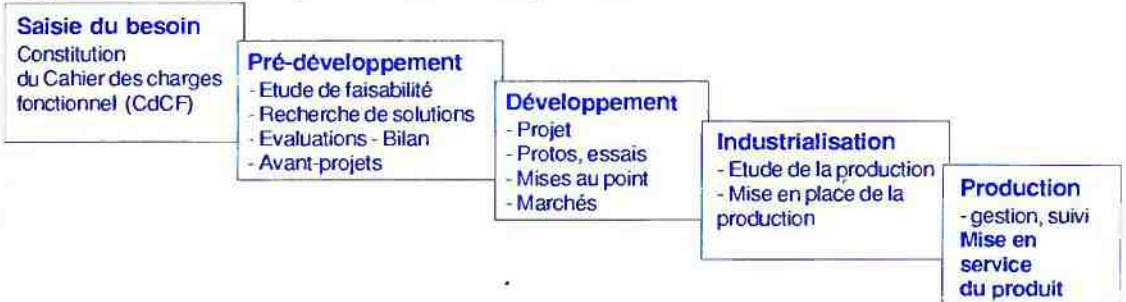
Cahier des Charges Fonctionnel

CdCF

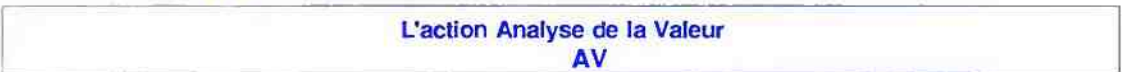
19.1. La démarche PRODUCTIQUE, les outils à disposition



Rappel des principales étapes de création d'un produit



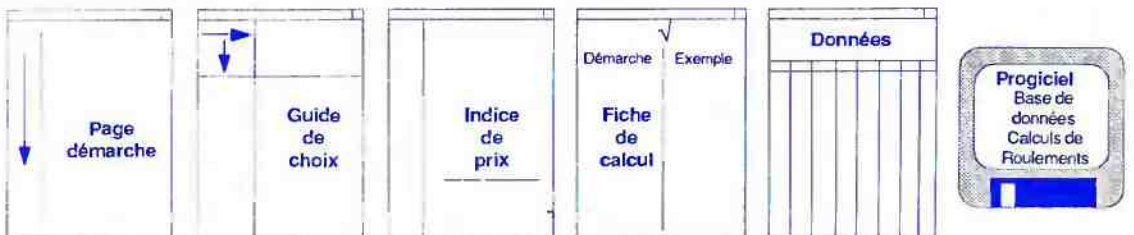
Les outils méthodes



Les outils informatiques



Des outils plus spécifiques à la phase de pré-développement et de développement proposés dans cet ouvrage.



19.2.1. Définitions:

Besoin	<i>Nécessité ou désir éprouvé par un utilisateur.</i> Remarque : la notion de besoin permet de poser le problème au plus haut niveau de remise en cause utile et donc de préciser les véritables services à rendre.
Produit	<i>Ce qui est (ou sera) fourni à un utilisateur pour répondre à son besoin.</i>
Production	Action de produire (Larousse). Terme souvent employé pour définir un niveau de production ou pour définir les moyens de production.
Productivité	Quantité produite en considération du travail fourni et des dépenses engagées (Larousse). Aptitude à la production.
Fonctions	<i>Actions d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimées uniquement en termes de finalité.</i> Remarque : chaque fonction doit être précisée dans la mesure du possible par des caractéristiques quantifiables. Il est important de dégager la ou les fonctions principales.
Critères d'appréciation	<i>Critères retenus pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée.</i> Exemple : durabilité, maintenabilité, vitesse, consommation, etc ...
Flexibilité	<i>Ensemble d'indications exprimées par le demandeur sur les possibilités de moduler un niveau recherché pour un critère d'appréciation.</i>
Demandeur - Spécifieur	<i>Entité qui recherche un produit et émet le cahier des charges, en vue de son acquisition et de son utilisation par elle-même ou par d'autres.</i> Remarque : la notion de demandeur inclut celle de promoteur donc de responsable du financement du développement du produit.
Concepteur-Réalisateur	<i>Entité responsable de la conception d'un produit, qui outre les exigences techniques, prend en compte les conditions coût et délais de réalisation.</i>
Contraintes	<i>Limitations à la liberté du concepteur-réalisateur d'un produit.</i> Exemples : délais, règlement, interchangeabilité, propriété industrielle ...
Analyse fonctionnelle	<i>Démarche qui consiste à recenser, caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions.</i> Remarque : cette étape est la base de l'établissement du cahier des charges, elle est également fondamentale en analyse de la valeur.
Coût	<i>Charge ou dépense supportée par un intervenant économique par suite de la production ou de l'utilisation d'un produit ou de l'ensemble des deux.</i>
Prix	<i>Equivalent monétaire d'un produit lors d'une transaction commerciale.</i>
Valeur	<i>Jugement porté sur le produit par l'utilisateur sur la base de ses attentes et de ses motivations.</i> Remarque : c'est schématiquement le degré d'adéquation du produit au besoin / coût du produit.
CdCF Cahier des Charges Fonctionnel	<i>Document par lequel le demandeur exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en termes de fonctions de service et de contraintes. Pour chacune d'elles sont définis des critères d'appréciation et leur niveau. Chacun de ces niveaux est assorti d'une flexibilité.</i>
AV Analyse de la valeur	<i>Méthode de compétitivité organisée et créative visant la satisfaction du besoin de l'utilisateur par une démarche spécifique de conception à la fois fonctionnelle, économique et pluridisciplinaire.</i>

19.2.2. "Cas type" d'utilisation de l'analyse de la valeur

Le produit n'existe pas :

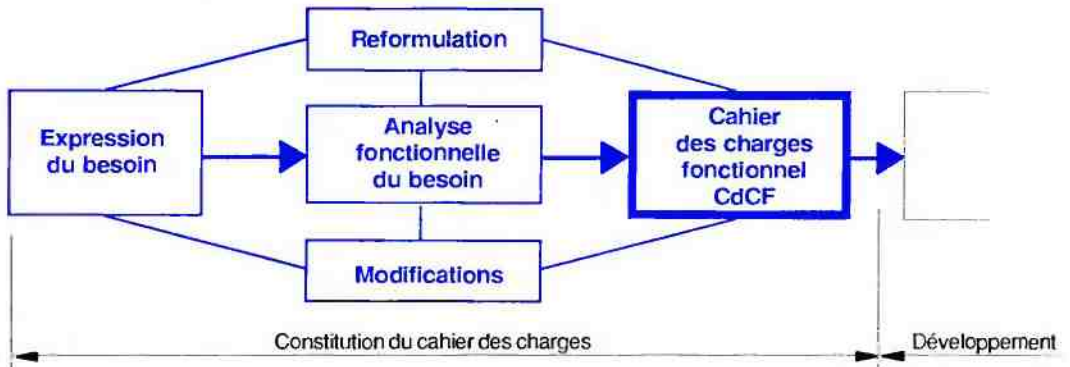
- cas type 1 : le demandeur-spécifieur et le concepteur-réalisateur sont deux entités commercialement différentes. Dans ce cas, le demandeur réalise le cahier des charges et le transmet au concepteur qui le réintègre dans une démarche d'analyse de la valeur.
- cas type 2 : le demandeur-spécifieur et le concepteur-réalisateur appartiennent à la même entreprise. Dans ce cas, un premier groupe de travail constitue le cahier des charges fonctionnel, un second groupe entreprend une démarche d'analyse de la valeur.

La difficulté est de pouvoir maintenir cette première étape d'analyse du besoin en termes de fonctions de services, sans faire référence à des fonctions techniques liées à des solutions techniques propres à l'entreprise.

Le produit existe, il est déjà industrialisé :

- cas type 3 : le demandeur-spécifieur confie au concepteur-réalisateur (à l'extérieur ou dans l'entreprise) la remise en cause ou l'amélioration du produit. Le concepteur-réalisateur entreprend une démarche d'analyse de la valeur sur le produit existant.

Démarche générale de constitution du CdCF



Principaux buts du cahier des charges fonctionnels

Réalisé par le demandeur-spécifieur, il a pour but principal d'obtenir après les travaux du concepteur-réalisateur, la proposition de produit la plus apte à répondre au besoin initial. Il exprime des exigences de résultat et rarement des exigences de moyen. Il sert au demandeur à exprimer le besoin, il favorise le dialogue entre les partenaires. Il contribue également à clarifier et à formaliser les responsabilités relatives du demandeur-spécifieur et du concepteur-réalisateur.

Contenu du cahier des charges : NF X 50-151

1. Présentation générale du problème

- **Le produit et son marché** : concept général du produit, débouchés, espérance de vie commerciale ...
- **Le contexte du projet, les objectifs** : situation du projet dans un programme, pré-études, faisabilité, confidentialité ...
- **Enoncé du besoin** : en termes de finalité du produit pour le futur utilisateur.
- **Environnement du produit recherché** : liste exhaustive des éléments et contraintes qui constituent l'environnement du produit au cours de son utilisation (y compris distribution, stockage, transport, ...)

2. Expression fonctionnelle du besoin

Résultats d'une analyse fonctionnelle basée sur les éléments recueillis dans la "présentation générale du problème". L'expression fonctionnelle du besoin constitue l'essentiel du cahier des charges.

Elle fait apparaître :

- **les fonctions de service et les contraintes**
- **leurs critères d'appréciation**
- **le niveau de ces critères d'appréciation** et ce qui les caractérise.
- **une flexibilité** (possibilité de moduler) pour les niveaux exprimés en termes de souhaits.

Par définition, le cahier des charges fonctionnel se limite aux fonctions de service. Il ne fait pas référence à des fonctions technique (forcément liées à des solutions techniques).

Ces fonctions techniques sont étudiées lors du développement du produit, et en particulier lors d'une démarche d'analyse de la valeur.

3. Appel à variantes

Il peut être demandé au concepteur-réalisateur, au delà d'une proposition répondant à l'expression fonctionnelle du besoin, de faire des propositions répondant à sa propre perception du besoin. L'appel à variantes a ce but, il peut également être utilisé pour recueillir des informations complémentaires extérieures ou pour stimuler l'innovation.

4. Cadre de réponses

Dans le cas d'appels d'offre multiples, et lorsque le cahier des charges est très précis, le cadre de réponse sert à faciliter l'évaluation et la comparaison des solutions ou familles de solutions proposées. En général, le cadre de réponse comporte une ou plusieurs grilles d'évaluation.



Objectifs de l'analyse de la valeur

La démarche d'analyse de la valeur s'applique si possible à la création d'un nouveau produit, dès la saisie du besoin et jusqu'à l'industrialisation du produit et quelques fois jusqu'à sa mise en service. Elle peut également s'appliquer sur un produit déjà industrialisé dans le but d'une remise en cause, d'une reconception et d'un nouveau développement.

Organisation d'une action d'analyse de la valeur

C'est une méthode de travail organisée autour du travail de groupe et de l'analyse fonctionnelle. Les principaux partenaires sont les suivants:

- Le **décideur** : c'est la personne mandatée pour prendre les décisions relatives à l'action entreprise. Il intervient au départ, chaque fois que nécessaire, forcément lors des décisions finales, il choisit l'animateur.
- L'**animateur** : Il joue un rôle fondamental, il est responsable devant le décideur. C'est lui qui constitue et qui anime le groupe de travail. Il effectue un travail de synthèse. C'est lui qui dynamise le groupe.
- Le **groupe** : Le groupe doit inclure des personnes utiles à l'étude et aussi à la réalisation du projet. Il comprend en général des représentants des services : étude, méthodes-fabrication, commercial, qualité, achats ... Pour des raisons d'efficacité, il doit être limité à un nombre maximum de 10 personnes.

Déroulement de l'action - principales phases : NF X 50-152 et 50-153

DONNEES

1. Orientation de l'étude



2. Recherche de l'information



3. Analyse des fonctions et des coûts



4. Recherche d'idées et voies de solution



5. Etude et évaluation des solutions



6. Bilan prévisionnel Choix



7. Suivi de la réalisation

- Le cahier des charges d'un produit à créer ou le dossier technique d'un produit existant.

Cette phase est en général définie par le décideur et l'animateur pour orienter, délimiter le champ de l'étude et en définir les objectifs. Elle précise pour l'action envisagée :

- les objets et causes du déclenchement de l'action
- les données du problème (CdCF s'il existe)
- les enjeux économiques
- le champ d'application et ses limites
- les contraintes
- les objectifs
- les moyens
- les participants

- Recherche	des informations	- techniques	internes ou externes à l'entreprise
- Classement		- économiques	
- Diffusion		- commerciales	

Cette phase est la plus importante.

Elle repose sur l'analyse et la validation du cahier des charges fonctionnel. Si il n'existe pas, le groupe procède d'abord à son élaboration.

Il est utile de distinguer deux cas :

Conception d'un nouveau produit

- analyse fonctionnelle : fonctions de service
- estimation et analyse des coûts par fonction

Reconception d'un produit existant

- analyse fonctionnelle
 - fonctions de service
 - fonctions techniques
- analyse et répartition des coûts entre fonctions

Recherche	des idées et voies de solution
Classement	

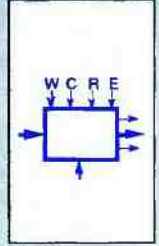
Cette recherche est effectuée fonction par fonction en évitant toute censure. Cette phase se prête particulièrement aux techniques de créativité (brain storming ...)

Construction des solutions	Liaison fonctions de service / fonctions techniques	Evaluation Sélection	- Faisabilité
			- Coût
			- Risque
			- Autres contraintes

Présentation des solutions accompagnées de justification	- Motifs de sélection
	- Niveau estimé pour chaque critère
	- Chiffrage des coûts
	- Listes d'avantages et d'inconvénients non chiffrables
	- Principales conditions d'application

Généralement effectuée par l'animateur, pour rendre compte au décideur des anomalies relevées, pour établir un bilan des résultats obtenus et éventuellement pour permettre la reprise d'une partie de l'étude.

20. Commandes de systèmes



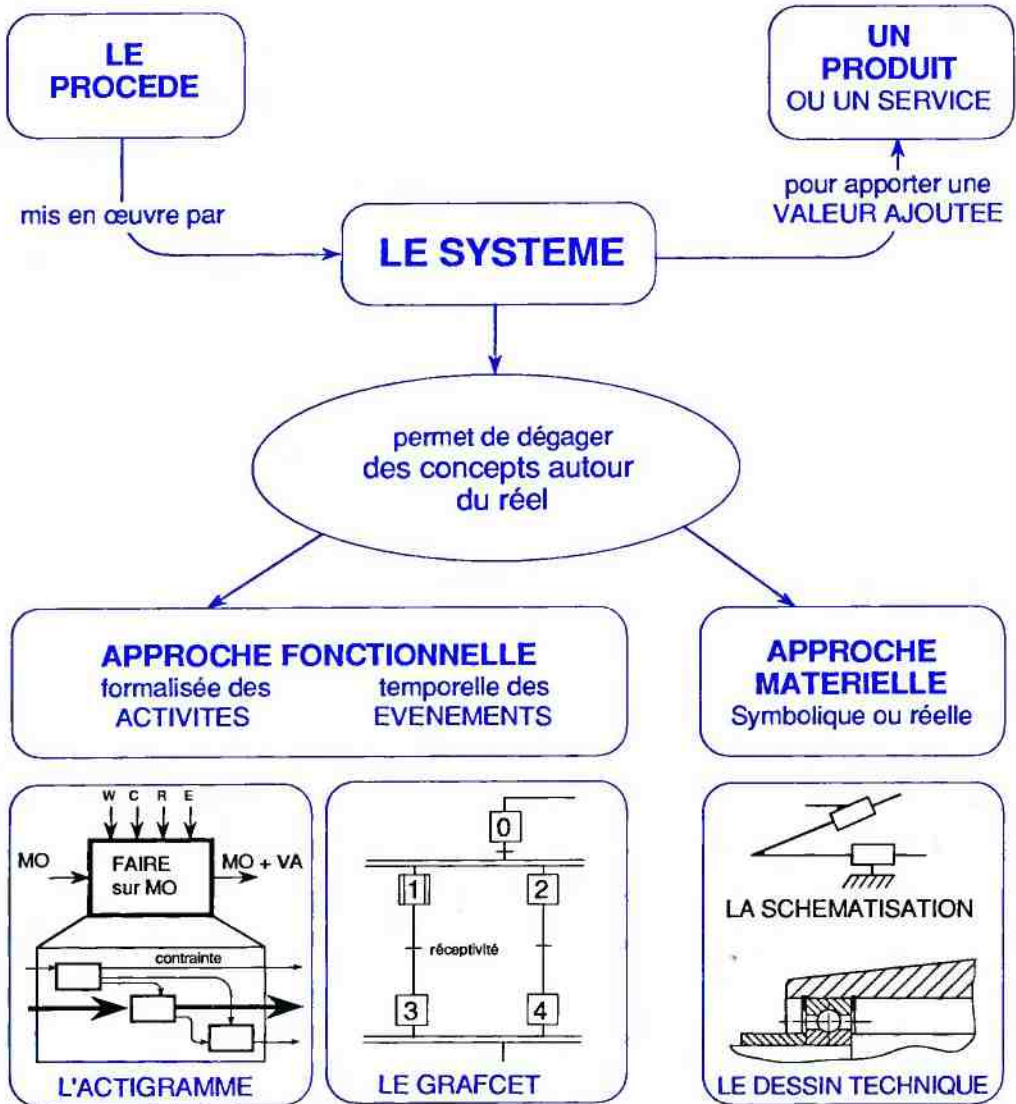
Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX

20 . 1 . Représentation fonctionnelle des systèmes	442
20 . 1 . 1 . Méthodologie de l'approche système	442
20 . 1 . 2 . L'analyse fonctionnelle descendante	443
20 . 1 . 3 . Le GRAFCET (Graphe de Commande Etape/Transition)	445
20 . 1 . 4 . Le GEMMA (Guide d'Etude des Modes de Marche et d'Arrêt)	450
20 . 2 . Exemple d'application "Perçage de carters"	453
- Poste simplifié de perçage de carters	453
- Exemple d'analyse descendante appliquée à un système	453
- Exemple d'analyse temporelle appliquée à un sous-système (Gemma)	456
- GRAFCET	456

20. 1. 1. Méthodologie de l'approche système



La compréhension du fonctionnement des systèmes automatisés complexes ne se réduit pas à une simple approche matérielle (inventaire des composants ...).

Le système automatisé peut être appréhendé selon trois approches complémentaires :

- une approche fonctionnelle formalisée des activités : utilisation d'ACTIGRAMMES.
- une approche fonctionnelle temporelle des événements (processus) : utilisation du GRAFCET par exemple.
- une approche matérielle, un inventaire des moyens techniques : langage symbolique : dessins techniques, schémas, documentations constructeurs.

Nota : les principaux documents sont extraits de l'ouvrage PREMOTÉCH TSA (C. BARLIER, R. BOURGEOIS et J. P. CHASSAING).

20.1.2. L'analyse fonctionnelle descendante

a) Définition et rôle d'un système technique :

Un **système technique** est un ensemble d'**éléments** organisés en fonction d'un but :

- Exercer une **activité** sur une des **matières d'œuvre** pour satisfaire un **besoin**.

On dit que le système remplit une **fonction d'usage** en produisant une **valeur**. Cette valeur réside dans la production d'un **bien** ou d'un **service**. La fonction d'usage d'un système est de conférer une **valeur ajoutée** aux matières d'œuvre présentes à l'entrée (produits, énergies ou informations).

b) Modélisation des systèmes techniques par des éléments fonctionnels formalisés (Notion de Fonction et de Contrainte).

Il est possible de définir le système par des fonctions reliées entre elles par des contraintes. Les fonctions réalisent (grâce à des moyens techniques) des activités qui opèrent sur les entrées.

Les contraintes sont des interfaces qui véhiculent les grandeurs physiques prises en compte par les fonctions.

Les grandeurs physiques caractérisent les matières d'œuvre qui circulent au sein du système (produits, énergies, informations).

c) Définition de l'orientation du modèle d'un système technique :

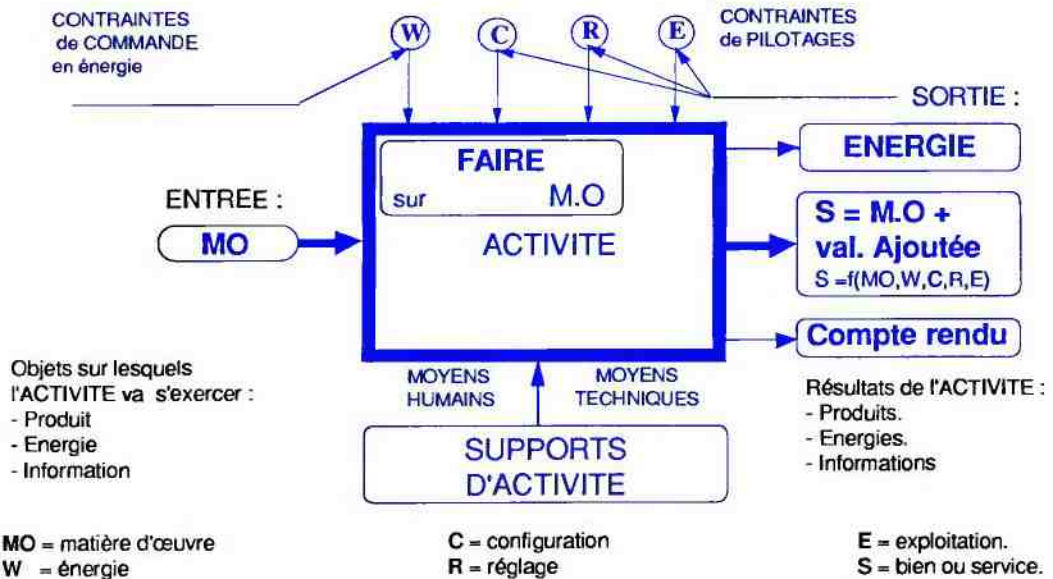
Trois notions importantes caractérisent un modèle pour qu'il puisse être lu :

- LE CONTEXTE : est défini par la frontière d'isolement avec le monde extérieur. Il s'agit d'isoler entièrement le système étudié pour permettre d'identifier les relations avec le monde extérieur.

- LE POINT DE VUE : selon lequel est observé le système (concepteur, automaticien, maintenance, exploitant ...). La prise en compte de toutes les technologies mises en œuvre dans le système nécessite de retenir le point de vue de l'automaticien pour mener l'analyse du modèle.

- L'OBJECTIF : de communication technique qui est envisagé pour transmettre des connaissances grâce au modèle.

d) Modèle général pour la représentation d'un module d'activité :



e) Exemples de contraintes liées à un module d'activité :

Les contraintes modifient, déclenchent et contrôlent l'ACTIVITE de la fonction :

- CONTRAINTE ENERGETIQUE W :

Energie : électrique, mécanique, pneumatique, hydraulique, humaine...

- CONTRAINTE DE CONFIGURATION C :

Programmation d'un automate programmable industriel (A.P.I.) ou d'un ordinateur.

- CONTRAINTE DE REGLAGE R :

Réglage de vitesses, de courses, de paramètres électriques (réglage d'un relais thermique...).

- CONTRAINTE D'EXPLOITATION E :

Données opérateur et matériel (départ cycle, réarmement, déclenchement d'un relais thermique...).

L'analyse fonctionnelle des systèmes (suite)

f) Principes et règles pratiques de lecture d'un modèle :

- **Principes :**
 - L'analyse descendante modulaire et structurée d'un modèle de système technique est représentée par des actigrammes (ou diagrammes d'activités).
 - Un modèle peut comporter plusieurs actigrammes en niveaux de décompositions (voir ci-dessous).
 - L'actigramme de niveau le plus élevé ne comporte qu'une fonction, il s'agit de la fonction d'usage du système ou actigramme "CONTEXTE".
 - Chaque décomposition d'une activité (Fonction) peut être représentée par un actigramme de rang inférieur qui comporte au plus six fonctions.
 - La décomposition se termine si le niveau de détail souhaité pour atteindre l'objectif est suffisant.
- **Règles :**
 - Le support technique qui conduit l'activité a besoin d'énergie pour modifier l'état de la matière d'œuvre présente en entrée.
 - Si l'énergie nécessaire au support technique est prélevée sur la matière d'œuvre à traiter (énergie), on la représente comme une contrainte d'activation.
 - Les contraintes d'activité de la fonction ont les caractères énergétique ET/OU informationnels.
- **Cas particuliers :**
 - Lorsque la configuration C de l'activité ou support technique est réalisée par différents moyens matériels flexibles, (outils, fluides...), ces moyens matériels constituent également une contrainte d'activité.
 - Les contraintes d'activité (entités énergétiques, informationnelles ou matérielles) ne sont pas modifiées par l'activité de la fonction mais la déclenchent ou la contrôlent.
 - Toutefois lorsque la contrainte d'activité subit une transformation ou dégradation, cela ne constitue en aucune façon le but de l'activité du support technique et ces transformations deviendront explicites aux niveaux inférieurs de l'analyse.
 - Un module d'activité doit avoir au moins une contrainte qui contrôle ou déclenche son activité.
 - Les données de sorties d'un module d'activité peuvent constituer des données d'entrées ou des contraintes d'activité pour un autre module fonctionnel.

g) Hiérarchisation des diagrammes : niveaux

La méthode SADT (Structured Analysis and Design Technic) propose une hiérarchisation des actigrammes.

Par convention, le niveau le plus élevé l'actigramme "CONTEXTE", porte le numéro A-0 (A moins zéro).

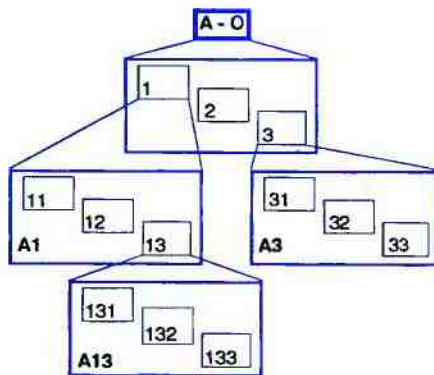
Ce niveau se décompose au niveau A0 en "n boîtes" :

A1, A2, A3, ... Ai, ... An.

Par suite, la boîte Ai se décompose en "p boîtes" :

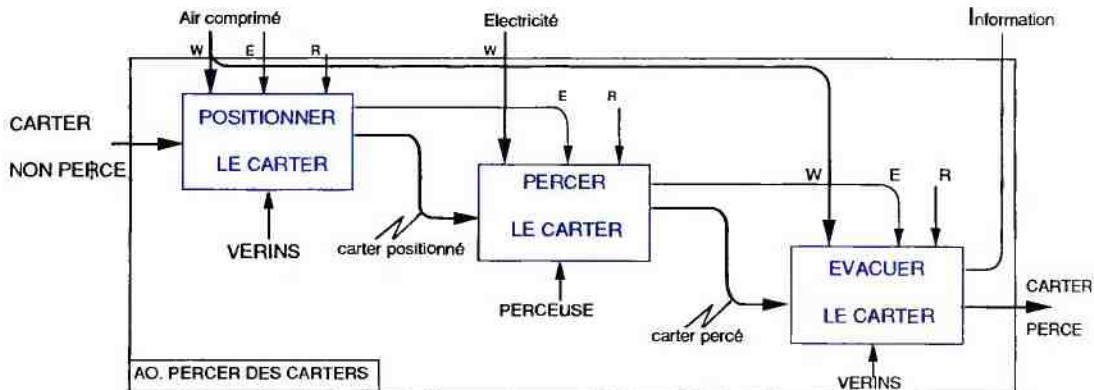
Ai1, Ai2, Ai3, ... Aip

Ainsi de suite, jusqu'au niveau de détail souhaité.



Exemple de décomposition incomplète ci-contre.

h) Exemple d'actigramme de niveau A0



20. 1. 3. Le GRAFCET (Graphe de commande Etape/Transition)

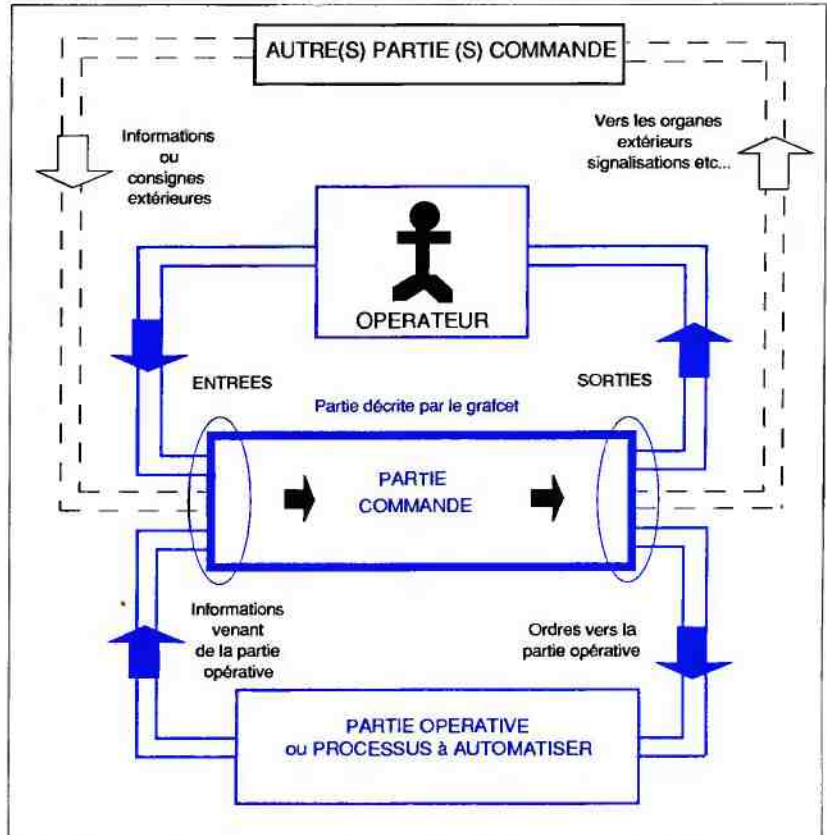
- Représentation d'un système automatisé :

Chaque système automatisé comporte deux parties :

- une partie opérative (PO) dont les actionneurs (moteur électrique actionnant une pompe; vérin hydraulique fermant un moule à injecter,...) agissent sur le processus automatisé.

- une partie commande (PC) qui coordonne les différentes actions de la partie opérative.

(Dialogue avec la machine; dialogue homme-machine; dialogue avec d'autres machines.)

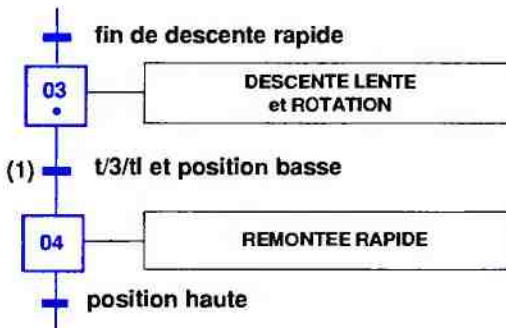


- Règles d'évolution du GRAFCET :

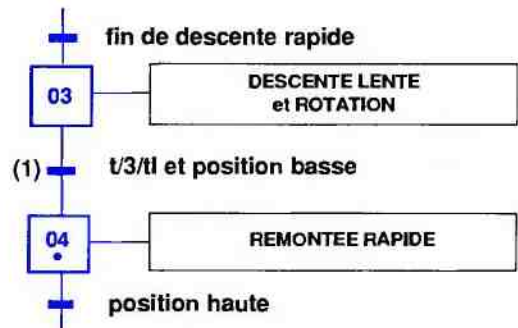
Le GRAFCET est l'un des outils qui permet l'approche fonctionnelle temporelle d'un processus automatisé.

- Evolution des étapes actives:

Le franchissement d'une TRANSITION entraîne simultanément l'activation de TOUTES les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de TOUTES les étapes immédiatement précédentes.



- Etape 3 active
- Transition (1) validée mais non franchissable

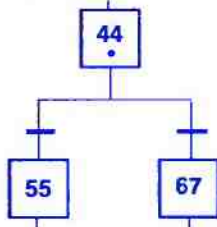


- Transition (1) franchise
- Active l'étape 4 et désactive l'étape 3

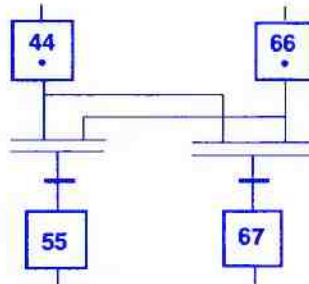
Le GRAFCET (graphe de Commande Etape/Transition) (suite)

• Sélection de séquence

- Sélection entre deux évolutions possibles à partir de l'étape 44

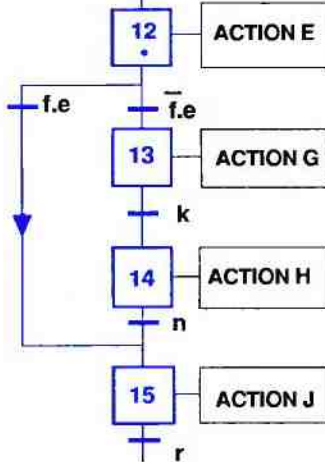


- Sélection entre deux évolutions possibles à partir de deux étapes 44 et 66



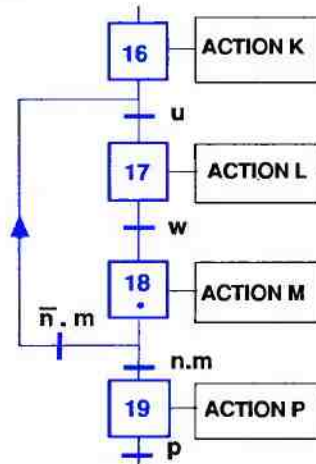
• Saut d'étape

- Saut de l'étape 12 à l'étape 15 si la réceptivité (f.e) est vraie.



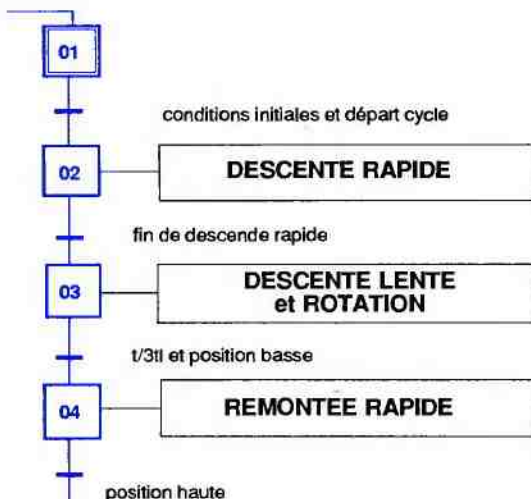
• Reprise de séquence

- Reprise de la séquence 17 - 18 par la réceptivité (n.m.) tant que la réceptivité (n.m.) n'est pas vraie.



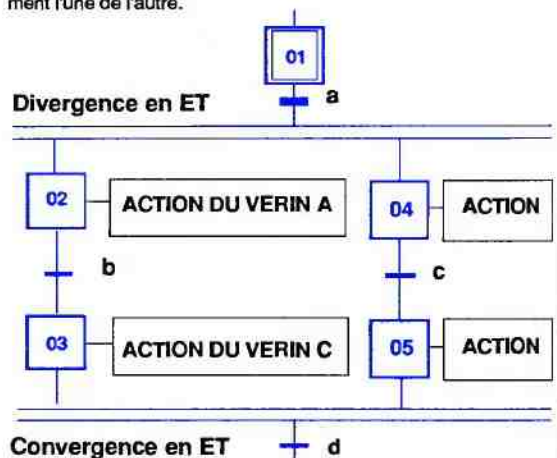
• Séquence unique

- Ce GRAFCET est constitué d'une suite d'étapes qui sont activées les unes après les autres.
- Chaque étape n'est suivie que par une seule transition.



• Séquences simultanées

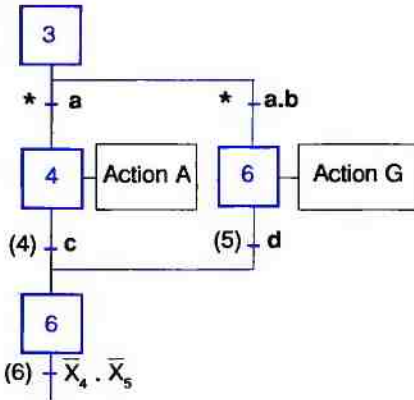
- La réceptivité du capteur (a) provoque l'activité simultanée des étapes 02 et 04.
- Les séquences (02 et 03) et (04 et 05) évoluent indépendamment l'une de l'autre.



Le GRAFCET (graphe de Commande Etape/Transition) (suite)

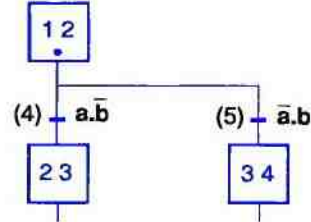
Parallélisme interprété

- A partir de l'étape (3) active :
- si (a) devient vraie sans (b), seule l'étape (4) est activée,
- si (b) est vraie avant (a), les deux étapes sont activées simultanément.



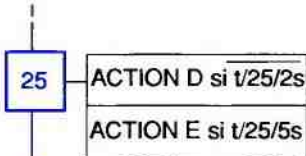
Séquence exclusive

- Les réceptivités $a.\bar{b}$ et $\bar{a}.b$ sont logiquement exclusives,
- si (a) et (b) sont vraies simultanément, aucune transition ne pourra être franchie.



- La priorité est donnée à la transition (4) ce qui permet à celle-ci d'être franchie lorsque (a) et (b) sont vrais en même temps.

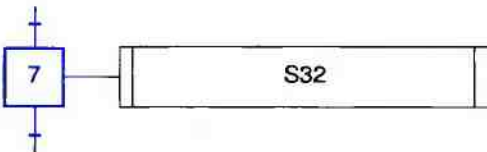
Action temporisée



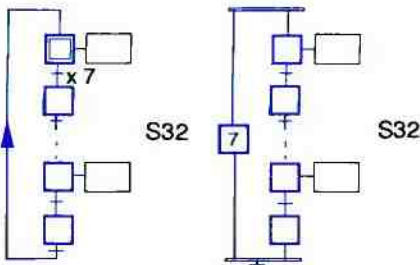
t : temps
i : repère de l'étape qui fixe l'origine du temps et sa durée.
q : durée de la temporisation depuis l'activation de l'étape i.

Réalisation d'une même séquence

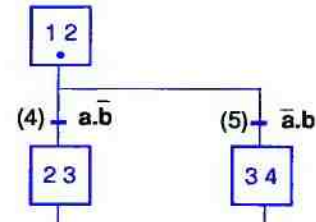
- La séquence S32 utilisée en sous-programme est représentée par un rectangle dont les côtés verticaux sont



Sous-programme S 32

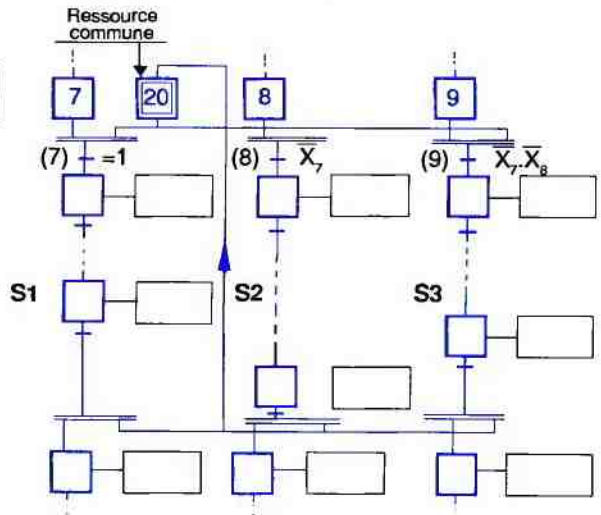


Grafcet synchronisé Séquence simultanées



Partage de ressource ou de séquence

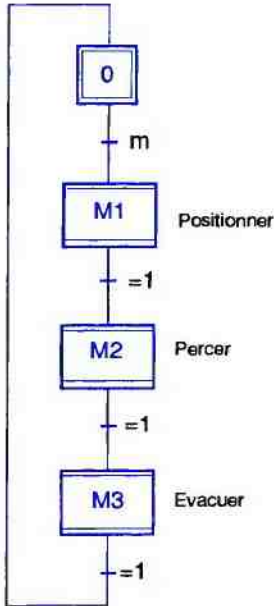
- La ressource commune représentée par l'étape (20) permet la validation des transits (7), (8) ou (9), et l'une des séquences S1, S2 ou S3 sera parcourue en fonction de la première transition franchissable.



Le GRAFCET (graphe de Commande Etape/Transition) (suite)

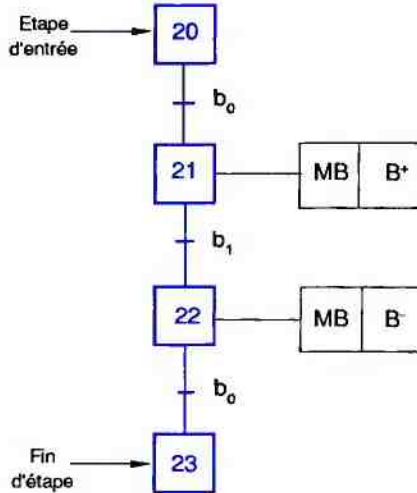
■ Macro - étape

- La macro - étape est représentée par un rectangle dont les côtés horizontaux sont doublés.



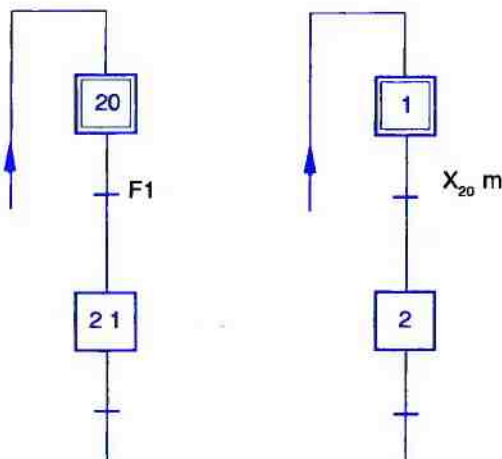
■ Expansion de la macro - étape.

- Cycle de perçage relatif à la macro - étape (2).



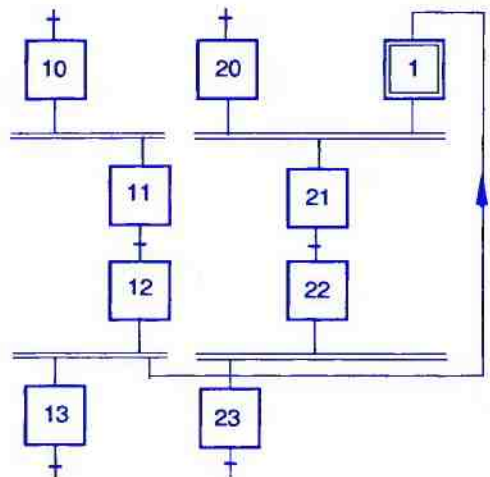
■ Mémoire d'étape

- Etat d'une étape utilisé comme condition de transition d'une autre séquence ou d'un grafcet.



■ Etape de verrouillage

- Etape active lorsqu'aucune séquence n'est active.
- Désactivée dès qu'une séquence est active.
- N'autorise qu'une séquence à la fois parmi plusieurs séquences exclusives d'un ou plusieurs grafcets.



X_{20} .dcy : test de l'état de l'étape "20"

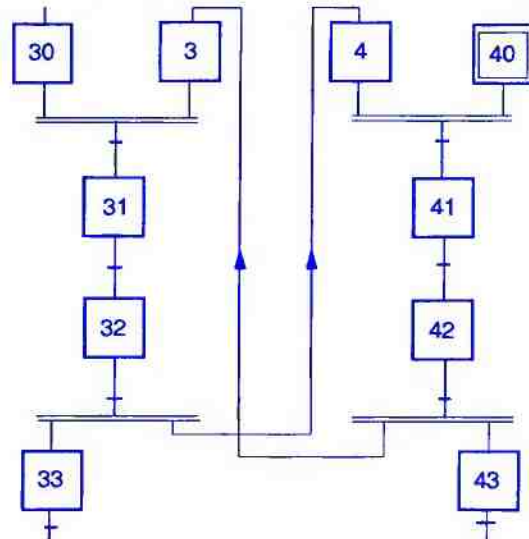
L'étape (2) ne peut évoluer que si l'étape(20) du GRAFCET prioritaire est active.

L'étape (1) est une étape de verrouillage.
L'autorisation d'évolution du GRAFCET (11) ou (21) ne peut être donnée que si l'étape (1) est active.

Le GRAFCET (graphe de Commande Etape/Transition) (suite)

■ Etape de synchronisation

- Etape active lorsque la séquence qui suit est obligatoirement autorisée.
- Désactivée dès que cette séquence est active.
- Permet d'établir des séquences dans un ordre donné dans un grafcet ou plusieurs grafquets.



■ Hiérarchisation par forçage ou figeage

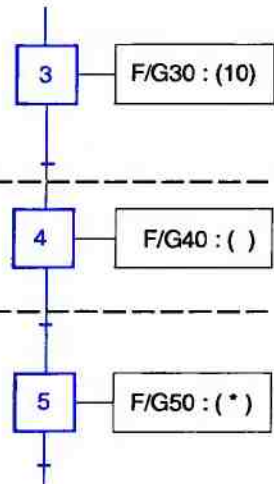
- Forçage : action imposant des activations ou des désactivations des étapes des grafquets connectés.
- Figeage : action interdisant toute évolution des grafquets connectés.

Forçage et figeage.

. Si l'étape 3 est active, le grafcet 30 est forcé à l'étape 30 (réinitialisation). Son évolution ne pourra reprendre que lorsque l'étape 3 ne sera plus active.

. Si l'étape 4 est active, aucune étape du grafcet 40 n'est active (forçage à la situation vide).

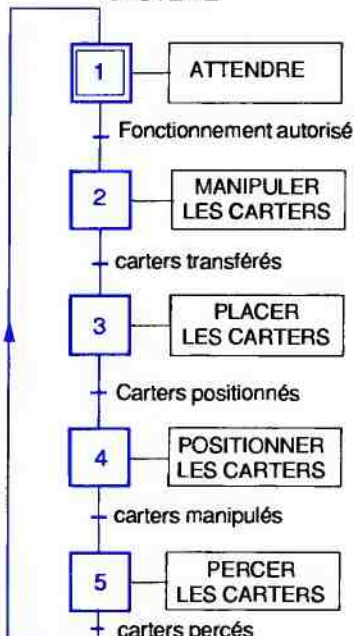
. Si l'étape 5 est active, le grafcet 50 cesse d'évoluer. Il est figé tant que l'étape 5 est active.



(3) et (4) sont des étapes de synchronisation.

- La séquence (41 - 42) se déroule après la séquence (31 - 32).

■ Grafcet du point de vue SYSTEME



■ Grafcet du point de vue PARTIE OPERATIVE (PO)

Ce grafcet décrit :
 - l'évolution des actionneurs (Moteurs, vérins...)
 - les éléments de dialogue avec le milieu extérieur.

Voir exemple page 456

■ Grafcet du point de vue PARTIE COMMANDE (PC)

Ce grafcet décrit :
 - la chronologie des signaux :
 . émis par la partie commande vers les actionneurs,
 . reçus par la partie commande venant des capteurs.

Voir exemple page 456

20.1.4. Le GEMMA (Guide d'Etude des Modes de Marche et d'Arrêt)

- Le GEMMA permet l'approche fonctionnelle temporelle d'un processus automatisé en répondant aux critères suivants :

- PC hors énergie / Pc sous énergie :
hors énergie : état P
sous énergie : états A, D et F.
- Production / hors production :
les rectangles états à l'intérieur du cadre en pointillés correspondent à des modes de marches pour lesquels la machine produit.
- Procédures :
les procédures de fonctionnement regroupent les états F,
les procédures d'arrêts regroupent les états A,
les procédures de défaillances regroupent les états D.

- Règles de mise en œuvre du GEMMA :

- Marches et arrêts normaux :

Ces états sont généralement esquissés à l'établissement du Grafcet de production normale.

Le Gemma précise le passage de l'état A1 "arrêt dans l'état initial" à l'état F1 "production normale", par action sur le bouton "marche" et le passage de l'état F1 à l'état A1 après un transit par l'état A2 "arrêt demandé en fin de cycle" par action sur le bouton "arrêt".

- A partir du cahier des charges fonctionnel (CdCF) établi avec le client :

- compléter le grafcet du point de vue Partie Commande en y ajoutant :

- de nouvelles branches,
 - des conditions de forçage ou de figeage,
 - des étapes de verrouillage ou de synchronisation,
- modifier éventuellement la nature et le nombre des tâches.




- A partir des liaisons possibles représentées en pointillés entre trois familles d'état représentées par des rectangles, à remplir (mode de Marche et d'Arrêt) :

- repasser en traits forts les liaisons retenues

- les barrer d'un tiret transversal

- inscrire en toutes lettres les conditions de passage en face du tiret transversal concerné,

- entre trois familles d'état conduisant à un arrêt ou indiquant un arrêt :

- si l'arrêt dépend des conditions extérieures à la machines  rectangle A
- s'il dépend d'une défaillance de machine  rectangle D
- en régime normal de fonctionnement  rectangle F

- Rectangles - états toujours utilisés :

- état A1 : Arrêt dans l'état initial ou repos de la machine ou situation initiale du grafcet du point de vue PC,

- état F1 : Production normale.

- Si un Rectangle - Etat se trouve à l'intérieur du pointillé délimitant sur le guide la zone "PRODUCTION", il est "en" production.

- Marches de réglage :

Un commutateur "réglage/auto" permet d'atteindre l'état F4 "marche de vérification dans le désordre" autorisant les commandes manuelles des pré-actionneurs. Le retour à l'état A1 est provoqué en position auto et par action sur un bouton "REARMEMENT" si toutes les conditions de sécurité sont requises (carter de protection fermé, ...). Le passage par l'état A6 "mise en P.O. dans l'état initial" permet à la machine de retrouver les conditions initiales de démarrage.

- Arrêts dus à une défaillance et procédures de remise en route :

Ces états sont provoqués par un dysfonctionnement du processus.

L'opérateur agit sur un bouton d'arrêt d'urgence "AU" (ou si les conditions de sécurité sont défaillantes : ouverture intempestive d'un carter de protection ou de la porte permettant l'accès à une zone dangereuse pour les personnes, par exemple) provoquant le passage dans l'état D1 "marche ou arrêt en vue d'assurer la sécurité". Cet état coupe toutes les énergies. Le passage à l'état A5 "préparation pour remise en route après défaillance" permet à l'opérateur de s'assurer qu'il n'y a plus d'entraves au bon fonctionnement de la machine (dégagement de produits, fermeture de carters,...).

Lorsque les conditions de sécurité sont requises, que le commutateur "réglage/auto" est sur "auto", l'action sur le bouton "REARMEMENT" déclenche le passage dans l'état A6 "mise P.O. dans l'état initial", puis le passage dans l'état A1 à partir duquel le processus normal peut reprendre.

L'état D2 "diagnostic et/ou traitement de défaillance" fait appel au service maintenance.

L'état D3 "production tout de même" enclenché par une condition d'arrêt non prioritaire permet à la machine de continuer à fonctionner; il débouche soit vers D2, soit vers A2, soit vers A3 "arrêt dans un état déterminé" par action sur les boutons poussoirs respectivement "AU", "arrêt" et "arrêt demandé dans un état déterminé".

Les états A7 et A4 "arrêt obtenu dans un état déterminé" permettent la reprise de F1 en cours de cycle.

- Structuration du GEMMA

■ Mise en évidence par la figure page 452, la structuration du graphisme GEMMA répond aux trois préoccupations :

- PC hors énergie - PC sous énergie

A gauche du graphisme GEMMA, figure une zone **PC hors énergie**, le reste du graphisme est **PC sous énergie**.

En effet, les modes de marches et d'arrêt ne peuvent être préçus et traités que par une Partie Commande en ordre de marche. Toutefois, si **PC** est hors énergie, certaines actions réflexes (blocage : par ressorts, retours spontanés, etc) peuvent être prévues dans l'état **P2** prévu dans cette zone.

- Production - hors production

Les rectangles Etats à l'intérieur du pointillé Production, correspondent à des modes de marches pour lesquels la machine produit.

- Les 3 familles de procédures

correspondant chacune à une zone du GEMMA, ces 3 familles de procédures sont :

- 1 - Les procédures de fonctionnement qui regroupent les états **F**; marches indispensables à la production.
 - Notons que l'on ne produit pas obligatoirement dans tous les états **F** : ils peuvent être préparatoires à la production, servir aux réglages, aux tests.
- 2 - Les procédures d'arrêts, qui regroupent les états **A**, arrêts normaux et procédures de remise en route.
- 3 - Les procédures en défaillance, qui regroupent les états **D**, pris en cas de défaillance de la **PO**.

- Les états de marches et d'arrêts

■ Les états **F** :

- Ce sont les états de marches situés dans la zone : **procédures de fonctionnement** du GEMMA

F1 <Production normale>

Dans cet état la machine produit normalement : c'est l'état pour lequel elle a été conçue. On peut souvent faire correspondre à cet état un **GRAFSET** de production.

F2 <Marche de préparation>

Cet état est utilisé pour les machines nécessitant une préparation préalable à la production normale : préchauffage de l'outillage, remplissage de la machine, mises en routes diverses, etc.

F3 <Marche de clôture>

C'est l'état nécessaire pour certaines machines devant être vidées, nettoyées, etc..., en fin de journée ou en fin de série.

F4 <Marche de vérification dans le désordre>

Cet état permet de vérifier certaines fonctions ou certains mouvements sur la machine, sans respecter l'ordre du cycle.

F5 <Marche de vérification dans l'ordre>

Dans cet état, le cycle de production peut être exploré au rythme voulu par la personne effectuant la vérification; selon le cas, la machine produit ou ne produit pas.

F6 <Marche de test>

Les machines de contrôle, de mesure, de tri..., comportent des capteurs qui doivent être réglés ou étalonnés périodiquement : la <Marche de test> **F6** permet ces opérations de réglage ou d'étalonnage.

■ Les états **A** :

Situés dans la zone "procédures d'Arrêt de la partie opérative", ces états correspondent à des arrêts normaux ou à des marches conduisant à des arrêts normaux.

A1 <Arrêt dans l'état initial>

C'est l'état "repos" de la machine. Il correspond en général à la situation initiale du **GRAFSET** : c'est pourquoi, comme une étape initiale, ce "rectangle-état" est entouré d'un double cadre. Pour une étude plus facile de l'automatisme, il est recommandé de représenter la machine dans cet état initial.

A2 <Arrêt demandé en fin de cycle>

Lorsque l'arrêt est demandé, la machine continue de produire jusqu'à la fin du cycle. **A2** est donc un état transitoire vers l'état **A1**.

A3 <Arrêt demandé dans état déterminé>

La machine continue de produire jusqu'à un arrêt en une position autre que la fin du cycle : c'est un état transitoire vers **A4**.

A4 <Arrêt obtenu>

La machine est alors arrêtée en une autre position que la fin de cycle.

A5 <Préparation pour remise en route après défaillance>

C'est dans cet état que l'on procède à toutes les opérations (dégagements, nettoyages,...) nécessaires à une remise en route après défaillance.

A6 <Mise P.O. dans état initial>

La machine étant en **A6**, on remet manuellement ou automatiquement la Partie Opérative en position pour un redémarrage dans l'état initial.

A7 <Mise P.O. dans état déterminé>

La machine étant en **A7**, on remet la P.O. en position pour un redémarrage dans une position autre que l'état initial.

■ Les états **D**

Ce sont les états de Marches et d'Arrêts situés dans la zone "procédures ou Défaillances" de la partie opérative.

D1 <Arrêt d'urgence>

C'est l'état pris lors d'un arrêt d'urgence : on y prévoit non seulement les arrêts, mais aussi les cycles de dégagements, les procédures et précautions nécessaires pour éviter ou limiter les conséquences dues à la défaillance.

D2 <Diagnostic et/ou traitement de défaillance>

C'est dans cet état que la machine peut être examinée après défaillance et qu'il peut être apporté un traitement permettant le redémarrage.

D3 <Production tout de même>

Il est parfois nécessaire de continuer la production même après défaillance de la machine : on aura alors une "production dégradée", ou une "production forcée", ou une production aidée par des opérateurs non prévus en <Production normale>.

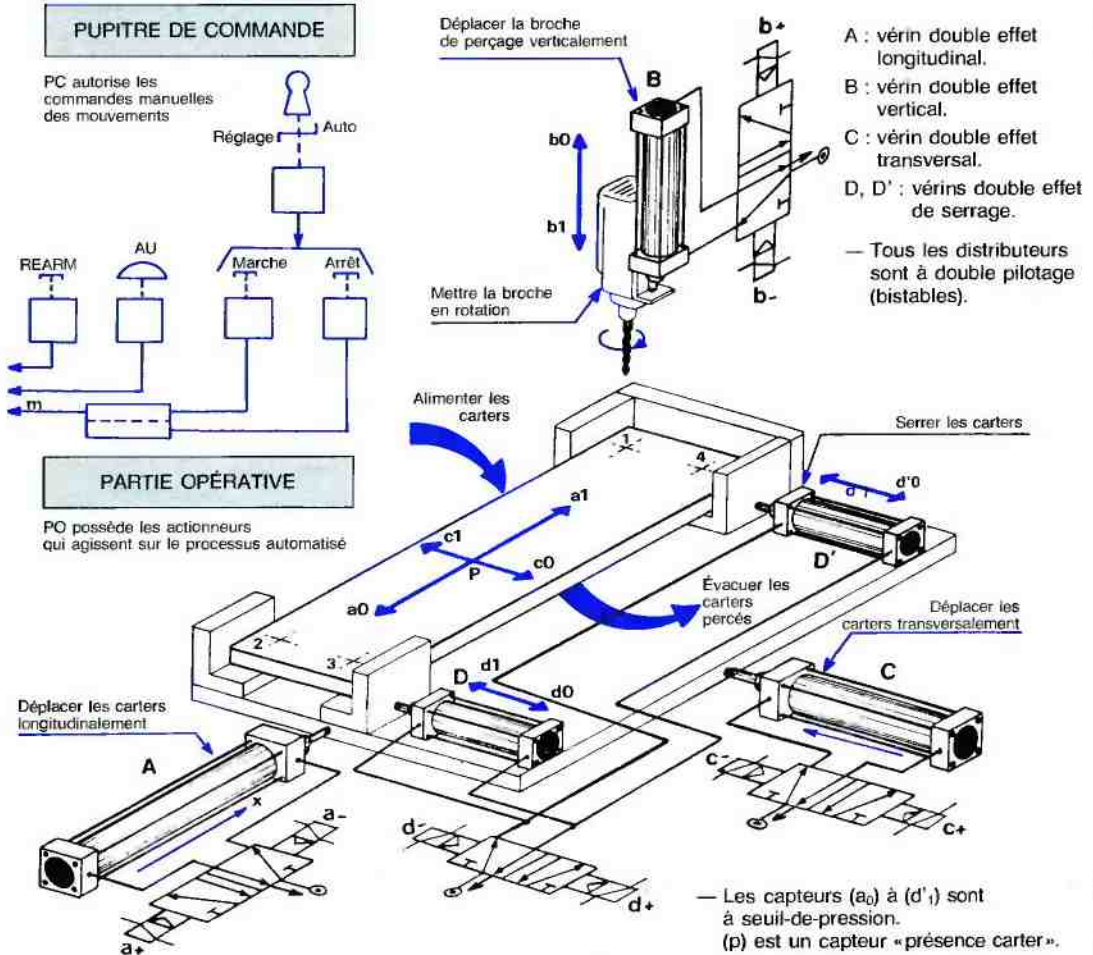
20.2. Exemple d'application "Perçage de carter"



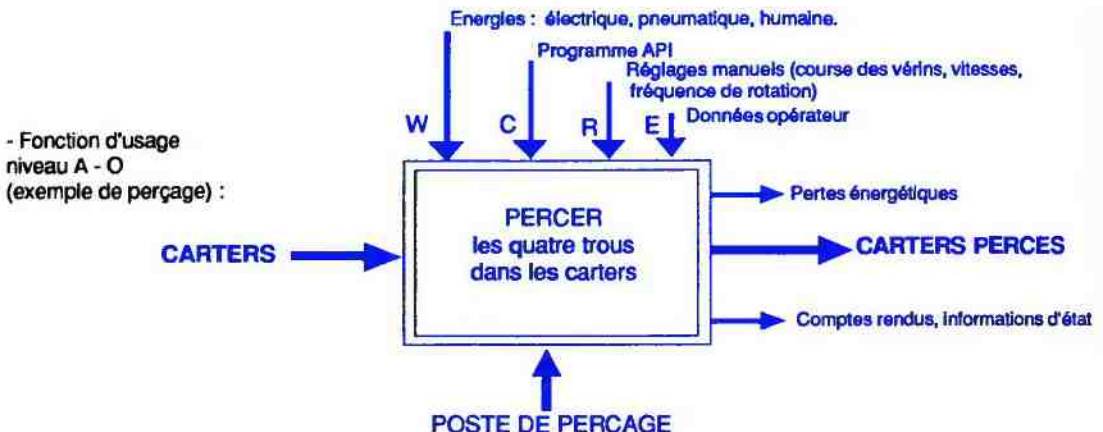
d'après JOUCOMATIC

Poste simplifié de perçage de carters.

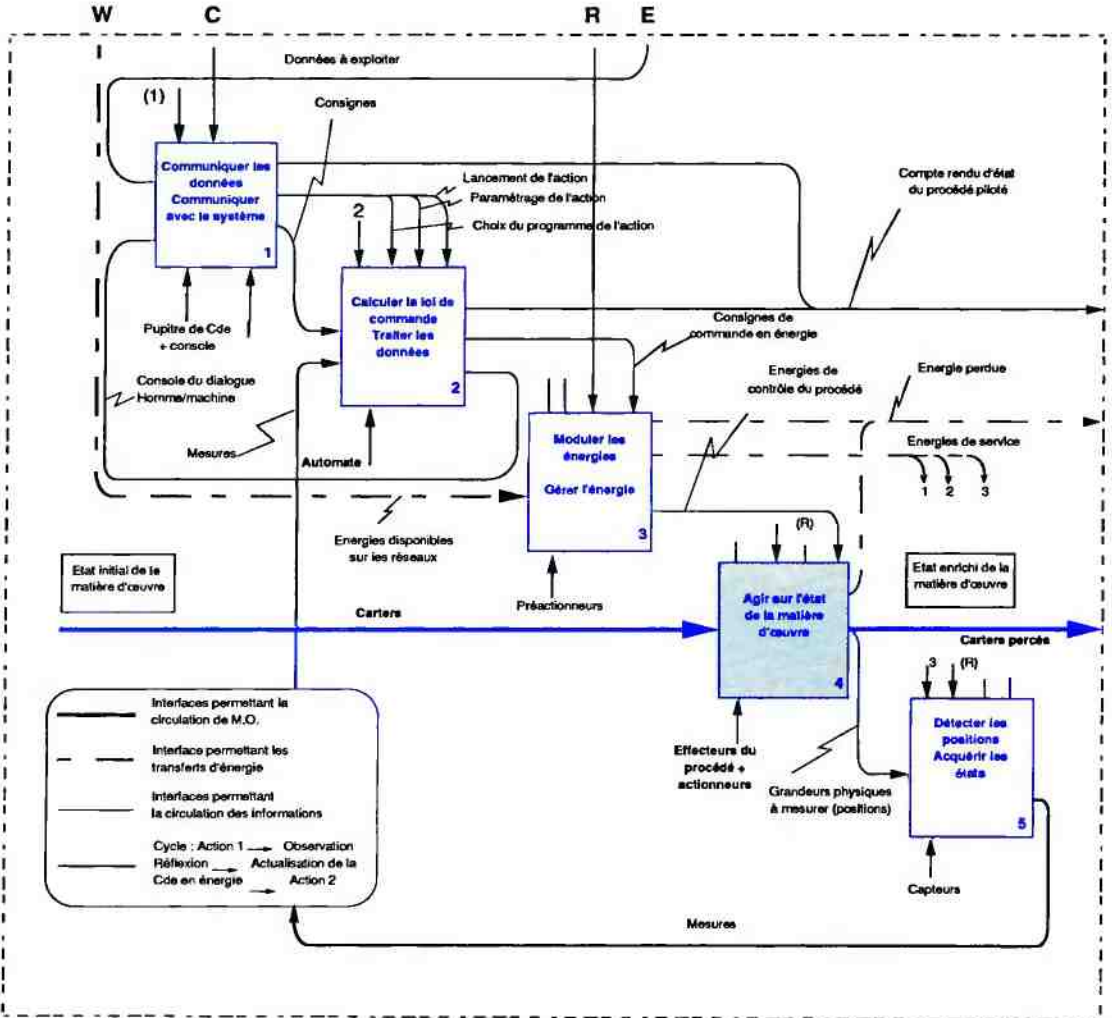
— Organisation de la puissance :



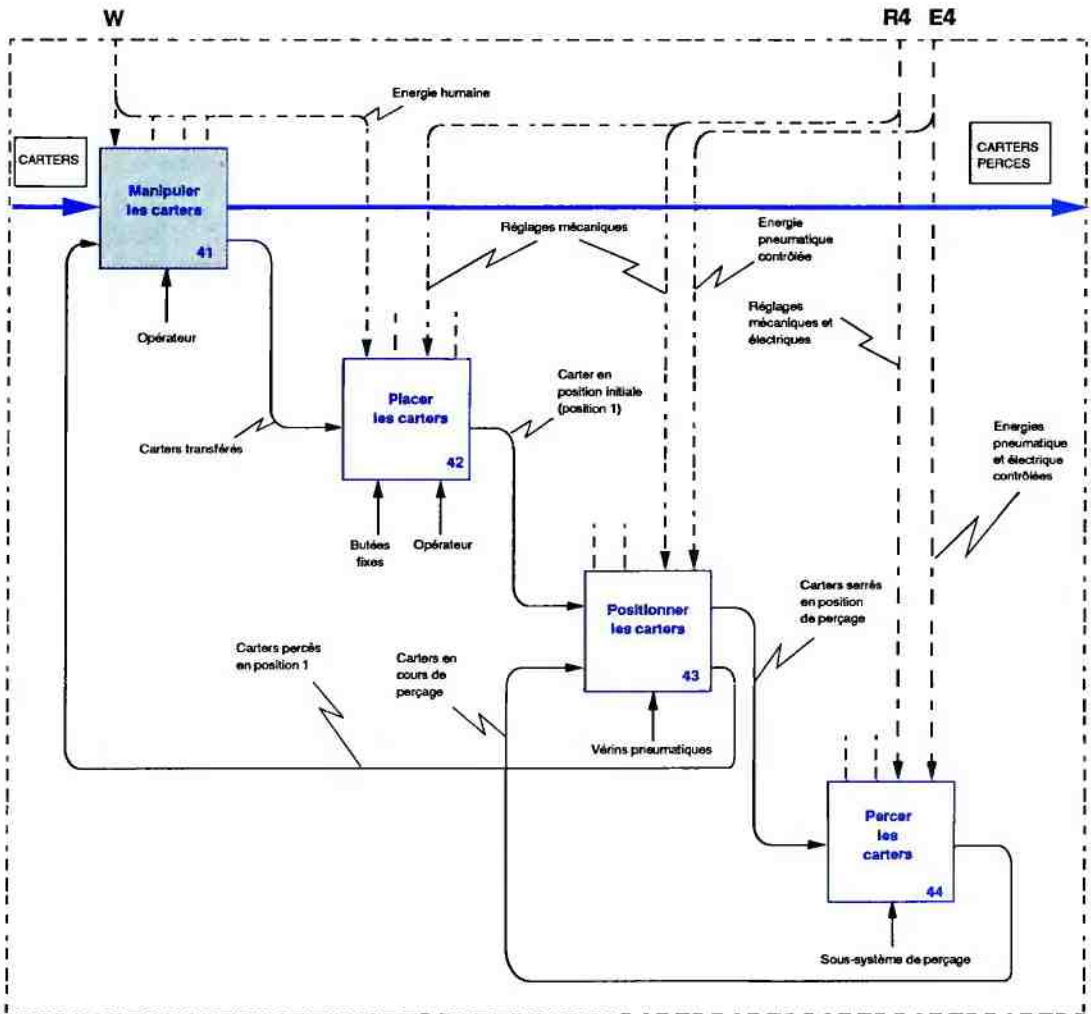
Exemple d'analyse descendante appliquée à un système.



- Procédé automatisé, niveau AO (exemple du perçage) :

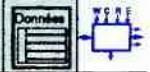


- Action sur la matière d'œuvre, niveau A4 (exemple de perçage)



Les comptes rendus d'activités ne sont pas indiqués sur cet actigramme.
L'analyse peut se poursuivre au niveau A3 "Manipuler les carters".

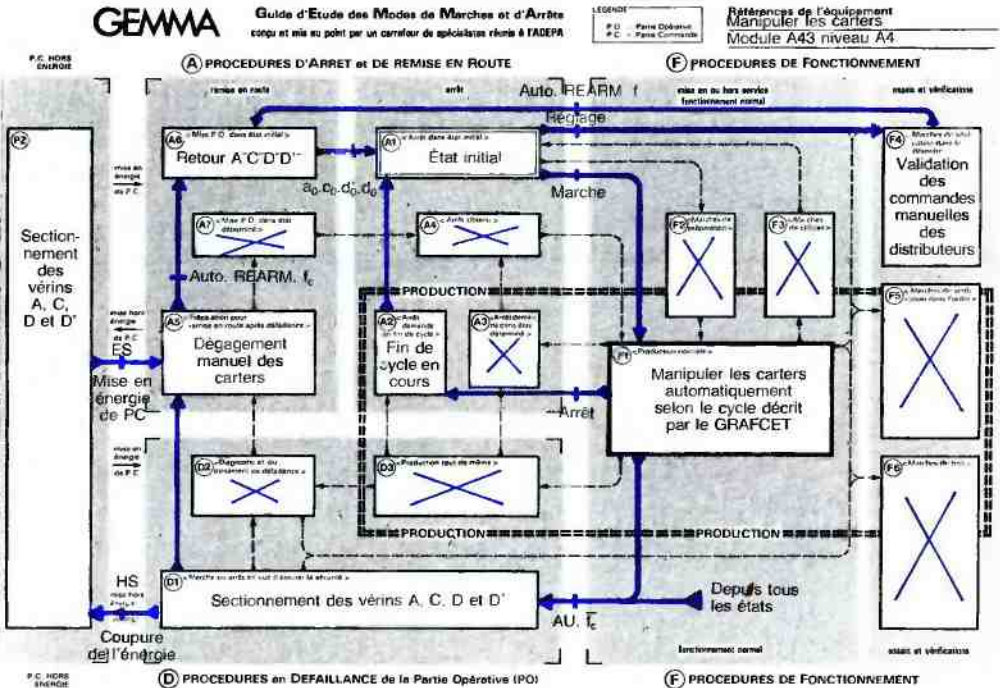
Exemple d'application "Perçage de carter"(suite)



.Exemple d'analyse temporelle appliquée à un sous-système

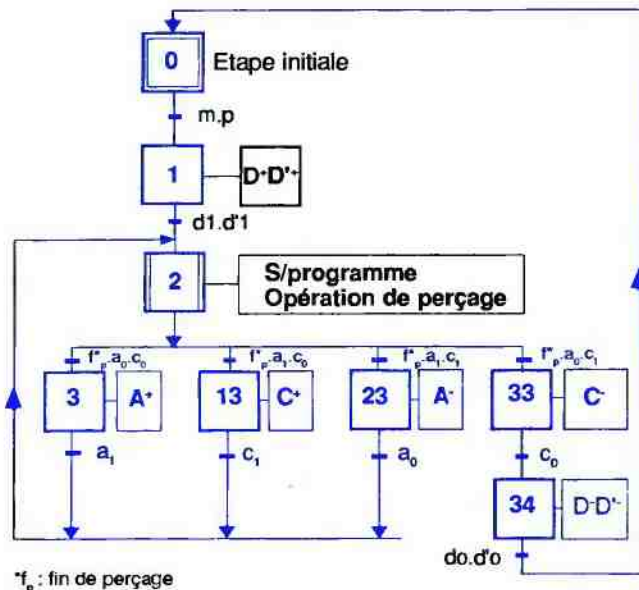
- Etude des modes de marches et d'arrêts. Gemme (exemple : manipuler les carters. Modules A43 du niveau A4)

Nota :
Un capteur (f_c) « carter de protection fermé » assure la protection de l'opérateur pendant le cycle de perçage et de manipulation des carters à percer.

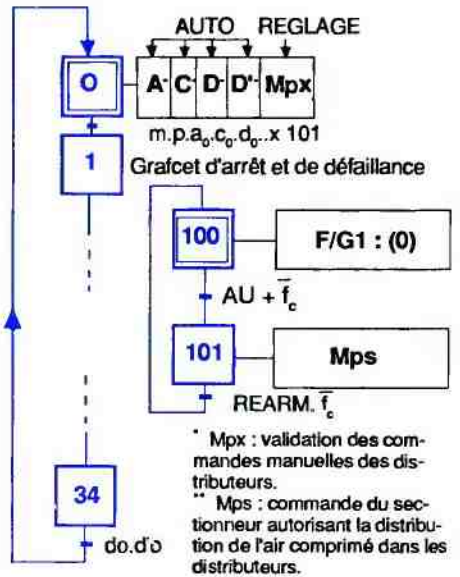


- Etude fonctionnelle (Exemple : positionner les carters - Module A43 du niveau A4)

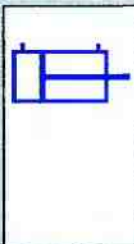
. GRAFCET du point de vue PO



. GRAFCET du point de vue PC répondant aux exigences du GEMMA - Grafcet fonctionnel



21. Les actionneurs



Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX



Banque de
DONNEES



Guide de
CHOIX

21.1. Vérins pneumatiques	458
21.1.1. Démarche de détermination d'un vérin	458
21.1.2. Définition d'un diamètre de vérin	459
21.1.3. Amortissement des vérins	460
21.1.4. Courses normalisées recommandées	460
21.1.5. Exemple, objet et mode d'emploi d'un diagramme "Charge radiale - course - durée de vie"	461
21.1.6. Guide de choix d'un vérin pneumatique	462
21.1.7. Les vérins	470
21.1.7.1. Les vérins à tirants double effet TRINORM - ISO - CETOP.	470
21.1.7.2. Les vérins à tirants double effet TRINORM - CNOMO - AFNOR.	474
21.1.7.3. Les vérins TANDEM TRINORM	478
21.1.7.4. Les vérins bloqueurs de tige	479
21.1.7.5. Les vérins avec tige renforcée	479
21.1.7.6. Les vérins DOS à DOS et NEZ à NEZ	480
21.1.7.7. Les vérins cylindriques sans tirants d'assemblage ISOCLAIR	481
21.1.7.8. Les vérins antirotation des tiges	486
21.1.7.9. Les vérins à prise de pression	489
21.1.7.10. Les vérins à soufflet de protection de tige	489
21.1.7.11. Les vérins filetés (MINI-VERINS)	490
21.1.7.12. Les vérins à faible course	490
21.1.7.13. Les vérins rotatifs	492
21.1.7.14. Les vérins sans tige	493
21.2. Vérins hydrauliques	495
21.2.1. Démarche de détermination d'un vérin	495
21.2.2. Guide de choix d'un vérin hydraulique	497
21.2.3. Les vérins	498
21.2.3.1. Les vérins compacts	498
21.2.3.2. Les vérins d'automatisation	499
21.2.3.3. Les vérins à accélération et décélération auto-contrôlées (hautes performances)	502
21.2.3.4. Les vérins à double effet CUM BOSCH	504
21.2.3.5. Exemple de détermination d'un vérin hydraulique à double effet CUM	506

21.3. Les moteurs électriques	507
21.3.1. Démarche de détermination d'un moteur électrique et de son mode de démarrage	507
21.3.2. Guide de choix d'un moteur électrique	508
21.3.3. Les moteurs électriques	512
21.3.3.1. Moteurs asynchrones monophasés fermés	512
21.3.3.2. Moteurs de ventilation fermés à bossages	513
21.3.3.3. Moteurs asynchrones triphasés fermés rotor en court-circuit	514
21.3.3.4. Moteurs frein triphasés, rotor en court-circuit	515
21.3.3.5. Moteurs asynchrones triphasés rotor en court-circuit ensemble vitesse variable	516
21.3.3.6. Réducteurs et motoréducteurs de vitesse	52à
21.3.3.7. Moteurs PAS à PAS à aimant permanent	521
21.3.3.8. Motoréducteurs PAS à PAS	521
21.3.3.9. Moteurs PAS à PAS HYBRIDES 200 PAS/TOUR - 1,8°	522
21.3.3.10. Moteurs PAS à PAS HYBRIDES servomoteurs	522
21.3.3.11. Moteurs asynchrones triphasés à rotor bobiné	523
21.3.3.12. Systèmes d'entraînement à servomoteur autosynchrone	524
21.3.3.13. Moteurs à courant continu fermés de petites puissances	526
21.3.3.14. Servomoteur à courant continu à aimants permanents	527
21.3.3.15. Moteurs à courant continu fermés bobinés	528
21.3.3.16. Moteurs à courant continu motovariateurs électroniques	529
21.3.3.17. Exemples de puissances d'entraînement courantes - types de service (s)	530

21.1. Vérins pneumatiques



21.1.1. Démarche de détermination d'un vérin (1)

Deux cotes déterminent le vérin : - La course (L) et le diamètre (D)

Détermination de la course



Détermination du diamètre



Détermination des vérins en fonction de la charge radiale et de la durée de vie



- (L) est fonction de la longueur du déplacement. On peut :

- aller en butée sur les 2 fonds du vérin
- limiter extérieurement la course, à une extrémité ou aux 2 extrémités :
 - . soit par le travail à réaliser (serrage, marquage...)
 - . soit par une butée fixe
 - . soit par une butée réglable.

- Le diamètre (D) du vérin dépend de l'effort théorique axial (F_A) développé et de la pression (P) d'alimentation.

- Pendant le déplacement, le vérin ne peut développer qu'une partie de cet effort (un taux de charge permet de calculer l'effort dynamique réellement développé).

- Le diamètre nominal a une influence sur :
 - l'aptitude des guidages à supporter une charge radiale (C_R).
 - l'aptitude de la tige à résister au flambage et à la flexion.
 - les capacités d'amortissement du vérin.

- Charges pratiques - Taux de charge :
- en cours de déplacement, l'effort de poussée est toujours inférieur à la poussée théorique, on utilise un taux de charge (t) défini par :

$$t = \frac{\text{charge réelle}}{\text{poussée théorique}} = \frac{C}{P \cdot S} \leq 1$$

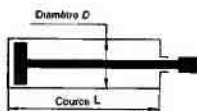
- (t), choisi dépend :
 - des frottements internes au vérin (de 0,05 à 0,1)
 - des poussées développées, selon les diamètres et selon la lubrification
 - de la contre-pression d'échappement nécessaire à l'obtention d'un mouvement régulier à vitesse contrôlée.

- Charge dynamique - Charge statique -

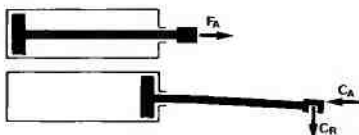
- charge dynamique au long de la course : c'est le cas le plus général (vérins de transfert, soulevant une charge, actionnant un mécanisme, etc) t ≈ 0,6
- charge statique en fin de course seulement : vérins destinés à appliquer une force statique en fin de course (vérins de serrage, de marquage, de bridage, etc) t ≈ 1.

- Action de la charge radiale sur les guidages d'un vérin, elle est souvent inévitable et elle est due :

- au poids d'un outillage déplacé par la tige
- au poids du vérin monté en oscillant arrière.
- Durée de vie des joints :
 - seule la distance parcourue par les joints provoque leur usure.



Course L et diamètre D déterminent un vérin



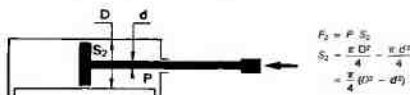
Exemple d'effort (F_A) et de sollicitations (C_A et C_R) pour un vérin fixe.

$$F_A = P \times S = P \frac{D^2}{4}$$

$$F_A : \text{daN}, P : \text{bar}, S : \text{cm}^2$$



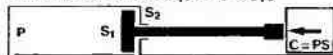
Poussée théorique d'un vérin, pression côté chambre arrière.



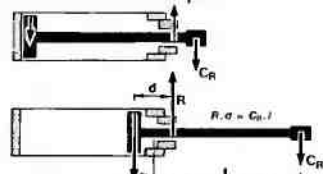
Poussée théorique d'un vérin, pression côté chambre avant.



Vérin utilisé en statique : t ≈ 0,6



Vérin utilisé en statique : t ≈ 1.



Actions sur les guidages d'un vérin : face à une charge radiale C_R appliquée à la tige, les actions R sur les guidages deviennent importantes en position "tige sortie".

(1) à partir de l'ouvrage "Les automatismes électro-pneumatiques et pneumatiques" Editions du Moniteur.



21.1.2. Définition d'un diamètre de vérin

Effort dynamique développé par un vérin

$$F = \text{Pression} \times \text{Surface du piston} \times \text{Rendement}$$

Le rendement d'un vérin dépend du diamètre du vérin, de la pression et de paramètres d'ordre mécanique.

Les abaques et tableaux ci-dessous définissent les efforts dynamiques développés par les vérins en sortie et rentrée de tige, en fonction de la pression d'alimentation.

Taux de charge

C'est le rapport, exprimé en pourcentage, entre la charge réelle à déplacer par le vérin et l'effort dynamique disponible en bout de tige.

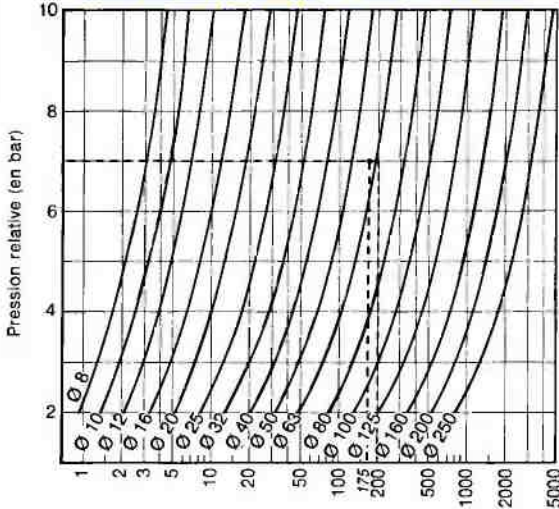
$$\text{Taux de charge (en\%)} = \frac{\text{charge réelle}}{\text{Effort dynamique}} \times 100$$

Pour une utilisation optimale du vérin, il est recommandé de définir un vérin tel que le taux de charge soit inférieur ou égal à 75%.

Efforts développés par les vérins (abaques)

Efforts développés en sortie de tige

EFFORTS DÉVELOPPÉS EN SORTIE DE TIGE



Efforts dynamiques (en daN)

Exemple : Définition d'un vérin pour soulever une charge de 130 daN à une pression de 7 bars relatifs (manométriques).

$$\text{Effort dynamique théorique} = \frac{\text{charge réelle}}{\text{taux de charge}} = \frac{130}{0,75} = 175 \text{ daN}$$

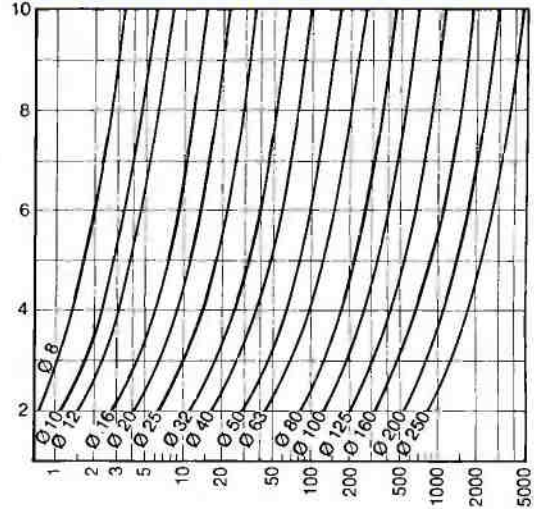
Dans l'abaque "sortie de tige", définir le point de rencontre entre l'effort dynamique ainsi calculé et la pression d'alimentation. Le diamètre du vérin nécessaire sera celui dont la courbe passe par ce point ou celui développant un effort immédiatement supérieur.

Dans l'exemple cité : 175 daN est situé entre Ø 50 et le Ø 63 mm. Le vérin recommandé est le Ø 63 mm qui développe 200 daN à 7 bars et le taux de charge réel est de :

$$\frac{130 \text{ daN}}{200 \text{ daN}} \times 100 = 65\%$$

Effort développés en rentrée de tige

EFFORTS DÉVELOPPÉS EN RENTRÉE DE TIGE



Efforts dynamiques (en daN)

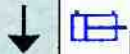
Efforts développés par les vérins (tableau)

Ø Vérin (mm)	Ø Tige (mm)	Section du piston (cm ²)		Efforts dynamiques développés, en daN, en fonction de la pression d'alimentation (bar)											
		●	○	● 2	○ 2	● 4	○ 4	● 6	○ 6	● 8	○ 8	● 10	○ 10		
8	4	0,5	0,4	0,8	0,3	1,7	1,3	2,7	2	3,6	2,7	4,6	3,4		
10	4	0,8	0,6	1,4	1,1	2,6	2,3	4,2	3,4	5,7	4,6	7,5	6		
12	6	1,1	0,8	2,2	1,5	4,1	3,1	6	4,4	8,5	6,2	10,5	8		
16	6	2	1,7	3,4	2,8	7,5	6	10	9,2	15	12	19	15		
20	10	3,1	2,3	5,5	4,2	12	9	16	13,5	23	18	30	22		
25	12	4,9	3,8	8,5	6,5	18	14	27	22	38	29	48	36		
32	12	8	6,9	13	11,5	30	25	46	40	62	52	77	66		
40	18	12,6	10	21	16	46	37	70	57	95	77	122	97		
50	18	19,6	17	33	29	70	62	110	97	150	130	190	165		
63	22	31,2	27,4	50	44	110	97	170	150	230	200	290	260		
80	22	50,3	46,5	88	82	185	170	285	262	385	360	480	450		
100	30	78,5	71,5	135	125	290	260	440	400	600	550	750	675		
125	30	123	115,7	210	200	460	420	700	650	925	875	1150	1100		
160	40	201	188	350	320	750	700	11500	1100	1550	1500	1900	1800		
200	40	314	301	550	530	1150	1100	1800	1700	2400	2300	3000	2900		
250	50	491	471	825	800	1800	1700	2800	2750	3700	3600	4800	4500		

● Efforts développés en sortie de tige (côté fond)

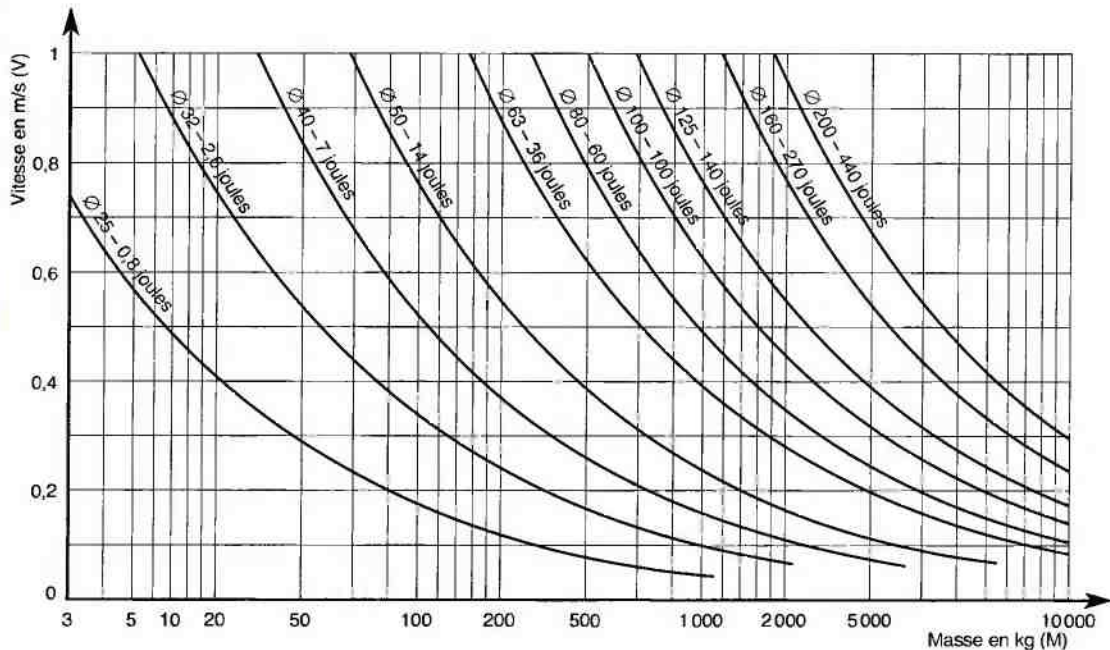
○ Efforts développés en rentrée de tige (côté tige)

Nota : Les vérins à double tige traversante développent des efforts identiques dans les deux sens de fonctionnement, correspondant aux valeurs définies ci-dessus en **rentrée** de tige.



21.1.3. Amortissement des vérins

Détermination de la vitesse maximale de déplacement pour un diamètre et pour une masse donnés

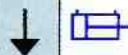


- Les courbes font correspondre à chaque diamètre (\varnothing) l'énergie (E) maximale en joules qu'il est possible d'amortir.
- Les courbes permettent, pour ces conditions d'amortissement, de définir la vitesse maximale de déplacement (V) pour un diamètre (\varnothing) de vérin donné et pour une masse (M) à déplacer sans avoir à calculer l'énergie cinétique.
- Les courbes donnent la vitesse (V) tout au long de la course du vérin.

21.1.4. Courses normalisées recommandées NF E49 - 001

Diamètre d'alésage du vérin (mm)	Courses (mm) Tolérances $^{+2}_0$													
	25	50	75*	100	125	150*	200	250	300*	400	500	600	800	1000
25
32
40
50
63
80
100
125
160
200

* Ces courses ne sont pas reprises dans la norme NFE 48 - 059



21.1.5. Exemple, objet et mode d'emploi d'un diagramme "charge radiale - course - durée de vie"⁽¹⁾

Etablis pour un vérin de diamètre donné, ces diagrammes permettent de vérifier simultanément :

- La durée de vie des joints, exprimée en nombre de manœuvres du vérin, elle est fonction de la course.
- La durée de vie des guidages, exprimée en nombre de manœuvres du vérin, elle est fonction de la course et de la charge radiale C_R .
- La résistance de la tige au flambage assisté, elle est fonction de la course (\approx longueur de tige), de la charge axiale C_A , et de la charge radiale C_R .

Ce diagramme se révèle particulièrement utile pour la détermination des vérins chargés radialement et des vérins de courses longues.

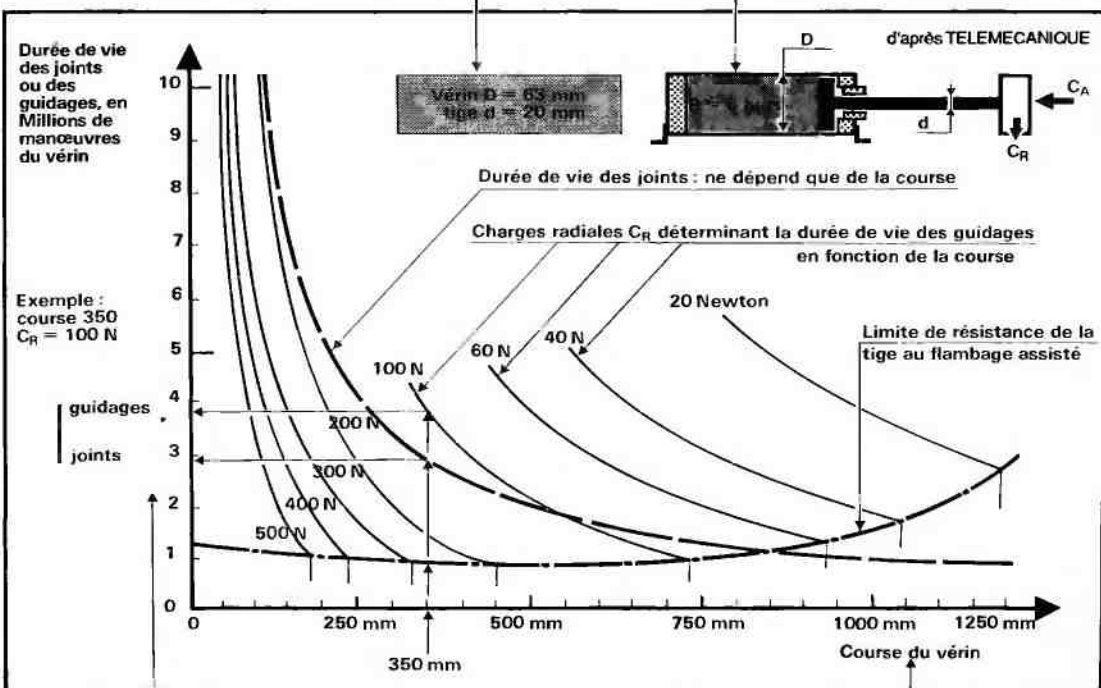
Il met en évidence :

- Les limites tolérables pour les charges radiales,
- les limites d'endurance des joints pour les vérins de course longue,
- les limites de résistance de la tige pour les vérins de course longue.

La mise en œuvre de ce type de diagramme conduit éventuellement à augmenter le diamètre d'un vérin déterminé par rapport à sa charge axiale, ou à soulager le vérin de sa charge radiale par un guidage extérieur.

Chaque diagramme est établi pour un diamètre D du vérin, avec une tige de diamètre d .

Les diagrammes sont établis pour une charge axiale C_A correspondant à une pression de 6 bars



Il est important que la charge radiale C_R ne réduise pas l'endurance des guidages à une valeur trop basse pour l'application ou trop basse par rapport à l'endurance des joints : lors des opérations de maintenance, on remplace les guidages et les joints simultanément.





Plus la course est longue :

- moins l'endurance des joints est grande, exprimée en nombre de manœuvres du vérin ;
- moins les guidages résistent à une charge radiale donnée ;
- plus la tige est sollicitée au flambage.

(1) à partir de l'ouvrage "Les automatismes électro-pneumatiques et pneumatiques" - Editions du Moniteur.

Vérins pneumatiques (suite)

21.1.6. Guide de choix d'un vérin pneumatique

Aptitudes →		Diamètres de l'alésage	Diamètres de la tige	Course	Fluide de commande	Pression d'utilisation	Température de fonctionnement
Type ↓		↓ mm	↓ mm	↓ mm	↓	↓ bar	↓ °C
Vérins à tirants double effet (TRINORM de JOUCOMATIC)	 <p>Vérins standard à tirants affleurants</p>	32 40 50 63 80 100 125 ISO 125 CETOP 160 200 250	10 x 1,25 12 x 1,25 16 x 1,5 20 x 1,5 20 x 1,5 20 x 1,5 27 x 2 24 x 2 36 x 2 36 x 2 42 x 2	50 à 250 50 à 400 50 à 400 50 à 600 50 à 600 50 à 1000 50 à 1000 50 à 1000 50 à 1000 50 à 1000 à la demande	Air ou gaz neutre filtré lubrifié ou non	10 maxi	- 10 à + 70
	 <p>Vérins standard à tirants dépassants</p>	25 32 40 50 63 80 100 125 160 200	10 x 1,5 10 x 1,5 16 x 1,5 16 x 1,5 20 x 1,5 20 x 1,5 27 x 2 27 x 2 36 x 2 36 x 2	50 à 250 50 à 250 50 à 400 50 à 400 50 à 600 50 à 600 50 à 1000 50 à 1000 50 à 1000 50 à 1000	Air ou gaz neutre filtré lubrifié ou non	10 maxi	- 10 à + 70
	 <p>Vérins à prise de pression</p>	25 32 40 50 63 80 100 125 160 200	Dimensions et courses identiques aux valeurs ci-dessus en fonction des normalisations.		Air ou gaz neutre filtré lubrifié ou non	10 maxi	- 10 à + 70
	 <p>Vérins TANDEM à tiges attelées</p>	40 ISO-CETOP 40 CNOMO-NF 50 63 ISO-CETOP 63 CNOMO-NF 80 100 ISO-CETOP 100 CNOMO-NF 125 CNOMO 125 ISO 125 CETOP 160 200	12 x 1,25 16 x 1,5 16 x 1,5 16 x 1,5 20 x 1,5 20 x 1,5 20 x 1,5 27 x 2 27 x 2 27 x 2 24 x 2 36 x 2 36 x 2	Valeurs identiques aux valeurs ci-dessus	Air ou gaz neutre filtré lubrifié ou non	10 maxi	- 10 à + 70

Vérins pneumatiques (suite)








Guide de choix d'un vérin pneumatique (suite)

Amortissement	Raccordement	Efforts dynamiques développés		Normalisation	Symbole	Remarques - Utilisations
		Sortie de tige	Rentrée de tige			
Possibilité d'amortissement pneumatique réglable	G 1/8 G 1/4 G 1/4 G 3/8 G 3/8 G 1/2 G 1/2 G 1/2 G 3/4 G 3/4 -	13 à 77 21 - 122 33 - 190 50 - 290 88 - 480 135 - 750 210 - 1150 210 - 1150 350 - 1900 550 - 3000 825 - 4800	11,5 à 66 17 - 97 29 - 165 44 - 260 82 - 450 125 - 675 200 - 1100 200 - 1100 320 - 1800 530 - 2900 800 - 4500	ISO CETOP RP 43...	 double effet	- Possibilité d'adaptation de détecteurs magnétiques de position - Fixations diverses - Tube : acier étiré glacé ou chromé dur - Tige : acier chromé dur - Piston : résine acétal et acier zingué ou alliage léger - Joint de piston : polyuréthane ou nitrile - Joint d'amortissement : nitrile - Fonds : alliage léger - Palier : autolubrifiant - Tirants : acier
Possibilité d'amortissement pneumatique réglable	G 1/8 G 1/8 G 1/4 G 1/4 G 3/8 G 3/8 G 1/2 G 1/2 G 3/4 G 3/4	8,5 à 48 13 à 77 21 - 122 33 - 190 50 - 290 88 - 480 135 - 750 210 - 1150 350 - 1900 550 - 3000	6,5 à 36 11,5 à 66 17 - 97 29 - 165 44 - 260 82 - 450 125 - 675 200 - 1100 320 - 1800 530 - 2900	CNOMO 06 à 15 AFNOR NFE 49-001 49-001 49-011 49-015	 double effet avec amortissement pneumatique réglable	- Longueurs d'amortissement: - ø 32 : 15 mm - ø 40 - 50 : 20 mm - ø 63 - 80 : 21 mm - ø 100 - 125 : 24 mm - ø 160 - 200 : 30 mm
Possibilité d'amortissement pneumatique réglable	Valeurs identiques aux valeurs ci-dessus			ISO CETOP CNOMO AFNOR	 double effet avec amortissement pneumatique réglable	- Les prises de pression permettent le contrôle des positions de fin de course par des capteurs pneumatiques à chute de pression. Solution moins encombrante, plus fiable et plus économique. - Pas de problème de réglage ou de dérèglement et d'usure. - Recommandés dans les accès difficiles, environnement hostile (parasites, haute température...)
Possibilité d'amortissement pneumatique réglable	G 1/4 G 1/4 G 3/8 G 3/8 G 1/2 G 1/2 G 3/4 G 3/4	38 à 219 62 - 355 94 - 550 170 - 930 260 - 1425 410 - 2250 670 - 3700 1080 - 5900	34 à 194 58 - 330 88 - 520 164 - 900 250 - 1350 400 - 2200 640 - 3600 1060 - 5800	ISO CETOP CNOMO AFNOR	 double effet montage tandem avec amortissement pneumatique réglable	- Vérins développant un effort double par rapport aux vérins standard de même diamètre, dans un encombrement frontal plus faible. - Autres caractéristiques identiques aux vérins TRINORM.

Vérins pneumatiques (suite)

Guide de choix d'un vérin pneumatique (suite)

Aptitudes →	Diamètres de l'alésage		Diamètres de la tige		Course		Fluide de commande	Pression d'utilisation admissible	Température de fonctionnement admissible	
	Type ↓	mm ↓	mm ↓	mm ↓	mm ↓	mm ↓	↓	bar ↓	°C ↓	
Options diverses		32	ISO CETOP	CNOMO AFNOR	300	maxi	Air lubrifié ou non		- 10 à + 70	
		40	10 x 1,25	10 x 1,25	400	-				
		50	12 x 1,25	10 x 1,25	500	-				
		63	16 x 1,5	16 x 1,5	500	-				
Bloqueur de tiges		40	ISO CETOP	CNOMO AFNOR	50 à 600	au-delà sur demande	Air ou gaz neutre filtré lubrifié ou non	Bloqueur : - alimentation indépendante mini : 4 maxi : 8	- 10 à + 70	
		50	12 x 1,25	16 x 1,5						
		63	16 x 1,5	20 x 1,5						
		80	20 x 1,5	20 x 1,5						
Vérins spéciaux à tirants double effet		ISO CETOP	CNOMO AFNOR	ISO CETOP	CNOMO AFNOR	250	maxi	Air ou gaz neutre filtré lubrifié ou non	10 maxi	- 10 à + 70
		32	25	10 x 1,25	10 x 1,5	250	-			
		40	32	12 x 1,25	16 x 1,5	400	-			
		50	40	16 x 1,5	16 x 1,5	400	-			
		63	50	16 x 1,5	20 x 1,5	1000	-			
		80	63	20 x 1,5	20 x 1,5	1000	-			
		100	80	20 x 1,5	27 x 2	1000	-			
		125 iso	100	27 x 2	27 x 2	1000	-			
		125	125	24 x 2		1000	-			
		160	160	36 x 2	36 x 2	1000	-			
		200	200	36 x 2	36 x 2	1000	maxi			
Vérins dos à dos		25	ISO CETOP	CNOMO AFNOR	3 positions si les vérins ont une course identique	Air ou gaz neutre filtré lubrifié ou non	10 maxi	- 10 à + 70		
		32	10 x 1,25	10 x 1,5						
Vérins nez à nez		40	12 x 1,25	16 x 1,5	4 positions si les vérins ont une course identique					
		50	16 x 1,5	16 x 1,5						
		63	16 x 1,5	20 x 1,5						
		80	20 x 1,5	20 x 1,5						
		100	20 x 1,5	27 x 2						
		125ISO	27 x 2							
		125CETOP	24 x 2							
		125 CNOMO		27 x 2						
		160	36 x 2	36 x 2						
		200	36 x 2	36 x 2						

Vérins pneumatiques (suite)







Guide de choix d'un vérin pneumatique (suite)

Amortissement	Raccordement	Efforts dynamiques développés		Normalisation	Symbole	Remarques - Utilisations
		Sortie de tige	Rentrée de tige			
Possibilité d'amortissement pneumatique réglable	G 1/8 G 1/4 G 1/4 G 3/8 G 3/8 G 1/2 G 1/2 G 1/2 G 3/4 G 3/4			ISO CETOP CNOMO AFNOR		<ul style="list-style-type: none"> - Tube EPOXY - bonne résistance à la corrosion - propriétés amagnétiques, autorisent les détecteurs inductifs - incompatible avec les hautes températures - blocage de tige et prise de pression impossible - éviter les cadences élevées - Environnement alimentaire - Options : <ul style="list-style-type: none"> - double tige - tige inox - embout de tige spécial - tige renforcée - tout inox
Possibilité d'amortissement pneumatique réglable	G 1/4 G 1/4 G 1/4 G 3/8	Force de blocage		ISO CETOP CNOMO AFNOR		<ul style="list-style-type: none"> - Dispositif monté sur vérin TRINORM - Arrêt et maintien de la tige à n'importe quelle position, sans glissement de la charge - Blocage mécanique en absence d'air - Action bi-directionnelle - Permet des arrêts d'urgence et le travail en toute sécurité - Patins de freinage en fonte : <ul style="list-style-type: none"> - longévité - Toutes fixations, sauf tourillon mâle
Possibilité d'amortissement pneumatique réglable	G 1/8 G 1/8 G 1/4 G 1/4 G 3/8 G 3/8 G 1/2 G 1/2 G 1/2 G 3/4 G 3/4	8,5 à 48 13 à 77 21 - 122 33 - 190 50 - 290 88 - 480 135 - 750 210 - 115 210 - 1150 350 - 1900 550 - 3000	6,5 à 36 11,5 à 66 17 - 97 29 - 165 44 - 260 82 - 450 125 - 675 200 - 1100 200 - 1100 320 - 1800 530 - 2900	ISO CETOP CNOMO AFNOR		<ul style="list-style-type: none"> - Fonctionne en milieu pollué - Soufflet en nitrile (NBR) - Bague de maintien en alliage léger et résine acétal (POM) - La plaque avant ou les équerres hautes sont livrées montées sur le vérin
Possibilité d'amortissement pneumatique réglable	G 1/8 G 1/8 G 1/4 G 1/4 G 3/8 G 3/8 G 1/2 G 1/2 G 1/2 G 3/4 G 3/4			ISO CETOP CNOMO AFNOR	 dos à dos nez à nez	<ul style="list-style-type: none"> - Montage permettant d'obtenir des courses différentes. - caractéristiques identiques aux vérins TRINORM

Vérins pneumatiques (suite)

Guide de choix d'un vérin pneumatique (suite)

Aptitudes →		Diamètres de l'alésage	Diamètres de la tige	Course	Fluide de commande	Pression d'utilisation admissible	Température de fonctionnement admissible
Type ↓		↓	↓	↓	↓	↓	↓
		mm	mm	mm		bar	°C
Vérins spéciaux à tirants double effet (TRINORM de JOUCOMATIC)	 Dispositif extérieur	40 ISO - CETOP 40 CNOMO - NF 50 ISO - CETOP 50 CNOMO - NF 63 ISO - CETOP 63 CNOMO - NF	12 x 1,25 16 x 1,5 16 x 1,5 16 x 1,5 16 x 1,5 20 x 1,5				
	 Dispositifs intérieurs (3 versions) Vérins antirotation de tiges	40 ISO - CETOP 40 CNOMO - NF 50 ISO - CETOP 50 CNOMO - NF 63 ISO - CETOP 63 CNOMO - NF 80 ISO - CETOP 80 CNOMO - NF	12 x 1,25 16 x 1,5 16 x 1,5 16 x 1,5 16 x 1,5 20 x 1,5 20 x 1,5 20 x 1,5	de 50 à 400 (au delà consulter le fabricant)	Air ou gaz neutre filtré lubrifié ou non	10 maxi	- 10 à + 70
Vérins cylindriques sans tirant d'assemblage		Simple effet 8 10 12 16 20 25 Double effet 8 10 12 16 20 25	4 4 6 6 10 10 4 4 6 6 10 10	25 - 50 25 - 50 25 - 50 25 - 50 25 - 50 25 - 50 25 - 50 - 80 - 100 25 - 50 - 80 - 100 25 - 50 - 80 - 100 25 - 50 - 80 - 100 25 - 50 - 80 - 100 25 - 50 - 80 - 100 160	Air ou gaz neutre filtré lubrifié ou non	Simple effet : 2 à 10 Double effet 10 maxi	- 10 à + 70
		Simple effet 32 40 50 63 Double effet 32 40 50 63	12 18 18 22 12 18 18 22	25 - 50 25 - 50 25 - 50 25 - 50 25 à 250 25 à 400 25 à 400 25 à 500	Air ou gaz neutre filtré lubrifié ou non	Simple effet : 2 à 10 Double effet 10 maxi	

Vérins pneumatiques (suite)



Guide de choix d'un vérin pneumatique (suite)





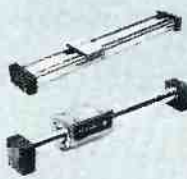
Amortissement	Raccordement	Efforts dynamiques développés		Norme	Symbole	Remarques - Utilisations							
		Sortie de tige ↓ daN	Rentrée de tige ↓										
Possibilité d'amortissement pneumatique réglable	G 1/4			ISO CETOP		- Plaque de fixation et porte-charge en alliage léger - Colonnes de guidage en acier inox - Bagues de guidage autolubrifiantes							
	G 1/4												
	G 1/4												
	G 1/4												
	G 3/8												
	G 3/8												
	G 1/4												
	G 1/4												
	G 1/4												
	G 3/8												
Amortissement élastique	M 5	0,8 à 4,6	0,3 à 3,4	ISO 6432		- Possibilité d'adapter des détecteurs magnétiques - Tube acier (sans détecteur) - Tube amagnétique (avec détecteur) - Tige inox - Fonds alliage léger anodisé - Piston résine et alliage léger - Joints polyuréthane ou nitrile - Vérins indémontables - Fixations diverses							
	M 5				1,4 - 7,6		1,1 - 6						
	M 5				2,2 - 10,5		1,5 - 8						
	M 5				3,4 - 19		2,8 - 15						
	G 1/8				5,5 - 30		4,2 - 22						
	G 1/8				8,5 - 48		6,5 - 36						
	Amortissement élastique				M 5		13 à 77	11,5 à 66	ISO 6431				
					M 5					1,4 - 7,6		1,1 - 6	
					M 5					2,2 - 10,5		1,5 - 8	
					M 5					3,4 - 19		2,8 - 15	
G 1/8		5,5 - 30	4,2 - 22										
G 1/8		8,5 - 48	6,5 - 36										
Amortissement élastique et pneumatique réglable		G 1/8	13 à 77	11,5 à 66	ISO 6431								
		G 1/4				21 - 122						17 - 97	
		G 1/4				33 - 190						29 - 165	
		G 1/4				33 - 190						29 - 165	
	G 3/8	50 - 290				44 - 260							
	G 3/8	50 - 290				44 - 260							
	Amortissement élastique et pneumatique réglable	G 1/8				13 à 77	11,5 à 66	ISO 6431					
		G 1/4							21 - 122			17 - 97	
		G 1/4							33 - 190			29 - 165	
		G 1/4							33 - 190			29 - 165	
G 3/8		50 - 290	44 - 260										
G 3/8		50 - 290	44 - 260										

SER : tige Rentrée Etat Repos

SES : tige Sortie Etat Repos

Vérins pneumatiques (suite)

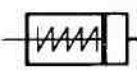

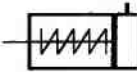
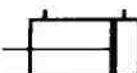
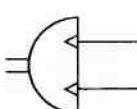

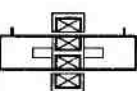
Guide de choix d'un vérin pneumatique (suite)

Aptitudes →		Diamètres de l'alésage	Diamètres de la tige	Course	Fluide de commande	Pression d'utilisation admissible	Température de fonctionnement admissible	
Type ↓		mm ↓	mm ↓	mm ↓	↓	bar ↓	°C ↓	
Vérins spéciaux (d'après JOUCOMATIC)	 Simple effet Vérins filetés	6 10 16	M3 M4 M5	5 - 10 - 15	Air ou gaz neutre filtré, lubrifié ou non	3 à 7	+ 5 à + 60	
	 Double effet Vérins filetés	6 10 16	M3 M4 M5	5 - 10 - 15		1,5 à 7		
	 Vérins à faible course	8 10 12 16 20 25 32 40 50 63 80	4 4 4 8 10 10 12 12 16 16 20	Simple effet 4 4 4-10 4-10 4-10 5-10 5-10-25 10-25 10-25 10-25 25	Double effet 10 10 10 10 10-25 10-25 10-25 10-25 10-25 25	Air ou gaz neutre filtré, lubrifié ou non	10 maxi (simple effet : 2 bars mini)	- 10 à + 60
	 Vérins rotatifs	12 20	6 8	Rotation 90° ±5° ou 180° ±5°	Air ou gaz neutre filtré, lubrifié ou non	1 à 7	+ 5 à + 60	
	 Vérins sans tige	Chariot non guidé 10 16 25 Chariot guidé 10 16 25		50 à 500 50 à 1000 50 à 2000 50 à 500 50 à 750 50 à 1500	Air ou gaz neutre filtré, lubrifié ou non	7 bars maxi	0 à + 60	

Vérins pneumatiques (suite)



Guide de choix d'un vérin pneumatique (suite)

Amortissement	Raccordement	Efforts dynamiques développés		Norme	Symbole	Remarques - Utilisations
		Sortie de tige	Rentrée de tige			
↓	↓	↓	↓	↓	↓	
	Canule 2,7 x 4	daN	↓		 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérins compacts avec orifices d'alimentation sur la face arrière - Grande facilité d'adaptation sur tous supports par trous lisses ou taraudés - Possibilité de réglage axial de la position du corps par rapport au support - Corps en laiton nickelé - Tige en acier inox - Joint en nitrile (NBR)
	M 5 M 5 M 5 M 5 G 1/8 G 1/8 G 1/8 G 1/8 G 1/8 G 1/8 G 1/4	à 6 bars Simple effet de 2,5 à de 0,3 à 251 11,5 Double effet de 2,7 à de 2 à 285 255			 simple effet  double effet	<ul style="list-style-type: none"> - Fixation frontale ou arrière - Extrémité de tige taraudée - Bague de guidage autolubrifiante - Adaptation de mini détecteurs de position - Construction compacte - Temps de réponse rapide - Fonctions de serrage, blocage, éjection - Positionnement, indexage, verrouillage de pièces dans toutes les applications industrielles. - Corps en alliage léger anodisé - Tige en acier inox (ø 8 à 16 mm) - Tige en acier chromé (ø 20 à 80 mm) - Joints en nitrile (NBR)
	M 5	Energie cinétique maximum : ø 12 : 0,004 J ø 20 : 0,01 J Couple développé : ø 12 : 0,3 mN ø 20 : 1,5 mN				<ul style="list-style-type: none"> - Deux versions : <ul style="list-style-type: none"> - simple tige - double tige traversante - Possibilité d'adaptation de détecteurs magnétiques dans les rainures des vérins. - Corps aluminium - Tige en acier - Butée en acier - Joints en nitrile (NBR)
Chariot non guidé : Amortissement élastique par butée nitrile Chariot guidé : Amortissement élastique ou absorbeur de chocs	M 5 M 5 G 1/8 M 5 M 5 G 1/8	Force de l'accouplement magnétique 60 N 160 N 460 N 60 N 160 N 460 N			 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérins recommandés pour les mouvements à grande course - Guidage intégré ou non - Utilisés pour tous les déplacements, manutention, positionnement, ouverture de portes, équipements divers - Longue durée de vie - Débrayable (entraînement par aimants) - Possibilité d'adapter des détecteurs magnétiques.

21.1.7. Les vérins

21.1.7.1. Les vérins à tirants double effet TRINORM ISO - CETOP

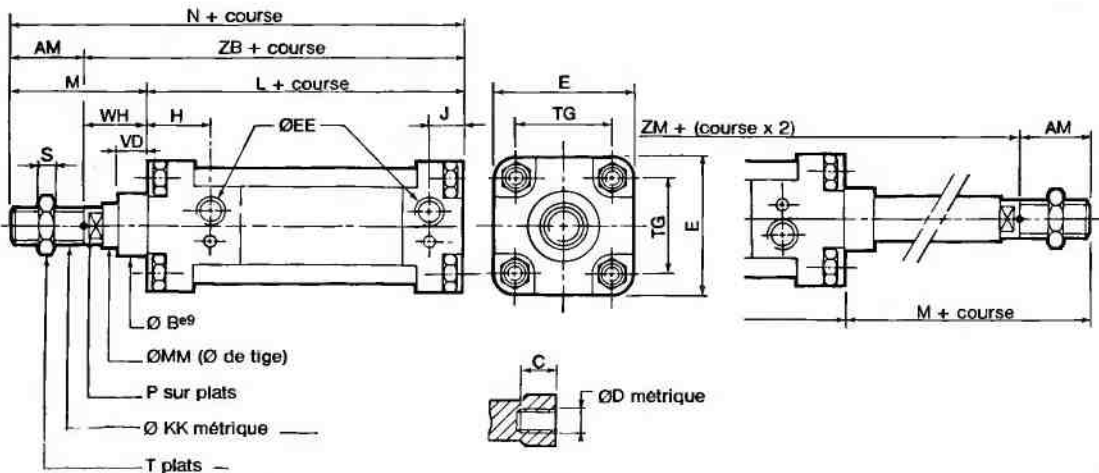
Sélection du matériel

Ø Alésages (mm)	Courses (mm)	Ø Raccordement	Ø Alésages (mm)	Courses (mm)	Ø Raccordement	Ø Alésages (mm)	Courses (mm)	Ø Raccordement	Ø Alésages (mm)	Courses (mm)	Ø Raccordement	
Ø 32	50	G 1/8"	Ø 63	400	G 3/8"	Ø 125 ISO	50	G 1/2"	Ø 160	50	G 3/4"	
	100			500			100			100		100
	160			600			200			160		160
	200			50			320			200		200
	250			100			400			250		250
Ø 40	50	G 1/4"	Ø 80	100	G 3/8"	Ø 125 CETOP	100	G 1/2"	Ø 200	100	G 3/4"	
	100			160			160			160		160
	160			200			200			200		200
	200			250			250			250		250
	250			320			320			320		320
Ø 50	50	G 1/4"	Ø 100	100	G 1/2"	Ø 125 CETOP	100	G 1/2"	Ø 200	50	G 3/4"	
	100			160			160			160		160
	160			200			200			200		200
	200			250			250			250		250
	250			320			320			320		320
Ø 63	50	G 3/8"	Ø 100	100	G 1/2"	Ø 125 CETOP	100	G 1/2"	Ø 200	50	G 3/4"	
	100			160			160			160		160
	160			200			200			200		200
	200			250			250			250		250
	250			320			320			320		320

Encombrement

Vérin simple tige

Vérin double tige



Ø Alésage (mm)	COTES (mm)																			Masses (kg)			
	AM	ØB	C	ØD	E	ØEE	H	J	ØKK	L	M	ØMM	N	P	S	T	TG	VD	WH	ZB	ZM	(1)	(2)
32	22	25	9	M6	45	G 1/8	18	11,5	10 x 1,25	80	55	12	135	8	5	17	33	15	33	113	156	0,960	0,320
40	24	32	9	M6	52	G 1/4	29,5	11	12 x 1,25	110	51,5	18	161,5	13	6	19	40	15	27,5	137,5	184	1,380	0,470
50	32	32	12	M8	65	G 1/4	29,5	14	16 x 1,5	110	67	18	177	13	8	24	49	15	35	145	199	1,800	0,600
63	32	45	12	M8	75	G 3/8	33	16	16 x 1,5	125	67	22	192	17	8	24	59	20	35	160	216	2,800	0,830
80	40	45	15	M10	95	G 3/8	33	16	20 x 1,5	125	87,5	22	212,5	17	10	30	75	20	47,5	172,5	241	3,800	1,100
100	40	55	15	M10	115	G 1/2	39	18	20 x 1,5	145	87,5	30	232,5	22	10	30	90	20	47,5	192,5	241	6,400	1,280
125																							
ISO	54	55	18	M12	140	G 1/2	39	30	27 x 2	145	126,5	30	271,5	22	13,5	41	110	20	72,5	217,5	310	8,500	2
CETOP	48	55	18	M12	140	G 1/2	39	18	24 x 2	145	120,5	30	265,5	22	12	36	110	20	72,5	217,5	310	8,500	2
160	72	65	24	M16	180	G 3/4	36	20	36 x 2	180	152	40	332	32	18	55	140	25	80	260	360	16,800	3,250
200	72	65	24	M16	220	G 3/4	39	20	36 x 2	180	167	40	347	32	18	55	175	25	95	275	390	22,100	4,100
250 ⁽³⁾	84	100	(3)	M24	280	G 1	44	26	42 x 2	190	194	50	384	38	32	55	220	50	110	300	426	37,800	9

(1) Masse des vérins avec course de 100 mm

(2) Masse à ajouter par 100 mm de course supplémentaire

(3) Vérin ø 250 mm uniquement à tirants dépassants avant et arrière (diamètre M 24)

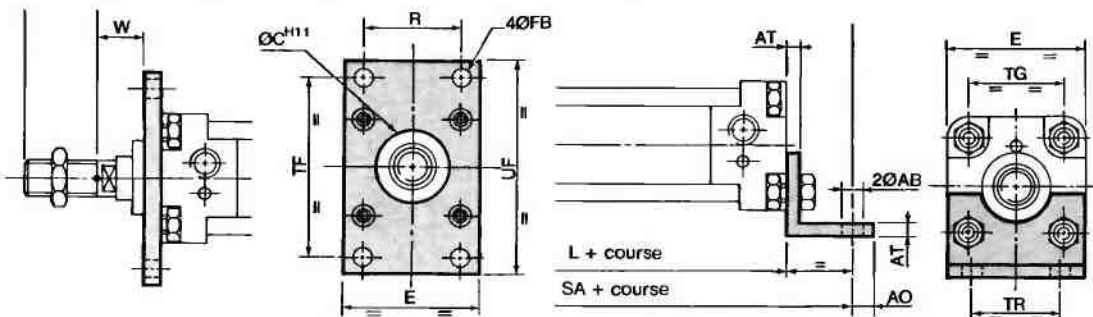
Les vérins (suite)

Les vérins à tirants double effet TRINORM ISO - CETOP (suite)

Possibilités de fixation

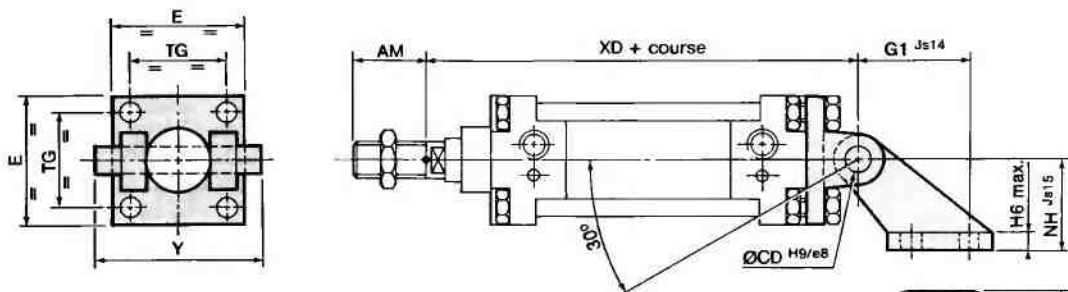
Bride avant ou arrière rectangulaire

Pattes d'équerre sur extrémité

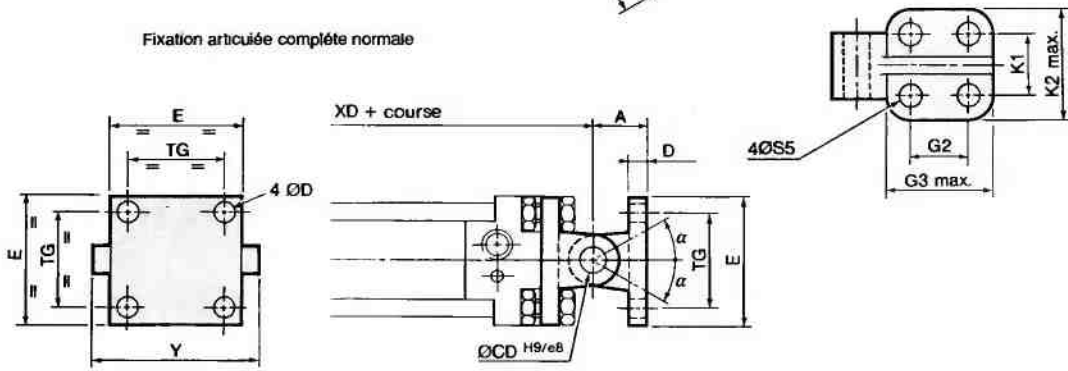


Ø Alésage (mm)	COTES (mm)													Masses (kg)	
	AO	ØC	E	ØAB ØFB	L	AH	AT	R TR	SA	TF	TG	UF	W	Bride AV ou AR	2 pattes
32	6,5	25	45	7	80	32	3	32	142	64	33	80	16	0,240	0,150
40	9,5	32	52	9	110	36	3	36	161	72	40	90	20	0,240	0,150
50	15	32	65	9	110	45	4	45	170	90	49	110	25	0,500	0,340
63	15	45	75	9	125	50	4	50	185	100	59	120	25	0,580	0,360
80	13	45	95	12	125	63	5	63	210	126	75	150	30	1,390	0,780
100	12,5	55	115	14	145	71	5	75	220	150	90	170	35	1,630	0,810
125															
ISO	13,5	55	140	16	145	90	5	90	250	180	110	205	45	4,270	1,490
CETOP	13,5	55	140	16	145	90	5	90	250	180	110	205	45	4,270	1,490
160	27	65	180	18	180	115	6	115	300	230	140	260	60	6,870	2,900
200	25	65	220	22	180	135	6	135	320	270	175	300	70	10,440	3,370
250	-	100	280	26	190	-	-	165	-	330	220	390	80	22,900	32,900

Fixation articulée complète d'équerre



Fixation articulée complète normale





Les vérins (suite)

Les vérins à tirants double effet TRINORM ISO - CETOP (suite)

Fixations articulées complètes

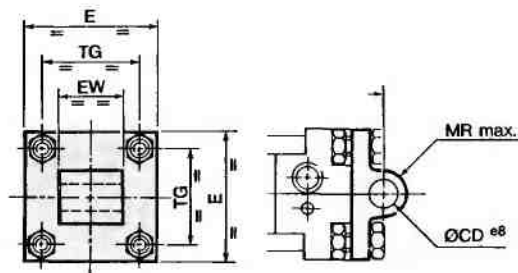
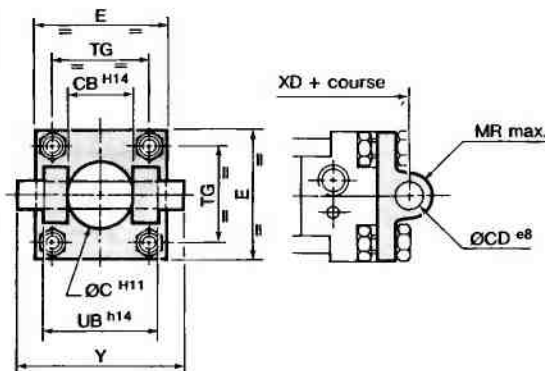
Ø Alésage (mm)	COTES (mm)																
	A	AM	CD	ØD	E	G1	G2	G3	H6	K1	K2	NH	S5	TG	XD	Y	α
32	29	22	10	7	45	21	18	31	8	38	51	32	5,5	33	142	54	45°
40	22,5	24	12	7	52	24	22	35	10	41	54	36	5,5	40	180	62	45°
50	25,5	32	12	9	65	33	30	45	12	50	65	45	6,8	49	170	70	25°
63	30	32	16	9	75	37	35	50	12	52	67	50	6,6	59	190	80	35°
80	37,5	40	16	11	95	47	40	60	14	66	88	63	9	75	210	100	35°
100	37,5	40	20	11	115	55	50	70	15	76	96	71	9	90	230	123	35°
125																	
ISO	57,5	54	25	14	140	70	60	90	20	94	124	90	11	110	275	143	30°
CETOP	57,5	48	25	14	140	70	60	90	20	94	124	90	11	110	275	143	30°
160	55	72	30	18	180	97	88	126	25	118	156	115	14	140	315	183	30°
200	60	72	30	18	220	105	90	130	30	122	162	135	16	175	335	183	30°
250	75	84	-	26	280	-	-	-	-	-	-	-	-	220	375	214	-

Ø Alésage	Masses (kg)	
	Complète d'équerre	Complète normale
32	0,340	0,380
40	0,450	0,430
50	0,790	0,780
63	1,060	1,060
80	2,090	2,250

Chappe arrière démontable

Ø Alésage	Masses (kg)	
	Complète d'équerre	Complète normale
100	2,750	3,400
125	6,610	7,150
160	13,550	12,930
200	17,310	18,100
250	-	49,300

Tenon arrière démontable



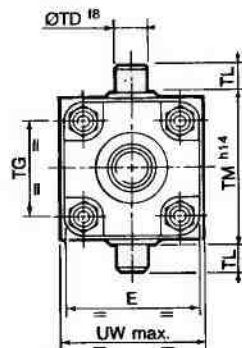
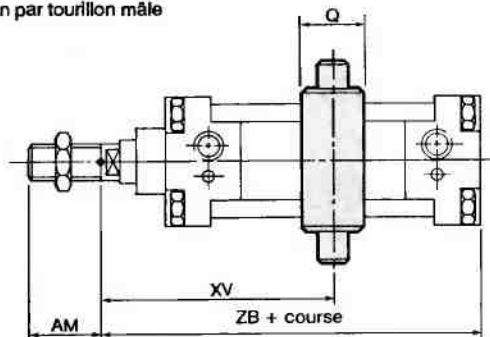
Ø Alésage (mm)	COTES (mm)										Masses (kg)	
	ØC	CB	ØCD	E	EW	MR	TG	UB	XD	Y	Chappe arrière	Tenon arrière
32	25	26	10	45	26	11	33	45	142	54	0,200	0,210
40	32	28	12	52	28	13	40	52	160	62	0,230	0,230
50	32	32	12	65	32	13	49	60	170	70	0,400	0,430
63	45	40	16	75	40	17	59	70	190	80	0,570	0,620
80	45	50	16	95	50	17	75	90	210	100	1,240	1,110
100	55	60	20	115	60	21	90	110	230	123	1,860	1,640
125												
ISO	55	70	25	140	70	26	110	130	275	143	3,990	3,330
CETOP	55	70	25	140	70	26	110	130	275	143	3,990	3,330
160	65	90	30	180	90	31	140	170	315	183	7,510	5,810
200	65	90	30	220	90	31	175	170	335	183	10,270	8,230
250	100	110	40	280	110	41	220	200	375	214	24,200	25,100



Les vérins (suite)

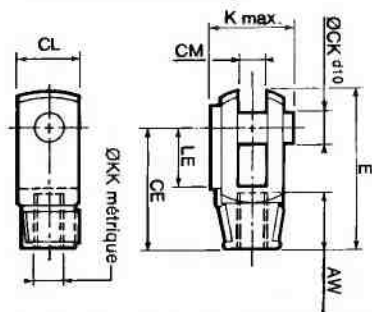
Les vérins à tirants double effet TRINORM ISO - CETOP (suite)

Fixation par tourillon mâle

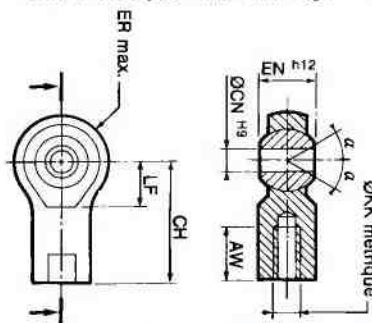


Ø Alésage (mm)	COTES (mm)								Sans détecteur		Avec détecteurs			Masse tourillon seul (kg)	
	AM	E	Q	ØTD	TG	TL	TM	UW	ZB	XV min	XV Max.	XV min.	XV max.		C min.
32	22	45	22	12	33	12	50	65	113	78	78 + C	130	C + 40	90	0,180
40	24	52	30	16	40	16	63	75	137,5	93	91 + C	145	C + 50	95	0,380
50	32	65	30	16	49	16	75	95	145	101	98 + C	153	C + 60	95	0,460
63	32	75	35	20	59	20	90	105	160	112	104 + C	164	C + 65	100	0,820
80	40	95	35	20	75	20	110	130	172,5	124	112 + C	176	C + 75	100	1,060
100	40	115	40	25	90	25	132	145	192,5	120	120 + C	178	C + 10	120	1,800
125															
ISO	54	140	40	25	110	25	160	175	217,5	146	147 + C	203	C + 20	115	2,490
CETOP	48	140	40	25	110	25	160	175	217,5	146	147 + C	203	C + 20	115	2,490
160	72	180	50	32	140	32	200	220	260	164	179 + C	225	C + 20	130	4,170
200	72	220	50	32	175	32	250	260	275	179	193 + C	240	C + 25	120	4,200
250	84	280	60	40	220	40	320	320	300	207	219 + C	-	-	-	17

Chape pour extrémité de tige



Tenon à rotule pour extrémité de tige



Ø Alésage (mm)	COTES (mm)													Masses (kg)		
	AW	B	CE	CH	ØCK	CL	CM	ØCN	E	EN	ER	ØKK	LE	LF	Chappe	Tenon
32	20	26	40	43	10	20	10 ^{+0,15} _{-0,10}	10	56	14	14	10 x 1,25	20	15	0,100	0,070
40	22	32	48	50	12	24	12 ^{+0,15} _{-0,10}	12	67	16	16	12 x 1,25	24	17	0,150	0,120
50	28	41	64	64	16	32	16 ^{+0,15} _{-0,10}	16	89	21	21	16 x 1,5	32	22	0,330	0,220
63	28	41	64	64	16	32	16 ^{+0,15} _{-0,10}	16	89	21	21	16 x 1,5	32	22	0,330	0,220
80	33	48	80	77	20	40	20 ^{+0,15} _{-0,10}	20	112	25	25	20 x 1,5	40	26	0,670	0,390
100	33	48	80	77	20	40	20 ^{+0,15} _{-0,10}	20	112	25	25	20 x 1,5	40	26	0,670	0,390
125																
ISO	51	65	110	110	30	55	30 ^{+0,15} _{-0,10}	30	155	37	35	27 x 2	54	36	1,810	1,180
CETOP	42	60	100	94	25	50	25 ^{+0,15} _{-0,10}	25	141	31	30	24 x 2	50	31	1,330	1,180
180	56	84	144	125	35	70	35 ^{+0,15} _{-0,10}	35	201	43	40	36 x 2	72	41	3,850	1,600
200	56	84	144	125	35	70	35 ^{+0,15} _{-0,10}	35	201	43	40	36 x 2	72	41	3,850	1,600
250	60	94	168	-	40	80	40 ^{+0,15} _{-0,10}	-	-	-	-	42 x 2	84	-	7	-

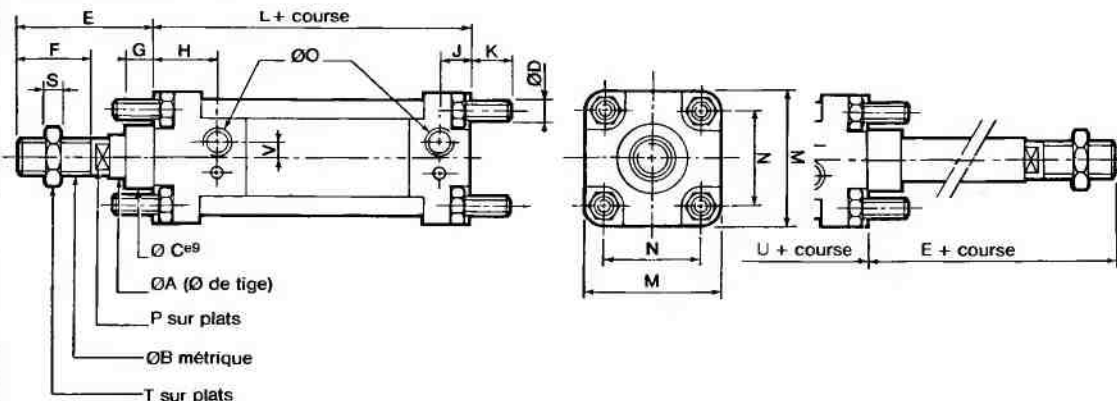
Les vérins (suite)

21.1.7. 2. Vérins à tirants, double effet TRINORM - CNOMO - AFNOR

Sélection du matériel

Ø Alésages (mm)	Courses (mm)	Ø Raccordement	Ø Alésages (mm)	Courses (mm)	Ø Raccordement	Ø Alésages (mm)	Courses (mm)	Ø Raccordement	Ø Alésages (mm)	Courses (mm)	Ø Raccordement		
Ø 25	50	G 1/8"	Ø 63	50	G 3/8"	Ø 100	500	G 1/2"	Ø 160	500	G 3/4"		
	100			100								600	600
	150			150								700	700
	200			200								800	800
	250			250								900	900
Ø 32	50	G 1/8"	Ø 80	50	G 3/8"	Ø 125	50	G 1/2"	Ø 200	50	G 3/4"		
	100			100								100	100
	150			150								150	150
	200			200								200	200
	250			250								250	250
Ø 40	50	G 1/4"	Ø 100	50	G 1/2"	Ø 160	100	G 3/4"	Ø 200	150	G 3/4"		
	100			100								150	150
	150			150								200	200
	200			200								250	250
	250			250								300	300
Ø 50	50	G 1/4"	Ø 100	50	G 1/2"	Ø 160	100	G 3/4"	Ø 200	150	G 3/4"		
	100			100								150	150
	150			150								200	200
	200			200								250	250
	320			320								300	300

Encombrement et masses



Ø Alésage (mm)	COTES (mm)																	Masses (kg)			
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	S	T	U	V	(1)	(2)
25	12	10 x 1,5	25	M6	45	20	15	14	14	17	80	40	28	G 1/8	8	5	17	90	2,5	0,800	0,280
32	12	10 x 1,5	25	M6	45	20	15	18	11,5	17	80	45	33	G 1/8	8	5	17	90	4	0,960	0,320
40	18	16 x 1,5	32	M6	70	36	15	29,5	11	17	110	52	40	G 1/4	13	8	24	129	1,5	1,380	0,470
50	18	16 x 1,5	32	M8	70	36	15	29,5	14	23	110	65	49	G 1/4	13	8	24	129	4	1,800	0,600
63	22	20 x 1,5	45	M8	85	46	20	33	16	23	125	75	59	G 3/8	17	10	30	146	5,5	2,800	0,830
80	22	20 x 1,5	45	M10	85	46	20	33	16	28	125	95	75	G 3/8	17	10	30	146	5,5	3,800	1,100
100	30	27 x 2	55	M10	110	63	20	30	30	28	145	115	90	G 1/2	22	13,5	41	164	-	6,400	1,280
125	30	27 x 2	55	M12	110	63	20	36,5	18	34	145	140	110	G 1/2	22	13,5	41	164	-	8,500	2
150	40	36 x 2	65	M16	135	85	25	39	20	42	180	180	140	G 3/4	32	18	54	200	-	16,800	3,250
200	40	36 x 2	65	M16	135	85	25	39	20	42	180	220	175	G 3/4	32	18	54	200	-	22,100	4,100

(1) Masse des vérins avec course de 100 mm

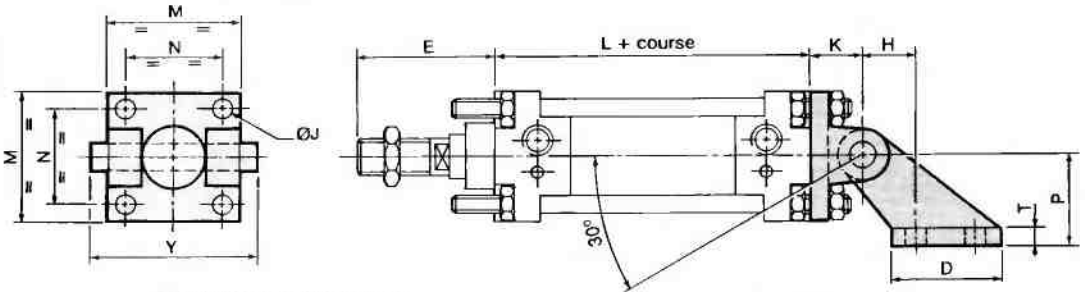
(2) Masse à ajouter par 100 mm de course supplémentaire



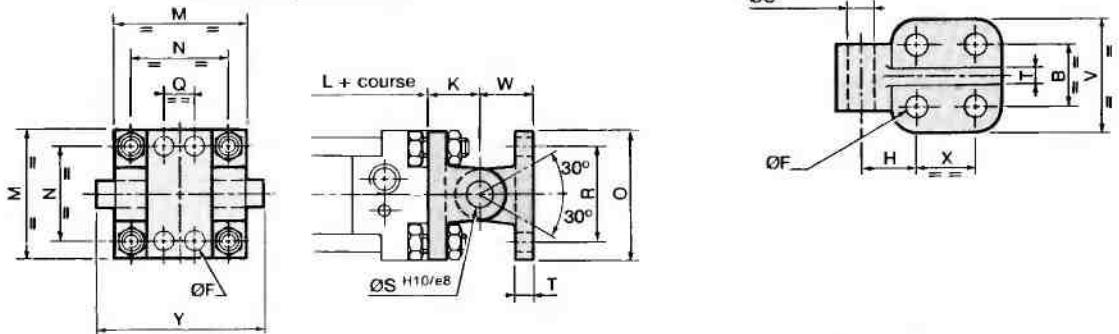
Les vérins (suite)

Vérins à tirants, double effet TRINORM - CNOMO - AFNOR (suite)

Articulation complète d'équerre

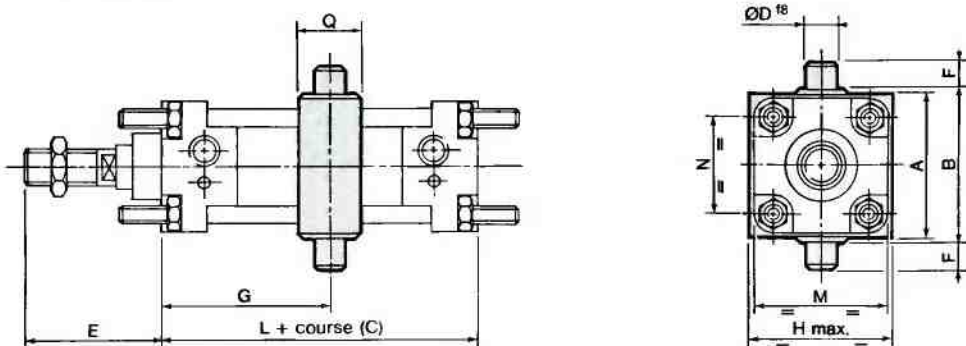


Articulation complète normale



Ø Alésage (mm)	Cotes (mm)																			Masses (kg)		
	B	D	E	ØF	H	ØJ	K	L	M	N	O	P	Q	R	ØS	T	V	W	X	Y	normale	équerre
25	25	37	45	7	18	7	18	80	40	28	40	32	0	28	8	8	41	18	20	49	0,180	0,240
32	25	37	45	7	18	7	18	80	45	33	40	32	0	28	8	8	41	18	20	54	0,210	0,280
40	32	54	70	9	25	7	24	110	52	40	52	45	16	38	12	10	52	26	32	62	0,410	0,550
50	32	54	70	9	25	9	26	110	65	49	52	45	16	38	12	10	52	26	32	70	0,540	0,720
63	40	75	85	11	32	9	30	125	75	59	75	63	25	54	16	12	63	34	50	80	1,040	1,360
80	40	75	85	11	32	11	32	125	95	75	75	63	25	54	16	12	63	34	50	100	1,610	1,930
100	50	103	110	14	40	11	37	145	115	90	115	90	32	90	20	16	80	41	70	123	2,280	3,270
125	50	103	110	14	40	14	41	145	140	110	115	90	32	90	20	16	80	41	70	153	3,330	4,350
160	63	154	135	18	50	18	55	180	180	140	180	140	43	150	25	20	103	55	110	193	7,480	12,020
200	63	154	135	18	50	18	55	180	220	175	180	140	43	150	25	20	103	55	110	233	9,290	12,230

Tourillon mâle

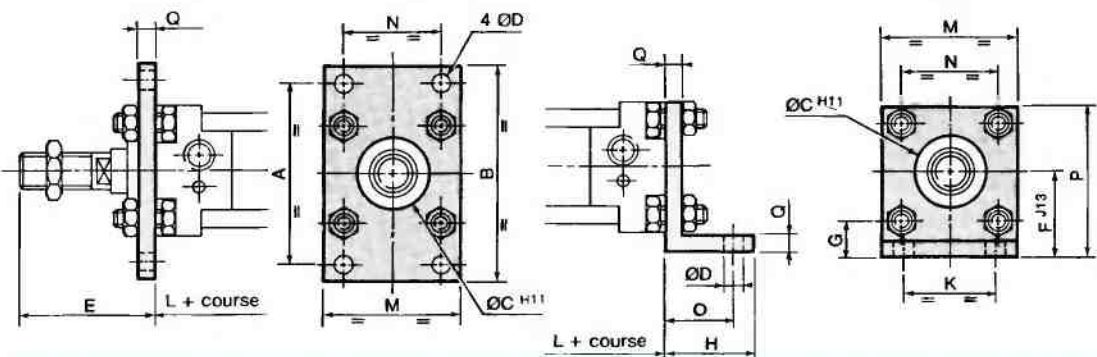


Les vérins (suite)

Vérins à tirants, double effet TRINORM - CNOMO - AFNOR (suite)

Plaque avant ou plaque arrière

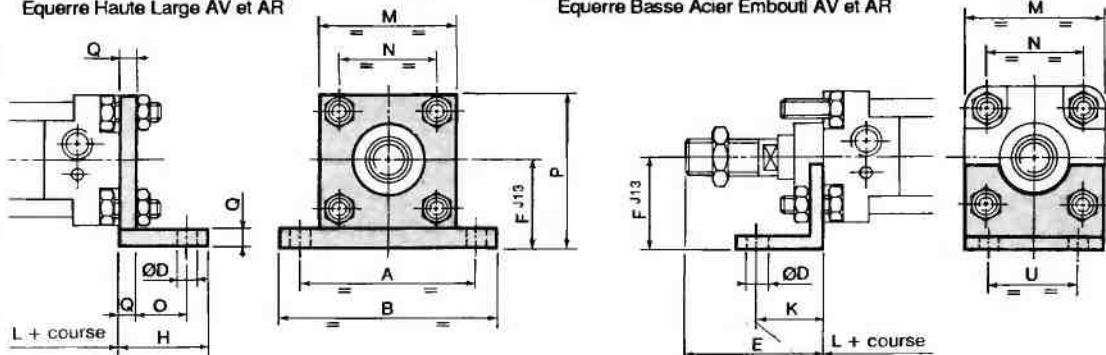
Equerre haute normale AV et AR



Ø Alésage (mm)	Cotes (mm)															Masses (kg)	
	A	B	ØC	ØD	E	F	G	H	K	L	M	N	O	P	Q	Plaque	Equerre
25	68	80	25	9	45	30	16	35	24	80	40	28	27	50	8	0,140	0,140
32	68	80	25	9	45	32	15,5	35	28	80	45	33	27	54	8	0,170	0,180
40	78	90	32	9	70	36	16	35	36	110	52	40	27	62	8	0,220	0,220
50	94	110	32	11	70	45	20,5	45	45	110	65	49	35	77	10	0,440	0,470
63	104	120	45	11	85	50	20,5	45	55	125	75	59	35	87	10	0,530	0,550
80	130	150	45	14	85	63	25,5	55	70	125	95	75	43	110	12	1,080	1,090
100	150	170	55	14	110	73	28	55	90	145	115	90	43	130	12	1,520	1,500
125	180	205	55	18	110	91	36	68	100	145	140	110	52	161	16	3,060	3,240
160	228	260	65	22	135	115	45	80	130	180	180	140	62	205	20	6,380	6,350
200	268	300	65	22	135	135	47,5	80	170	180	220	175	62	245	20	9,580	9,150

Equerre Haute Large AV et AR

Equerre Basse Acier Embouti AV et AR



Ø Alésage (mm)	Cotes (mm)															Masses (kg)		
	A	B	ØD	E	F	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	T	U	Equerre haute	Equerre basse
25	58	75	9	45	30	35	35	27	80	40	28	10	50	8	2,5	24	0,220	0,100
32	65	82	9	45	32	35	37,5	27	80	45	33	10	54	8	3	28	0,260	0,120
40	72	90	9	70	36	35	35	27	110	52	40	10	62	8	3	36	0,310	0,150
50	90	110	11	70	45	45	45	35	110	65	49	12	77	10	4	45	0,620	0,310
63	100	120	11	85	50	45	45	35	125	75	59	12	87	10	4	55	0,720	0,340
80	126	155	14	85	63	55	55,5	43	125	95	75	16	110	12	5	70	1,390	0,700
100	148	180	14	110	73	55	55	43	145	115	90	16	130	12	5	90	1,820	0,740
125	180	215	18	110	91	68	72	52	145	140	110	16	161	16	5	100	3,910	1,350
160	230	275	22	135	115	80	87	62	180	180	140	20	205	20	6	130	7,770	2,570
200	270	315	22	135	135	80	95	62	180	220	175	20	245	20	6	170	10,790	3,450



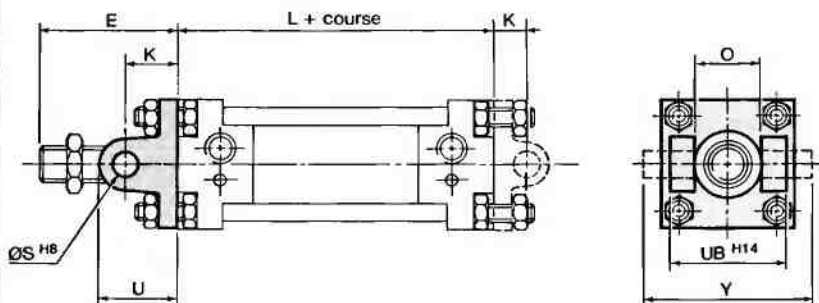
Les vérins (suite)

Vérins à tirants, double effet TRINORM - CNOMO - AFNOR (suite)

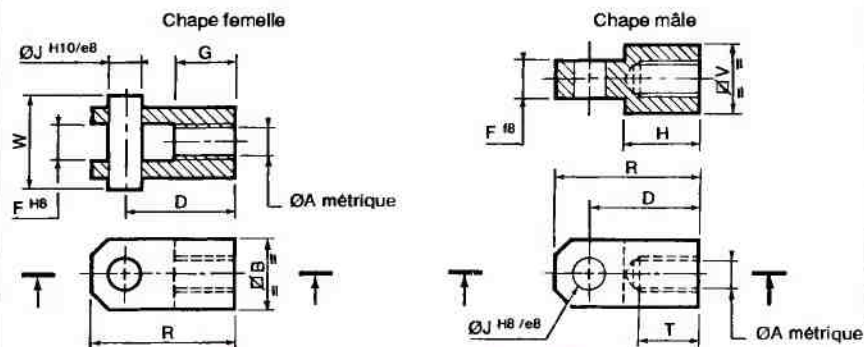
Tourillon mâle

Ø Alésage (mm)	Cotes (mm)										sans détecteur		Avec détecteurs			Masse tourillon seul (kg)
	A	B	D	E	F	H	L	M	N	Q	G min.	G max.	G min.	G max.	C min.	
25	38	42	12	45	12	60	80	40	28	22	38	42 + C	80	C - 10	90	0,140
32	46	50	12	45	12	65	80	45	33	22	45	45 + C	97	C + 10	90	0,180
40	58	63	16	70	16	75	110	52	40	30	66	63 + C	118	C + 20	95	0,380
50	68	73	16	70	16	90	110	65	49	30	66	63 + C	118	C + 20	95	0,460
63	84	90	20	85	20	100	125	75	59	35	77	69 + C	129	C + 30	100	0,820
80	102	108	20	85	20	125	125	95	75	35	77	69 + C	129	C + 30	100	1,060
100	124	131	25	110	25	140	145	115	90	40	76	89 + C	130	C + 10	120	1,800
125	152	159	25	110	25	170	145	140	110	40	76	89 + C	130	C + 20	115	2,490
180	190	198	32	135	32	215	180	180	140	50	84	116 + C	145	C + 20	130	4,170
200	240	248	32	135	32	250	180	220	175	50	84	116 + C	145	C + 25	120	4,200

Articulation femelle AV ou AR



Masse (kg)	
Articulation femelle	
0,090	
0,120	
0,210	
0,350	
0,500	
1,070	
1,500	
2,430	
5,330	
7,020	
Masse (kg)	
Chape femelle	Chape mâle
0,120	0,120
0,120	0,120
0,200	0,320
0,200	0,320
0,440	0,480
0,440	0,480
1,050	1
1,050	1
2,150	2,270
2,150	2,270

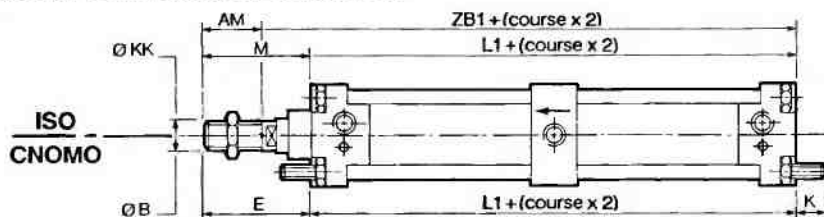


Ø Alésage (mm)	Cotes (mm)																		
	A	B	D	E	F	G	H	J	K	L	O	R	ØS	T	U	UB	V	W	Y
25	10 x 1,5	22	36	45	11	20	25	8	18	80	26	45	8	20	26	40	22	31	49
32	10 x 1,5	22	36	45	11	20	25	8	18	80	26	45	8	20	26	45	22	31	54
40	16 x 1,5	36	51	70	18	32	34	12	24	110	33	64	12	30	36	52	32	46	62
50	16 x 1,5	36	51	70	18	32	34	12	26	110	33	64	12	30	38	60	32	46	70
63	20 x 1,5	45	63	85	22	40	41	16	30	125	47	80	16	36	46	70	36	55	80
80	20 x 1,5	45	63	85	22	40	41	16	32	125	47	80	16	36	48	90	36	55	100
100	27 x 2	63	85	110	30	55	58	20	37	145	57	105	20	50	57	110	45	76	123
125	27 x 2	63	85	110	30	55	58	20	41	145	57	105	20	50	61	140	45	76	153
160	36 x 2	80	115	135	40	75	81	25	55	180	72	140	25	70	80	180	63	93	193
200	36 x 2	80	115	135	40	75	81	25	55	180	72	140	25	70	80	220	63	93	233

Les vérins (suite)

21.1.7.3. Vérins TANDEM TRINORM

Sélection du matériel et encombrements

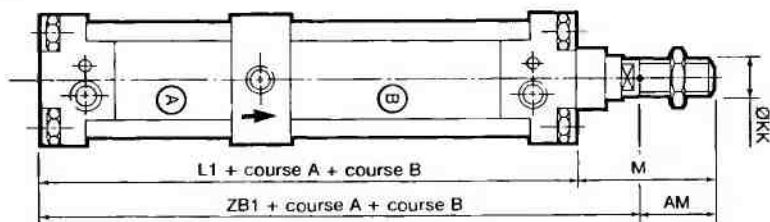


Nota :
Les 2 orifices de raccordement du bloc intermédiaire sont disposés à 180°.

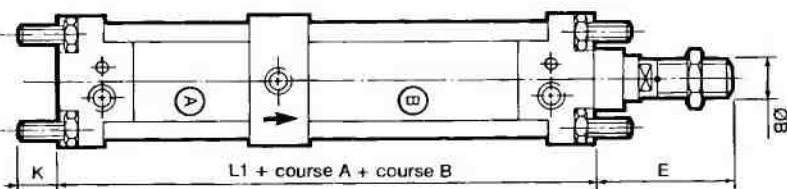
Ø vérins (mm)	Efforts dynamiques développés, en daN, en fonction de la pression (bar)										Ø vérins (mm)	TRINORM ISO/CETOP					TRINORM CNOMO/AFNOR			
	2		4		6		8		10			AM	OKK	L1	M	ZB1	ØB	E	K	L1
	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○										
40	38	34	83	74	127	114	172	154	219	194	40	24	12 x 1,25	179	51,5	206,5	16 x 1,5	70	17	179
50	62	58	132	124	207	194	280	260	355	330	50	32	16 x 1,5	179	67	214	16 x 1,5	70	23	179
63	94	88	207	194	320	300	430	400	550	520	63	32	16 x 1,5	202	67	237	20 x 1,5	85	23	202
80	170	164	355	340	547	524	745	720	930	900	80	40	20 x 1,5	202	87,5	249,5	20 x 1,5	85	28	202
100	260	250	550	520	840	800	1150	1100	1425	1350	100	40	20 x 1,5	234	87,5	281,5	27 x 2	110	28	234
125	410	400	880	840	1350	1300	1800	1750	2250	2200	125 CNOMO	54	27 x 2	234	126,5	306,5	27 x 2	110	34	234
160	670	640	1450	1400	2250	2200	3050	3000	3700	3600	ISO CETOP	48	24 x 2	234	120,5	306,5	-	-	-	-
200	1080	1060	2250	2200	3500	3400	4700	4600	5900	5800	160	72	36 x 2	302	152	382	36 x 2	135	42	302
											200	72	36 x 2	302	167	397	36 x 2	135	42	302

● Efforts développés en sortie de tige ○ Efforts développés en rentrée de tige

Vérin TRINORM ISO - CETOP



Vérin TRINORM CNOMO - AFNOR



Ø vérins (mm)	TRINORM ISO/CETOP				
	AM	OKK	L1	M	ZB1
40	24	12 x 1,25	179	51,5	206,5
50	32	16 x 1,5	179	67	214
63	32	16 x 1,5	202	67	237
80	40	20 x 1,5	202	87,5	249,5
100	40	20 x 1,5	234	87,5	281,5
125 ISO	54	27 x 2	234	126,5	306,5
CETOP	48	24 x 2	234	120,5	306,5
160	72	36 x 2	302	152	382
200	72	36 x 2	302	167	397

Ø vérins (mm)	TRINORM CNOMO/AFNOR			
	ØB	E	K	L1
40	16 x 1,5	70	17	179
50	16 x 1,5	70	23	179
63	20 x 1,5	85	23	202
80	20 x 1,5	85	28	202
100	27 x 2	110	28	234
125	27 x 2	110	34	234
160	36 x 2	135	42	302
200	36 x 2	135	42	302

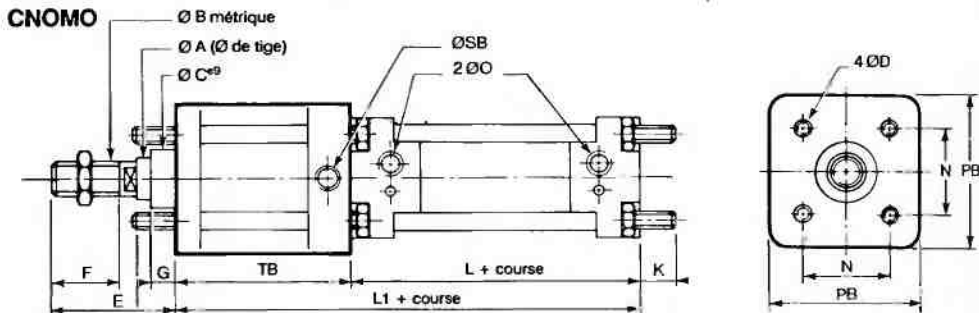
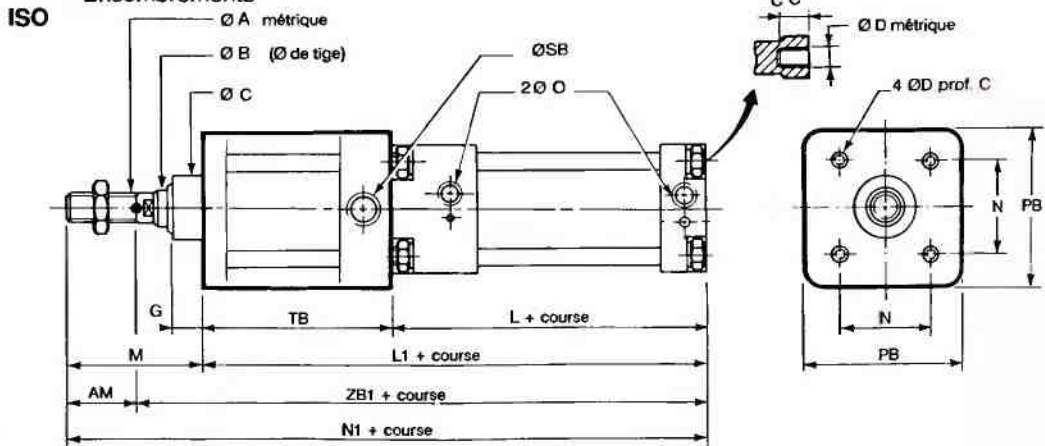
Nota : Les deux orifices de raccordement du bloc intermédiaire sont disposés à 180°



Les vérins (suite)

21.1.7.4. Les vérins bloqueurs de tige

Encombrements

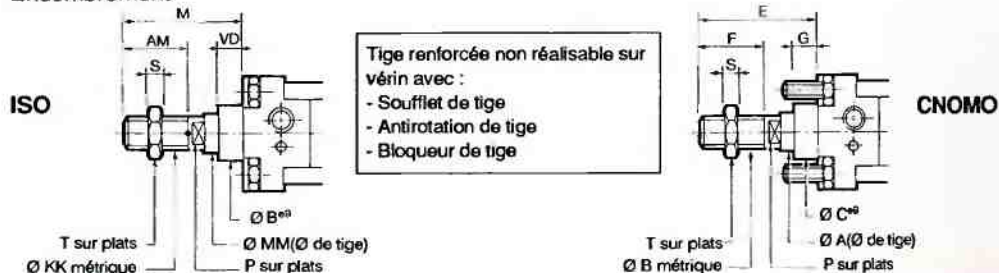


Extension des tirant avants, livrée montée, avec chaque vérin TRINORM/CNOMO (longueur : K).

\varnothing Alésage (mm)	Cotes (mm)																			
	$\varnothing A$	AM	$\varnothing B$	$\varnothing C$	CC	$\varnothing D$	E	F	G	K	L	L1	M	N	N1	$\varnothing O$	PB	$\varnothing SB$	TB	ZB1
40	18	24	16 x 1,5	32	9	M6	70	36	15	17	110	192	51,5	40	243,5	G 1/4"	65	G 1/8"	82	219,5
50	18	32	16 x 1,5	32	12	M8	70	36	15	23	110	210	67	49	277	G 1/4"	80	G 1/4"	100	245
63	22	32	20 x 1,5	45	12	M8	85	46	20	23	125	225	67	59	292	G 1/4"	90	G 1/4"	100	260
80	22	40	20 x 1,5	45	15	M10	85	46	20	23	125	260	87,5	75	347,5	G 1/8"	98	G 1/8"	135	307,5

21.1.7.5. Les vérins avec tige renforcée

Encombrement



\varnothing vérin	ISO										CNOMO									
	AM	$\varnothing B$	$\varnothing KK$	M	$\varnothing MM$	P	S	T	VD	\varnothing vérin	$\varnothing A$	$\varnothing B$	C	E	F	G	P	S	T	
63	54	45	27 x 2	110	30	22	13,5	41	20	63	30	27 x 2	45	110	63	20	22	13,5	41	
80	54	45	27 x 2	110	30	22	13,5	41	20	80	30	27 x 2	45	110	63	20	22	13,5	41	
100	72	55	36 x 2	135	40	32	18	55	20	100	40	36 x 2	55	135	85	20	32	18	55	
125	72	55	36 x 2	135	40	32	18	55	20	125	40	36 x 2	55	135	85	20	32	18	55	

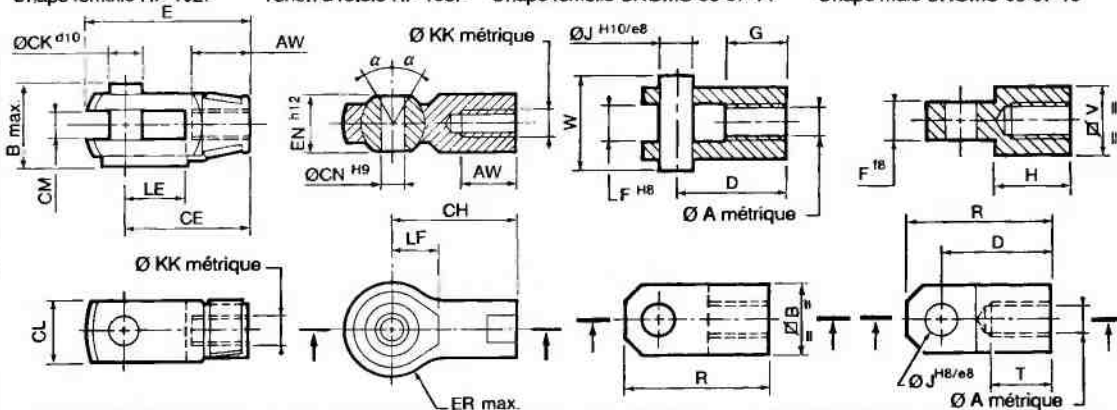
Les vérins (suite)

Chape femelle RP 102P

Tenon à rotule RP 103P

Chape femelle CNOMO 06-07-14

Chape mâle CNOMO 06-07-15

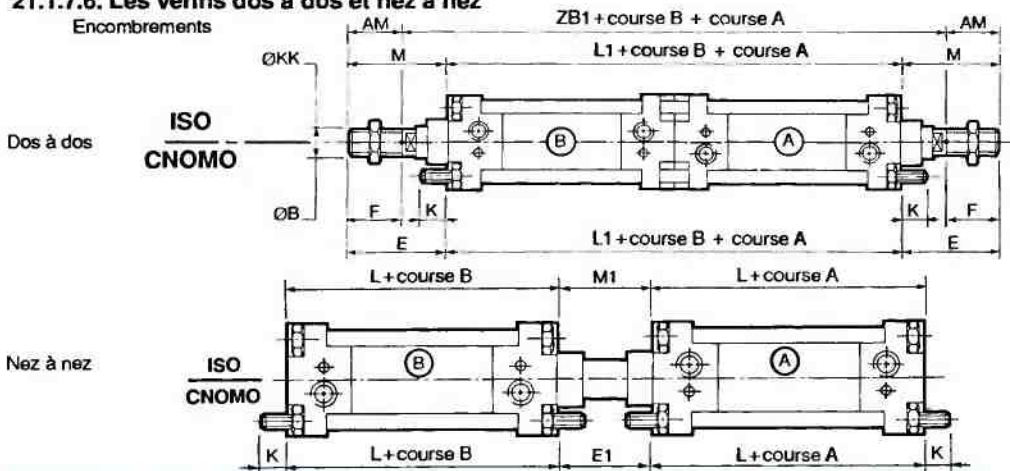


Ø vérin	TRINORM ISO/CETOP							Ø vérin	TRINORM CNOMO/AFNOR					
	AW	B	CE	CH	ØCK	CL	CM		A	B	D	F	G	H
63 - 80	51	65	110	110	30	55	30 ^{+0,8}	63 - 80	27 x 2	63	85	110	30	55
100 - 125	56	84	144	125	35	70	35 ^{+0,15} ^{+0,15}	100 - 125	36 x 2	80	115	135	40	75

Ø vérin	TRINORM ISO/CETOP							Ø vérin	TRINORM CNOMO/AFNOR				
	ØCN	E	EN	ER	ØCK	LE	LF		J	R	T	V	W
63 - 80	30	155	37	35	27 x 2	54	36	63 - 80	20	105	50	45	76
100 - 125	35	201	43	40	36 x 2	72	41	100 - 125	25	140	70	63	93

21.1.7.6. Les vérins dos à dos et nez à nez

Encadrements



Ø vérin (mm)	Dos à dos					TRINORM CNOMO/AFNOR				
	AM	ØKK	L1	M	ZB1	ØB	E	F	K	L1
25	-	-	-	-	-	10 x 1,5	45	20	17	160
32	22	10 x 1,25	160	55	226	10 x 1,5	45	20	17	160
40	24	12 x 1,25	220	51,5	275	16 x 1,5	70	36	17	220
50	32	16 x 1,5	220	67	290	16 x 1,5	70	36	23	220
63	32	16 x 1,5	250	67	320	20 x 1,5	85	46	23	250
80	40	20 x 1,5	250	87,5	345	20 x 1,5	85	46	28	250
100	40	20 x 1,5	290	87,5	385	27 x 2	110	63	28	290
125 CNOMO	-	-	-	-	-	27 x 2	110	63	34	290
ISO	54	27 x 2	290	126,5	435	-	-	-	-	-
CETOP	48	24 x 2	290	120,5	435	-	-	-	-	-
160	72	36 x 2	360	152	520	36 x 2	135	85	42	360
200	72	36 x 2	360	167	520	36 x 2	135	85	42	360

Ø vérin (mm)	TRINORM ISO/CETOP		TRINORM CNOMO/AFNOR		
	L	M1* mini	E1* mini	K	L
25	-	-	39	17	80
32	80	35	39	17	80
40	110	35	39	17	110
50	110	35	51	23	110
63	125	45	51	23	125
80	125	45	51	28	125

* Valeurs supérieures réalisables sur demande

Les vérins (suite)

21.1.7.7. Les vérins cylindriques sans tirants d'assemblage (ISOCLAIR)

Diamètres 8 - 10 - 12 - 16 - 18 - 20 - 25 -

Sélection du matériel

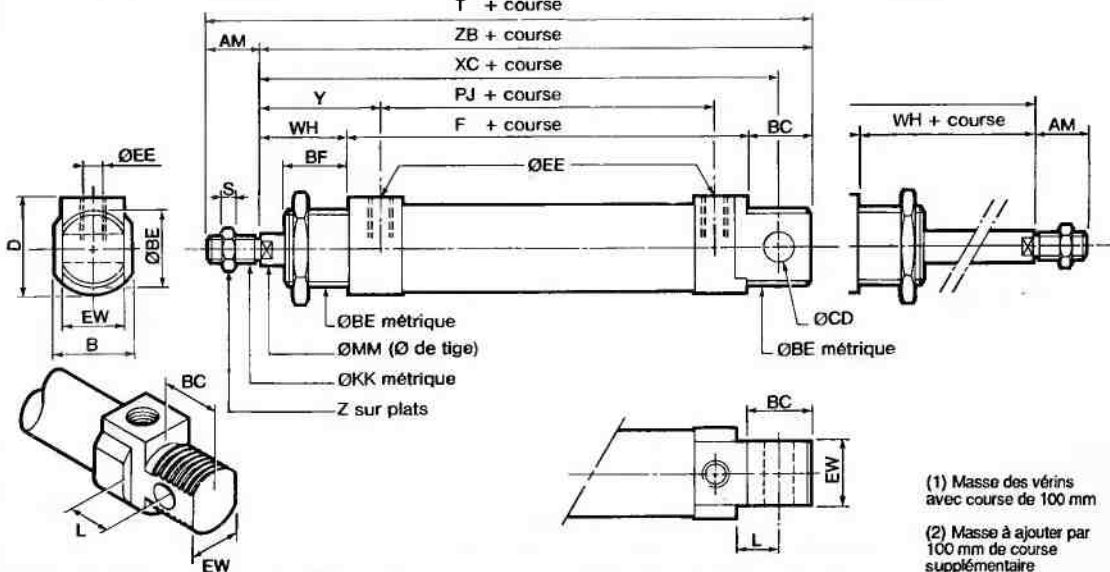
Vérins simple effet						Vérins double effet						
Alésages (mm)	Courses (mm)	Raccordement	Alésages (mm)	Courses (mm)	Raccordement	Alésages (mm)	Courses (mm)	Raccordement	Alésages (mm)	Courses (mm)	Raccordement	
Ø 8	25	M 5	Ø 16	25	M 5	Ø 8	25	M 5	Ø 16	25	M 5	
	50			50			80			80		100
	100			100			100			160		
Ø 10	25	M 5	Ø 20	25	G 1/8"	Ø 10	25	M 5	Ø 20	25	G 1/8"	
	50			50			80			80		100
	100			100			100			160		
Ø 12	25	M 5	Ø 25	25	G 1/8"	Ø 12	25	M 5	Ø 25	25	G 1/8"	
	50			50			80			80		100
	100			100			100			160		

Encadrements et masses

Vérin nu (livré avec écrou de fond)

simple tige

double tige



(1) Masse des vérins avec course de 100 mm

(2) Masse à ajouter par 100 mm de course supplémentaire

Ø Alésage (mm)	COTES (mm)																		
	AM	B	BC	ØBE	BF	CD	D	EE	EW	F	F1	ØKK	L	MM	PJ	PK	S	T	WH
8	12	12	12	12 x 1,25	12	4 H 9	18	M 5	8 d 13	46	-	4 x 0,7	6	4	31	-	2	86	16
10	12	12	12	12 x 1,25	12	4 H 9	18	M 5	8 d 13	46	-	4 x 0,7	6	4	31	-	2	86	16
12	16	16	14	16 x 1,5	14	6 H 11	20	M 5	12 d 11	48	-	6 x 1	9	6	34	-	3	100	22
16	16	20	14	16 x 1,5	14	6 H 11	21	M 5	12 d 11	54,5	55,5	6 x 1	9	6	40,5	41	3	106,5	22
20	20	24	17,5	22 x 1,5	17,5	8 H 11	29	G 1/8	16 d 11	63,5	68	8 x 1,25	12	10	46,5	51	4	125	24
25	22	29	17,5	22 x 1,5	17,5	8 H 11	30	G 1/8	16 d 11	68,5	68,5	10 x 1,25	12	10	51,5	51,5	5	136	28

Ø Alésage (mm)	COTES (mm)					Masses (kg)		Ø Alésage (mm)	COTES (mm)					Masses (kg)	
	XC	Y	Z	ZB	ZM	(1)	(2)		XC	Y	Z	ZB	ZM	(1)	(2)
10	64	23,5	7	74	-	0,070	0,040	20	95	32,5	13	105	116	0,330	0,160
12	75	29	10	84	-	0,160	0,090	25	104	36,5	17	114	124,5	0,400	0,200



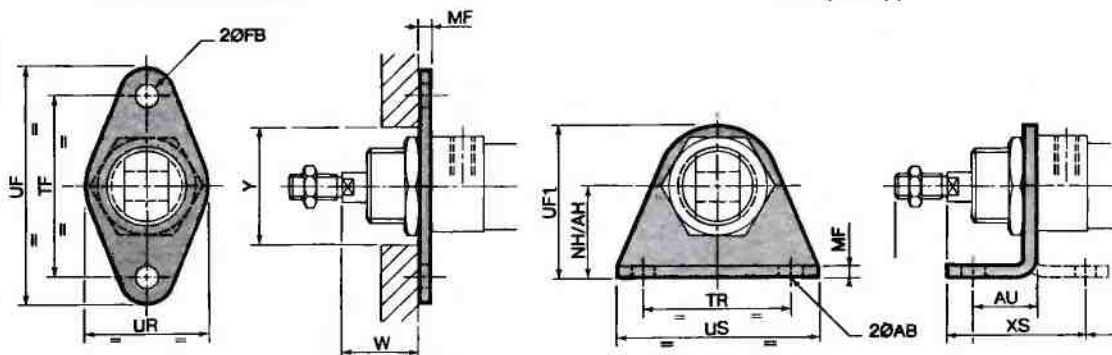
Les vérins (suite)

Les vérins cylindriques sans tirants d'assemblage (ISOCLAIR) (suite)

Possibilités de fixation

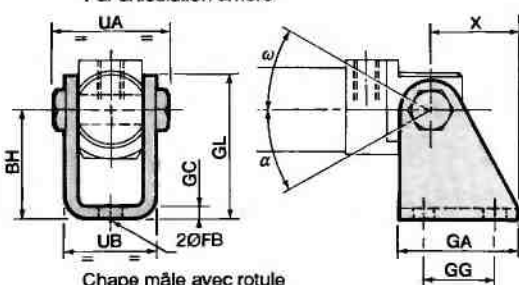
Par bride avant ou arrière

Par équerre (s)



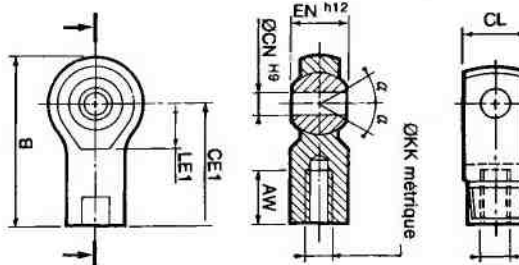
Ø Alésage (mm)	COTES (mm)											Masses (kg)		
	AU	ØAB ØFB	MF	NH AH	TF	TR	UR	UF	UF1	US	XS	Y	Bride AV ou AR	Equerre
8	10	4,5	3	16	30	25	25	40	25	35	24	22	0,020	0,030
10	10	4,5	3	16	30	25	25	40	25	35	24	22	0,020	0,030
12	14	5,5	4	20	40	32	24	52	32	44	32	22	0,020	0,050
16	14	5,5	4	20	40	32	24	52	32	44	32	22	0,020	0,050
20	17	6,6	5	25	50	40	32	64	41	54	36	31	0,040	0,100
25	17	6,6	5	25	50	40	32	64	41	54	40	31	0,040	0,100

Par articulation arrière



Chape mâle avec rotule

Ø Alésage (mm)	COTES (mm)										α	ω
	BH	FB	GA	GC	GG	GL	UA	UB	X	α		
8	24	4,5	20	2,5	12,5	29	18	13	15	7°	160°	
10	24	4,5	20	2,5	12,5	29	18	13	15	7°	160°	
12	27	5,5	25	3	16	35	25	18,5	18	50°	180°	
16	27	5,5	25	3	16	35	25	18,5	18	47°	180°	
20	30	6,6	32	4	20	40	32	24,5	22	35°	180°	
25	30	6,6	32	4	20	40	32	24,5	22	33°	180°	



Chape femelle

Ecrou de fond

Ø Alésage (mm)	COTES (mm)																	
	AW	B	ØBE	CE	CE1	ØCK	CL	CM	ØCN	E	EN	K	ØKK	KV	KW	LE	LE1	α
8	10	36	12 x 1,25	16	27	5	8	4	5	21	8	11	4 x 0,7	19	6	8	10	4°
10	10	36	12 x 1,25	16	27	5	8	4	5	21	8	11	4 x 0,7	19	6	8	10	4°
12	12	40	16 x 1,5	24	30	6	12	6	6	31	9	16,5	6 x 1	19	4	12	11	4°
16	12	49	16 x 1,5	24	30	6	12	6	6	31	9	16,5	6 x 1	19	4	12	11	4°
20	16	48	22 x 1,5	32	36	8	16	8	8	42	12	22	8 x 1,25	27	5	16	13	4°
25	20	57	22 x 1,5	40	43	10	20	10	10	52	14	26	10 x 1,25	27	5	20	15	4°



Les vérins (suite)

Les vérins cylindriques sans tirants d'assemblage (ISOCLAIR) (suite)

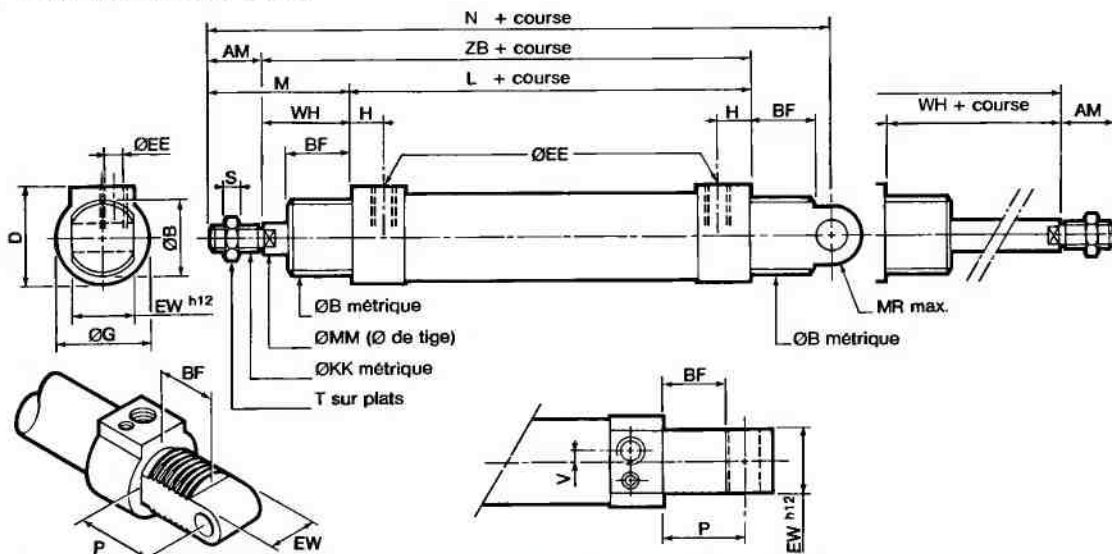
Diamètres 32 - 40 - 50 - 63.

Sélection du matériel

Vérins simple effet						Vérins double effet					
Alésages (mm)	Courses (mm)	Raccordement	Alésages (mm)	Courses (mm)	Raccordement	Alésages (mm)	Courses (mm)	Raccordement	Alésages (mm)	Courses (mm)	Raccordement
Ø32	25 50	G1/8"	Ø 50	25 50	G1/4"	Ø 32	25 50 100 160 200 250	G1/8"	Ø 50	25 50 100 160 200 250 320 400	G 1/8 "
Ø40	25 50	G1/4"	Ø63	25 50	G 3/8 "	Ø 40	25 50 100 160 200 250 320 400	G1/8"	Ø 63	25 50 100 160 200 250 320 400 500	G 3/8 "

Encombrements et masses

Vérin nu (livré avec écrou de fond)



Ø Alésage (mm)	COTES (mm)																		
	AM	ØBE	BF	D	ØEE	EW	ØG	H	ØKK	L*	L1	M	ØMM	MR	N*	P	PK	S	T
32	22	30 x 1,5	16	39	G 1/8	26	38	13,5	10 x 1,25	92	102	49	12	11	165	24	75	5	17
40	24	36 x 1,5	19	46	G1/4	28	45	16,5	12 x 1,25	107	126	53	18	13	184	24	93	6	19
50	32	45 x 1,5	23,5	60	G1/4	32	60	14	16 x 1,5	110	129	67	18	13	202	25,5	101	8	24
63	32	45 x 1,5	23	75	G3/8	40	75,5	17	16 x 1,5	125	143	67	22	17	223	31	109	8	24

Ø Alésage (mm)	COTES (mm)				Masses (kg)	
	V	WH	ZB*	ZM	(1)	(2)
32	3,5	27	119	156	0,540	0,260
40	4,7	29	136	184	1	0,400
50	5,2	35	145	199	1,400	0,450
63	5,5	35	160	213	2,100	0,700

* + 25 mm pour les vérins simple effet course 50.

(1) Masse des vérins avec course de 100 mm.

(2) Masse à ajouter par 100 mm de course supplémentaire.

Nota : Les fixations sont toujours livrées non montées

Les vérins (suite)

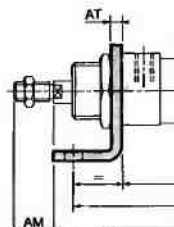
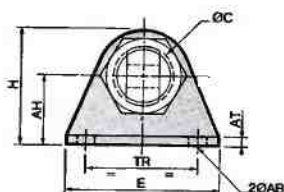
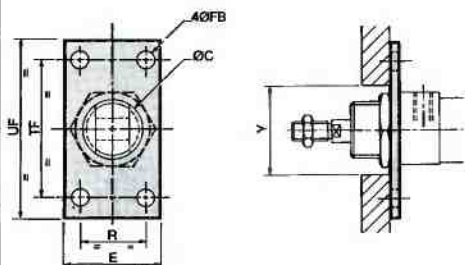
Les vérins cylindriques sans tirants d'assemblage (ISOCLAIR) (suite)

Diamètres 32 - 40 - 50 - 63. (suite)

Possibilités de fixation

Par bride avant ou arrière rectangulaire

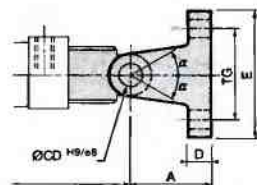
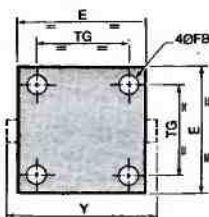
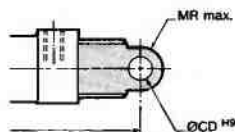
Par pattes d'équerre sur extrémité



Ø Alésage (mm)	COTES (mm)												Masses (kg)	
	AO	ØC	E	ØAB	ØFB	H	AH	AT	R	TF	TR	UF	Y	Bride AV ou AR
32	6,5	30	45	7	51	32	3	32	64	32	80	45	0,090	0,160
40	8	36	52	9	60	36	3	36	72	36	90	53	0,130	0,230
50	10	45	75	9	73	45	4	45	90	45	110	70	0,290	0,540
63	10	45	75	9	85	50	4	50	100	50	120	70	0,330	0,640

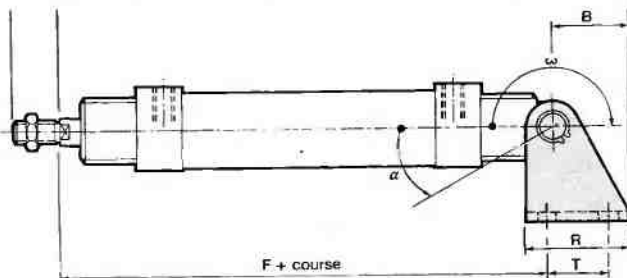
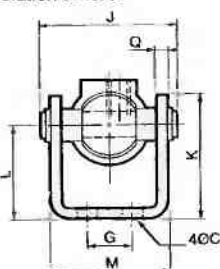
Par tenon arrière

Fixation articulée complète



Ø Alésage (mm)	COTES (mm)											Masses (kg)		* + 25 mm pour les vérins simple effet course 50.
	A	ØCD	D	E	EW	FB	MR	TG	XD*	Y	α max	Articulée complète		
32	29	10	8	45	26	7	11	33	143	54	90°	0,200		
40	22,5	12	7	52	28	7	13	40	160	62	83°	0,230		
50	25,5	12	9	65	32	9	13	49	170	70	62°	0,400		
63	30	16	9	75	40	9	17	59	191	60	77°	0,570		

Articulation arrière



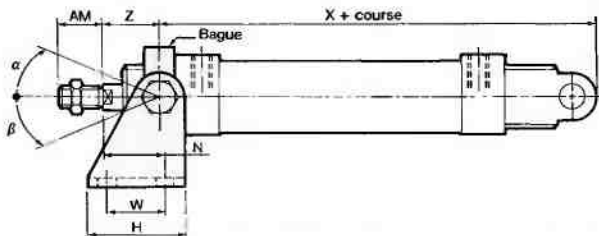
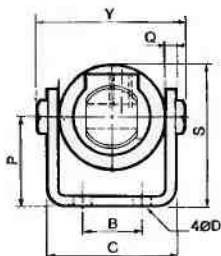
Ø vérin (mm)	COTES (mm)													Masses de l'articulation (kg)	
	B	C	F	G	J	K	L	M	Q	R	T	α	ω		
32	28	7	139	20	52	47	35	45	4	40	24	35°	180°	0,140	
40	37	9	157	28	62	53	40	56	5	50	30	30°	170°	0,250	
50	40	9	166	36	75	59	45	69	6	54	34	20°	165°	0,360	
63	52	9	193	42	89	66	50	82	6	65	35	20°	160	0,520	

Les vérins (suite)

Les vérins cylindriques sans tirants d'assemblage (ISOCLAIR) (suite)

Diamètres 32 - 40 - 50 - 63. (suite)

Fixation par articulation avant



Ø vérin (mm)	COTES (mm)															Masses (kg)	
	AM	B	C	D	H	N	P	Q	S	W	X	Y	Z	α	β	(1)	(2)
32	22	28	66	9	50	22 ⁰ _{-0,5}	40	5	63	30	135 ⁰ _{-0,5}	64,5	19 ⁰ _{-0,5}	30°	30°	0,800	0,260
40	24	36	81	9	54	23 ⁰ _{-0,5}	45	6	73,5	34	153 ⁰ _{-0,5}	77,5	19 ⁰ _{-0,5}	30°	30°	1,430	0,400
50	32	42	94	9	65	24 ⁰ _{-0,5}	50	6	85	35	159 ⁰ _{-0,5}	90,5	23 ⁰ _{-0,5}	30°	30°	2,030	0,450
63	32	60	106	11	80	28,5 ⁰ ₋₁	65	8	110	50	184 ⁰ ₋₁	116,5	23,5 ⁰ ₋₁	30°	30°	3	0,700

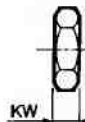
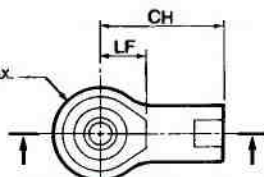
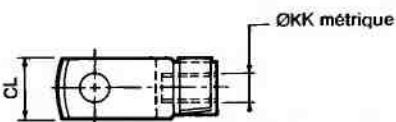
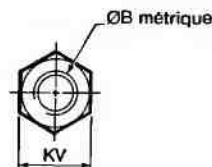
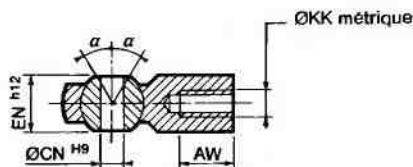
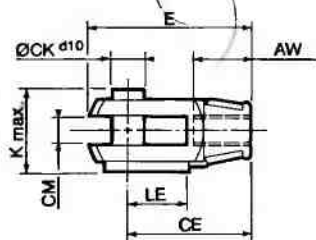
(1) Masse des vérins + bagues et articulations, pour course de 100 mm.

(2) Masse à rajouter par 100 mm de course supplémentaire.

Chape femelle pour extrémité de tige

Teron à rotule pour extrémité de tige

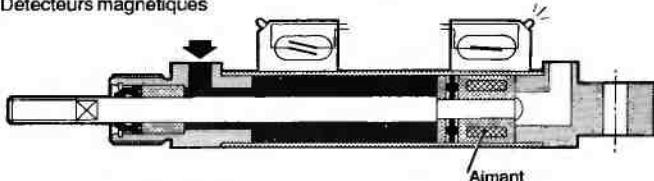
Ecrou de fond



Ø Alésage (mm)	COTES (mm)																	
	AW	ØB	CE	CH	ØCK	CL	CM	ØCN	E	EN	ER	K	ØKK	KV	KW	LE	LF	α max
32	20	30 x 1,5	40	43	10	20	10 ⁰ _{-0,5}	10	56	14	14	26	10 x 1,25	35	10	20	15	4°
40	22	36 x 1,5	48	50	12	24	12 ⁰ _{-0,5}	12	67	16	16	32	12 x 1,25	42	10	24	17	4°
50	28	45 x 1,5	64	64	16	32	16 ⁰ _{-0,5}	16	89	21	21	41	16 x 1,5	60	12	32	22	4°
63	28	45 x 1,5	64	64	16	32	16 ⁰ _{-0,5}	16	89	21	21	41	16 x 1,5	60	12	32	22	4°

Ø Alésage	Masses (kg)			Ø Alésage	Masses (kg)		
	Chape de tige	Teron de tige	Ecrou		Cape de tige	Teron de tige	Ecrou
32	0,100	0,070	0,030	50	0,330	0,220	0,140
40	0,150	0,120	0,040	63	0,330	0,220	0,140

Détecteurs magnétiques



Vérins prévus pour fonctionner avec des détecteurs de positions, fixés par colliers sur le tube.

Les vérins (suite)

21.1.7.8. Les vérins antirotation de tiges

Vérins à dispositif intérieur ou vérins bitige

Sélection du matériel

Ø Alésage (mm)	Courses (mm) *	Ø Raccordement	Ø Alésage (mm)	Courses (mm) *	Ø Raccordement	Ø Alésage (mm)	Courses (mm) *	Ø Raccordement	Ø Alésage (mm)	Courses (mm) *	Ø Raccordement	
Ø 40	50	G 1/4	Ø 50	50	G 1/4	Ø 63	50	G 3/8	Ø 80	50	G 3/8 1/4	
	100			100			100			100		100
	160			160			160			160		160
	200			200			200			200		200
	250			250			250			250		250
	320			320			320			320		320
400	400	400	400	500								

Encombrements et masses

Bitige avant

Vérin Ø 50 à 80 mm
4 trous Ø D1

Vérin Ø 40 mm
2 trous Ø D1

Ø Alésage (mm)	Masse	
	(1)	(2)
40	1,500	0,400
50	2,500	0,570
63	3,750	0,990
80	5,950	1,300

Ø Alésage (mm)	Masse	
	(1)	(2)
40	1,790	0,600
50	2,270	0,780
63	4,150	1,160
80	5,980	1,360

Bitige avant simple tige AR T3

Ø B =
Ø MM
P sur plat
Ø KK métrique

Ø Alésage (mm)	Masse	
	(1)	(2)
40	1,760	0,520
50	2,640	0,570
63	4,180	0,850
80	6,700	1,100

Ø Alésage (mm)	Masse	
	(1)	(2)
40	1,760	0,520
50	2,640	0,570
63	4,180	0,850
80	6,700	1,100

(1) Masse des vérins avec une course de 100 mm.
(2) Masse à rajouter par 100 mm de course supplémentaire.

Ø Alésage (mm)	COTES (mm)															
	AG	AM	A5	A6	A11	B	C	C1	D	D1	D3	E	ØE4	E5	E6	E7
40	172	24	144,5	143,5	172	32	117	116	52	M 8	G1/4	15	22,5	40	40	45
50	188	32	153	152	185	32	121	120	65	M 8	G1/4	18	30	50	50	55
63	198	32	163	164	197	45	129	130	75	M 10	G3/8	22	38	63	63	70
80	220	40	172,5	173,5	212	45	133	134	95	M 12	G3/8	22	50	80	80	95

Ø Alésage (mm)	COTES (mm)															
	E8	E10	F	F1	F2	F3	F4	F5	H	J	K	ØKK	ØMM	P	VD	WH
40	4	40	11	93,5	74	29,5	92	12,5	12,5	M 6	9	12 x 1,25	18	13	15	27,5
50	5	49	14	93	73,5	32,5	93	14	14	M 8	12	16 x 1,5	18	13	15	35
63	5	59	16	95	79	33	93	18	18	M 8	12	16 x 1,5	22	17	20	35
80	5	75	16	102	86	33	103	16	15	M 10	15	20 x 1,5	22	17	20	47,5

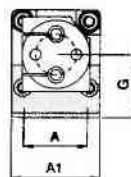
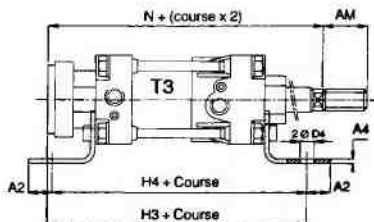
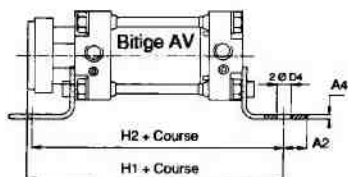


Les vérins (suite)

Les vérins antirotation de tiges (suite)

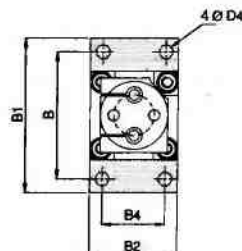
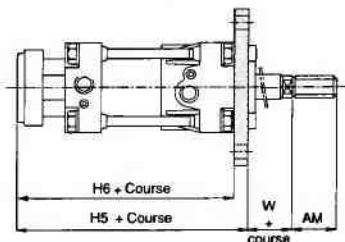
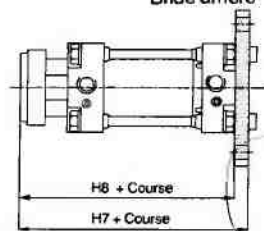
Possibilités de fixation

Pattes d'équerre



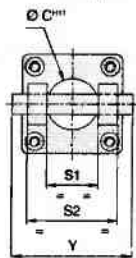
Nota : vérin T 4 même encombrement

Bride arrière

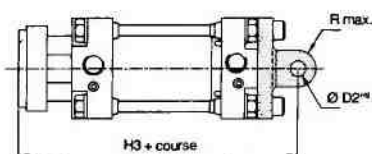
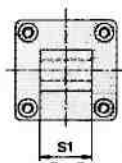


Ø Alésage (mm)	COTES (mm)																				
	A	AM	A1	A2	A4	B	B1	B2	B4	D4	G	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	N	W
40	36	24	52	9,5	3	72	90	52	36	9	36	170	168	169	167	151	143,5	152	144,5	171	20
50	45	32	65	15	4	90	110	65	45	9	45	183	181	182	180	162	152	163	153	187	25
63	50	32	75	15	4	100	120	75	50	9	50	193	189	194	190	174	164	173	163	199	25
80	63	40	95	13	5	126	150	95	63	12	63	215	218	216	219	191	173,5	190	172,5	221	30

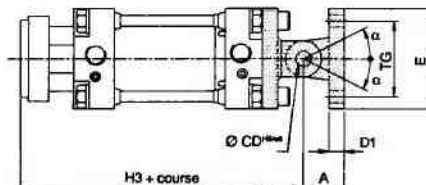
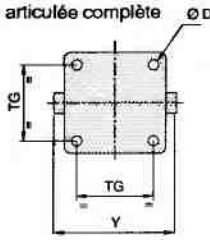
Chappe arrière démontable



Tenon arrière démontable



Fixation articulée complète



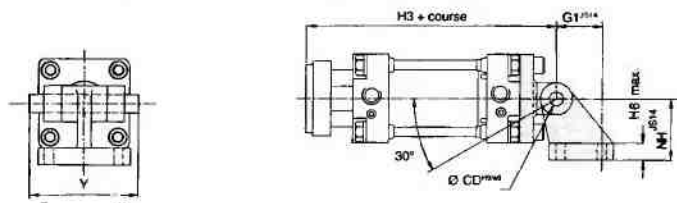
Ø Alésage (mm)	COTES (mm)														α
	A	C	CD	ØD	D1	D2	E	H3	R	S1	S2	TG	Y		
40	22,5	32	12	7	7	12	52	167	12	28	52	40	62	45°	
50	25,5	32	12	9	9	12	65	178,5	12	33	60	49	70	25°	
63	30	45	16	9	9	16	75	193	16	40	70	59	80	35°	
80	37,5	45	16	11	11	16	95	210	16	50	90	75	100	35°	



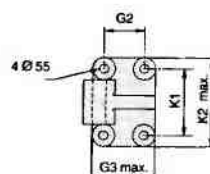
Les vérins (suite)

Les vérins antirotation de tiges (suite)

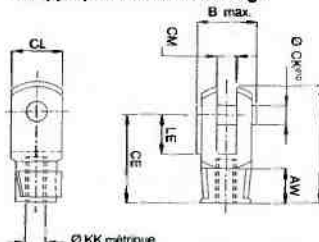
Fixation articulée complète d'équerre



Vue de dessus de l'équerre

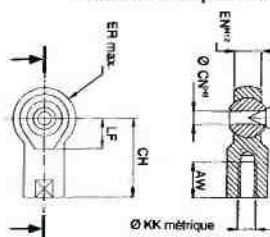


Chappe pour extrémité de tige



Masses (kg)
 Ø 40 = 0,150
 Ø 50 - 63 = 0,330
 Ø 60 = 0,670

Tenon à rotule pour extrémité de tige

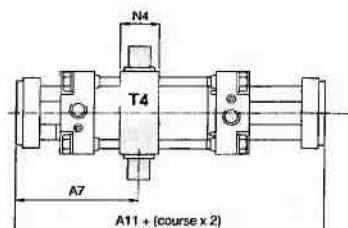
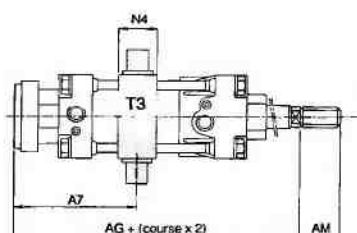
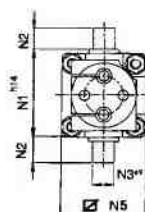
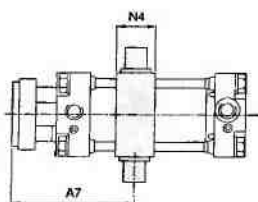


Masses (kg)
 Ø 40 = 0,150
 Ø 50 - 63 = 0,330
 Ø 80 = 0,670

α : débattement
 angulaire : 4°

Ø Alésage (mm)	COTES (mm)																								
	AW	B	CD	CE	CH	ØCK	CL	CM	ØCN	E	EN	ER	G1	G2	G3	H3	H6	ØKK	K1	K2	LE	LF	NH	S5	Y
40	22	32	12	48	50	12	24	12 ^{+0,5}	12	62	16	16	24	22	35	167	10	12 x 1,25	41	54	24	17	36	5,5	62
50	28	41	12	64	64	16	32	16 ^{+0,15}	16	83	21	21	33	30	45	178,5	12	16 x 1,5	50	65	32	22	45	6,6	70
63	28	41	16	64	64	16	32	16 ^{+0,15}	16	83	21	21	37	35	50	193	12	16 x 1,5	52	67	32	22	50	6,6	80
80	33	48	16	80	77	20	40	20 ^{+0,6}	20	105	25	25	47	40	60	210	14	20 x 1,5	66	86	40	26	63	9	100

Tourillon mâle



Ø	Bitige AV T3					Bitige AV T4				
	Sans détecteur		Avec détecteurs			Sans détecteur		Avec détecteurs		
	A7 min.	A7 max.	A7 min.	A7 max.	C min.	A7 min.	A7 max.	A7 min.	A7 max.	C min.
40	70	77,5 + C	112,5	35 + C	100	70	98 + C	114,5	C + 70	100
50	78	86 + C	117	43,5 + C	100	78	106,5 + C	120	C + 78	100
63	82,5	87,5 + C	125,5	44,5 + C	100	82,5	107,5 + C	127,5	C + 82,5	100
80	102,5	102,5 + C	133	54 + C	100	102,5	102,5 + C	136	C + 102,5	100

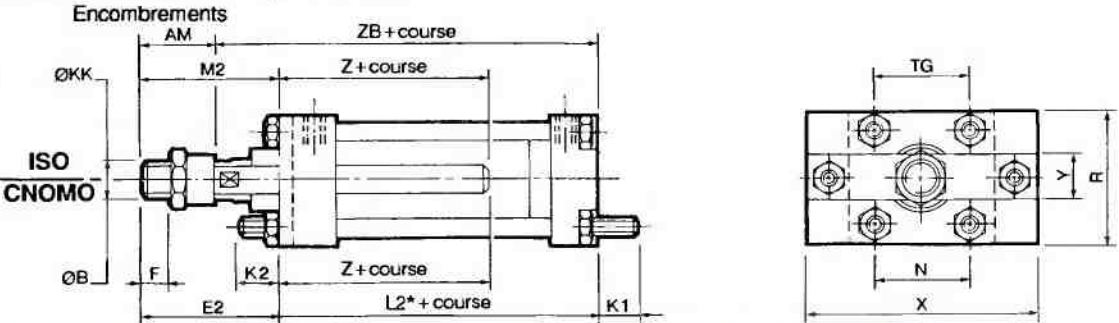
Ø Alésage (mm)	COTES (mm)									Masse tourillon seul (kg)	Courses (mm) A7 standard						
	AG	AM	A11	N1	N2	N3	N4	N5	100		160	200	250	320	400	500	
40	172	24	172	63	16	16	30	58	0,380	124	154	174	199	234	274	-	
50	188	32	185	75	16	16	30	68	0,460	132	162	182	207	242	282	-	
63	198	32	197	90	20	20	35	84	0,820	135	165	185	210	245	285	335	
80	220	40	212	110	20	20	35	102	1,060	150	180	200	225	260	300	350	



Les vérins (suite)

Les vérins antirotation de tiges (suite)

Vérins antirotation à dispositif extérieur

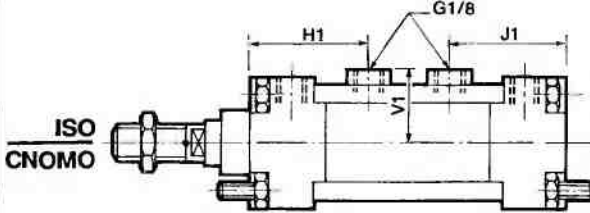


Ø vérin (mm)	TRINORM CNOMO/AFNOR											TRINORM ISO/CETOP							Masse de l'antirotation		
	ØB	E2	F	K1	K2	L2	N	R	X	Y	Z	AM	ØKK	M2	R	TG	X	Y		Z	ZB
40	16 x 1,5	62	18	17	8	118	40	52	92	20	72,5	24	12 x 1,25	43,5	52	40	92	20	72,5	137,5	0,260
50	16 x 1,5	62	18	23	15	118	49	65	104	20	72,5	32	16 x 1,5	59	65	49	104	20	72,5	145	0,300
63	20 x 1,5	77	24	23	15	133	59	75	118	25	80,5	32	16 x 1,5	59	75	59	118	25	80,5	160	0,340

* +8 mm par rapport à la longueur normalisée

21.1.7.9. Les vérins à prise de pression

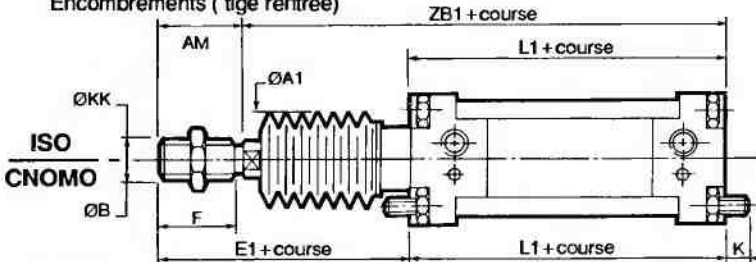
Encadrements



Ø vérin	COTES (mm)			Position des bossages (en fonction des courses mini ci-dessous - mm)		Plage d'information Fdc ⁽¹⁾
	H1	J1	V1	en ligne	à 90°	
25	42,5	42,5	25,5	27	10	1,5
32	43	43	29	28	10	2
40	58,5	58,5	33,5	29	15	2,5
50	59	59	38,5	30	15	3
63	67,5	67,5	45	32	15	4
80	68	68	54	33	20	4,5
100	78,5	78,5	64	34	20	5
125	88,5	88,5	77	34	20	5
160	106	86	95	34	25	5
200	106	86	116	34	25	5

21.1.7.10. Les vérins avec soufflet de protection de tige

Encadrements (tige rentrée)



Ø vérin	Course maxi (mm)
25 - 32	250
40 - 50	400
63 - 200	1000

Ø vérins (mm)	TRINORM ISO/CETOP				ZB1 en fonction d'une course de : (mm)							TRINORM CNOMO/AFNOR				E1 en fonction d'une course de : (mm)						
	ØA1	AM	ØKK	L1	0-75	75-150	150-250	250-500	500-750	750-1000	ØB	F	K	L1	0-75	75-150	150-250	250-500	500-750	750-1000		
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 x 1,5	20	17	80	78	104	129	-	-	-	-	
32	41	22	10 x 1,25	80	146	172	197	-	-	-	10 x 1,5	20	17	80	78	104	129	-	-	-	-	
40	41	24	12 x 1,25	110	221,5	221,5	221,5	301,5	-	-	16 x 1,5	36	17	110	154	154	154	234	-	-	-	
50	60	32	16 x 1,25	110	229	229	229	309	-	-	16 x 1,5	36	23	110	154	154	154	234	-	-	-	
63	80	32	16 x 1,25	125	244	244	244	324	404	514	20 x 1,5	46	23	125	169	169	169	249	329	439	-	
80	86	40	20 x 1,5	125	256,5	256,5	256,5	336,5	416,5	526,5	20 x 1,5	46	28	125	169	169	169	249	329	439	-	
100	86	40	20 x 1,5	145	261,5	261,5	261,5	321,5	361,5	441,5	27 x 1,5	63	28	145	179	179	179	239	299	359	-	
125 ISO	86	54	27 x 2	145	286,5	286,5	286,5	346,5	406,5	466,5	27 x 1,5	63	34	145	179	179	179	239	299	359	-	
CETOP	88	46	24 x 2	145	286,5	286,5	286,5	346,5	406,5	466,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
180	86	72	36 x 2	180	330	330	330	374	419	484	36 x 2	85	42	180	205	205	205	249	294	369	-	
200	86	72	36 x 2	180	345	345	345	369	434	509	36 x 2	85	42	180	205	205	205	249	294	369	-	

Les vérins (suite)

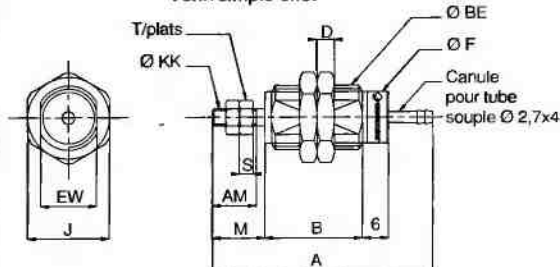
21.1.7.11. Les vérins filetés (mini - vérins)

Sélection de matériel

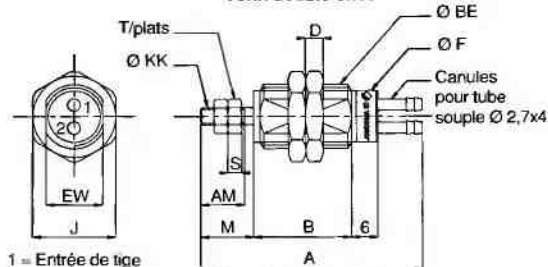
Vérins simple effet				Vérins double effet			Efforts développés à 6 bars (daN)		
Alésage (mm)	Courses (mm)	Masses (g)	Ø raccordement	Courses (mm)	Masse (g)	Ø raccordement	Simple effet		
							Simple effet	Double effet	
Ø 6	5	10	canule 2,7 x 4	5	34	canules 2,7 x 4	sortie 1,3	sortie 1,7	rentrée 1,3
	10	15		10	42				
	15	18		15	50				
Ø10	5	30	canule 2,7 x 4	5	82	canules 2,7 x 4	3,6	4,2	3,4
	10	37		10	94				
	15	42		15	106				
Ø16	5	86	canule 2,7 x 4	5	126	canules 2,7 x 4	8,8	10	9,2
	10	93		10	138				
	15	100		15	155				

Encadrements

Vérin simple effet



Vérin double effet



1 = Entrée de tige
2 = Sortie de tige

Courses	Courses			A	B	AM	BE	D	EW	F	J	KK	M	S	T	
	5	10	15													
Ø 6	38	45	52	13,5	20,5	27,5	7	M10 x 1	3	9	8,5	12	M3	8,5	2,4	5
Ø 10	44	51	57	16	22,5	26,5	10	M15 x 1,5	4	13	12	19	M4	12	3,2	6
Ø 16	53	58	63	22,5	27,5	32,5	12	M22 x 1,5	5	20	18,5	27	M5	12	5	7

21.1.7.12. Les vérins à faible course

Sélection du matériel

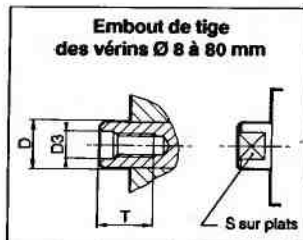
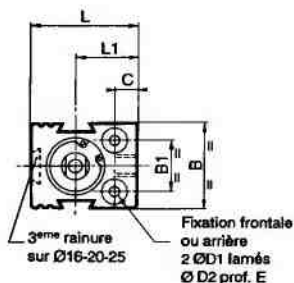
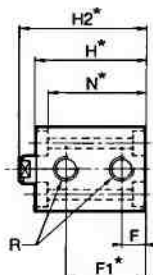
Vérins simple effet					Vérins double effet					
Ø Alésage (mm)	Courses (mm)	Effort de poussée 6 bars (daN)	Forces de rappel par ressort (daN)	Masses (kg)	Ø raccordement	Courses (mm)	Effort de poussée 6 bars (daN)	Forces de rappel 6bar (daN)	Masses (kg)	Ø raccordement
8	4	2,5	0,3	0,050	M5	10	2,7	2	0,050	M5
10	4	3,9	0,5	0,060	M5	10	4,2	3,4	0,060	M5
12	4	5,6	0,7	0,070	M5	10	6	5,4	0,070	M5
	10	5,6	0,7	0,070	M5	-	-	-	-	-
16	4	10	1,2	0,100	G1/8"	10	10	8,1	0,100	M5
	10	10	1,2	0,100	-	-	-	-	-	-
20	4	16	1,4	0,200	-	10	16	13,5	0,200	G1/8"
	10	16	1,4	0,200	-	25	16	13,5	0,200	-
25	5	25	2,2	0,300	-	10	27	22	0,300	-
	10	25	2,2	0,300	-	25	27	22	0,300	-
32	5	40	3,6	0,350	-	10	46	40	0,350	-
	10	40	3,6	0,350	-	25	46	40	0,350	-
	25	40	3,6	0,350	-	-	-	-	-	-
40	10	63	4,8	0,500	-	10	70	62	0,500	-
	25	63	4,8	0,500	-	25	70	62	0,500	-
50	10	100	6,3	0,650	-	10	110	95	0,650	-
	25	100	6,3	0,650	-	25	110	95	0,650	-
63	10	160	8,5	0,850	-	10	170	158	0,850	-
	25	160	8,5	0,850	G1/8"	25	170	158	0,850	G1/8"
80	25	251	11,5	1,500	G1/4"	25	285	255	1,500	G1/4"

Les vérins (suite)

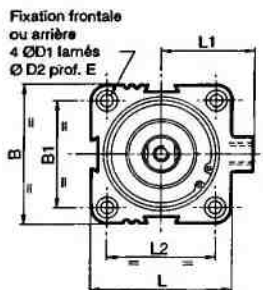
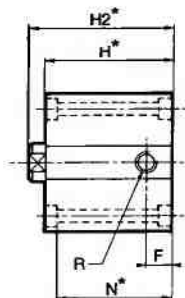
Les vérins à faible course (suite)

Encombrements

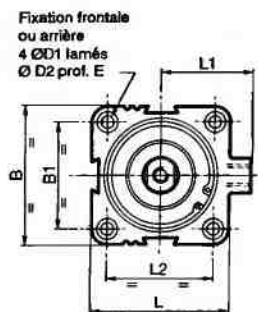
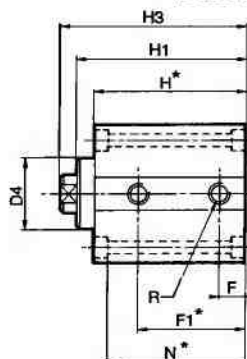
Ø 8 à 25 mm. Vérin simple et double effet



Ø 32 à 80 mm- Simple effet



Ø 32 à 80 mm- Double effet

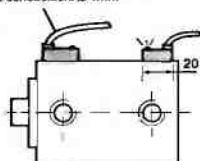


Ø Alésage (mm)	B	B ₁	C	Ø D	Ø D ₁	Ø D ₂	Ø D ₃	Ø D ₄	E	F	F ₁ *	H*	H ₁ *	H ₂ *	H ₃ *	L	L ₁	L ₂	N*	ØR	S	T
8	20	11	4,5	4	3,4	6	M 2,5	-	3,4	5	14	22	-	23	-	24	15	-	18,6	M 5	3,5	3,5
10	21	12	6	4	3,4	6	M 2,5	-	3,4	5	14,5	23	-	24	-	25,5	16,5	-	19,6	M 5	3,5	3,5
12	23	13	6,5	4	3,4	6	M 2,5	-	3,4	5	15,5	23	-	24	-	27,5	18,5	-	19,6	M 5	3,5	3,5
16	28	18	8	8	4,5	8	M 4	-	4,6	6	18	32	-	36,5	-	34	20	-	27,4	M 5	6	8
20	32	20	9	10	5,5	10	M 5	-	5,7	8	20	32	-	36,5	-	40	24	-	26,3	G1/8	8	11
25	38	26	9	10	5,5	10	M 5	-	5,7	9,5	24,5	38,5	-	44	-	44	25	-	33,8	G1/8	8	11
32	45	32	-	12	5,5	10	M 6	27	5,7	9,5	22	39,5	44,5	45	50,5	48	32	36	33,8	G1/8	10	12
40	55	42	-	12	5,5	10	M 6	28	5,7	11	25,5	39,5	45,5	46	52	55	37,5	42	33,8	G1/8	10	12
50	65	50	-	16	6,6	11	M 8	34	6,8	11	25,5	39,5	45,5	47	53	65	42,5	50	32,7	G1/8	13	12
63	80	62	-	16	9	15	M 8	38,5	9	11	27,3	42	50	48,5	57,5	80	47,5	62	33	G1/8	13	14
80	100	82	-	20	9	15	M 10	44	9	12,5	29,3	46	56	54	64	100	60	82	37	G1/4	17	17,5

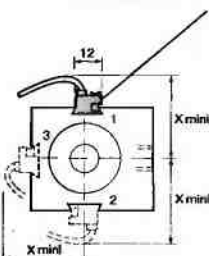
*Aux dimensions F₁, H₁, H₂, H₃ et N il est nécessaire de rajouter la valeur de la course

Encombrement des adaptations

Câble Ø 3 mm, longueur 2 m
2 conducteurs Ø 1mm



Détecteurs magnétiques



Les détecteurs magnétiques se fixent directement dans une rainure du vérin. La détection de positions rapprochées ou les très faibles courses nécessitent d'adapter 1 détecteur par rainure.

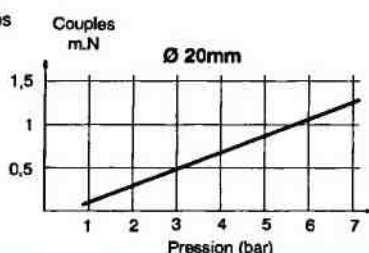
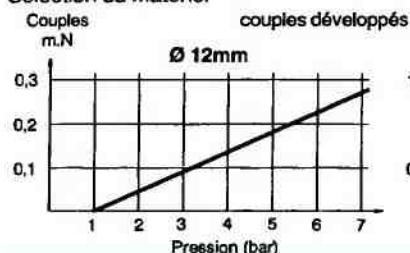
Nota : vérins Ø 8 à 12 mm : 2 rainures en 1 et 2
vérins Ø 16 à 80 mm : 3 rainures en 1,2 et 3.

Ø vérin (mm)	
	8 10 12 16 20 25 32 40 50 63 80
X	30 31 32 35 37 40 44 49 54 61 71

Les vérins (suite)

21.1.7.13. Les vérins rotatifs à 90° ou 180° Ø12 - 20 -

Sélection du matériel



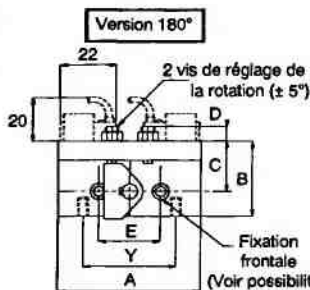
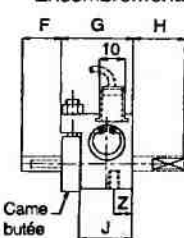
Construction

- corps en aluminium
- tige en acier
- butée en acier
- joints en nitrile (NBR)

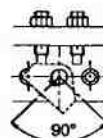
Vérin simple tige					
Ø	Alésage	Rotation	CODES	REFERENCES	Masses (kg)
Ø 12		90°	429 00 042	R12 D 90-M	0,130
		180°	429 00 043	R12 D 180-M	0,130
Ø 20		90°	429 00 046	R20 D 90-M	0,250
		180°	429 00 047	R20 D 180-M	0,320

Vérin double tige traversante (T2)					
Ø	Alésage	Rotation	CODES	REFERENCES	Masses (kg)
Ø 12		90°	429 00 044	R12 D 90 T2-M	0,130
		180°	429 00 045	R12 D 180 T2-M	0,130
Ø 20		90°	429 00 048	R20 D 90 T2-M	0,260
		180°	429 00 049	R20 D 180 T2-M	0,330

Encombrements

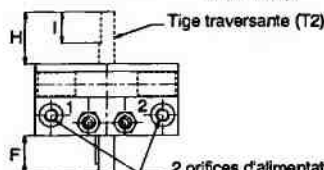
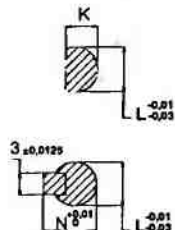


Version 90°



Vérin (mm)	COTES (mm)								
	90°	180°	B	C	D	E	F	G	H
Ø 12	55	55	30	20	6	24	15	28	20
Ø 20	53	72	42	30	10	35	20	35	25

Vérin (mm)	COTES (mm)							
	I	J	K	L	N	P	Y	Z
Ø 12	12	20	5,5	6	7,4	165	34	8
Ø 20	15	25,5	7	8	9,4	21	43	12



2 orifices d'alimentation Ø M5
Orifice 1: sens horaire, coté tige avec clavette
Orifice 2: sens horaire inverse, coté tige avec clavette

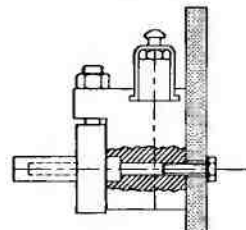
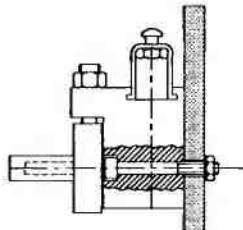
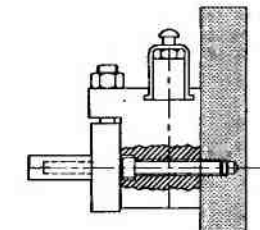
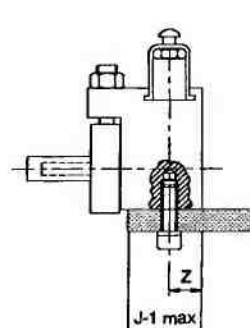
Possibilités de fixation

Fixation inférieure

Fixation frontale

Fixation frontale

Fixation arrière



Fixation frontale
Ø 12 : 2 trous Ø 3,3 lamés Ø 6,5 prof.3,5
Ø 20 : 2 trous Ø 4,2 lamés Ø 8 prof. 4,5

Fixation inférieure
Ø 12 : 2 Ø M4 prof.7
Ø 20 : 2 Ø M5 prof.8

Fixation arrière
Ø 12 : 2 Ø M4 prof.8
Ø 20 : 2 Ø M5 prof.10

Les vérins (suite)

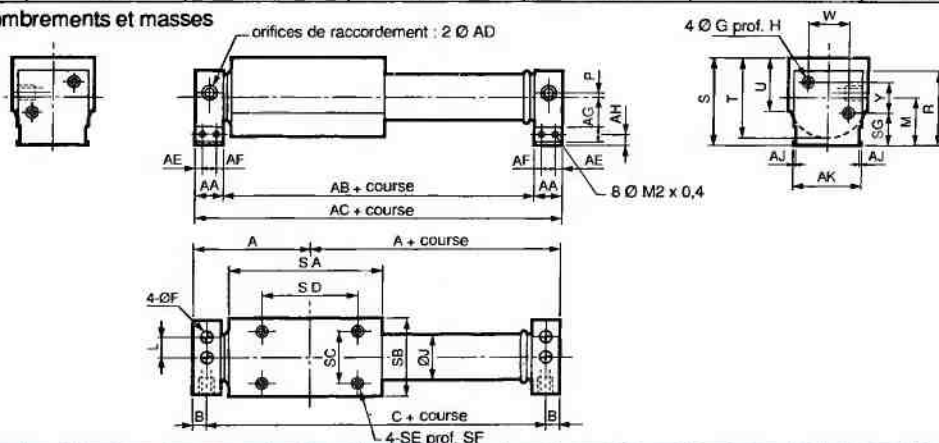
21.1.7.14. Les vérins sans tige

A chariot non guidé
Sélection du matériel

Axe du vérin

Ø (mm)	Force d'accouplement N	Charges			Couple maxi R	Course (mm)
		F1	F2	F3		
10	60	12 N	36 N	20 N	M = F x R 0,3 Nm	50 à 500
16	160	30 N	100 N	60 N	1,2 Nm	50 à 1000
25	460	80 N	280 N	160 N	4 Nm	50 à 2000

Encombresments et masses

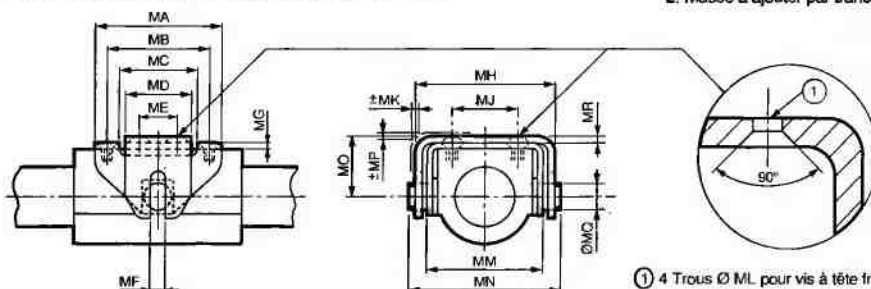


Ø (mm)	A	B	C	F	G	H	J	L	M	P	R	S	T	U	W	Y	AA	AB	AC
10	33,5	5,5	56	3,4	M 3 x 0,5	8	11	6,5	14	1	22	26,5	25	16	13	9	11	45	67
16	43	5,5	75	4,5	M 4 x 0,7	8	17,4	8	17	0	27	32	30	20	16	12	11	64	86
25	56	8	96	5,5	M 5 x 0,8	9	26,4	12	23	0	38	44	42	28	24	20	16	80	112

Ø (mm)	AD	AE	AF	AG	AH	AJ	AK	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	Masses (kg)	
															1	2
10	M 5 x 0,8	2,5	6	6	3,7	0,5	22	41	25	16	22	M 3 x 0,5	6	9,5	0,100	0,013
16	M 5 x 0,8	2,5	6	6	4	1	27	59	30	20	35	M 4 x 0,7	6	11	0,210	0,028
25	G1/8	2,5	11	6	5	1	36	74	42	30	42	M 5 x 0,8	9	13	0,550	0,047

Avec étrier compensateur d'alignement (accessoire)

1. Masse des vérins avec course 0
2. Masse à ajouter par tranche de 100 mm.



① 4 Trous Ø ML pour vis à tête fraisée F90.

Ø (mm)	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MR	Masses (kg)	
10	29	22	15	14	7	2,5	2	37	16	1	3,5	31	40	17	2	4	2	0,032
16	45	35	24	20	10	4	2,5	45	20	1	4,5	38	50	20	2	6	2,6	0,074
25	57	42	31	29	17	6	3,2	61,8	30	1,5	5,5	52,5	66	27	2	10	3,2	0,175



Les vérins (suite)

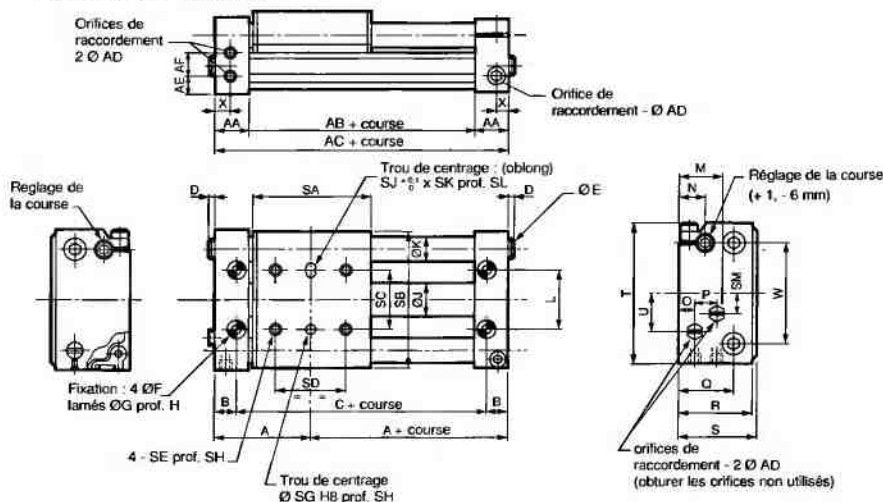
Les vérins sans tige (suite)

A chariot guidé
Sélection du matériel

Axe du vérin

Ø (mm)	Force d'accouplement N	Charge		Couple maximum			Course (mm)	
		F1	F2	F3	F4	F5		
10	60	40 N	36 N	1 Nm	0,2 Nm	36 N	1 Nm	50 à 500
16	160	80 N	100 N	2,5 Nm	0,5 Nm	100 N	2,5 Nm	50 à 750
25	460	200 N	280 N	10 Nm	2 Nm	280 N	10 Nm	50 à 1000

Encombremments et masses



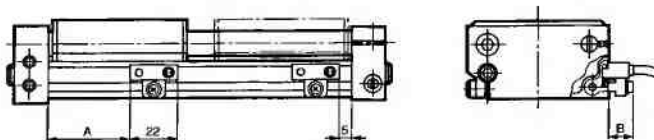
Ø (mm)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
10	37,5	9	57	4	M 10 x 1	4,5	8	4,5	11	10	20	18	12	6	11,5	26	33	34	60
16	48	11	74	4	M 10 x 1	5,5	9,5	5	17,4	12	30	20	12	7	12	27	36	38	70
25	57	14	86	4	M 14 x 1,5	6,6	11	6,5	26,4	16	40	26	16	8,5	16,5	36	48	50	94

Ø (mm)	U	W	X	AA	AB	AC	AD	AE	AF	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SJ
10	16	44	5	14	47	75	M 5 x 0,8	6	11,5	45	59	25	25	M 4 x 0,7	7	4	4	5
16	18	50	5,5	17	62	96	M 5 x 0,8	7	12	60	68	30	35	M 5 x 0,8	8	5	5	5
25	23	68	7,5	21	72	114	G 1/8	8,5	16,5	70	92	42	40	M 6 x 1	10	6	6	6

Ø (mm)	SK	SL	SM	Masses (kg)	
				1	2
10	6	4	16	0,470	0,140
16	7	5	18	0,770	0,210
25	8	6	23	1,670	0,360

1 - Masse des vérins avec course 0
2 - Masse à ajouter par tranche de 100 mm

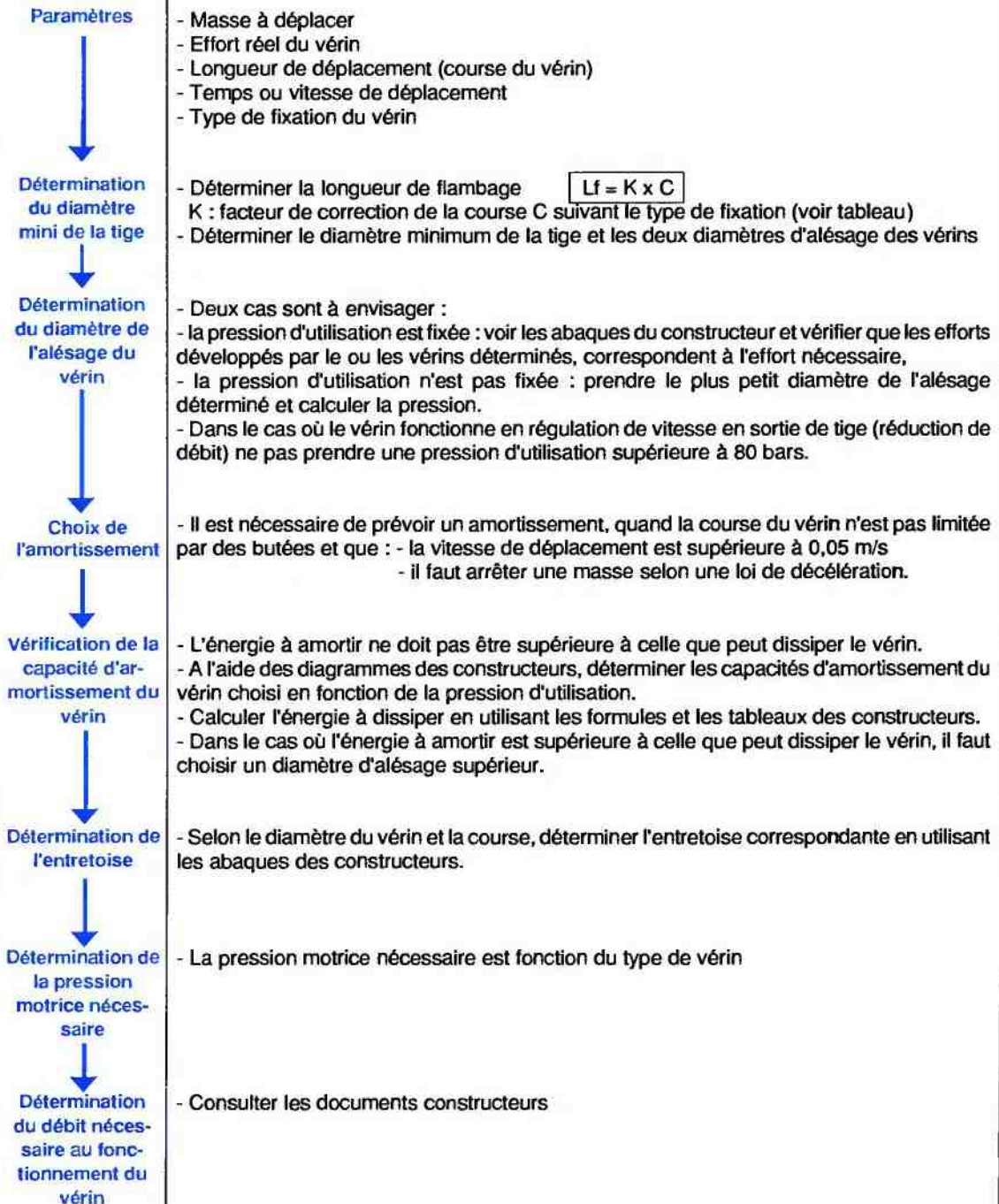
Encombremments avec détecteurs



Ø (mm)	A mini	B
10	21	8,5
16	35	8,5
25	45	1,5



21.2.1. Démarche de détermination d'un vérin



Vérins hydrauliques (suite)


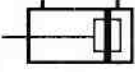
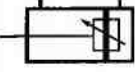
21.2.2. Guide de choix d'un vérin hydraulique

Aptitudes → Type ↓	Diamètres de l'alésage ↓ mm	Diamètre de la tige ↓ mm	Course ↓ mm	Fluide de commande ↓	Pression d'utilisation ↓ bar	Température de fonctionnement ↓ °C
 Vérins compacts VBH CPOAC	25 32 40 50 63 83 100 125	16 18 22 28 36 45 56 70	5 à 63 5 à 100 5 à 160 5 à 160 5 à 160 5 à 160 5 à 160 5 à 160	huiles minérales huiles de classe C ou huiles de classe D	200	- 20 à 90° avec huiles minérales ou fluide de classe C - 20 à 160°C avec fluide de classe D
 Vérins d'automatisation C80 H CPOAC	32 40 50 63 80 100 125 160	18 22 - 28 22 - 36 28 - 45 36 - 56 45 - 70 56 - 90 70 - 110	32 à 250 32 à 400 32 à 400 32 à 630 50 à 630 80 à 1000 100 à 1000 125 à 1000	Fluides hydrauliques filtrés. Viscosité : 15 à 50 cSt à 40° C Huiles non agressives aux élastomères de synthèse (nitrile), Etanchéité N	80 Coté fond AR en régulation de vitesse : 40	- 20 à 90°C avec qualité d'étanchéité N 160°C avec qualité d'étanchéité V
 Vérins hautes performances A 60 H - A 120 H - CPOAC	40 50 63 80	Normale-Différente 22 28 28 36 36 45 45 56	219 à 2200 251 à 2200 278 à 2200 340 à 2200	Fluides hydrauliques filtrés. Viscosité : 12 à 38 cSt à 50°C Huiles non agressives aux élas- tomères de synthèse. Etanchéité P	A 60H : 80 A 120 H : 130	- 20 à 90°C avec qualité d'étanchéité N 160°C avec qualité d'étanchéité V
 Vérins Double effet CUM BOSCH	32 40 50 50 63 63 80	18 22 28 32 32 40 40	100 à 320 60 à 400 100 à 500 100 à 500 100 à 500 100 à 500 100 à 500	Fluides hydrauliques Viscosité à +50°C	160	- 20 à 60°C

Vérins hydrauliques (suite)



Guide de choix d'un vérin hydraulique (suite)

Amortissement	Raccordement	Efforts dynamiques développés		Vitesses maxi. d'utilisation	Symbole	Remarques - Utilisations
↓	↓ Pouces	Sortie de tige ↓ daN	Rentrée de tige ↓	↓ m/s	↓	
Non amortis	Nombre d'orifices 2 x 1/8" 3 x 1/8" 3 x 1/4" 3 x 1/4" 2 x 3/8" 2 x 3/8" 2 x 1/2" 3 x 1/2"			0,2 0,2 0,2 0,2 0,2 0,1 0,1 0,1	 Vérin double effet	- Tige en XC 38f, trempé: HF55 RC, rectifié, chromé dur, poli Ra ≤ 0,1µm CLA - Fixations diverses - Etanchéité: Joints en perbunan (ou viton) sur armature métallique.
Avec ou sans amortissements avant et arrière.	(1) (2) (3) 1/8 1/4 1/8 1/4 1/4 1/8 1/4 3/8 1/4 3/8 1/2 3/8 3/8 1/2 3/8 1/2 3/4 1/2 1/2 3/4 1/2 3/4 1 3/4			0,4 0,4 0,3 0,3 0,2 0,2 0,1 0,1	 Vérin double effet avec amortissement	- Tige en XC 38f, trempé: HF55 RC, rectifié, chromé dur, poli Ra ≤ 0,1µm CLA - Fixations diverses - Etanchéité: joints à lèvres, segments métalliques - Joints: - nitrile - élastomère fluoré
Amortissements avant et arrière réglables par vis pointeau.	Bride métrique SAF 19 mm 25 mm 32 mm 38 mm			0,8 0,8 0,8 0,8	 Vérin double effet avec amortissement réglable	- Tige en XC 38f, trempé: HF55 RC, rectifié, chromé dur, poli Ra ≤ 0,1µm CLA - Fixations diverses - Etanchéité: - par joints de tige - par joints de fond et par joint racleur de tige - Joints: - nitrile - élastomère fluoré
Avec ou sans amortissement	Pas métrique 2 x M 18 x 1,5 2 x M 18 x 1,5 2 x M 18 x 1,5 2 x M 18 x 1,5 2 x M 22 x 1,5 2 x M 22 x 1,5 2 x M 22 x 1,5	1285 2010 3140 3140 4990 4990 8050	880 1400 2155 1860 3700 2980 6040	0,5 admissible par le matériau d'étanchéité	Vérin double effet avec amortissement réglable	- Tige en XC 38f, trempé: HF55 RC, rectifié, chromé dur, poli Ra ≤ 0,1µm CLA - Fixations diverses - Etanchéité: joints à lèvres PTFE pour le joint de piston

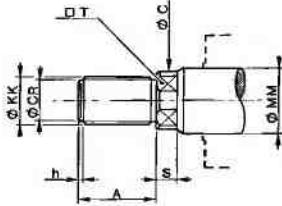
(1) Gaz, (2) Briggs, (3) direct gaz.

21.2.3. Les vérins

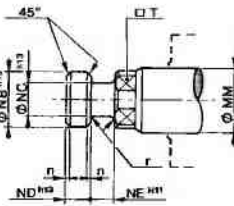
21.2.3.1. Les vérins compacts (VBH)

Encombrements

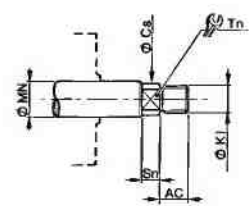
Extrémité fileté



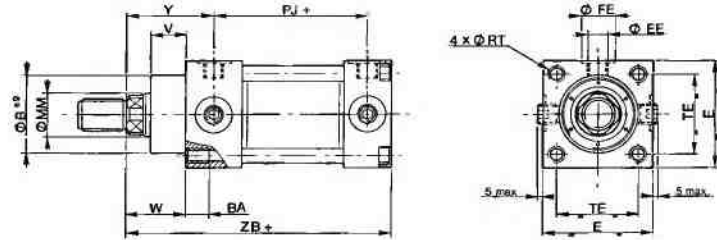
Extrémité tenon



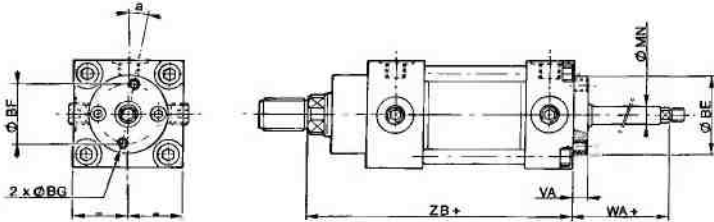
Tige d'information



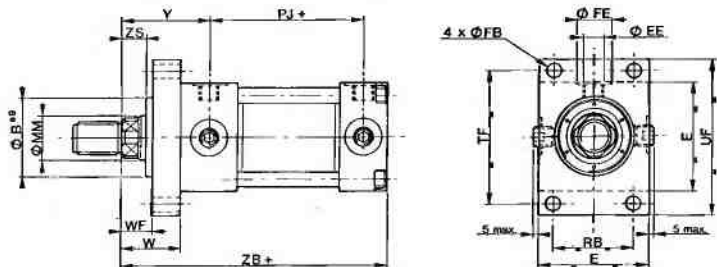
Fixation par taraudage dans la tête (CNOMO 05.07.66)



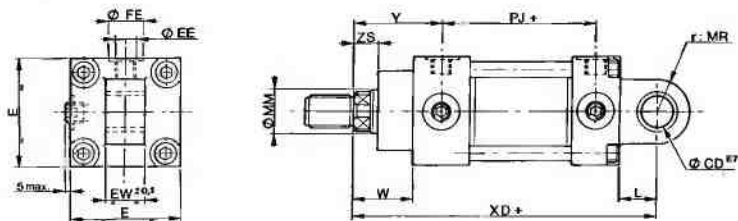
Tige d'information (CNOMO 05.07.70)



Fixation par plaque avant intégrée (CNOMO 05.07.67)



Fixation par articulation arrière (CNOMO 05.07.69)

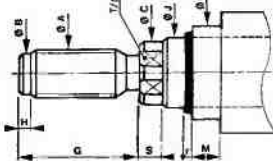


Les vérins (suite)

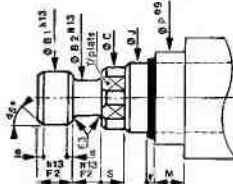
Les vérins d'automatisation (C 80 H) (suite)

cotes	alésage Ø						cotes	alésage Ø					
	32	40	50	63	80	100		32	40	50	63	80	100
A	45	52	65	75	95	115	L	25	36	36	40	40	50
A1	56	63	65	75	95	115	Q2	10	10	14	14	16	20
A2	33,5	37	32,5	37,5	47,5	57,5	S + course	50	65	65	77	77	91
A3	70,5	77,5	79,5	93,5	113,5	134	S1 + course	50	65	65	79	79	92
B1 GAZ	1/8	1/4	1/4	3/8	3/8	1/2	T + course	105	146	146	165	165	195
B1 BRIGGS	1/4	1/4	3/8	1/2	1/2	3/4	U	32	48	48	51	51	58
B2 direct GAZ	1/8	1/8	1/4	3/8	3/8	1/2	V	22	29	29	53	33	39
DA	M6	M6	M8	M8	M10	M14	W	30	30	32	40	40	56
DC	18	18	22	22	28	32	X	19	19	25	30	30	35
DE	33	40	49	59	75	90	Y	45	45	50	60	60	80
DF + 2 courses	140	201	201	223	223	264	Ø de la tige	18	22 36	22 36	28 45	36 56	45 70
DG + course	90	129	129	143	143	164	M*	12	12 16	12 20	16 20	20 25	20 25
DH + course	80	110	110	125	125	145	Pe9*	32	34 42	34 50	50 42	50 80	63 90
K	45	68	68	72	72	86	cotes variant avec le diamètre de tige						

Détail extrémité de tige



Tige filetée



Tige tenon

cotes	alésage Ø					
	32	40	50	63	80	100
Ø J tige	18	22 28	22 36	28 45	36 56	45 70
Ø A standard	M12 x 1,25	M16 M20 x 1,5 M20 x 1,5	M16 M27 x 1,5 x 2	M20 M33 x 1,5 x 2	M27 M42 x 2	M33 M52 x 2
Ø A rotule	M12 x 1,25	M12 x 1,25	M14 x 1,5	M20 x 1,5	M27 x 2	M27 x 2
Ø B standard	9,5	13 17	13 23,5	17 29,5	23,5 36,5	29,5 48,5
Ø B pour rotule	-	-	-	-	-	-
G standard	32	36 45	36 56	45 71	56 90	71 112
G pour rotule	18	16	18	28	36	36
H standard	2,5	3 3	3 3	3 4	3 5	4 5
H pour rotule	-	-	-	-	-	-
Ø C	15	19 25	19 33	25 42	33 53	42 67
M	12	12 16	12 20	16 20	20 25	20 25
Pe9	32	34 42	34 50	42 63	50 80	63 90
r	2	4 3	4 3	3 3	3 0	3 3
S	5	7 8	7 8	8 10	8 10	10 10
T	13	17 22	17 30	22 36	30 46	36 60
F2	7	8 10	8 12,5	10 16	12,5 20	16 25
F3	0,5	0,5 0,5	0,5 0,8	0,5 0,8	0,6 1,2	0,8 1,2
B1	16	18 2,4	16 28	22,4 35,5	28 45	35,5 56
B2	10	11,2 14	11,2 16	14 22,4	18 28	22,4 35,5
e	0,5	0,5 0,5	0,5 0,8	0,5 0,8	0,8 1,2	0,8 1,2

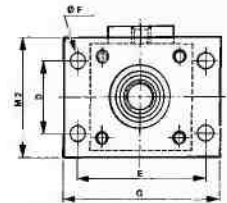
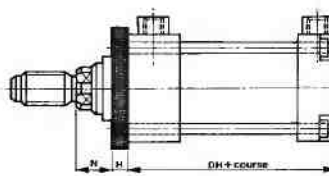
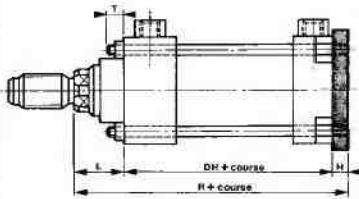
Détermination du facteur de course K en fonction du mode de fixation

désignation	extrémité de tige	type de montage	coefficient K	désignation	extrémité de tige	type de montage	coefficient K
articulations arrières	tenon guidé		2	équerres	tenon guidé		0,7
	articulation guidée		2		articulation guidée		0,7
	filetage guidé		1,5		filetage guidé		0,5
	filetage ou tenon non guidé		4		filetage ou tenon non guidé		2
tourillons intermédiaires (placés sur le 1/3 avant du corps)	tenon guidé		1,5	bride avant	fixée rigidement guidée		0,5
	articulation guidée		1,5		articulée rigidement guidée		0,7
	filetage guidé		1		supportée - non guidée		2
	filetage ou tenon non guidé		3		fixée rigidement guidée		1
tourillons avant	articulation guidée		1	bride arrière	articulée rigidement guidée		1,5
	articulation non guidée		2		supportée - non guidée		4

Les vérins (suite)

Les vérins d'automatisation (C 80 H) (suite)

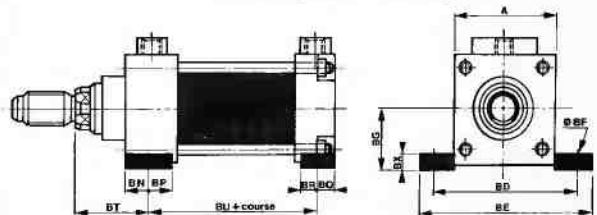
Modes de fixation



Bride rectangulaire arrière intégrée

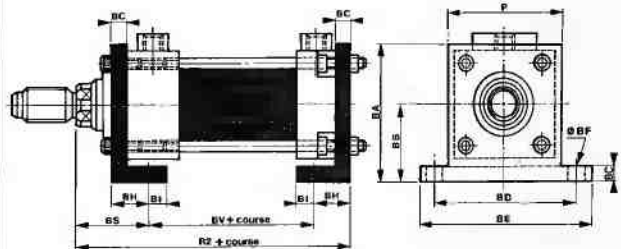
Bride rectangulaire avant intégrée

cotes / alésage Ø	32	40	50	63	80	100
D	32	36	45	50	63	75
DH + course	80	110	110	125	125	145
E	63	71	90	100	125	150
F	6,6	9	9	9	14	14
G	80	90	112	125	160	180
H	10	10	10	14	18	18
L	25	36	36	40	40	50
M2	50	56	71	80	100	125
N	15	26	26	26	22	32
R + course	115	156	156	179	183	213
T	8	8	10	10	15	15



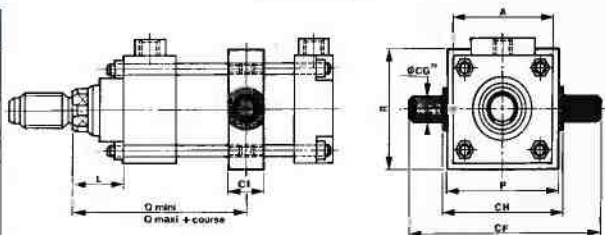
Pattes basses avant et arrière

cotes / alésage Ø	32	40	50	63	80	100
A	45	52	65	75	95	115
A2	33,5	37	32,5	37,5	47,5	57,5
BA	61	68	86	96	121	140
BB	36	40	50	56	71	80
BC	10	10	14	14	18	18
BD	63	71	90	100	125	150
BE	80	90	112	125	160	180
BF	9	9	11	14	18	18
BG	25	28	36	40	50	60
BH	20	20	26,5	28	38	38
BI	12	12	13,5	17	18	18
BN	16	20	20	20	20	25
BP	16	25	25	30	30	31
BQ	14	15	15	15	15	20
BR	8	13	13	17	17	16
BS	35	46	48,5	54	60	70
BT	41	56	56	60	60	75
BU + course	50	75	75	90	90	100
BV + course	60	90	85	97	85	105
BX	8	8	10	12	16	20
R2 + course	115	156	160	179	183	213
P	50	56	71	80	100	125



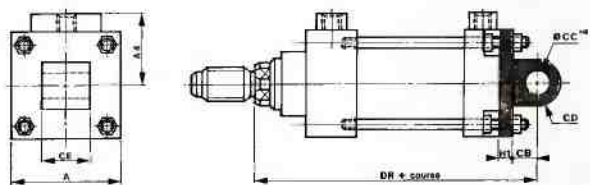
Equerres larges

cotes / alésage Ø	32	40	50	63	80	100
A	45	52	65	75	95	115
L	25	36	36	40	40	50
R	45	56	67	80	100	132
P	46	59	67	86	108	128
Q mini	68	98	98	110	110	132
Q maxi	72	103	103	113	113	132
CF	74	95	103	134	156	188
CG	12	16	16	22	22	28
CH	50	63	71	90	112	132
CI	20	25	25	36	36	45



Tourillons mâles intermédiaires

cotes / alésage Ø	32	40	50	63	80	100
A	45	52	65	75	95	115
A4	48	51,5	47	56	66	76,5
CB	10	16	16	20	20	25
CC	8	12	12	16	16	20
CD	8	12	12	16	16	20
CE	25	32	32	46	46	56
H1	8	8	10	10	12	12
DR + course	123	170	172	195	197	232



Articulation arrière mâle



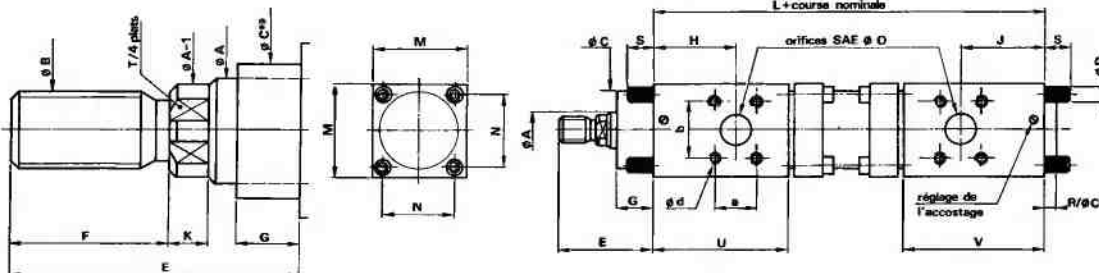
Les vérins (suite)

21.2.3.3. Les vérins à accélération et décélération auto - contrôlés (A 60 H- A 120 H) (à hautes performances)

Encombrements

Extrémité de tige (détail)

Vérin nu, fixation par extension de tirants



cotes	Ø alésage								cotes	Ø alésage						
	40		50		63		50			40		50		63		50
A Ø tige	22	28	28	36	36	45	45	56	J	63	66,5	73	78	78	78	78
B standard	M16 x 1,5	M20 x 1,5	M20 x 1,5	M27 x 2	M27 x 2	M33 x 2	M33 x 2	M42 x 2	L + course	148	166	178	328	190	340	
B rotule	M16 x 1,5	M16 x 1,5	M20 x 1,5	M20 x 1,5	M27 x 2	M27 x 2	M33 x 2	M33 x 2	M	75	80	90		120		
C*	40		65		75		90		N	56	62	70		90		
E standard	22	28	70	76	85	95	100	110	O	19	25	32		36		
E pour rotule	62		66		85	86	100	99	R	8	8	10		10		
F standard	25	30	30	36	36	45	45	56	S	32	37	40		49		
F pour rotule	22		28		36		45		U	136	156	164		179		
K	5	7	7	8	8	10	10	10	V	120	135	144		156		
T/4 plats	17	22	22	30	30	36	36	46	a	22,2	28,2	30,2		35,8		
D	M10 x 1,5	M10 x 1,5	M10 x 1,5	M12 x 1,75	M12 x 1,75	M16 x 2	M16 x 2		b	47,6	52,4	56,8		69,8		
G	30		30		35		40		d	M10 x 1,5	M10 x 1,5	M12 x 1,75		M14 x 2		
H	79		69		93		102									

Détermination du facteur de course K en fonction du mode de fixation

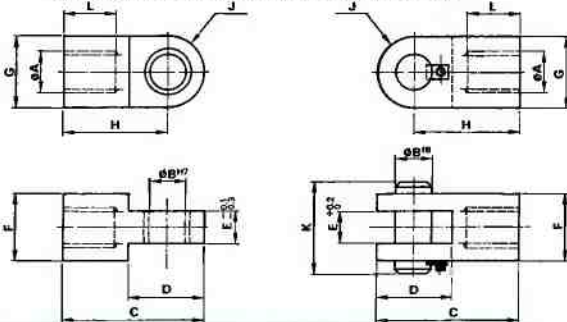
Désignation	Extrémité de tige	Type de montage	Coefficient K	Désignation	Extrémité de tige	Type de montage	Coefficient K
articulations arrières	articulation guidée		2	bride avant	fixée rigidement guidée		0,5
	filetage guidé		1,5		articulée rigidement guidée		0,7
	filetage non guidé		4		supportée - non guidée		2
tourillons avant	articulation guidée		1	bride arrière	fixée rigidement guidée		1
	articulation non guidée		2		articulée rigidement guidée		1,5
équerres	articulation guidée		0,7		supportée - non guidée		4
	filetage guidé		0,5				
	filetage non guidé		2				



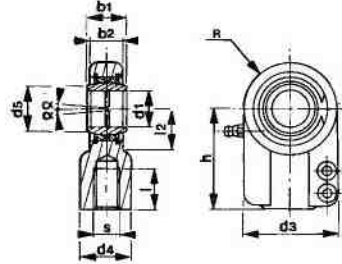
Les vérins (suite)

Les vérins à accélération et décélération auto - contrôlés (A 60 H - A 120 H) (suite)

Chapes mâles et femelles pour extrémité de tige



Embout rotulé



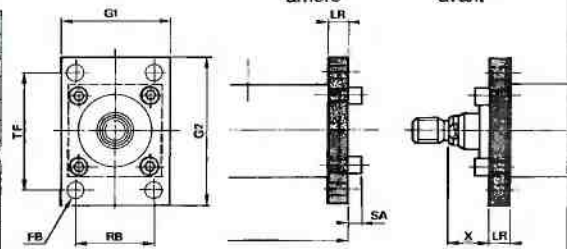
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
M16 X 1,5	16	69	34	16	32	32	32	53	16	40	27
M20 X 1,5	20	85	42	20	40	40	40	65	20	48	32
M27 x 2	25	103	53	25	50	50	50	78	25	58	38
M33 x 2	32	128,5	66,5	32	63	63	63	97	31,5	73	47
M42 x 2	40	160	85	40	80	80	80	120	40	90	58

Ø	S	b1 ^{M2}	b2	d1 ^{M7}	d3	d4	d5	h	l	L2	R	α°
40	M16 x 1,5	20	17	20	47	25	25	52	23	22	25	4°
50	M20 x 1,5	25	21	25	54	30	30,5	65	29	27	31	4°
63	M27 x 2	32	27	32	66	38	38	80	37	32	38	4°
80	M33 x 2	40	32	40	80	47	46	97	46	41	48,5	4°

Modes de fixation

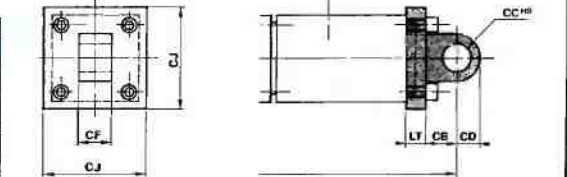
Bride rectangulaire

cotes	Ø alésage		63		80	
	type C	type L	type C	type L	type C	type L
FB	11	11	14	18		
G1	82	90	100	125		
G2	125	130	145	185		
LR	20	25	25	30		
E + course normale/différentielle	208	233	252/253	402/403	275/274	425/424
RB	56	62	70	70		
SA	10	10	12	12		
TF	100	105	120	120		
X	normale/différentielle	20	15	24 / 25	24 / 25	



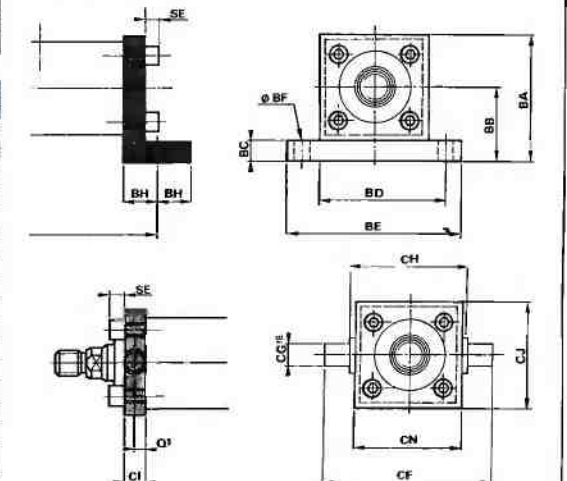
Articulation arrière mâle

cotes	Ø alésage		63		80	
	type C	type L	type C	type L	type C	type L
CB	25	25	30	40		
CC	16	20	25	32		
CD	16	20	25	32		
CF ± 0,2	19	24	31	39		
CJ	82	90	100	125		
Ck	53	62	77	95		
CL + course normale/différentielle	228	253	277/278	427/428	310/309	460/459
LT	15	20	20	25		



Equerres et tourillons

cotes	Ø alésage		63		80	
	type C	type L	type C	type L	type C	type L
BA	101	107	122	147,5		
BB ± 0,1	60	62	72	85		
BC	20	20	24	24		
BD	110	122	135	165		
BE	140	152	165	205		
BF	13	13	15	19		
BH	20	20	22,5	27,5		
BW + course	188	208	223/373	245/395		
CF: 3/8	110	127	145	182		
CG ¹⁶	16	20	25	32		
CH ± 0,2	86	95	105	132		
CI	20	25	28	36		
CJ	82	90	100	125		
Q1	10	12,5	14	18		
R1 + course normale/différentielle	208	228	252/253	402/403	275/274	425/424
SE	10	10	12	16		
CN	82	90	100	125		



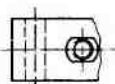
Les vérins (suite)

21.2.3.4. Les vérins à double effet CUM BOSCH

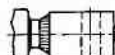
Encombrement et fixation

Extrémités

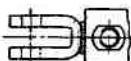
pour série
HY/CUM 1/32



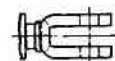
B Alésage



pour série
HY/CUM de 1/40 à 1/80



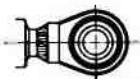
G Chape



pour série
HY/CUM de 1/32 à 1/80

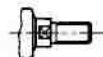


L Palier à rotule



pour série
HY/CUM de 1/32 à 1/80

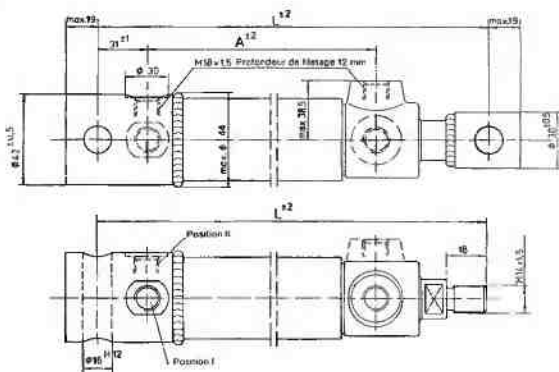
S Filetage



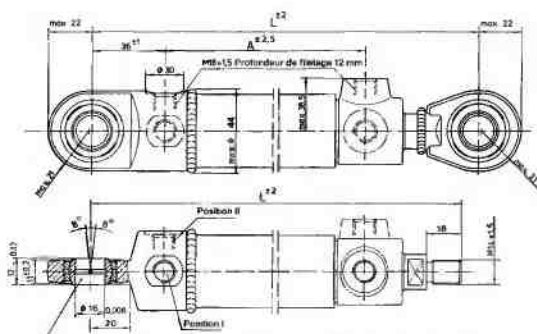
Vérins Ø 32

Ø de piston 32, Ø de tige de piston 18

Fixation : Alésage/ Alésage - Alésage/ Filetage



Fixation : Rotule/Rotule - Rotule/ Filetage



fourreau correspondant © ; E. Les paliers à rotule doivent, après 10 000 alternances de charge environ, recevoir un nouvel apport de graisse par l'intermédiaire du fourreau.

Course mm	Alésage		Alésage L	Filetage A	Course mm	Rotule		Rotule L	Filetage A
	L	A				L	A		
100	275	182	270	182	50	235	132		
125					100	285	182	270	182
160	335	242	330	242	160	345	242	330	242
200	375	282	370	282	200	385	282	370	282
250	425	332	420	332	250	435	332	420	332
320	495	402	490	402	320	505	402	490	402

Les vérins (suite)

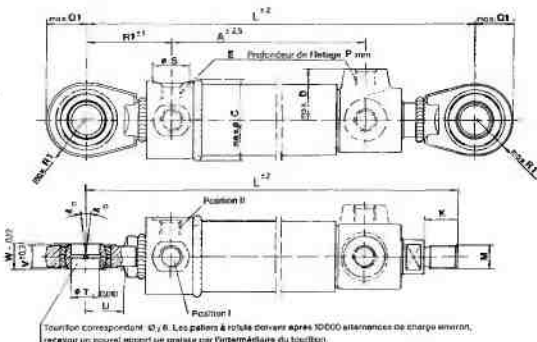
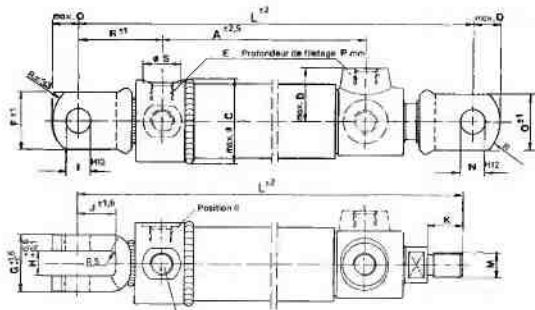
Les vérins à double effet CUM BOSCH (suite)

Ø de piston et de tige de piston : 40/22, 50/28-32, 63/32-40, 80/40

Fixation : Chape/Chape - Chape/Filetage

Fixation : Rotule/Rotule - Rotule/Filetage

Ø Piston	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	Q1	R	R1	S	T	U	V	W	α 0
40	53	39,5	M18x1,5	45	44	20	20	30	22	M16x1,5	20	45	12	22,5	27	66	63,5	30	20	25	15	16	9
50	67	42,5	M18x1,5	45	44	20	20	30	28	M20x1,5	20	45	12	22,5	32	63	68	30	25	32	19	20	7
63	83	53	M22x1,5	60	57	27	25	52,5	36	M27x2	25	60	14	29	40	90,5	80,5	32	32	39	21	22	6
80	103	56,5	M22x1,5	60	57	27	25	52,5	45	M33x2	25	60	14	29	50	90,5	93	32	40	50	25	28	7



Ø de piston 40 mm - Ø de tige du piston 22 mm

Course mm	Chape		Filetage		Course mm	Rotule		Filetage	
	L	A	L	A		L	A	L	A
60	310	161	333	201	60	345	201	330,5	201
100	350	201	393	261	100	405	261	390,5	261
160	410	261	433	301	160	445	301	430,5	301
200	450	301	483	351	200	495	351	480,5	351
250	500	351	553	421	250	565	421	550,5	421
320	570	421	633	501	320	645	501	630,5	501
400	650	501			400				

Ø de piston 50 mm - Ø de tige du piston 28/32 mm

Course mm	Chape		Filetage		Course mm	Rotule		Filetage	
	L	A	L	A		L	A	L	A
100	350	204	344	204	100	360	204	349	204
160	410	264	404	264	160	420	264	409	264
200	450	304	444	304	200	460	304	449	304
250	500	354	494	354	250	510	354	499	354
320	570	424	564	424	320	580	424	569	424
400	650	504	644	504	400	660	504	649	504
500	750	604			500	760	604		

Ø de piston 63 mm - Ø de tige du piston 32/40 mm

Course mm	Chape		Filetage		Course mm	Rotule		Filetage	
	L	A	L	A		L	A	L	A
100	415	219	393	219	100	395	219	383	219
160	475	279	453	279	160	455	279	443	279
200	515	319	483	319	200	495	319	483	319
250	565	369	533	369	250	545	369	533	369
320	635	439	603	439	320	615	439	603	439
400	715	519	683	519	400	695	519	683	519
500	815	619	783	619	500	795	619	783	619

Ø de piston 80 mm - Ø de tige du piston 40 mm

Course mm	Chape		Filetage		Course mm	Rotule		Filetage	
	L	A	L	A		L	A	L	A
100	415	223	410	223	100	420	223	412,5	223
160	475	283	470	283	160	480	283	472,5	283
200	515	323	510	323	200	520	323	512,5	323
250	565	373	560	373	250	570	373	562,5	373
320	635	443	630	443	320	640	443	632,5	443
400	715	523	710	523	400	720	523	712,5	523
500	815	623	810	623	500	820	623	812,5	623

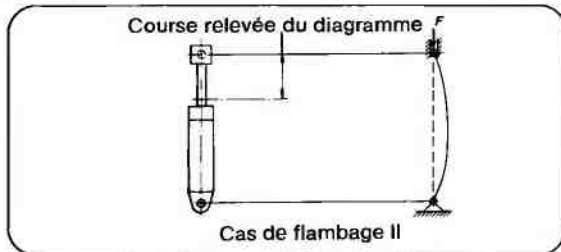
Les vérins (suite)

21.2.3.5. Exemple de détermination d'un vérin hydraulique à double effet CUM

Exemple de calcul de résistance au flambage

Double sécurité au flambage

C'est ainsi que lors du calcul des courbes, il est déjà tenu compte du couple de frottement dans les fixations, du couple résultant du poids propre et du couple résultant de décalage géométrique des deux fixations.



Exemple :

Soit :

une poussée = 400 daN

Une course de 500 mm

Quelle est la taille de vérin à utiliser?

Solution :

1. Poussée théorique :

$$\frac{F}{\eta} = \frac{4000}{0,9} = 4444 \text{ daN} \approx 4500 \text{ daN}$$

2. La courbe 4500 daN du diagramme de gauche recoupe les courbes caractéristiques du vérin de $\varnothing 63$ en (A) et du vérin de $\varnothing 80$ en (B).

3. Sur l'axe des ordonnées où sont portées les pressions de sortie de tige peut être lue la pression de sortie correspondant à chaque type de vérin :

$\varnothing 63$: 146 bars, point (C)

$\varnothing 80$: 90 bars, point (D)

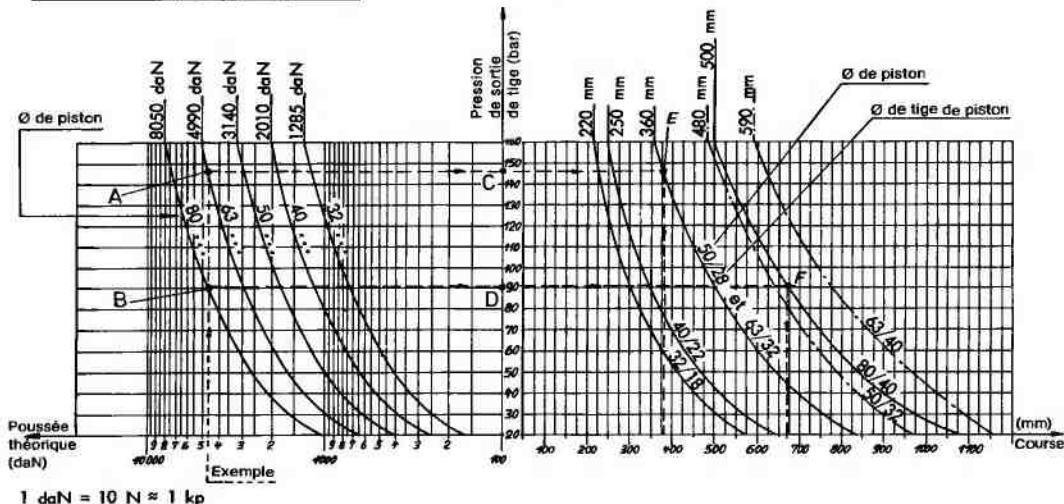
4. Dans le diagramme de droite, la course maximale des différents vérins peut être lue pour chaque pression et pour chaque vérin. Sur les vérins 63/32, avec une poussée de 4000 daN (correspondant approx. à 146 bars), une course maximale de 380 mm (point E) est admissible. Etant donné qu'une course de 500 mm est exigée, il faut choisir le vérin de taille immédiatement supérieure (\varnothing de 80 mm).

5. Le diagramme de droite montre que pour les vérins 80/40, la course maximale à 4000 daN (= 90 bar) est de 670 mm (> 500 mm, point F).

Rendement du vérin hydraulique			
$\eta =$	0,85	0,9	0,92
Pression (bar)	20	120	160

Pression admissible de rentrée de tige
 $p = 160$ bars (pression constante)

Pression admissible de sortie de tige
 $p = f$ (course)



21.3. Les moteurs électriques



21.3.1. Démarche de détermination d'un moteur électrique et de son mode de démarrage

Le choix d'un moteur électrique et de son mode de démarrage sont étroitement liés, le MEMOTECH ELECTROTECHNIQUE traite dans le détail ce problème.

Machine entraînée	<ul style="list-style-type: none">- Moment de giration (MD^2)- Courbe du couple résistant (M_r)- Puissance nominale d'entraînement (P_n)- Fréquence de rotation (n)- Position de l'axe B ou V- Type de service (S)- Facteur de marche (a)- Conditions d'utilisation (température, altitude, local...)
Alimentation électrique	<ul style="list-style-type: none">- Tension disponible (U_n)- Pointe de courant admissible (I_p)- Variations de tension (U/U_n)- Fréquence d'alimentation (f)- Chute de tension admissible (ΔU)- Caractéristiques de la ligne alimentant le moteur.
Éléments de détermination du moteur	<p>A partir des paramètres précédents, il faut :</p> <ul style="list-style-type: none">a) Déterminer la puissance réelle (P_M)<ul style="list-style-type: none">- correction suivant la température- correction suivant l'altitude- correction suivant la vitesse (variation électronique de vitesse)b) Déterminer l'indice de protection IPc) Déterminer la classe de démarrage (N_d)d) Déterminer le facteur de marche (a)e) Déterminer le mode de fixation (B ou V)f) Déterminer le type de service (S)g) Déterminer la classe des isolants (C_i)
Le moteur choisi indique	<ul style="list-style-type: none">- Les cotes d'encombrement- Les cotes d'axe- Le niveau de bruit- Les grandeurs électriques (I_{gr}, I_n, U_n, $\cos \varphi$, η)- Les grandeurs mécaniques (M_{gr}, M_n, M_m) <p>Il faut s'assurer, que le volume du local est suffisant pour refroidir correctement le moteur et que les variations de la tension n'affectent pas le fonctionnement de l'ensemble.</p>
Éléments de choix du démarreur	<ul style="list-style-type: none">- Pointe de courant au démarrage (I_d)- Pointe de courant admissible en ligne (I_p)- Couple nominal (M_n)- Couple au démarrage (M'_d)- Couple accélérateur (M_a)- Temps de démarrage (t_d)- Type de la machine entraînée- Facteurs économiques

Les moteurs électriques (suite)



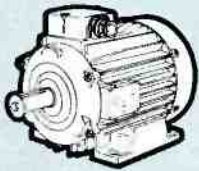

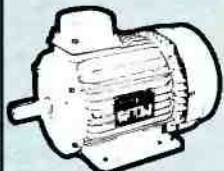


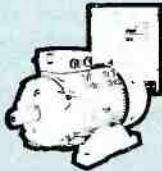

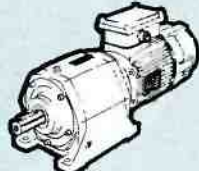
21.3.2. Guide de choix d'un moteur électrique

Aptitudes	Type	Puissance nominale Couple au démarrage				Remarques - utilisations
		KW	M_d/M_n	Intensité au démarrage I_d/I_n	Fréquence de rotation Symbole tr/min	
Moteurs asynchrones monophasés ROTOR en court - circuit	<p>A condensateur de démarrage (C) ou (R)</p>	0,09 à 1,10	1,7 à 2,5	3 à 5	1405 à 2870	Hauteur d'axe : 63 à 90 mm - Fixation à pattes (B3) - Fixation à bride (B5) et (B14) - Démarrage à coupleur centrifuge (C) - Démarrage à relais de tension (R) - 2 sens de rotation - 2 tensions d'alimentation - Isolation classe B - IP 54 - Applications domestiques et tertiaires principalement
	<p>A condensateur permanent (P)</p>	0,06 à 1,50	0,5 à 0,9	2,2 à 4,3	1310 à 2800	Hauteur d'axe : 56 à 90 mm - Fixation à pattes (B3) - Fixation à bride (B5) et (B14) - Démarrage à condensateur permanent (P) - 2 sens de rotation - 1 tension d'alimentation - IP 54 - Applications domestiques et tertiaires principalement
	<p>A condensateur permanent et condensateur de démarrage (PC)</p>	0,55 à 5,50	1,6 à 3,2	5 à 7,2	1425 à 2895	Hauteur d'axe : 71 à 132 mm - Fixation à pattes (B3) - Fixation à bride (B5) et (B14) - Démarrage par coupleur centrifuge (PC) et condensateur permanent - 2 sens de rotation - 1 tension d'alimentation - Isolation classe B - IP 54 - Applications domestiques et tertiaires principalement
	<p>Moteur de ventilation fermé à bossages</p>	0,090 0,120 0,250 0,370 0,550			1500-1000 1500-1000 1500-1000 1500 1500	- Fixation par bossages - Température de fonctionnement : de -20 à +130°C - IP 55 - Entraînement d'aérothermes - Climatiseurs - Renouvellement d'air par ventilateur - Tourelles d'extraction - Pompes à chaleur

LEROY-SOMER

Guide de choix d'un moteur électrique (suite)



Aptitudes →	Puissance nominale Couple au démarrage Intensité au démarrage Fréquence de rotation de synchronisme Symbole					Remarques - utilisations
	Type ↓	KW ↓	M_d/M_n ↓	I_d/I_n ↓	t/min ↓	
Moteurs asynchrones triphasés ROTOR en court - circuit	 Construction fermée étanche LEROY-SOMER	0,09 à 18,5	2,5 à 3,1	2,1 à 8	750 100 1500 3000	 Hauteur d'axe : 56 à 160 mm - Fixation à pattes (B3) - Fixation à bride (B5) - Fixation à pattes et à bride (B35) - Nombreux modes de démarrage - 2 sens de rotation - Isolement classe B - IP 44 et IP 55 - Très utilisé (Machines - outil...) - Ces moteurs existent en 2 vitesses par couplage des enroulements
	 Moteurs freins Construction fermée LEROY-SOMER	0,18 à 7,5	1,8 à 3	2,3 à 8,8	750 1000 1500 3000	 Hauteur d'axe : 63 à 132 mm - Fixation à pattes (B3) à plat - Fixation à bride (B5) - Fixation à trous taraudés (B14) - Nombreux modes de démarrage - Couple de freinage réglable - Possibilité de 2 vitesses - 2 sens de rotation - Isolement classe E - IP 44 et IP 55 Moteur avec frein serré  Moteur avec frein desserré
	 A modulation de vitesse conversationnel Construction fermée LEROY-SOMER	0,75 à 15	Couple (N.m) 2,5 à 146	60 à 8640 30 à 4320 20 à 2880	 Hauteur d'axe : 80 à 132 mm - Fixation à pattes (B3) - Fixation à bride (B5) - Commande par MODULATEUR - Réglage par potentiomètre - Isolement classe F - IP 55 - Changement de sens de rotation - Industries textiles, du verre, chimiques... - Machines - outils - Convoyeurs...	
	 Réducteur et motoréducteur de vitesse LEROY-SOMER	380 V Type MVS 3100 0,736 à 2700t/min MVS 3200 1,470 à 2700t/min MVS 3500 3,680 à 2700t/min	Couple (mdaN) 1,38 à 27 2,8 à 58 7,3 à 117	Réduction 6,11 à 125,85 6,11 à 126,2 6,24 à 98,58	21 à 441 21 à 444 26 à 416	- Hauteur d'axe : 80 à 200 mm - Réducteur à engrenages parallèles, (montage en ligne). Version à roue et vis sans fin avec montage à 90°, consulter le fabriquant. - Fixation à pattes (B3) - Fixation à bride (B5) - IP 23 - Bandes transporteuses, trémies - Tours à potiers, à polir - Machines diverses.

Nota : Puissances et hauteurs d'axe volontairement limitées.






Guide de choix d'un moteur électrique (suite)



Aptitudes →		Puissance absorbée par le moteur						Remarques - utilisations				
		W	Angle de pas et nombre de pas par tour		Couple de détente maximum		Couple de maintien bipolaire et unipolaire					
Type ↓	Image	W	degré		mN.m		Inertie du rotor	Symbole				
			degré	pas	mN.m	mN.m	gcm ²					
Moteurs pas à pas	<p>Moteur à aimant permanent CROUZET</p>	5	7,5	48	3	bip. 25 uni. 20	4,9	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentation par convertisseur tension/fréquence - Température ambiante : ≤ 25°C - Codage de position - Positionnement précis sans boucle d'asservissement - Fonctionnement à vitesse variable (action sur le nombre de pas) - Petite charge nécessitant un couple à l'arrêt 				
		5	15	24	5	bip. 37 uni. 20	5,1					
		7	7,5	48	12	bip. 180 uni. 155	8,4					
		10	7,5	48	12	bip. 180 uni. 155	84					
		10	9	40	12	bip. 155	84					
Moteurs pas à pas	<p>Moteur hybride CROUZET</p>	10	1,8	200	32	330	55	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentation par convertisseur tension/fréquence (20Hz max.) - Température ambiante : ≤ 25°C - Positionnement précis sans boucle d'asservissement - Possibilité d'utilisation directe sur charge (sans réducteur) - Charge fonctionnant en fréquence élevée en arrêt/démarrage 				
		11	1,8	200	42	570	100					
		14,5	1,8	200	50	600	105					
		16	1,8	200	40	1000	230					
		23	1,8	200	80	2000	1100					
		35	1,8	200	100	3000	1800					
Moteurs asynchrones	<p>Moteur triphasé à rotor bobiné LEROY-SOMER</p>	Puissance utile KW	Hauteur d'axe mm	Couple Md/Mn	Fréquence de rotation t/min	Rendement à 4/4		<ul style="list-style-type: none"> - Démarrage par rhéostat rotorique - Protection IP 44 ou IP 557 - Réseau d'alimentation nécessitant un courant limité au démarrage - Charge fonctionnant à vitesse variable - Levage, manutention en service s1, s3, s4 et s5 - Variation de vitesse 				
		3 à 5,5							132	3,3 à 3,6	1000/1500	0,78 à 0,82
		5,5 à 11							160	3,6 à 4	-	0,82 à 0,87
		9 à 15							180	2,8 à 3,2	-	0,83 à 0,86
		13 à 22							200	2,8 à 2,9	-	0,85 à 0,89
		18,5 à 30							225	2,8 à 3	-	0,87 à 0,90
		25 à 45							250	3,2 à 3,5	-	0,89 à 0,91
		45 à 175							280	3,1 à 3,7	-	0,89 à 0,90
		75 à 137							315	2,5 à 3,7	-	0,91 à 0,92
Moteurs autosynchrones	<p>Système d'entraînement à servomoteur autosynchrone LEROY-SOMER</p>		Hauteur d'axe mm	Couple nominal Nm	Fréquence de rotation t/min	Sans frein gcm ²		<ul style="list-style-type: none"> - Alimentation par convertisseur 4 quadrants IP 20. - Isolation classe F - Ip 55 - Température ambiante : -10 à +45°C - 8 à 256 positions programmables - Précision 0,3 mm pour un pignon de commande sur crémaillère Ø 100mm option = frein d'arrêt d'urgence - Ventilation forcée - Réducteur à engrenages 				
		71 M							4,5 à 6	3000/2000	6	
		71 L							7 à 8,5	3000/2000	8	
		71 MC							8 à 11	3000/2000	6	
		71 LC							13 à 15	3000/2000	8	
		100 L							8 à 10	3000/2200	76	
		100 LC							16 à 18	3000/2200	76	
		132 L							25 à 31	3000/2200	380	
132 LC	50 à 58	3000/2200	380									

Guide de choix d'un moteur électrique (suite)



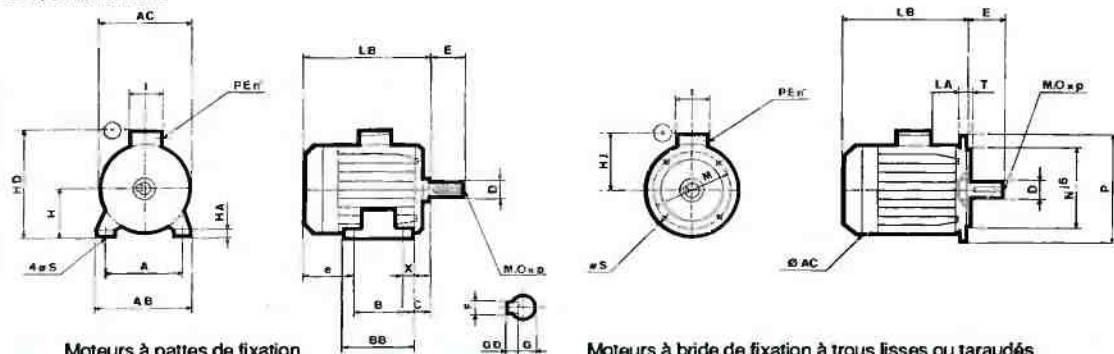
Aptitudes →	Puissance nominale						Remarques - utilisations
	Type ↓	↓ KW	Couple nominal ↓ mN.m	Hauteur d'axe ↓ mm	Fréquence de rotation ↓ t/min	Rendement ↓	
 <p>Moteur fermé de petite puissance à aimants permanents LEROY-SOMER</p>	0,075		56	3000	0,54	 <ul style="list-style-type: none"> - Fixation à pattes ou à bride - Isolement classe F - IP 55 - Température ambiante ≤ 40°C - Service permanent S1 - Alimentation par variation électronique monophasé, pont mixte - Options : frein, détecteur tachymétrique, ventilation forcée 	
	0,120		56	3000	0,54		
	0,180		63	3000	0,63		
	0,250		63	3000	0,70		
	0,370		63	3000	0,79		
0,550		80	2000	0,82			
0,750		80	2000	0,81			
1,000		80	2000	0,84			
 <p>Servomoteur à aimants permanents PARVEX-ALSTHOM</p>	0,016	50	Couple armort. 0,9	nom 3000 max 6000	Inertie rotor Kg ^m .10 ⁻⁵ 0,26	 <ul style="list-style-type: none"> - Utilisés en informatique, la petite robotique et toutes applications réclamant des performances élevées - Alimentation par cosses ou fils - Isolement classe F - IP 40 - Options : - tachymètre, frein, co-deur, réducteur 	
	0,030	95	1,1	nom 3000 max 6000	0,43		
	0,039	125	1,2	mon 3000 max 6000	0,60		
	0,075	240	2	nom 3000 max 6000	1,95		
	0,103	330	2,7	mon 3000 max 5000	2,60		
	0,137	420	3,4	mon 3000 max 5000	3,25		
 <p>Moteur fermé bobiné LEROY-SOMER</p>	0,9 à 3,1	Intensité A 8 à 17	100	3600	0,65 à 0,81	 <ul style="list-style-type: none"> - Transmission industrielle à vitesse variable - En régimes sévères, ambiances dures, chargées, abrasives, chargées en eau - Options : - variateurs mécaniques- réducteur - frein - Isolement classe F - IP 44, possibilité IP 55 - Température ambiante ≥ 40°C - Service permanent S1 	
	1 à 4,2	8,2 à 29	112	3600	0,72 à 0,86		Excitation série
	1,7 à 8,6	9 à 25	132	3600	0,74 à 0,87	 <ul style="list-style-type: none"> - Excitation dérivation 	
	3,4 à 16	17 à 43	160	3600	0,77 à 0,87		
	6,7 à 34	33,2 à 106	200	3400	0,78 à 0,87		
	7,8 à 42	39 à 123	225	3200	0,78 à 0,84		
 <p>Motovariateur électronique LEROY-SOMER</p>	0,075	Intensité 0,5 A	56 S	200/3000	Couple Nm 0,24	 <ul style="list-style-type: none"> - Permet le fonctionnement à couple constant - Excitation aimants permanents jusqu'à 1KW et inducteurs bobinés (1,5 et 2,2KW) - IP 55 - Options : frein de sécurité, réducteur tachymètre 	
	0,120	0,9	56 L	200/3000	0,4		
	0,180	1,3	63 S	200/3000	0,6		
	0,250	1,7	63 M	200/3000	0,8		
	0,370	2,6	63 L	200/3000	1,2		
	0,370	2,6	80 S	130/2000	1,8		
	0,550	3,7	80 L	130/2000	2,6		
	1,000	6,6	80 VL	130/2000	4,7		
	1,500	8,1	100 L	130/2200	6,1		
	2,200	13,5	112 L	130/2400	9,2		

Moteurs à courant continu

21.3.3. Caractéristiques des moteurs électriques

21.3.3.1. Moteurs asynchrones monophasés fermés

Encombrement



Moteurs à pattes de fixation

Moteurs à bride de fixation à trous lisses ou taraudés

H (mm)	Bouts d'arbre							A pattes de fixation										à										A bride de fixation									
	Dj6	E	O	P	F	G	GD	LB	A	HA	e	X	AC	AB	C	B	BB	HD	HJ	LA	K	LB	Nj6	P	M	T	S										
56	9	20	4	10	3	7,2	3	156	90	7	49	9,5	110	104	36	71	89	146	90	8	6	156	80	120	100	2,5	7										
63	11	23	4	10	4	8,5	4	172	100	8	52	7	124	115	40	80	97	181	96	10	7	172	95	140	115	3	9										
71	14	30	5	15	5	11	5	231	112	9	96	7	140	126	45	90	104	200	126	8	7	231	110	160	130	3,5	9										
80	19	40	6	15	6	15,5	6	257	125	10	107	10	158	157	50	100	120	228	148	10	9	257	130	200	165	3,5	11										
90	24	50	8	24	8	20	7	280	140	11	99	10	178	172	56	125	145	248	158	10	9	300	130	200	165	3,5	11										
100	28	60	10	22	8	24	7	278	160	13	75	12	196	196	63	140	164	260	159	14	12	278	180	250	215	4	14										
112	28	60	10	22	8	24	7	314	190	14	104	12	220	230	70	140	164	298	159	14	12	314	180	250	215	4	14										

Caractéristiques.

Moteurs à condensateur permanent (P)

3000 tr/min							1500 tr/min						
TYPE	P KW	In/220V	Id/In	η 4/4	cos.4/4	Masse Kg	TYPE	P KW	In/220V	Id/In	η 4,4	cos 4/4	Masse Kg
56 P	0,09	1,1	3	0,51	0,74	4,2	56P	0,06	0,6	2,2	0,48	0,90	4
63 P	0,18	1,4	3,3	0,62	0,94	5,2	63P	0,12	1,2	2,4	0,50	0,97	5
71 P	0,37	3	3,1	0,62	0,90	7,5	71P	0,25	2,2	3,6	0,61	0,83	7
71 P	0,55	3,8	3,1	0,69	0,97	8	71P	0,37	2,9	3,1	0,63	0,88	7,5
80 P	0,75	5,3	4	0,68	0,94	11	80P	0,55	4,3	3	0,63	0,90	10,5
80 P	1,1	7,8	4,2	0,70	0,91	16,5	80P	0,75	5,5	3,2	0,65	0,93	12
90P	1,5	9,8	4,3	0,72	0,96	18,5	90P	1,10	8,5	3,5	0,73	0,96	17,5

Moteurs à condensateur de démarrage avec interrupteur centrifuge (C) ou relais de tension (R)

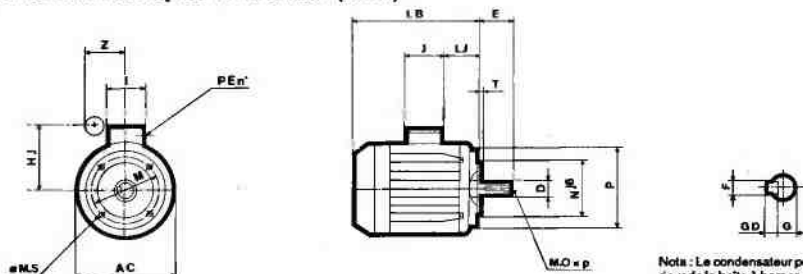
3000 tr/min							1500 tr/min						
TYPE	P KW	In/220V	Id/In	η 4/4	cos.4/4	Masse Kg	TYPE	P kW	In/220V	Id/In	η 4,4	cos 4/4	Masse Kg
63R	0,18	1,95	3,9	0,550	0,80	5,2	63R	0,09	1,3	3	0,45	0,70	5
71C	0,25	2,5	4,8	0,575	0,70	6,5	71C	0,12	2,3	3	0,44	0,60	6
71C	0,37	3,3	4,8	0,660	0,77	7,5	71C	0,18	2,65	3,8	0,52	0,60	7
80C	0,55	4,8	4,6	0,620	0,84	11	80C	0,25	3,3	3,6	0,52	0,65	9,5
80C	0,75	6	5,7	0,680	0,82	12,5	80C	0,37	4,4	3,7	0,54	0,69	10,5
90C	1,10	8,3	5,2	0,720	0,84	16,5	90C	0,55	6	4	0,57	0,72	12
							90C	0,75	6,8	4,7	0,65	0,78	15,5
							90C	1,10	9,5	5	0,68	0,79	17,5

Moteurs à condensateur permanent et condensateur de démarrage (PC)

3000 tr/min							1500 tr/min						
TYPE	P KW	In/220V	Id/In	η 4/4	cos.4/4	Masse Kg	TYPE	P kW	In/220V	Id/In	η 4,4	cos 4/4	Masse Kg
71PC	0,55	3,6	5,5	0,73	0,96	7,6	80PC	0,55	4,3	5	0,65	0,90	11
80PC	0,75	5,4	5,6	0,71	0,88	11	80PC	0,75	5,4	5	0,68	0,90	12,5
80PC	1,1	7,4	5,5	0,74	0,93	11,6	90PC	1,1	7,1	5,4	0,74	0,96	16
90PC	1,5	9,3	6,3	0,74	0,97	17	90PC	1,5	9,1	5,7	0,76	0,97	18
90PC	1,8	11,7	5,5	0,76	0,96	19	100PC	1,8	11,2	4,8	0,79	0,94	24
100PC	2,2	15	6,2	0,76	0,68	24	100PC	2,2	13,2	4,6	0,80	0,90	27
112PC	3	18,3	5,9	0,80	0,93	26,5	112PC	3	18	5	0,78	0,93	33
112PC	4	23,5	5,1	0,79	0,98	33							

Les moteurs électriques (suite)

Moteurs asynchrones moniphasés fermés (suite)

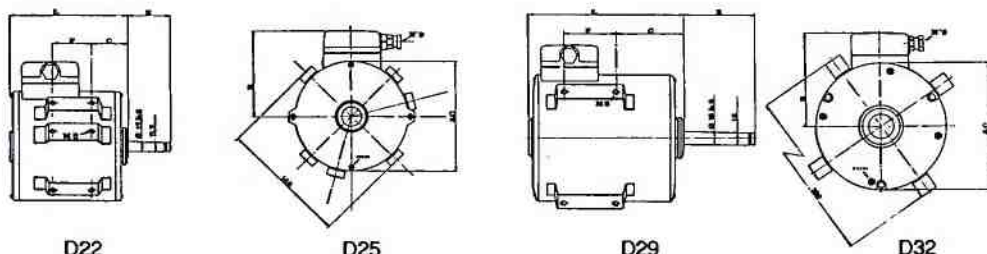


Moteur à bride de fixation à trous taraudés

Nota : Le condensateur permanent est monté à l'intérieur de la boîte à bornes.
Le condensateur de démarrage est logé à l'intérieur de la boîte à bornes

Type	Dimensions principales						Bride						Bout d'arbre						P.E.		
	HJ	Z	LJ	LB	AC	J	l	Symb.	M	N	P	T	S	F	GD	D	G	E		O	P
LS 56 P	90	max 83	7	156	110	85	85	F 65	65	50	80	2,5	5	3	3	9/6	7,2	20	4	10	11
LS 63 R(E)	110		23	172	124	137	103	F 75	75	60	90	2,5	5	4	4	11/6	8,5	23	4	10	11
LS 83 P(E)	96	88	17	172	124	65	65	F 75	75	60	90	2,5	5								
LS 71 C	129		24	231	140	137	103	F 65	85	70	105	2,5	6	5	5	14/6	11	30	5	15	11
LS 71 P	106	65	17	183	140	85	65	F 65	65	70	105	2,5	6								
LS 71 PC	129	100	24	231	140	137	103	F 85	65	70	105	2,5	6								
LS 60 C	148		23	257	158	137	103	F100	100	80	120	3	6	6	6	19/6	15,5	40	6	15	13
LS 80 P	122	96	24	214	156	65	65	F100	100	80	120	3	6								
LS 80 PC	148	99	23	257	156	137	103	F100	100	80	120	3	6								
LS 90 C	158		23	280	178	137	103	F115	115	96	140	3	8	6	7	24/6	20	50	8	24	14
LS 90 P	135	106	44	245	178	85	65	F115	115	95	140	3	8								
LS 90 PC	158	115	23	280	178	137	103	F115	115	96	140	3	8								
LS 100 PR	159	135	36	276	196	137	103	F130	130	110	180	3,5	8	6	7	28/6	24	80	10	22	16
LS 100 P				298	196			F130	130	110	180	3,5	8	6	7	28/6	24	80	10	22	16
LS 112PR				314	220			F130	130	110	180	3,5	8	6	7	28/6	24	80	10	22	16
LS 112 PC	189	28		359	220	194	157	F130	130	110	180	3,5	8	6	7	28/6	24	80	10	22	16

21.3.3. 2. Moteurs de ventilation fermés à bossages



Nota : le condensateur peut être fixé par nos soins sur 1 bossage ou livré séparé.

Moteur monophasé 220 V - 50 Hz - 4 pôles - 1500 tr/min

Puissance utile sur le bout d'arbre (W)	Type LEROY SOMER	Encombrement (mm)							Carcasse Longueur
		AC	L	E	F	C	D	h	
90	D22P.40	113,4	119,5	48	45	42	12	11,2	95
120	D22P.50	113,4	134,5	48	45	42	12	11,2	110
250	D25P.50	126,4	134,5	48	45	42	12	11,2	110
370	D29P.50	149	178	81	60	81	16	15	151
550	D29P.60	149	178	81	60	81	16	15	151

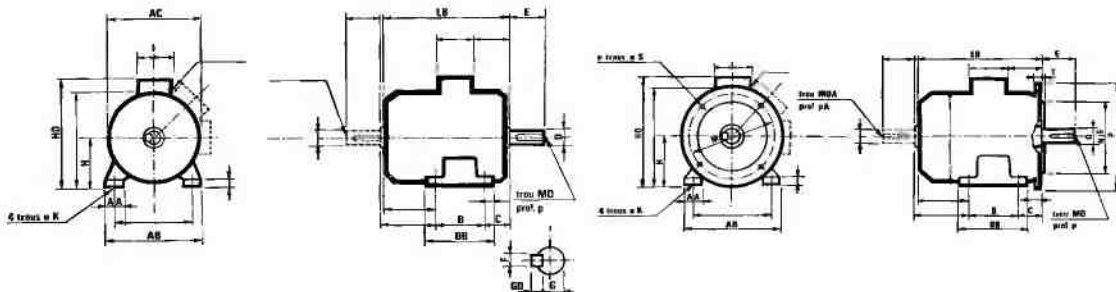
Moteur monophasé 220 V - 50 Hz - 6 pôles - 1000 tr/min

Puissance utile sur le bout d'arbre (W)	Type LEROY SOMER	Encombrement (mm)							Carcasse Longueur
		AC	L	E	F	C	D	h	
90	D22P.65	113,4	149,5	48	45	42	12	11,2	125
120	D29P.40	149	178	81	60	42	16	15	151
250	D29P.60	149	178	81	60	42	16	15	151

Les moteurs électriques (suite)

21.3.3.3. Moteurs asynchrones triphasés fermés rotor en court - circuit

Encombrement



Moteurs à pattes de fixation

Moteurs à bride de fixation à trous lisses ou taraudés

H (mm)	Bouts d'arbre							A pattes de fixation										A bride de fixation						
	D	E	O	P	F	G	GD	LB	A	AA	AB	C	B	BB	HD	K	LB	Nj6	P	M	T	S	S'	
56	9 j6	20	4	10	3	7	3	156	90	-	104	36	71	89	141	6	156	80	120	100	2,5	7	5	
63	11 j6	23	4	10	4	8,5	4	172	100	-	115	40	81	96	154	7	172	95	140	115	3	9	5	
63	14 j6	30	5	12,5	5	11	5	189	100	29	120	40	80	96	157	7	211	95	140	155	3,5	9	5	
71	14 j6	30	5	15	5	11	5	183	112		126	45	90	104	173	7	183	110	160	130	3,5	9	5	
80	19 j6	40	6	16	6	15,5	6	214	125	37	157	50	100	120	208	9	214	130	200	165	3,5	11	6	
90	24 j6	50	8	19	8	20	7	218	140	39	172	56	100	120	228	10	238	130	200	165	3,5	11	8	
90	24 j6	50	8	19	8	20	7	245	140	39	172	56	125	145	228	10	265	130	200	165	3,5	11	8	
100	28 j6	60	10	22	8	24	7	278	140	47	196	63	140	164	243	12	278	180	250	215	4	14	8	
112	28 j6	60	10	22	8	24	7	333	190	52	220	70	140	164	264	12	333	180	250	215	4	14	8	
132	38 k6	80	12	28	10	33	8	335	216	58	250	89	140	168	333	12	335	230	300	265	4	14	12	
160	42 k6	110	16	36	12	37	8	495	254	64	294	108	210	294	388	14	495	250	350	300	5	18	-	
160	42 k6	110	16	36	12	37	8	495	354	64	294	108	254	294	388	14	495	250	350	300	5	18	-	

Caractéristiques électriques et mécaniques

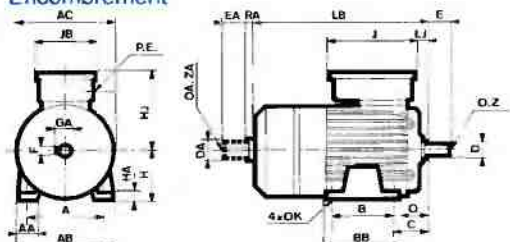
Hauteur d'axe (mm)	3000 tr/min					1500 tr/min					100 tr/min					750 tr/min					Poids kg	
	P KW	Cd/ Cn	η %	Cos Ø	N	P	Cd/ Cn	η	Cos	N	P	Cd/ Cn	η	Cos	N	P	Cd/ Cn	η	Cos	N		
56	0,09	2,5	58	0,82	2710	0,09	1,8	54	0,67	1375												4
63	0,18	3	67	0,60	2810	0,12	2	55	0,60	1350	0,07	2,2	47	0,67	900	0,04	2	40	0,64	670	5,2	
63	0,37	3	70	0,80	2800	0,25	2,2	61	0,73	1400	0,18	1,74	65	0,66	915	0,09	1,46	38	0,60	650	6	
71	0,55	2,3	72	0,84	2770	0,37	1,85	67	0,76	1400	0,25	2	55	0,62	905	0,15	1,9	49	0,80	680	8	
80	1,1	3	77	0,86	2810	0,75	2,4	72	0,75	1400	0,55	2,3	64	0,70	950	0,25	1,9	61	0,63	710	11,5	
90	1,5	2,7	77	0,63	2625	1,1	2,2	77	0,82	1420	0,75	2,1	68	0,79	910	0,35	1,7	59	0,62	700	15	
90	2,2	3,3	82	0,84	2860	1,8	2,1	79	0,82	1410	1,1	1,9	70	0,80	910	0,55	1,7	60	0,65	680	17	
100	3,7	3,2	82	0,86	2850	3	2,8	81	0,79	1435	1,8	1,9	76	0,78	935	1,1	1,5	68	0,69	690	23	
112	7,5	4,5	65	0,89	2875	5,5	2,4	83	0,85	1435	2,5	2	80	0,79	940	1,8	1,6	73	0,69	700	32	
132	7,5	4,9	83	0,89	2875	5,5	2,4	83	0,85	1435	3	2	80	0,78	965	2,2	1,85	75	0,55	710	44	
160	15	3,3	87	0,89	2935	11	2,1	87	0,87	1440	7,5	1,5	86	0,80	960	5,5	1,6	81	0,67	705	84	
160	18,5	3,1	88	0,91	2940	15	2,4	89	0,86	1445	11	1,8	86,5	0,76	965	7,5	1,7	82	0,71	700	105	

Couple nominal en mètre Newton (mN) = $9550 \times \frac{P \text{ (KW)}}{N \text{ tr/min en charge}}$

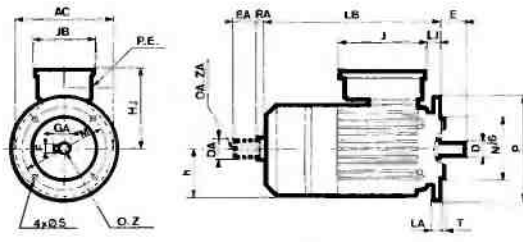
Les moteurs électriques (suite)

21.3.3.4. Moteurs frein triphasés , rotor en court - circuit

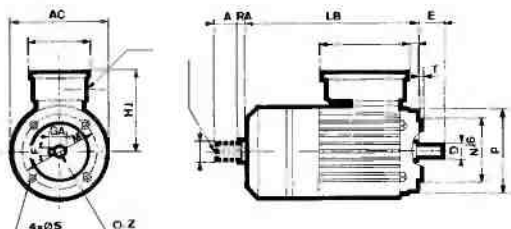
Encombrement



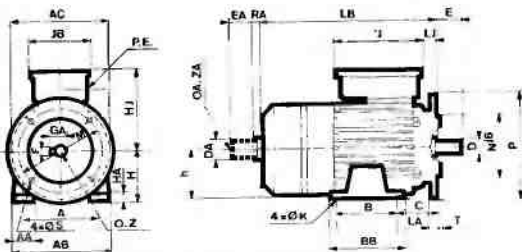
Moteurs à pattes de fixation



Moteurs à bride à trous lisses



Moteurs à bride à trous taraudés



Moteurs à pattes et à bride à trous lisses

H (mm)	Bouts d'arbre					A pattes de fixation													A bride de fixation							
	Dj6	E	F	GA	O	Z	A	AA	AB	AC	B	BB	C	CB	H	K	V	LB	Q	h	LA	M	Nj6	P1	S	T
63	14	30	5	16	5	12	100	20	116	138	80	96	40	106	63	6	32	283	32	61	10	115	95	40	9	3
80	9	40	6	21,5	6	15	125	30	157	172	100	120	50	129	80	10	40	326	40	78	10	165	130	200	11	3,5
100	28	60	8	31	10	20	160	50	200	220	140	164	63	141	100	13	40	421	51	98	10	215	180	250	14	3,5
112	28	60	8	31	10	20	190	50	230	226	140	164	70	156	112	13	40	450	58	110	12	215	180	250	14	3,5
132	38	80	10	41	12	25	216	50	250	266	140	166	89	175	132	15	50	510	74	130	16	265	230	300	14	4

Caractéristiques électriques et mécaniques

Hauteur d'axe mm	3000 tr/min									1500 tr/min									Hauteur d'axe mm
	P KW	Cd/ Cn	Nc tr/min	MD ² *		Couple freinage		Masse kg	P KW	Cd/ Cn	Nc tr/min	MD ² *		Couple freinage		Masse kg			
				1 Face	2 Faces	1 Face	2 Faces					1 Face	2 Faces	1 Face	2 Faces				
63	0,37	3,04	2830	0,0085		0,5	9	0,25	2,12	1400	0,0085		0,5		9	63			
80	0,75	2,08	2860	0,0194		1	16	0,55	2,6	1410	0,0220		1		16	80			
100	3	3	2850	0,0511	0,0591	4	35	2,2	1,93	1430	0,0638	0,0718	4	6	35	100			
112	4	4,2	2890	0,0692	0,0722	4	45	4	2,66	1430	0,1082	0,1112	4	6	45	112			
132	7,5	3	2920	0,1830		5	70	5,5	2,86	1450	0,2130	0,2160	5	12	70	132			

Hauteur d'axe mm	1000 tr/min							750 tr/min							Hauteur d'axe mm		
	P KW	Cd/ Cn	Nc tr/min	MD ² *		Couple freinage		Masse kg	P KW	Cd/ Cn	Nc tr/min	MD ² *		Couple freinage		Masse kg	
				1 Face	2 Faces	1 Face	2 Faces					1 Face	2 Faces	1 Face			2 Faces
63	0,18	2,15	890	0,0101		0,5	9								9	63	
80	0,37	1,64	940	0,0264		1	16	0,18	1,8	720	0,0299		1		16	80	
100	1,5	1,93	935	0,0638	0,0718	4	35	0,75	1,6	700	0,0638	0,0718	4	6	35	100	
112	2,2	2,12	940	0,1018	0,1048	4	45	1,5	1,7	700	0,1018	0,1048	4	6	45	112	
132	3	2,2	965	0,2500	0,2630	5	70	2,2	1,5	710	0,25	0,253	5	12	70	132	

* MD² (moteur + frein) en m² kg

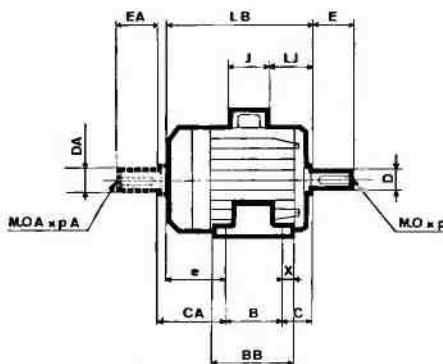
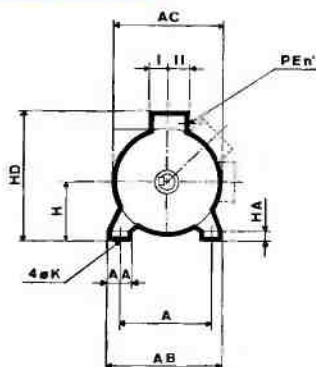
Couple de freinage en mdaN

La masse des moteurs indiquée dans le tableau est approximative

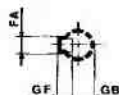
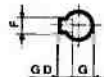
Les moteurs électriques (suite)

21.3.3.5. Moteurs asynchrones triphasés rotor en court - circuit ensemble vitesse variable

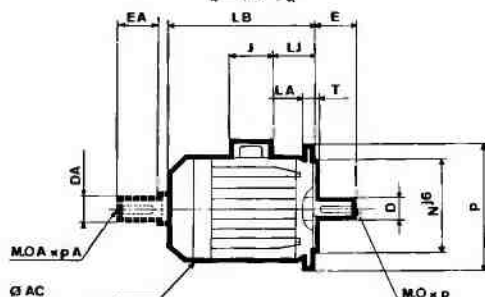
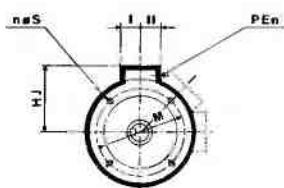
Encombrement



fixation à pattes



fixation à bride à trous lisses



Hauteur d'axe	Moteur																				Masse kg	Nbre de trous n					
	A	AC	B	C	D	E	H	HD	HU	LB	LB*	M	N	P	S	T	X	CA	k	AB			e	BB	LA	HA	
80 L	125	160	100	50	19j6	40	60	225	145	214	214	165	130	200	11	3,5										11,5	4
90 L	140	178	125	56	24j6	50	90	245	155	245	265	165	130	200	11	3,5										17	4
90 LL	140	178	125	58	24j6	50	90	245	155	269	289	165	130	200	11	3,5										20	4
100 L	160	196	140	83	28j6	60	100	280	160	278	278	215	180	250	14	4										23	4
100S G-LG	190	220	140	70	28j6	60	100	270	170	314	314	215	180	250	14	4										28	4
112 MM	190	220	140	70	28j6	60	112	282	170	314	314	215	180	250	14	4										36	4
132 SM	216	264	178	89	36k6	60	132	314	182	367	387	265	230	300	14	4										72	4
132 MM	216	264	178	89	38k6	60	132	314	182	367	367	285	230	300	14	4										89	4
160 M	254	316	210	106	42k6	110	160	400	240	495	495	300	250	350	19	5	20	182	14	294	177	294	15	25	110	4	
180 L	254	355	254	108	42k6	110	160	425	265	552	552	300	250	350	19	5	22	197	14	324	190	297	15	20	195	4	

Caractéristiques électriques et mécaniques

Réseau d'alimentation	Puissance nominale kW	2 pôles Plage de vitesses : 60 à 8640 min ⁻¹		4 pôles Plage de vitesses : 60 à 8640 min ⁻¹		6 pôles Plage de vitesses : 20 à 2880 min ⁻¹	
		Moment nominal N.m	Type	Moment nominal N.m	Type	Moment nominal N.m	Type
Mono 220/240 V 50 Hz ou 60 Hz	0,75	2,5	80 L2	5	80 L4	7,9	90 S6
	1,5	5	90 L2	10	90 L4	14,6	100 L6
	2,2	7,5	90 L2	15	100 L4	21,4	112 M6
	0,75	2,5	80 L2	5	80 L4	7,9	90 S6
	1,5	5	90 L2	10	90 L4	14,6	100 L6
	2,2	7,5	90 L2	15	100 L4	21,4	112 M6
	3	10	100 L2	20	100 LG4	29,2	132 M6
	3,7	12	100 LG2	25	112 M4	36	132 M6
	5,5	19	132 SM2	37	132 M4	53,5	132 M6
	7,5	25	132 M2	50	132 M4	73	160 L6
	11			75	160 M4	107	160 L6



Les moteurs électriques (suite)

Moteurs asynchrones triphasés rotor en court - circuit ensemble vitesse variable (suite)

Guide de choix des moteurs asynchrones monophasés ou triphasés à modulation de vitesse avec réducteur compabloc

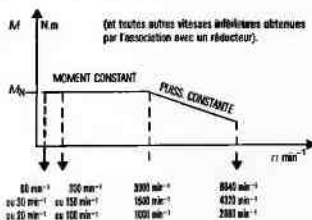
Vitesse maximale min ⁻¹	Indice de réduction	Puissance kW																
		0,75	1,5	2,2	3	3,7	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
9,06	160	2403				2603	2703											
11,6	125				2603	2703												
14,5	100	2303																
18,1	80				2503	2603	2703											
23	63			2403														
29	50	2203	2303					2603						2903				
36,3	40				2402				2703				2803					
45,3	32									2502			2702					
58	25	2102											2602					
72,5	20																	
90,6	16							2402										2802
116	12,5									2502					2702			
145	10																	
181	8	2002																
230	6,3			2102														
290	5			2201				2501										
363	4																	
453	3,2						2301		2401	2501								
580	2,5			2101	2201													
725	2																	
906	1,6																	

Montage universel U

Tableau des moteurs asynchrones à modulation de vitesse avec ou sans frein FCO - FCL

Réseau d'alimentation	Puissance nominale kW	Plage de vitesses : 30 à 1500 min ⁻¹ 150 à 1500 min ⁻¹ à moment constant	
		Type moteur	Type moteur frein
Mono 220/240 V 50 Hz ou 60 HZ	0,75	80 L4	80 L4 - FCO
	1,5	90 L4	90 L4 - FCO
	2,2	100 L4	100 L2 - FCO
	0,75	80 L4	80 L4 - FCO
	1,5	90 L4	90 L4 - FCO
	2,2	100 L4	100 L4 - FCO
Tri 380/415 V 50 Hz ou 400/460 V 60 Hz	3	100 LG4	112 M4 - FCO
	3,7	112 M4	112 M4 - FCO
	5,5	132 M4	132 M4 - FCL
	7,5	132 M4	132 M4 - FCL
	11	160 M4	160 M4 - FCL
	15	160 L4	160 M4 - FCL
	18,5	180 M4	180 MT4 - FCL
	22	180 L4	
	30	200 L4	
	37	225 S4	
	45	225 M4	
	55	250 M4	
75	280 S4		
90	280 M4		

Moment à l'arbre moteur en fonction de la vitesse des LS FMV 1003



Exemple de sélection :

Puissance désirée :

3kW

Vitesse nominale souhaitée :

81 min⁻¹

Utilisation :

classe 1

Fixation et position :

à pattes et horizontale

Désignation :

Cb 2303 S B3 32 FMV 1003 5,5 T
100 L G4

Vitesses de rotations à vide min⁻¹ en fonction des polarités et des fréquences

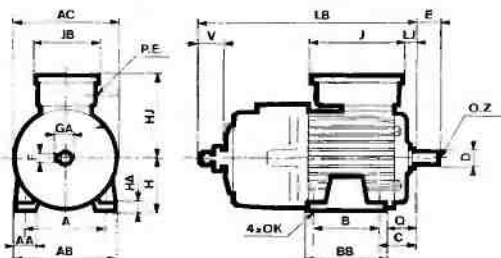
Fréquence d'alimentation	50Hz	50Hz	144Hz
Nombre de pôles			
2	300	3000	8640
4	150	1500	4320
6	100	1000	2880

Les moteurs électriques (suite)

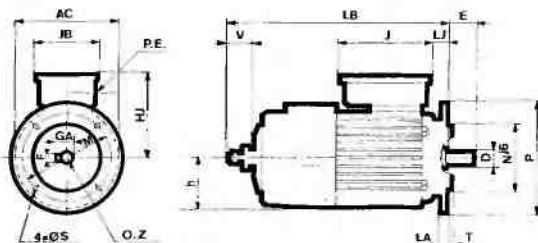
Moteurs asynchrones triphasés rotor en court - circuit ensemble vitesse variable (suite)

Motovariateurs électroniques avec moteur frein

Fixation par pattes



Fixation par bride à trous lisses

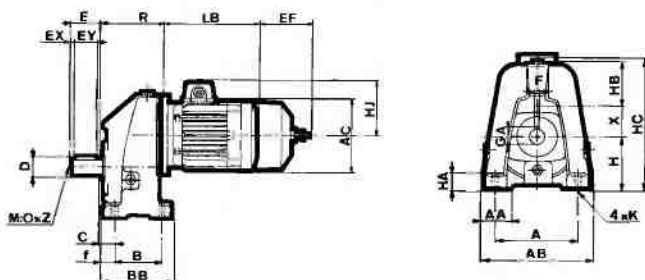


Type	Dimensions principales moteur													Arbre					P.E.	Masse kg					
	A	AA	AB	AC	B	BB	C	HJ	H	HA	LJ	J	JB	K	LB	Q	V	D	E		F	GA	Ø	Z	n°
80 L FCO	125	37	157	172	100	120	50	129	80	10	16	142	94	9	326	40	40	19j6	40	6	21,5	M6	15	16	16,5
90 L FCO	140	39	172	194	125	145	56	149	90	11	18	142	94	9	358	46	40	24j6	50	8	27	M6	15	16	28
100 L FCO	180	47	200	220	140	164	63	141	100	13	26	142	94	12	421	51	40	28j6	80	8	31	M10	20	16	38
112 M FCO	190	52	220	226	140	164	70	150	112	13	25	142	94	12	450	58	40	26j6	60	8	31	M10	20	16	45
132 M FCO	216	58	250	272	178	208	89	163	132	15	25	160	110	12	622	74	60	38k6	80	10	41	M12	25	21	104/128
160 M FCL	254	64	294	330	210	294	108	226	160	25	61	124	140	14	748	88	76	42k6	110	12	45	M16	36	21	135
160 L FCL	254	64	294	330	254	294	108	228	160	25	61	124	140	14	748	88	76	42k6	110	12	45	M16	36	21	152
180 MT FCL	279	79	324	330	241	281	121	253	180	25	39	202	195	14	746	101	76	48k6	110	14	51,5	M16	36	29	168

Type	Bride B5											LA		
	C ₁	CC	h	LJ ₁	JC	JD	JE	LB ₁	M	N	P		S	T
80 FCO	77		78	43				353	165	130	200	11	3,5	10
90 FCO	76		88	38				378	165	130	200	11	3,5	10
100 FCO	92		98	55				450	215	180	250	14	3,5	10
112 FCO	99		110	54				479	215	180	250	14	3,5	12
132 FCL	129		130	65				662	265	230	300	14	4	16
160 M FCL	108	240	158	61	275	84	80	746	300	250	350	19	5	15
160 FCL	108	240	158	61	275	84	80	746	300	250	350	19	5	15
180 FCL	121	240	158	39	220	84	80	746						

Motovariateurs électroniques avec ou sans frein avec réducteur compabloc

1 étage de réduction fixation à pattes



Hauteur d'axe	Cotes d'encombrement moteurs et moteurs frein						Masse kg
	Moteur tri LS		Frein		M:O:Z	kg	
	AC	Hj	LB*	FCO- FCL			
80	160	130	214	139		11,5	
90	178	138	265	127		17	
100	196	143	314	140		23	
112	220	152	333	146		36	
132	264	201	407	255		62	
160	316	265	559	225		97	
180	350	250	586	228		135	

* Longueur maxi.

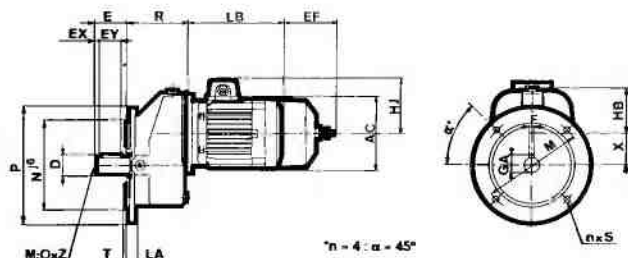
Type réducteur	R	X	Pattes													Arbre de sortie					Masse kg		
			A	AA	AB	B	BB	C	f	H	HA	HB	HC	K	D	E	EY	EX	GA	F		M:O:Z	
Cb 2501	165	110	260	70	320	160	215	30	27	160	45	150	428	20	45k6	90	66	12	48,5	14	16	36	35
Cb 2401	145	87	216	60	275	125	175	28	26	132	38	105	332	18	40k6	80	60	9	43	12	16	36	21
Cb 2301	131	70	190	50	240	100	145	27,5	22	112	25	105	296	16	35k6	70	50	10	38	10	12	28	13
Cb 2201	104	58	140	45	180	80	115	20,5	17,5	90	24	70	224	14	25j6	50	35	6	28	8	10	22	7
Cb 2101	97	43	120	40	160	75	105	18	15	80	18	70	201	11	20j6	40	25	9	22,5	6	6	16	6

Les moteurs électriques (suite)

Moteurs asynchrones triphasés rotor en court - circuit ensemble vitesse variable (suite)

Motovariateurs électroniques avec ou sans frein avec réducteur compabloc

1 étage de réduction fixation à bride

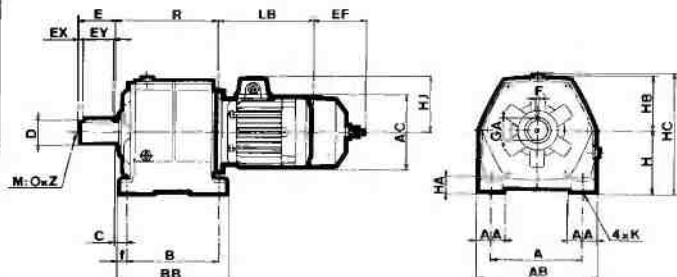


Hauteur d'axe	Moteur tri LS			Frein	Masse kg
	AC	Hj	LB*	FCO-FCL	
80	160	130	214	139	11,5
90	178	138	265	127	17
100	196	143	314	140	23
112	220	152	333	146	36
132	264	201	407	255	62
160	316	265	559	225	97
180	350	250	586	228	135

* Longueur maxi

Type réducteur	HB	R	X	Bride						Arbre de sortie						Masse kg			
				M	N	P	n*	S	LA	T	D	E	EY	EX	GA		F	M : O	Z
Cb 2501	150	165	110	300	250	350	4	18	15	5	45k6	90	66	12	48,5	14	16	36	37
Cb 2401	105	145	87	265	230	300	4	14	14	4	40k6	80	60	9	43	12	16	36	23
Cb 2301	105	131	70	215	180	250	4	14	15	4	35k6	70	50	10	38	10	12	28	15
Cb 2201	70	104	55,5	165	130	200	4	11	12	3,5	25j6	50	35	6	28	8	10	22	8
Cb 2101	70	97	43	130	110	160	4	9	10	3,5	20j6	40	25	9	22,5	6	6	16	7

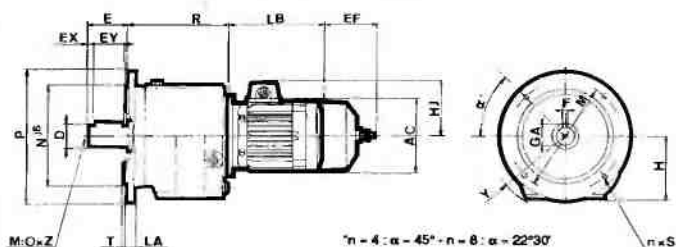
2 et 3 étages de réduction fixation à pattes



Hauteur d'axe	Moteur tri LS			Frein	Masse kg
	AC	Hj	LB*	FCO-FCL	
80	160	130	214	139	11,5
90	178	138	265	127	17
100	196	143	314	140	23
112	220	152	333	146	36
132	264	201	407	255	62
160	316	265	559	225	97
180	350	250	586	228	135

* Longueur maxi

2 et 3 étages de réduction fixation à brides



D	Arbre de sortie						
	E	EY	EX	GA	F	M : O	Z
120m6	210	200	5	127	32	24	50
100m6	210	200	5	106	28	24	50
90m6	170	160	5	95	25	24	50
70m6	140	130	5	74,5	20	20	42
60m6	120	92	14	64	18	20	42
50k6	100	70	14	53,5	14	16	36
40k6	80	60	9	43	12	16	36
30j6	60	45	6	33	8	10	22
25j6	50	35	6	28	8	10	22
20j6	40	25	7	22,5	6	6	16

R	Pattes											H	R	Y	Bride							
	A	AA	AB	B	BB	C	f	H	HA	HB	HC				K	M	N	P	n*	S	LA	T
600	500	160	660	580	670	60	45	375	75	320	707	35	315	505	424	600	550	660	8	24	24	6
505	510	125	600	490	550	85	35	315	65	274	600	26	250	414	354	500	450	550	8	18	20	5
414	420	110	500	390	450	65	30	250	55	224	486	26	225	379	308	500	450	550	8	18	19	5
379	355	95	435	355	405	60	25	225	50	200	437	24	200	290	225	350	300	400	4	18	18	5
290	280	82	360	280	330	28	25	200	45	164	372	24	160	245	187	300	250	350	4	18	15	4
245	230	67	300	235	280	25	22	160	38	135	303	18	125	240	167	265	230	300	4	18	18	4
240	170	52	237	240	275	19,5	18	125	28	109	242	18	100	192	135	215	180	250	4	14	10	3,5
192	135	48	191	192	218	13	14	100	21	87	196	14	80	165	110	165	130	200	4	11	10	3,5
165	110	39	162	165	195	16	15	80	18	73	161	9	91	101	93	165	130	200	4	11	12	3,5
101	110	32*	154	85	110	18	15	75	12	72	147	9										

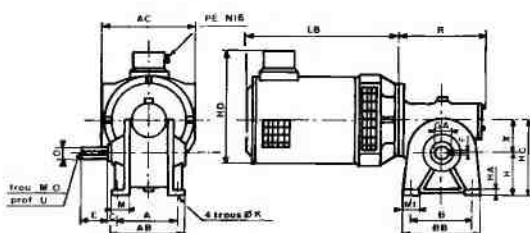
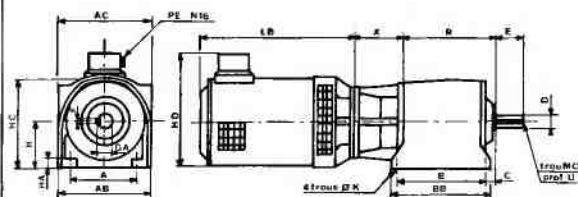


Les moteurs électriques (suite)

21.3.3.6. Réducteurs et motoréducteurs de vitesse

Réducteurs à engrenages parallèles

Réducteurs à roue et vis sans fin



Types		Dimensions principales (roue et vis sans fin)											Bout d'arbre					
MVS	Réd	R	H	A	AB	B	BB	C	K	HA	HC	X	D	E	O	U	GA	F
3100	ER x R	241	116	140	170	200	245	25	11	14	212,5	96,5	30 j 6	60	M10	20	33	8
3200	ER y R	285	155	160	205	250	300	27,5	13	16	278,75	123,75	35 j 6	80	M12	25	38	10
3500	ER b R	375	185	200	240	300	365	26,5	16	20	340	155	45 j 6	110	M14	30	48,5	14

Types		Dimensions principales (roue et vis sans fin)											Bout d'arbre					
MVS	Réd	R	H	A	AB	B	BB	C	K	HA	HC	X	D	E	O	U	GA	F
3100	CbD	240	125	170	230	240	275	19,5	17	20	230	90	40 j 6	80	M14	30	43	12
3200	CbC	192	100	135	185	192	220	13	14	16	197	90	30 j 6	60	M10	25	33	8
3200	CbD	240	125	170	230	240	275	19,5	17	20	230	90	40 j 6	80	M14	30	43	12
3200	CbE	229	160	230	280	235	280	25	17	25	300	105	45 j 6	90	M16	32	48,5	14
3500	CbD	240	125	170	230	240	275	10,5	17	20	230	90	40 j 6	80	M14	30	43	12
3500	CbD	229	160	230	280	235	280	25	17	25	300	105	45 j 6	90	M16	32	48,5	14
3500	CbF	280	200	270	355	280	330	28	22	30	375	111	60 j 6	120	M20	39	64	18

Caractéristiques 380V Monophasé

MVS 3100	MVS 3200	MVS 3500
Moteur 736 W à 2700tr/min	Moteur 1472 W à 2700 tr/min	Moteur 3680 W à 2600 tr/min
Protégé, Poids : 18 kg	Protégé, Poids : 36 kg	Protégé, Poids : 57 kg

Roue et vis sans fin

Vitesse maxi tr/min	Couple max.perm' m da N	Réduction	Type	Vitesse maxi tr/min	Couple max.perm' m da N	Réduction	Type	Vitesse maxi tr/min	Couple max.perm' m da N	Réduction	Type
270	2	10	ERx	270	4	10	ERy	260	12,5	10	ERb
180	2,5	15		180	5	15		175	17	15	
90	3,8	30		90	7,6	30		87	29	30	
135	3,8	20	ERx R	135	7,6	20	ERy R	130	26	20	ERbR
45	7,6	60		45	15,2	60		45	58	60	

Engrenages parallèles

441 à 108	1,38 à 5,6	6,11 à 24,91	CbC 2	441 à 108	2,8 à 108	6,11 à 24,91	CbC 2	416 à 100	7,3 à 30	6,24 à 25,64	CbD 2
84 à 53	6,8 à 10	31,89 à 50,80		CbC 3	83 à 43	13,6 à 26,6		32,4 à 62,05	CbD 3	81 à 65	
43 à 21	13,3 à 27	62,05 à 125,85	CbD 3		33 à 21	36 à 58	79,7 à 126,2	CbE 3		51 à 40	60 à 76
										26 à 117	



Les moteurs électriques (suite)

21.3.3.7. Moteurs pas à pas à aimant permanent

Moteur : 24 Pas/tour (15°)

40 Pas/tour (9°)

48 Pas/tour (7,5°)

- angle de pas

- précision de positionnement

- inertie du rotor gcm²

- couple de détente max/mNm

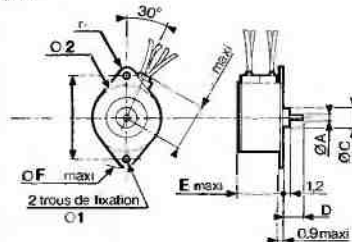
- masse du moteur g

- couple de maintien : mN.m

- bipolaire

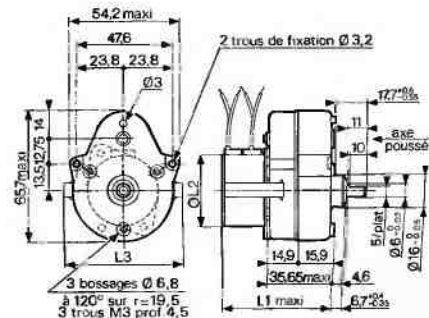
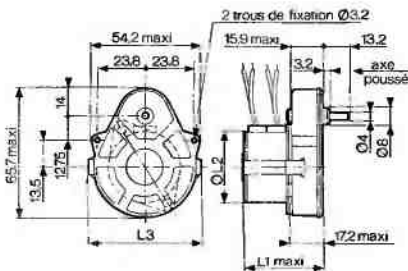
- unipolaire

Puissance absorbée du moteur				
5W		7W		10W
15°	7,5°	7,5°	7,5°	9°
6,7%	5%	5%	5%	5%
5,1	4,9	8,4	84	84
5	3	12	12	12
90	90	340	340	340
37	25	180	180	155
20	20	155	155	



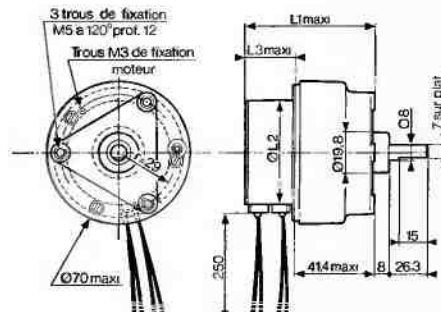
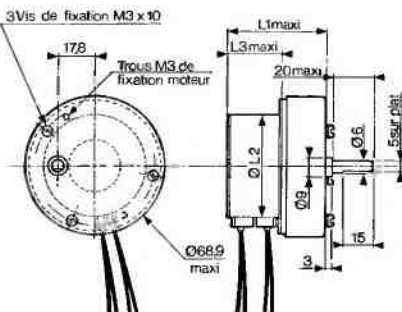
	5W	7W	10W		5W	7W	10W
A	2	6,35	6,35	G	42	66,7	66,7
C	10	12	12	H		32,1	32,1
D	10	19	19	Ø1	3,2	4,4	4,4
E	21,7	35,4	35,4	Ø2	35,8	57,8	57,8
F	50,2	88,9	88,9				

21.3.3.8. Motoréducteurs pas à pas



Type	L1	L2	L3	Couple maxi	Rapport
7,5° - 5W	39,5	35,8	55,5	0,5 N.m	1/24/4
7,5° - 7,5W	45,5	51,3	56		à 1/648000

Type	L1	L2	L3	Couple maxi	Rapport
7,5° - 5W	57,85	35,8	55,5	2 N.m	1/250
7,5° - 7,5W	64	51,3	56		à 1/453600



Type	L1	L2	L3	Couple maxi	Rapport
7,5° - 5W	44,8	35,8	21,7	1 N.m	1/25/6
7,5° - 7,5W	48,7	51,3	25,6		à
7,5 - 10W	58,5	57,8	35,4		1/36000
7,5 - 12W	66,1	65,3	43		

Type	L1	L2	L3	Couple maxi	Rapport
7,5° - 5W	63,1	35,8	21,7	3 N.m	1/50/3
7,5° - 7,5W	67	51,3	25,6		à
7,5° - 10W	76,8	57,8	35,4		1/108000
7,5° - 12W	84,4	65,3	43		



Les moteurs électriques (suite)

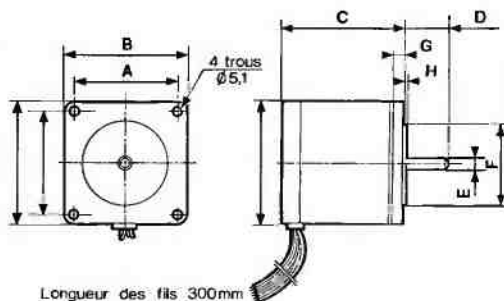
21.3.3.9. Moteurs pas à pas hybrides 200 Pas/tour - 1,8°

Caractéristiques

	Puissance absorbée			
	10W	11W	14,5W	16W
- angle de pas	1,8°	1,8°	1,8°	1,8°
- précision de positionnement	5%	5%	5%	5%
- inertie du rotor gcm ²	55	100	105	230
- couple de détente maxi mN.m	32	42	50	40
- masse du moteur g	350	480	480	900
- couple de maintien mN.m	330	570	600	1000

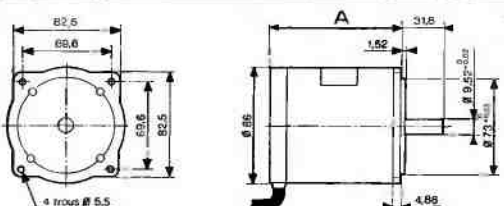
Encombrement

	10W	11W	14,5W	16W
A	47,14	47,14	47,14	47,14
B	56,4	56,4	56,4	58
C	37,7	50,5	56	80
D	20,4	20,4	20,4	20,64
E	6,35	6,35	6,35	6,35
F	38,1	38,1	38,1	38,1
G	5	5	5	5
H	1,6	1,6	1,6	1,6



Caractéristiques

	Puissance absorbée	
	23W	36W
- angle de pas	1,8°	1,8°
- précision de positionnement	5%	5%
- inertie du rotor	1100 g cm ²	1800 g cm ²
- couple de détente maxi	80 mN.m	100 mN.m
- masse du moteur	2100 g	3550 g
- couple de maintien	2000 mN.m	3000 mN.m
- longueur du corps A	95 mm	135 mm

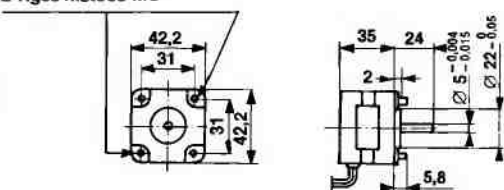


21.3.3.10. Moteurs pas à pas hybrides servomoteurs

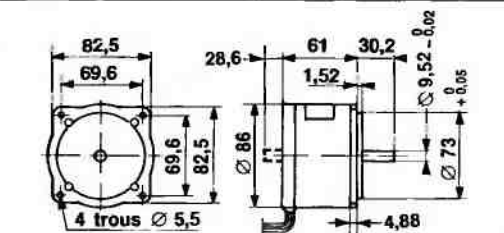
Caractéristiques

	Puissance absorbée			
	4,3W	3,8W	4,3W	3,8W
- angle de pas	1,8°	1,8°	3,6°	3,6°
- tension moteur	9V	12V	9V	12V
- couple de maintien mN.m	60	50	60	50
- couple de détente mN.m	6	6	15	15
- masse du moteur g	260	260	260	260

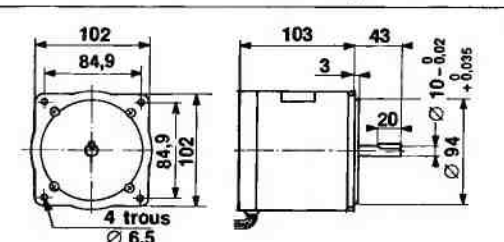
2 Tiges filetées M3



	16W	14W	19,5W
- angle de pas	1,8°	1,8°	1,8°
- tension moteur	1,8V	5,5V	14V
- couple de maintien mN.m	1100	1100	1100
- couple de détente mN.m	80	80	80
- masse du moteur g	1400	1400	1400



	32W	32W
- angle de pas	1,8°	1,8°
- tension moteur	4V	8V
- couple de maintien mN.m	3000	3000
- couple de détente mN.m	200	200
- masse du moteur g	3200	3200

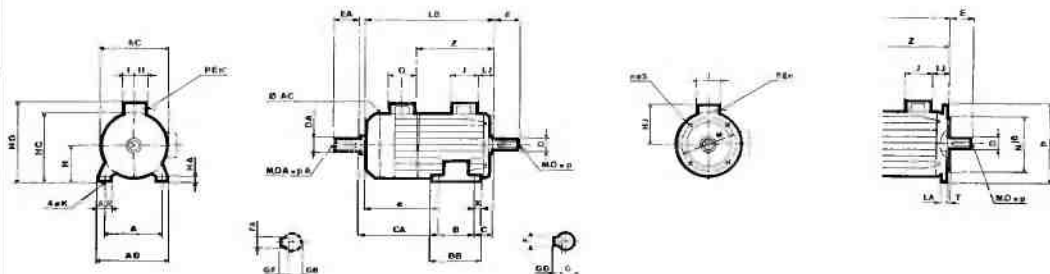


Les moteurs électriques (suite)

21.3.3.11. Moteurs asynchrones triphasés à rotor bobiné

- à pattes de fixation

- à bride de fixation à trous lisses



Type	Dimensions principales														Bride						P.E.				
	A	AB	B	BB	C	X	AA	K	HA	e	H	AC	HD	LB	HJ	CA	Symb.	M	N	P		T	n	s	LA
132M	216	266	178	218	89	20	56	12	20	245	132	264	324	535	192	248	F265	265	230	300	4	4	14	13	CM18
160M/L	254	328	254	292	108	19	79	14	24	308	160	325	382	517	222	311	F300	300	250	350	5	4	18	16	CM24
180M/L	279	331	279	319	121	20	60	14	20	277	180	352	453	664	273	290	F300	300	250	350	5	4	18	15	CM30
200L	318	370	286	355	133	25	66	18	20	334	200	392	493	762	293	299	F350	350	300	400	5	4	18	15	CM30
225S/M	356	425	311	396	149	34,5	77	18	24	464	225	430	582	849	357	339	F400	400	350	450	5	8	18	22	CM30
250M	406	496	349	456	166	53,5	90	22	30	332	250	430	640	907	382	469	F500	500	450	550	5	8	18	22	CM40
280S/M	457	537	419	499	190	40	80	22	40	484	290	556	712	1290	432	696	F500	500	450	550	5	8	18	22	(A)
315M/L	508	600	457	598	216	45	100	27	38	739,8	315	624	824	1420	509	741	F600	600	550	660	6	8	22	25	(A)
			508							729,8						731									

Type	Bouts d'arbre														
	4 pôles					6 pôles									
	F	GD	D	G	E	O	p	F	GD	D	G	E	O	p	
132M	10	8	38k6	33	60	12	26	10	8	38k6	33	60	12	26	
160M/L	12	8	42k6	34	110	16	38	12	8	42k6	37	110	16	36	
120M/L	14	9	48k6	42,5	110	16	38	14	9	48k6	42,5	110	16	36	
200L	16	10	55m6	49	110	20	42	16	10	55m6	49	110	20	42	
225S/M	18	11	60m6	53	140	20	42	18	11	60m6	53	140	20	42	
250M	18	11	65m6	58	140	20	42	18	11	65m6	58	140	20	42	
280S/M	20	12	75m6	67,5	140	20	42	22	14	75m6	71	170	20	42	
315M	22	14	60m6	71	170	20	42	25	14	80m6	81	170	24	50	
315 L	25	14	90m6	81	170	24	50								

Moteurs 6 pôles 1000 tr/min									Moteurs 4 pôles 1500tr/min								
Type	Puissance KW	Intensité (380V)	Mmax Mn	Rend.η	Cos.φ 4/4	Ur V	Ir A	Masse kg	Type	Puissance KW	Intensité (380V)	Mmax Mn	Rend.η	Cos.φ 4/4	Ur V	Ir A	Masse kg
132M	3	8,5	3,3	0,78	0,89	95	22	73	132M	4	9,8	3,6	0,62	0,76	130	21	73
132M	3,7	10	3,4	0,79	0,72	115	22	80	132M	5,5	12,5	3,3	0,62	0,82	160	23	60
160M	5,5	14	3,6	0,82	0,72	210	17	130	160M	7,5	17	3,8	0,85	0,80	160	27	130
160L	7,5	19	3,6	0,82	0,72	268	18	155	160L	11	24	4	0,87	0,60	244	30	155
160 M	9	21	2,8	0,83	0,78	190	30	208	160 M	13	26	3,2	0,86	0,81	250	32	208
160L	11	25	2,8	0,85	0,78	225	30	220	160L	15	30	3,2	0,88	0,85	290	32	220
200L	13	31	2,8	0,85	0,78	225	35	254	200L	18,5	38	2,8	0,86	0,83	350	33	254
200L	15	33	2,8	0,86	0,79	255	35	270	200L	22	45	2,9	0,89	0,84	420	33	270
225S	18,5	40	2,8	0,87	0,80	250	45	292	225S	25	50	3	0,895	0,85	245	83	292
225M	22	48	3	0,86	0,80	275	49	313	225M	30	59	3	0,90	0,85	285	84	313
250M	25	53	3,2	0,89	0,81	250	60	403	250M	37	73	3,3	0,905	0,85	335	67	403
250M	30	60	3,3	0,90	0,82	305	59	437	250M	45	86	3,5	0,91	0,85	410	87	437
280S	45	97	3,1	0,895	0,79	330	60	795	280S	55	121	3,7	0,90	0,835	400	90	665
280M	55	118	3,2	0,895	0,79	420	60	855	280M	75	153	3,7	0,90	0,83	480	93	810
315M	75	149	2,5	0,91	0,84	485	97	1120	315M	90	181	3,4	0,91	0,83	490	110	665
315M	90	162	3,2	0,915	0,82	590	92	1205	315M	110	203	2,8	0,915	0,9	600	110	1120

Les moteurs électriques (suite)

Systèmes d'entraînement à servomoteur autosynchrone (suite)

Sélection du réducteur
 - Le calcul donne le couple de sortie M_s du réducteur. Il faut l'affecter d'un facteur de service K , fonction de la cadence de démarrage selon le tableau ci-dessous : le couple de sortie nominal équivalent est :

$$M'_s = KM_s$$

Cadence de démarrage Z h ⁻¹	Facteur de service K Durée journalière de fonct. n	
	1	24
80	0,75	1
120	0,9	1,15
180	1	1,25
240	1,15	1,35
300	1,25	1,45
400	1,4	1,55
500	1,5	1,65
800	1,6	1,7
600	1,7	1,6
1200	1,8	1,9
2000	1,9	1,95
2	2	2

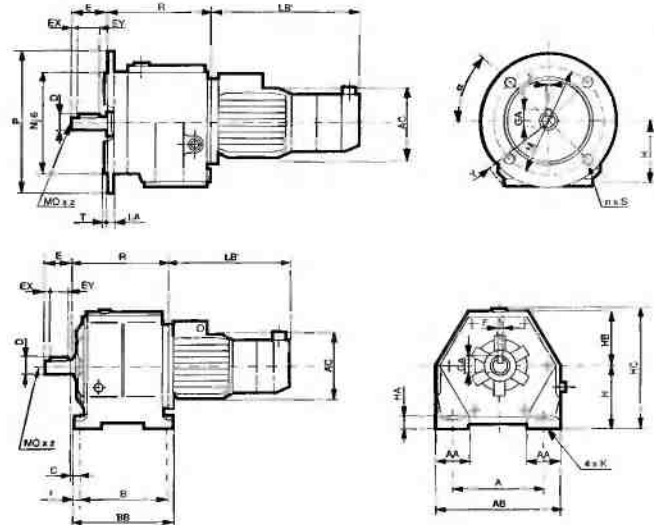
- Le type de réducteur à choisir en fonction du couple de sortie nominal équivalent (M'_s) se déduit des 2 tableaux ci-dessous en fonction du modèle (Compabloc ou orthobloc).

Réducteurs à arbres parallèles Compabloc							Réducteurs à arbres orthogonaux Orthobloc				
Indice de réduct.	Couple de sortie nominal M'_s , N.m						Indice de réduct.	Couple de sortie nominal M'_s , N.m			
	$M'_s < 150$	$M'_s < 150 < 300$	$M'_s < 300 < 600$	$M'_s < 600 < 1200$	$M'_s < 1200 < 2400$	$M'_s < 2400 < 3500$		$M'_s < 420 < 900$	$M'_s < 900 < 1800$	$M'_s < 1800 < 2900$	$M'_s < 2900 < 4400$
160											
125											
100											
80	Cb2103	Cb2203	Cb2303	Cb2403	Cb2503	Cb2603	Cb2703				
63								Ot	Ot	Ot	Ot
50											
40								2303	2403	2503	2603
32											
25											
20											
16	Cb2102	Cb2202	Cb2302	Cb2402	Cb2502	Cb2602	Cb2702				
12,5											
8											
6,3											

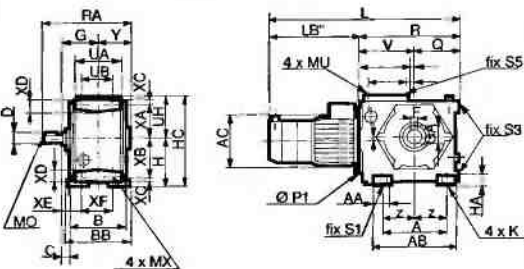
Les moteurs LS SMV 100 L et 71 M et L peuvent se monter sur tous les Compabloc du tableau. Les moteurs LS SMV 132 L se montent seulement sur les types Cb23 et au - dessus.
 Nota : — — — Fabrications exceptionnelles.

Les moteurs LS SMV 100 L et 71 M et L peuvent se monter sur tous les Orthobloc du tableau. Les moteurs LS SMV 132 L se montent seulement sur les types Ot2403 et au-dessus.
 Nota : le dernier chiffre indique le nombre de trains

Réducteurs à arbres parallèles "Compabloc"



Réducteurs à arbres orthogonaux - "orthobloc"



Type réducteur	Arbre de sortie							
	D	E	EY	EX	GA	F	MO	Z
Cb 2702-03	90m6	170	180	5	95	25	24	50
Cb 2602-03	70m6	140	130	5	74,5	20	20	42
Cb 2502-03	80m6	120	92	14	84	18	20	42
Cb 2402-03	50k6	100	70	14	53,5	14	16	36
Cb 2302-03	40k6	80	80	9	43	12	16	36
Cb 2202-03	30j6	80	45	8	33	8	10	22
Cb 2102-03	25j6	50	35	6	28	8	10	22

Bride									
H	R	Y	M	N	P	n°	S	LA	T
250	414	354	500	450	550	8	18	20	5
225	379	308	500	450	550	8	18	19	5
200	290	225	350	300	400	4	18	18	5
180	245	187	300	250	350	4	18	15	4
125	240	167	285	230	300	4	14	13	4
100	192	135	215	180	250	4	14	10	3,5
80	165	110	165	130	200	4	11	10	3,5

Pattes										
A	AA	AB	B	BB	C	I	HA	HB	HC	K
420	110	500	390	450	85	30	55	224	486	28
355	95	435	355	405	80	25	50	200	437	24
260	82	360	260	330	28	25	45	164	372	24
230	67	300	235	260	25	22	38	135	303	18
170	52	237	240	275	19,5	18	28	109	242	18
135	48	191	192	218	13	14	21	87	198	14
110	39	182	165	195	16	15	18	73	161	9

$$n = 4 : \alpha = 45^\circ - n = 8 : \alpha = 22^\circ 30'$$

R	x	P1	S1													
			A	B	AB	BB	C	G	H	HA	AA	HC	K	Q	V	RA
565	30	350	420	270	490	320	35	170	250	40	100	470	24	255	478	310
512	11	300	355	240	425	290	35	155	225	40	90	423	22	222	438	290
400	23	250	280	230	355	280	33	148	200	30	85	365	22	185	414	215
318	23	200	230	195	260	235	28	128	160	25	85	297	17	145	340	170
255	14	180	170	154	222	190	28	105	125	20	50	233	13	115	289	140

Type réduct.	S5															
	Y	D	F	GA	M.O	UA	UB	UH	MU	XA	XB	XC	XD	XE	XF	MX
Ot23	166	75m6	20	79,5	20x42	220	175	220	20x32	180	210	35	70	65	170	24x40
Ot24	151	65m6	18	69	20x42	200	160	198	16x30	165	190	30	60	78	154	20x32
Ot25	145	60m6	18	64	20x39	184	150	165	16x30	130	160	30	60	78	144	20x32
Ot26	123	45k6	14	48,5	16x32	149	120	137	12x22	110	130	25	50	66	118	16x30
Ot27	103	40k6	12	43	14x30	115	90	108	12x22	65	100	20	50	60	90	12x22



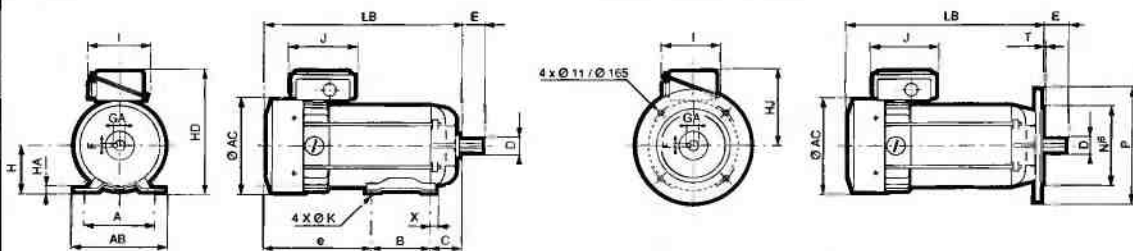
Les moteurs électriques (suite)

21.3.3.13. Moteurs à courant continu fermés de petites puissances

Encombrement

Patte de fixation

Bride de fixation à trous lisses



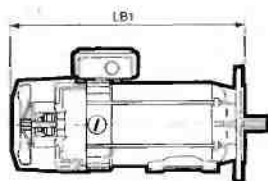
Les brides de fixation existent à trous taraudés (voir le constructeur pour les nouvelles dimensions)

H (mm)	Bouts d'arbre				A patte de fixation								A bride de fixation								
	Dj6	E	ØxU	GA	F	A	AB	AC	B	C	HD	K	LB	Nj6	P	T	LA	M	HD	S	LB
56S	11	23	4x10	12,5	4	90	108	108	71	36	12	6	156	80	120	3	-	100	127	7	156
56L	11	23	4x10	12,5	4	90	108	108	71	36	127	6	196	80	120	3	-	100	127	7	196
63S	11	23	4x10	12,5	4	100	120	138	80	26	165	7	195	95	140	3	-	115	165	9	195
63M	11	23	4x10	12,5	4	100	120	138	80	26	165	7	220	95	140	3	-	115	165	9	220
63L	11	23	4x10	12,5	4	100	120	138	80	26	165	7	250	95	140	3	-	115	165	9	250
80S	19	40	6x15	21,5	6	125	155	158	100	50	210	9	258	130	200	3,5	10	165	213	11	258
80L	19	40	6x15	21,5	6	125	155	158	100	50	213	9	308	130	200	3,5	10	165	213	11	308
80VL	19	40	6x15	21,5	6	125	155	158	100	50	213	9	358	130	200	3,5	10	165	213	11	358

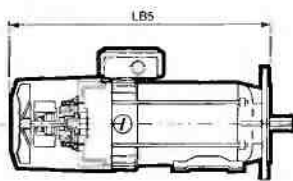
Caractéristiques

H (mm)	Puissance kW	Vitesse tr/min	Intensité A	Rendement D	Masse kg	H (mm)	Puissance kW	Vitesse tr/min	Intensité A	Rendement D	Masse kg
56S	0,075	3000	0,5	0,54	5	63L	0,37	3000	2,6	0,79	11
56L	0,120	3000	0,9	0,64	6	80S	0,55	2000	3,7	0,82	18
63S	0,18	3000	1,3	0,63	7,5	80L	0,75	2000	5,1	0,81	18
63M	0,25	3000	1,7	0,70	9,2	80VL	1	2000	6,6	0,84	22

Options

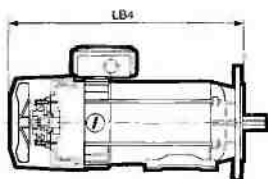


Motoventilé avec dynamo tachymétrique

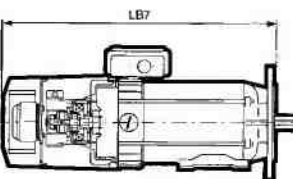


Motoventilé avec dynamo tachymétrique et frein

- LB1 : motoventilé avec dynamo tachymétrique
- LB2 : ventilation forcée
- LB3 : ventilation forcée avec dynamo tachymétrique
- LB4 : motoventilé avec dynamo tachymétrique et frein
- LB6 : ventilation forcée avec frein
- LB7 : ventilation forcée avec dynamo tachymétrique et frein



Motoventilé avec frein



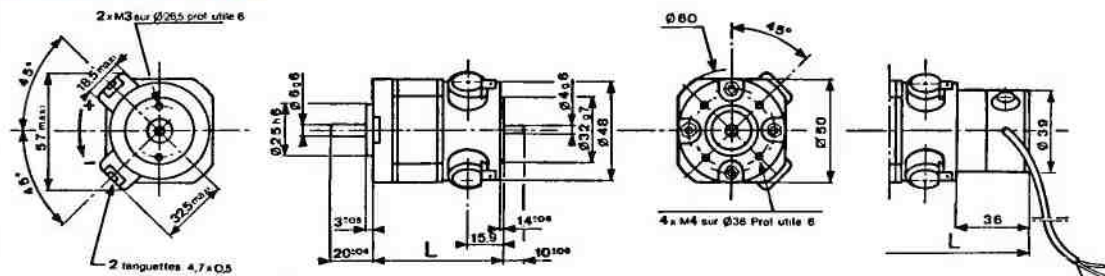
Ventilation forcée avec dynamo tachymétrique et frein

H	LB1
56S	206
56L	246
63S	245
63M	270
63L	300
80S	305
80L	355
80VL	405

Les moteurs électriques (suite)

21.3.3.14. Servo moteurs à courant continu à aimants permanents

Encombrement type RE 1

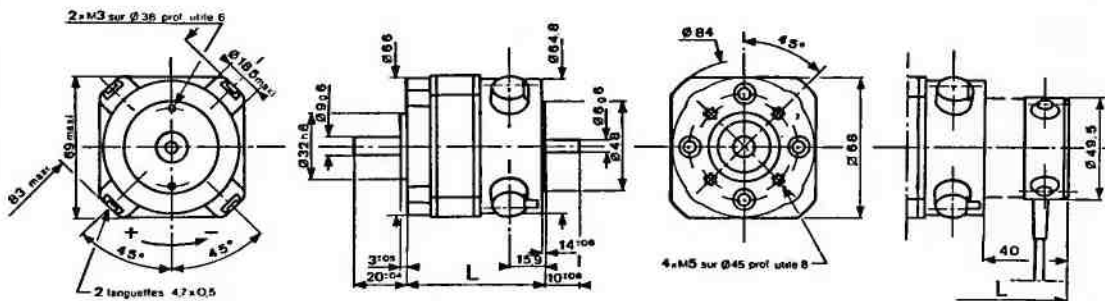


Type	L maximum	L avec tachymètre
RE 110	61 mm	95,5 mm
RE 120	77 mm	111,5 mm
RE 130	93 mm	127,5 mm

Caractéristiques

Type	Couple(Ncm) nominal	Vitesse nominale	Puissance nominale	Tension nominale	Courant nominal	Vitesse maximale	Couple(Ncm) amorti/1000t	Inertie kgm ² 10 ⁻⁵	Accélération àNn(radS ²)	Masse (kg)
RE 110	5	3000	16 W	22 V	1,8 A	6000	0,09	0,26	69200	0,45
RE120	9,5	3000	30 W	22V	2,75 A	6000	0,11	0,43	83700	0,66
RE 130	12,5	3000	39 W	23 V	3 A	6000	0,12	0,60	83300	0,87

Encombrement type RE 2



Type	L maximum	L avec tachymètre
RE 210	65,5 mm	104 mm
RE 220	81,5 mm	120 mm

Type	L maximum	L avec tachymètre
RE 230	97,5 mm	136 mm
RE 240	113,5 mm	152 mm

Caractéristiques

Type	Couple(Ncm) nominal	Vitesse nominale	Puissance nominale	Tension nominale	Courant nominal	Vitesse maximale	Couple(Ncm) amorti/1000t	Inertie kgm ² 10 ⁻⁵	Accélération àNn(radS ²)	Masse (kg)
RE 210	12,5	3000	39 W	24 V	3 A	6000	0,13	1,3	38400	0,95
RE 220	24	3000	75 W	24 V	4,7 A	6000	0,2	1,95	51200	1,35
RE 230	33	3000	103 W	24 V	6,4 A	5000	0,27	2,6	53800	1,75
RE 240	42	3000	132 W	27 V	6,8 A	5000	0,34	3,25	50700	2,15

Nota : Sur les servo moteurs, possibilité d'adapter :

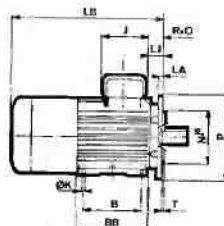
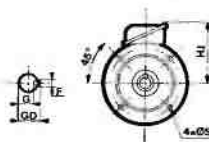
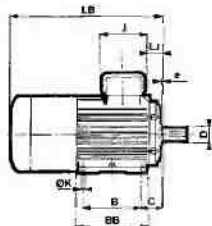
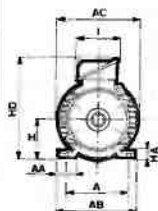
- tachymètre
- frein de maintien à manque de courant
- codeur
- réducteur

Les moteurs électriques (suite)

2.3.3.15. Moteurs à courant continu fermés bobinés

Fixation à pattes

Fixation à bride à trous lisses



Type	Dimensions principales												Bride à trous lisses						
	A	AA	AB	AC	B	BB	C	K	H	HA	HD	HU	LB	P	M	N	T	LA	S
MFB 100	160	42	200	198	140	174	63	12	100	12	265	165	396	250	215	180	4	14	14
MFB 112	190	45	230	223	140	174	70	12	112	12	312	200	431	250	215	180	4	14	14
MFB 132	216	52	255	265	140/178*	223	89	12	132	14	351	219	534	300	265	230	4	14	14
MFB 160	254	65	294	315	210	294	108	14	180	24	390	250	600	350	300	250	5	15	18
MFB 200	318	80	374	394	267	361	133	18	200	50	515	315	760	400	350	300	5	16	18
MFB 225	356	77	425	440	286	396	149	18	225	24	582	360	870	450	400	350	5	22	18

*Le MFB 132 bénéficie d'un double perçage

Type	Bout d'arbre									Boîte à bornes				
	D	E	e	F	G	GA	m	p	q	y	l	J	P.E	
MFB 100	28	60	3	8	24	31	M10	4	40	102	102	98	CM14	
MFB 112	28	60	3	8	24	31	M10	4	40	112	133	124	CM14	
MFB 132	38	60	3	10	33	41	M12	4	50	103	133	124	CM18	
MFB 160	42	110	4	12	37	45	M16	6	55	123	180	155	CM24	
MFB 200	55	110	5	16	49	59	M20	5	80	175	260	220	CM30	
MFB 225	80	110	6	18	64	64	M20	5	80	312,5	260	225	CM30	

En fonction des options : frein, ventilation forcée, tachymétrie, la cote LB est modifiée.

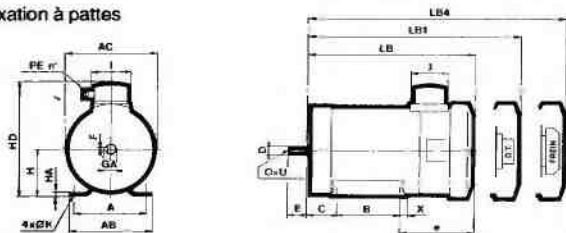
Caractéristiques

Puissance KW	Vitesse de rotation n pour une tension U (tr/min)						Vitesse maxi	Intensité A	Rendement η%	Excl. W	Masse kg
	150 V	170 V	230 V	250 V	260 V	310 V					
0,9 à 2,4	1250 à 2650	1420 à 3000	2010 à 2910	2180 à 3175	2270 à 3300	2750 à 3200	3600	8 à 17	68 à 79	130	35
100 L											
0,8 à 3,1	1015 à 2110	1150 à 2400	1600 à 3200	1740 à 2700	1810 à 2810	2200 à 3300	3600	7,2 à 16	65 à 81	150	38
112 M											
1 à 2,9	1020 à 2200	1160 à 2500	1680 à 2575	1830 à 2800	1900 à 2910	2300 à 2760	3600	8,2 à 20	72 à 82	150	48
112 L											
1 à 4,2	830 à 2650	940 à 3000	1330 à 2750	1440 à 2980	1500 à 3100	1810 à 2760	3600	8,2 à 29	72 à 81	170	50
132 S											
1,7 à 6,7	915 à 2170	991 à 2350	1030 à 2450	1230 à 2950	1590 à 2650	1670 à 3000	3600	9 à 25	74 à 65	170	75
132 M											
2,45 à 8,6	975 à 1710	1060 à 1850	1100 à 1830	1340 à 2340	1750 à 3050	1850 à 3200	3600	13 à 23	76 à 87	190	66
160 M											
3,4 à 12	1035 à 1590	1125 à 1720	1170 à 2430	1410 à 2950	1840 à 2800	1970 à 3000	3600	17 à 43	77 à 66	420	145
160 L											
	900 à 1370	980 à 1490	1020 à 1750	1220 à 2100	1590 à 2850	1660 à 3000	3600	21 à 43	76 à 87	500	170
200 M											
7,3 à 28,6	950 à 2360	1040 à 2580	1080 à 2680	1310 à 3200	1720 à 2050	1900 à 2260	3400	36 à 106	79 à 66	800	270
200 L											
6,7 à 34	770 à 1900	840 à 2180	875 à 2250	1060 à 2600	1390 à 3300	1530 à 3140	3400	32 à 100	78 à 87	900	260
225 M											
7,8 à 37	740 à 1870	810 à 2040	840 à 2120	1020 à 2550	1330 à 6300	1470 à 3000	3200	39 à 122	78 à 82	100	340
225 L											
18,3 à 42	1260 à 1540	1370 à 1680	1425 à 1750	1710 à 2100	2230 à 2730	2460 à 3000	3200	90 à 123	78 à 84	1100	350

Les moteurs électriques (suite)

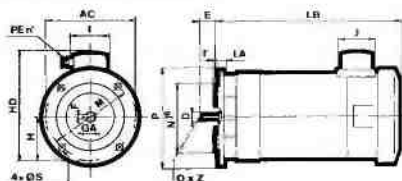
21.3.3.16. Moteurs à courant continu - Motovariateurs électroniques

Fixation à pattes



Bout d'arbre					
D	E	Ø x Z	GA	F	
11j6	23	4 x 10	12,5	4	
11j6	23	4 x 10	12,5	4	
19j6	40	6 x 16	21,5	6	
24j6	50	10 x 22	27	8	
28j6	60	10 x 22	31	8	

Fixation à bride à trous lisses



Bride à trous lisses						
Type	M	N	P	LA	S	T
56 S-L	100	80	120	8	7	3
63 S-M-L	115	95	140	10	9	3
80 S-L-VL	165	130	200	10	11	3,5
100 L	165	130	200	12	11	3,5
112 L	215	180	250	12	14	4

Type	Dimensions principales																Masse kg	
	A	AB	AC	B	C	e	H	HA	HD	I	J	K	LB*	LB1	LB4	X		PE
56S	90	108	108	71	36	49	56	2	127	48	49	6	156	206	200	9	11	5
56L	90	108	108	71	36	89	56	2	127	49	49	6	196	246	240	9	11	6
63 S	100	120	136	80	40	75	63	2	165	85	65	7	195	245	243	10	11	7,5
63 M	100	120	136	80	40	100	63	2	165	85	65	7	220	270	268	10	11	9,2
63 L	100	120	136	80	40	130	63	2	165	85	85	7	250	300	296	10	11	11
80 S	125	155	158	100	50	108	80	1,5	213	100	95	9	258	305	331	10	16	14
80 L	125	155	158	100	50	158	80	1,5	213	100	95	9	308	355	361	10	16	18
80 VL	125	155	158	100	50	208	80	1,5	213	100	95	9	356	405	431	10	16	22
100 L	180	198	195	254	63	163	100	5	243	100	95	12	480	517	568	12	16	44
112 L	190	230	220	254	70	222	112	5	270	100	95	12	510	546	596	22	16	55

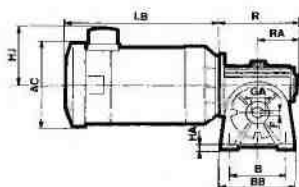
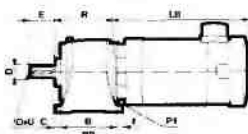
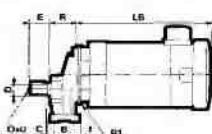
* En version bride à trous lisses, la cote LB = + 4 mm pour MFA 56, + 12 mm pour MFA 63.

Grille de sélection des motovariateurs électroniques MVE avec ou sans frein

Réseau monophasé	Puissance kW	Moment nominal N.m	Plage de vitesse min ⁻¹	MVE taille	Tension induit V	Intensité nominale A	Frein					Variateur VE																																																																																																		
							Type	M* N.m	P* W	U _f * V	I _f * mA	n°	Taille																																																																																																	
50 - 60 Hz	220 - 240 V ± 10%	0,075	200 - 3000	7 - 56 S	160	0,5	FMC	1,5	13,5	190	71	1	1	7																																																																																																
															0,12	200 - 3000	12 - 56 L	180	0,9	FMC	1,5	13,5	190	71	1	12																																																																																				
																											0,18	200 - 3000	18 - 63 S	180	1,3	FMC	2,5	13,5	190	71	1	18																																																																								
																																							0,25	200 - 3000	25 - 63 M	180	1,7	FMC	2,5	13,5	190	71	1	25																																																												
																																																			0,37	200 - 3000	36 - 63 L	160	2,6	FMC	2,5	13,5	190	71	1	36																																																
																																																															0,37	130 - 2000	37 - 60 S	180	2,6	CF1	7,5	50	100	500	1	37																																				
																																																																											0,55	130 - 2000	55 - 80 L	180	3,7	CF1	7,5	50	100	500	1	55																								
																																																																																							0,75	130 - 2000	75 - 60 L	180	5,1	CF1	7,5	50	100	500	1	75												
																																																																																																			1	130 - 2000	100 - 80 VL	180	6,6	CF1	7,5	50	100	500	1	100
2,2	130 - 2400	220 - 2 - 112 L	160	13,5	CF1	10	50	100	500	2	220 - 2																																																																																																			
												1,5	380 - 415 V ± 10%	130 - 2200	150 - 3 - 100 L	310	5,4	CF1	10	50	100	500	1	150 - 3																																																																																						
																									2,2	130 - 2400	220 - 3 - 112 L	310	8,5	CF1	10	50	100	500	2	220 - 3																																																																										

*Mf : moment de freinage - P_f : puissance du frein - U_f : tension de la bobine frein - I_f : intensité de la bobine frein

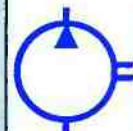
Moteurs et variateurs assemblés



Variateurs compabloc (voir page 518 et 519)

Variateur mécabloc (voir page 520)

22. Symboles et conventions



22.1. Symboles généraux de schématisation	532		
22.1.1. Les symboles des liaisons entre pièces			
- Liaisons principales entre solides			
- Symboles complémentaires et admissibles			
- Exemples de mécanismes simples et complexes	533		
- Mouvements des solides de mécanismes			
- Exemples de mouvements			
- Transmission par chaîne et par courroie ou câble			
- Représentation des engrenages	534		
- Représentation des roues et plateaux à friction			
22.1.2. Les symboles des schémas pour chaînes cinématiques	535		
- Utilisation de base de la flèche			
- Indications figurant sur les machines - outils			
- Sens de manœuvre des organes de commande des machines - outils			
- Organes d'accouplement	536		
- Machines électriques tournantes (modes de fixations)			
22.1.3. Les symboles pneumatiques et hydrauliques	537		
- Fonctions de régulation, de mesure et d'automatisme des processus industriels			
- Transformation de l'énergie			
- Vérins	538		
- Distributeurs			
- Accessoires	539		
- Commandes	540		
- Appareils de mesure			
- Appareils de conditionnement	541		
22.1.4. Les symboles électriques	541		
- Dispositifs et méthodes de commande			
- Commande par grandeurs non électriques			
- Repérage des conducteurs et des bornes	542		
- Bornes et connexions de conducteurs			
- Dispositifs de connexion			
- Résistances			
- Condensateurs	543		
- Inductances			
- Diodes			
- Thyristors			
- Transistors			
- Dispositifs photosensibles et magnétosensibles			
- Types de machines	544		
- Machines à courant continu			
- Machines synchrones			
		- Machines à induction (asynchrones)	
		- Transformateurs et inductances	
		- Piles et accumulateurs	
		- Convertisseurs de puissance	545
		- Commutateurs unipolaires et interrupteurs de position	
		- Interrupteur fonctionnant sous l'effet de θ	
		- Contacts divers	
		- Contacts agissant sous l'effet d'une variation de vitesse	
		- Appareils mécaniques de connexion	
		- Relais de mesure	
		- Relais électromécaniques de tout ou rien	546
		- Capteurs et détecteurs	
		- Fusibles et interrupteurs à fusibles	
		- Auxiliaires de commande - Commutateurs	
		- Symboles fonctionnels de démarreurs de moteur	
		- Appareils enregistreurs - Compteurs	
		- Appareils indicateurs	547
		- Dispositifs de comptage	
		- Horloges électriques - Thermocouples	
		- Lampes et dispositifs de signalisation	
		- Appareils téléphoniques	
		- Sélecteurs	
		- Transducteurs	
		22.1.5. Schémas architecturaux et topographiques	548
		- Socles de prises de courant	
		- Interrupteurs appareils divers	
		- Appareils électrodomestiques ou assimilés	
		- Installations d'éclairage	
		22.1.6. Fonctions logiques binaires	549
		- Opérateurs combinatoires élémentaires	
		- Opérateurs à retard	
		- Opérateurs séquentiels	
		22.2. Symboles et conventions pour les organigrammes	550
		22.2.1. Organigramme des données	
		22.2.2. Organigramme de programmation	551
		22.2.3. Exemples d'organigrammes	552
		22.2.4. Organigramme pour le traitement de l'information	553

22.1. Symboles généraux de schématisation



22.1.1. Les symboles des liaisons entre pièces

Liaisons principales entre solides

NFE 04 - 015

Nom de la liaison	Mouvements relatifs		Degrés de liberté supprimés	Symboles	Nom de la liaison	Mouvements relatifs		Degrés de liberté supprimés	Symboles
	rota.	trans.				rota.	trans.		
Encastrement ou liaison fixe	0	0	-6		Sphérique à doigts	2	0	-4	
					Rotule ou sphérique	3	0	-3	
Pivot	1	0	-5		Appui plan	1	2	-3	
Glissière	0	1	-5		Linéaire annulaire	3	1	-2	
Hélicoïdale	1	1	-5		Linéaire rectiligne	2	2	-2	
Pivot glissant	1	1	-4		Ponctuelle	3	2	-1	

Symboles complémentaires et symboles admissibles

NFE 04 - 015

Base	0	0	-6		Arbre-tige solide de jonction				
Encastrement ou liaison fixe	0	0	-6		Réglage des composants du solide				
Pivot	1	0	-5		Glissière	0	1	-5	
Hélicoïdale	1	1	-5		Pivot glissant	1	1	-4	
					Ponctuelle ou sphère-plan	3	2	-1	

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles des liaisons entre pièces (suite)

Exemples de mécanismes simples et complexes

NFE 04 - 015

<p>Bielle</p>	<p>Liaison pivot reliée à une base</p>	<p>Piston, bielle, vilebrequin d'un moteur ou d'une pompe à piston</p>	<p>Glissières à axes concourants</p>
<p>Jonction : - liaison pivot - liaison glissière</p>	<p>Lever</p>		<p>Mécanisme à retour rapide par balancier à coulisse</p>

Mouvements des solides de mécanismes

NFE 04 - 015

<p>Trajectoire de mouvement pour un mouvement rectiligne.</p>		<p>Sens du mouvement. La flèche peut être :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ouverte - fermée - fermée et noircie 		<p>Arrêt instantané en position intermédiaire pour un mouvement de rotation.</p>	
<p>Trajectoire de mouvement pour un mouvement de rotation</p>		<p>Arrêt instantané en position intermédiaire pour un mouvement rectiligne.</p>		<p>Arrêt prolongé en position intermédiaire.</p>	
<p>Arrêt prolongé en position extrême</p>		<p>Mouvement inversé exécuté partiellement</p>		<p>Arrêt : fin de mouvement.</p>	

Exemples de mouvements

NFE 04 - 015

<p>Mouvement à sens unique.</p>		<p>Fin de mouvement</p>		<p>Mouvement oscillatoire avec arrêts prolongés aux positions extrêmes.</p>	
<p>Mouvement à sens unique avec arrêt instantané.</p>		<p>Mouvement oscillatoire.</p>		<p>Mouvement oscillatoire avec arrêts prolongés en position intermédiaire.</p>	
<p>Mouvement à sens unique avec arrêt prolongé</p>		<p>Mouvement oscillatoire avec arrêt prolongé en une position extrême.</p>		<p>Mouvement à sens unique partiellement inversé avec arrêt prolongé.</p>	
<p>Mouvement à sens unique partiellement inversé</p>					

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles des liaisons entre pièces (suite)

Transmission par chaîne et par courroie ou câble

NFE 04 - 016

Chaîne à maillons	Chaînes à rouleaux	Chaînes à dents	Transmission par chaîne
Courroie plate	Courroie trapézoïdale	Courroie ronde	Courroie crantée

Simple courroie plate	Poulies étagées	Courroies trapézoïdales

Représentation des engrenages

NFE 04 - 113

Roues et pignons (présentation isolée)			Engrenages cylindriques	Engrenages intérieurs
Cylindrique	Creuse	Cônique		

Roue et vis sans fin	Roue et crémaillère	Engrenages côniques	Engrenages hypoides
		Axes concourants	

Représentation des roues et plateaux à friction

NFE 04 - 016

Roues cylindriques	Roues côniques	Réglage à plateau	Réglage à roue cônique

Symboles généraux de schématisation (suite)



22.1.2. Les symboles des schémas pour chaînes cinématiques

Utilisation de base de la flèche

NFX 05 - 002

Direction et sens de mouvement par rapport à l'observateur ou par rapport à l'opérateur		Direction et sens de mouvement par rapport à un système coordonné avec ou sans mention de valeur		Fonction et force	
Rotation partielle		Mise en position par déplacements successifs		Dimension	
Virage		Vitesse		Mouvement continu	
Mouvement interrompu		Dépassement de course		Mouvement limité	
Fonction ou application d'une pression ou d'une force sur un élément ou sur un produit.					

Indications figurant sur les machines - outils

NFE 60 - 032

Attention tension!		Avance longitudinale		Freiner	
Attention!		Avance transversale		Desserrer le frein	
Interrupteur principal		Avance verticale		Serrer Bloquer Presser	
Déplacement rapide		Graissage		Desserrer Débloquer	
Arrosage lubrifiant		Pompe (ajouter le symbole significatif; exemple arrosage)		Réglable	
Eclairage de la machine		Commande à main		Bouton interrupteur de secours (ROUGE)	
Mettre en circuit				Embrayage (1) Débrayage (2)	
Mettre hors circuit					

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles des schémas pour chaînes cinématiques (suite)

Sens de manœuvre des organes de commande des machines outils

NFE 60 - 031

Commande par levier - manuellement		Commande par levier - mouvements automatiques		Commande par bouton - déplacement rectiligne	
				Commande par bouton - déplacement circulaire	
Commande par volant					

Organes d'accouplement

NFE 22 - 610

Accouplement permanent et non débrayable		Accouplement rigide	
Accouplement flexible		Accouplement élastique	
Accouplements (autres types)		Accouplement de protection à la rupture	
Accouplement limiteur de couple		Accouplement universel (joint de cadran)	
Embrayage Symbole général		Embrayage à denture (pas de glissement)	
Embrayage à friction (peut admettre un glissement)		Embrayage centrifuge à friction	
Embrayage synchrone (sans contact mécanique : effet électromagnétique)		Roue libre	
Coupleur		Coupleur à friction mécanique	

Machines électriques tournantes (Modes de fixation)

NFC 51 - 117

B3 à pattes	B35 à pattes et bride	B5 à bride	V1 à bride	V15 à pattes et bride	V5 à pattes
--------------------	------------------------------	-------------------	-------------------	------------------------------	--------------------

Symboles généraux de schématisation (suite)



22.1.3. Les symboles pneumatiques et hydrauliques

Fonctions de régulation, de mesure et d'automatisme des processus industriels

NFE 04 - 203 - 1 -

Point de mesure		Dispositif réglant	
Instrument. - Un nombre ou des lettres peuvent être ajoutés pour l'identification.			
Organe de réglage		Position hors alimentation : - ouverte.	
Actionneur manuel		Position hors alimentation : - fermée.	
Actionneur automatique		Position hors alimentation : - maintenue inchangée.	
Actionneur automatique avec commande manuelle incorporée		Position hors alimentation : - indéterminée.	

Transformation de l'énergie

NFE 04 - 056

Pompes hydrauliques : (1) à un sens de flux (2) à deux sens de flux		Moteurs hydrauliques (1) à un sens de flux (2) à deux sens de flux	
Compresseur à cylindrée fixe à un sens de flux		Moteur pneumatique à cylindrée fixe à un sens de flux.	
Moteurs pneumatiques à cylindrée variable : (1) à un sens de flux (2) à deux sens de flux		Pompes hydrauliques à cylindrée variable : (1) à un sens de flux (2) à deux sens de flux	
Pompe - Moteur à cylindrée fixe : (1) à inversion du flux (2) à un seul sens de flux		Moteurs hydrauliques à cylindrée variable : (1) à un sens de flux (2) à deux sens de flux	
Moteurs oscillants : (1) hydraulique (2) pneumatique		Variateur hydraulique	
Deshydrateur		Lubrificateur	

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles pneumatiques et hydrauliques (suite)

Vérins

NFE 04 - 056

Vérins à simple effet - à rappel par force non définie			Vérins à double effet - à simple tige		
Vérins à simple effet - à rappel par ressort			Vérins à double effet - à double tige traversante		
Vérins avec amortisseur - fixe d'un côté			Vérins différentiels		
Vérins avec amortisseur - fixe des deux côtés			Vérins télescopiques (1) à simple effet (2) à double effet		
Vérins avec amortisseur - réglable d'un côté			Multiplicateur de pression - à une seule nature de fluide - pneumatique/pneumatique		
Vérins avec amortisseur - réglable des deux côtés			Echangeur de pression pneumatique/hydraulique		

Distributeurs

NFE 04 - 056

Distributeur 2/2 (2 orifices, 2 positions) - à commande manuelle		Distributeur 3/2 (3 orifices, 2 positions) - à commande électro- magnétique, rappel par ressort	
Distributeur 2/2 (2 orifices, 2 positions) - à commande par pression avec rappel par ressort		Distributeur 4/2 (4 orifices, 2 positions) - à commande par pression des 2 côtés accouplés à un distributeur pilote.	
Distributeur 3/2 (3 orifices, 2 positions) - à commande par pression des deux côtés		Distributeur 5/2 - à commande par pression des 2 côtés	
Distributeur avec étranglement - à 2 orifices		Distributeur avec étranglement - à 3 orifices	
Distributeur avec étranglement - à 4 orifices		Servo-distributeur électro- hydraulique - à 1 étage	
Servo-distributeur électro- pneumatique - à 2 étages avec asservisse- ment mécanique		Servo-distributeur électro- pneumatique - à 2 étages avec asservisse- ment hydraulique.	





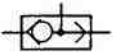

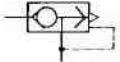


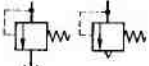
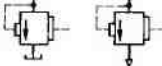
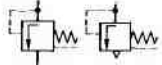
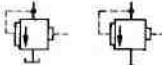

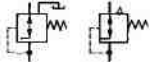

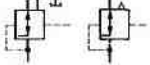





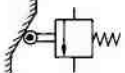













Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles pneumatiques et hydrauliques (suite)

Accessoires

NFE 04 - 056

Clapets de non-retour (1) sans ressort (2) avec ressort	 (1)	 (2)	Clapets de non-retour (1) piloté pour ouvrir (2) piloté pour fermer	 (1)	 (2)
Sélecteur de circuit			Clapet de non-retour avec étranglement		
Soupape d'échappement rapide			Réducteur de pression ou détenteur : (1) sans orifice de retour (2) sans orifice de retour et réglé à distance	 (1)	 (2)
Limiteur de pression			Limiteur proportionnel de pression		
Limiteur de pression à commande pilotée			Limiteur inversement proportionnel à la pression		
Soupape de séquence			Réducteur de pression auto-régulateur : - avec orifice de retour		
Réducteur de pression différentiel			Réducteur de pression auto-régulateur : - avec orifice de retour et réglé à distance		
Réducteur de débit : (1) non réglable (2) réglable	 (1)	 (2)	Réducteur de pression proportionnel		
Moteurs : (1) électrique (2) thermique	 (1)	 (2)	Réducteur de débit à commande mécanique avec ressort de rappel		
Régulateurs de débit (1) série à débit fixe (2) dérivation à débit fixe	 (1)	 (2)	Régulateurs de débit : (1) série à débit variable (2) dérivation à débit variable	 (1)	 (2)
Diviseur de débit			Robinet d'isolement		
Sources de pression : (1) symbole général (2) hydraulique (3) pneumatique	 (1)	 (2)	Purge d'air		
Orifices d'évacuation d'air : (1) non connectable (2) connectable	 (1)	 (2)	Prises : (1) débouchée (2) avec conduite branchée	 (1)	 (2)

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles pneumatiques et hydrauliques (suite)

Accessoires (suite)

NFE 04 - 056

Raccordement des conduites		Croisement de conduites	
Raccordements rapides (1) sans clapet (2) avec clapet	 (1) (2)	Raccords rapides accouplés	
Raccords rotatifs - à un passage		Silencieux	
Raccords rotatifs - à trois passages		Réservoirs à l'air libre : (1) symbole général (2) débouchant au-dessus	
Réservoir sous pression		Accumulateurs (1) à ressort à poids (2) hydro-pneumatique	
Filtre - crépine		Purgeurs : (1) à commande manuelle (2) automatique	

Commandes

NFE 04 - 056

Commandes : (1) musculaire (2) bouton poussoir		Commandes mécaniques (1) poussoir (2) ressort	
Commandes : (3) levier (4) pédale		Commandes mécaniques : (3) galet (4) galet escamotable	
Commande par pression (1) et (2) augmentation par com- mande directe		Commandes électriques : (1) un enroulement (2) deux enroulements	
(3) et (4) augmentation par commande indirecte (distributeur pilote)		Commandes électriques : (3) moteur électrique	

Appareils de mesure

NFE 04 - 056

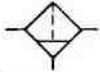
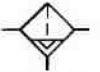





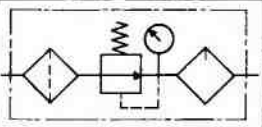
Mesure de pression : (1) manomètre (2) manomètre différentiel		Mesure de température - thermomètre	
Contact électrique à pression		Mesure de débit : (1) débitmètre (2) compteur	

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles pneumatiques et hydrauliques (suite)
























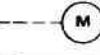


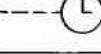
Appareils de conditionnement

Filtre avec purgeur à commande manuelle 	Filtre avec purgeur automatique 
Groupe de conditionnement d'air (représentation simplifiée) 	Régulateur de température 
Refroidisseur ou réfrigérant sans conduites du réfrigérant 	Refroidisseur ou réfrigérant avec conduites du réfrigérant 
Réchauffeur 	Groupe de conditionnement d'air (représentation détaillée) 

22.1.4. Les symboles électriques



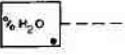


Dispositifs et méthodes de commande

NFC 03 - 202

	- Commande mécanique manuelle, cas général		- Développement linéaire d'une came		- Commande par came et galet
	- Commande mécanique manuelle, à accès restreint		- Profil de came		- Commande par accumulation d'énergie mécanique
	- Commande par tirette		- Commande par came		- Commande hydraulique ou pneumatique à simple effet
	- Commande rotative		- Commande par galet		- Commande hydraulique ou pneumatique à double effet
	- Commande par poussoir		- Commande par manivelle		- Commande électromagnétique
	- Commande par effet de proximité		- Commande par clef		- Commande par protection électromagnétique de surintensité
	- Commande par effleurement		- Commande manuelle amovible		- Commande par élément thermosensible (thermique par surintensité)
	- Bouton poussoir de sécurité type "coup de poing"		- Commande par levier		- Commande par moteur électrique
	- Commande par volant		- Commande par pédale		- Commande par horloge électrique

Commande par grandeurs non électriques

NFC 03 - 202

	- Commande par le niveau d'un fluide		- Commande par le débit d'un fluide		- Commande par humidité relative
	- Commande par comptage		- Commande par le débit d'un gaz		- Commande par degré hygrométrique

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles électriques (suite)

Repérage des conducteurs et des bornes

NFC 03 - 202

Désignation des conducteurs	Notation alphanum		Symbole graphique	Désignation des conducteurs	Notation alphanum		Symbole graphique	
	Conducteurs	Bornes			Conducteur	Bornes		
Système d'alimentation alternatif	Phase 1	L1	U	Terre	E	E		
	Phase 2	L2	V		Terre sans bruit	TE		TE
	Phase 3	L3	W					
Système continu	Neutre	N	N	Masse, châssis	MM	MM		
	Positif	L+	A					
	Négatif	L-	B					
	Médian	M	C	Equipotentialité	CC	CC		
Conducteur de protection	PE	PE	Borne d'equipotentialité (symbole utilisable sur le matériel)					
Conducteur de protection non mis à la terre	PU	PU						
Conducteur de protection et conducteur neutre confondus	PEN	PEN						

Bornes et connexions de conducteurs

NFC 03 - 203

		(1) Connexion de conducteurs (2) Borne (le cercle peut être rempli)		Jonction de conducteurs
		Barrette à bornes		Connexion commune à un groupe d'appareils similaires Ex : Bancs multipliés et figurés pour 10 bancs
		(1) Dérivation (2) Double dérivation		

Dispositifs de connexion

NFC 03 - 203

		- Prise de connecteur - Prise de prolongateur - Pôle d'une prise		Ensemble de connecteurs, partie fixe
		- Fiche de connecteur - Fiche de prolongateur - Pôle d'une fiche		Ensemble de connecteurs, partie mobile
		Fiche et prise		Ensemble de connecteurs accouplés
		Barrettes de connexion (fermées, ouvertes)		Fiche coaxiale et prise coaxiale

Résistances

NFC 03 - 204

	- Résistance symbole général (2 variantes)		- Résistance à contact mobile avec position de coupure		- Shunt. Résistance à bornes "courant" et "tension" séparées
	- Résistance variable		- Potentiomètre à contact mobile		- Résistance variable à disques de carbone
	- Résistance dépendant de la tension. Varistance		- Potentiomètre à ajustage prédéterminé		- Élément chauffant
	- Résistance variable à contact mobile		- Résistance avec prises fixes (2 prises figurées)		- Impédance
	- Résistance non réactive		- Thermistance, à coef. de température négatif ou positif		- Résistance à ajustabilité prédéterminée

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles électriques (suite)

Condensateurs

NFC 03 - 204

		Condensateur (Symbole général)			Condensateur variable
		Condensateur à ajustage prédéterminé			Condensateur polarisé variable en fonction : (1) de la tension (2) de la température

Inductances

NFC 03 - 204

	- Inductance, bobine, enroulement		- Inductance à noyau magnétique avec entrefer		- Inductance à noyau magnétique
--	-----------------------------------	--	---	--	---------------------------------

Diodes

NFC 03 - 205

	- Diode à semiconducteur (2 variantes)		- Diode tunnel		- Diode symétrique - Diac
	- Diode électroluminescence		- Diode à effet de claquage dans un seul sens		
	- Diode à caractère variable		- Diode unitunnel		- Diode à effet de claquage dans les deux sens

Thyristors

NFC 03 - 205

	- Thyristor diode bloqué en inverse		- Thyristor diode symétrique		- Thyristor triode symétrique - Triac
	- Thyristor diode passant en inverse				
	- Thyristor triode, type non spécifié		- Thyristor triode blocable, gâchette non spécifiée		- Thyristor triode passant en inverse, gâchette non spécifiée

Transistors

NFC 03 - 205

	- Transistor PNP		- Transistors à jonction avec base de type P ou N		- Transistor PNIN avec connexion à la région intrinsèque
	- Transistor NPN avec collecteur relié à l'enveloppe		- Transistor avalanche NPN		- Transistor PNIP avec connexion à la région intrinsèque

Dispositifs photosensibles et magnétosensibles

NFC 03 - 205

	- Photo résistance - Cellule photoconductrice à conductivité symétrique		- Phototransistor, type PNP
	- Photodiode - Cellule photoconductrice à conductivité asymétrique		- Cellule photovoltaïque

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles électriques (suite)

Types de machines

NFC 03 - 206

	- Machine, symbole général. Remplacer * par les symboles suivants : C : commutatrice CS : compensateur synchrone G : génératrice GS : alternateur synchrone M : moteur MG : machine pouvant servir comme générateur ou moteur MS : moteur synchrone		Moteur linéaire Symbole général
			Moteur PAS à PAS

Machines à courant continu

NFC 03 - 206

	Moteur à courant continu à excitation série		Génératrice à courant continu à excitation composée
	Moteur à courant continu à excitation en dérivation		Convertisseur : courant continu - courant continu, excitation commune par aimant permanent

Machines synchrones

NFC 03 - 206

	Alternateur synchrone triphasé, à aimant permanent		Moteur synchrone monophasé
--	--	--	----------------------------

Machines à induction (asynchrones)

NFC 03 - 206

	Moteur asynchrone monophasé à phase auxiliaire sortie et rotor en court circuit		Moteur linéaire asynchrone triphasé à déplacement dans un seul sens
	Moteur asynchrone triphasé à rotor en court-circuit		Moteur asynchrone triphasé à rotor à bagues

Transformateurs et inductances - Symboles généraux

NFC 03 - 206

		Transformation à deux enroulements			Transformateur à trois enroulements
		Autotransformateur			Transformateur de courant Transformateur d'impulsion

Piles et accumulateurs

NFC 03 - 206

	Élément de pile ou d'accumulateur : - trait long + - trait court -		Batteries d'accumulateurs ou de piles (2 variantes)
--	--	--	---

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles électriques (suite)

Convertisseurs de puissance

NFC 03 - 206

	Convertisseur (symbole général)		Redresseur		Onduleur
	Convertisseur de courant continu		Redresseur en couplage à double voie (en pont)		Redresseur-Onduleur

Commutateurs unipolaires et interrupteurs de position

NFC 03 - 207

	Contact à fermeture à commande manuelle (symbole général)		Bouton poussoir à fermeture à retour automatique		Tirette à fermeture à retour automatique
	Bouton rotatif à fermeture sans retour automatique		Interrupteur de position		Interrupteur de position à deux circuits distincts actionné mécaniquement

Interrupteurs fonctionnant sous l'effet de la température

NFC 03 - 207

	(1) - Interrupteur à fermeture		(2) - Interrupteur à ouverture		Interrupteur agissant par effet thermique direct (bilame)		Contact d'un relais thermique
--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	---	--	-------------------------------

Contacts divers

NFC 03 - 207

		- Contact à fermeture, interrupteur (contact de travail) (deux symboles)		- Contact à deux directions sans chevauchement		- Contact à ouverture retardée à la fermeture (deux symboles)
	- Contact à ouverture (contact de repos)		- Contact à deux directions avec position médiane d'ouverture		- Contact à fermeture à position maintenue	
	Contact de passage fermant momentanément à l'action de son organe de commande		- Contact à fermeture à retour automatique		- Contact à fermeture retardée à la fermeture (deux symboles)	

Contacts agissant sous l'effet d'une variation de vitesse

NFC 03 - 207

	- Interrupteur à inertie (actionné par une brusque accélération)		Commutateur à mercure, trois bornes		Commutateur à mercure, quatre bornes
--	--	--	-------------------------------------	--	--------------------------------------

Appareils mécaniques de connexion

NFC 03 - 207

	- Rupteur		- Disjoncteur		- Interrupteur - Sectionneur
	(1) - Contacteur		- Sectionneur		- Interrupteur - Sectionneur à ouverture automatique
	(2) - discontacteur (contacteur associé à un relais de protection)				

Relais de mesure

NFC 03 - 207

	Relais à manque de tension		Relais à minimum de puissance active		Relais à maximum de courant à action retardée
--	----------------------------	--	--------------------------------------	--	---

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles électriques (suite)

Relais électromécaniques de tout ou rien

NFC 03 - 207

	- Organe de commande d'un relais général, symbole général (2 variantes)		- Organe de commande d'un relais avec deux enroulements séparés. Représentation rassemblée (2 variantes)		- Organe de commande d'un relais à rémanence (2 variantes)
	- Organe de commande d'un relais à mise au repos retardée		- Organe de commande d'un relais à mise au travail retardée		- Organe de commande d'un relais à mise au travail et mise au repos retardées
	- Organe de commande d'un relais rapide (mise au travail et mise au repos rapide)		- Organe de commande d'un relais insensible au courant alternatif		- Organe de commande d'un relais à courant alternatif
	- Organe de commande d'un relais thermique		- Organe de commande d'un relais à verrouillage mécanique		- Organe de commande d'un relais polarisé

Capteurs et détecteurs

NFC 03 - 207

	- Capteur sensible à une proximité		- Capteur sensible à l'effleurement		- Dispositif sensible à une proximité, commandé par un aimant, avec contact à fermeture
--	------------------------------------	--	-------------------------------------	--	---

Fusibles et interrupteurs à fusibles

NFC 03 - 207

	- Fusible, (symbole général)		- Fusible dont l'extrémité après fusion reste sous tension		- Fusible interrupteur-sectionneur
	- Fusible à percuteur avec circuit de signalisation à point commun		- Fusible à percuteur avec circuit de signalisation distinct		- Fusible interrupteur (1) - Fusible sectionneur (2)

Auxiliaires de commande - Commutateurs

NFC 03 - 207

	- Commutateur à deux positions stables, bouton "pousser-tirer"		- Commutateur à deux positions stables, bouton "pousser-pousser"		- Auxiliaire manuel de commande actionné par une clé
	- Commutateur à deux positions stables, un bouton poussoir libérant l'autre		- Télérupteur		- Auxiliaire manuel de commande condamné par clé dans la position d'accrochage
	- Bouton rotatif à deux directions à retour automatique en position médiane		- Commutateur "tourner" lumineux		- Commutateur à clavier (un seul poussoir enfoncé à la fois)

Symboles fonctionnels de démarreurs de moteurs

NFC 03 - 207

	- Démarreur de moteur (symbole général)		- Démarreur avec mise à l'arrêt automatique		- Démarreur-régleur
	- Démarreur opérant par échelons		- Démarreur automatique, symbole général. La partie hachurée peut être noircie		- Démarreur semi-automatique, symbole général. La partie hachurée peut être noircie

Appareils enregistreurs - Compteurs

NFC 03 - 208

	- Wattmètre enregistreur		- Enregistreur combiné: wattmètre et varemètre		- Compteur d'énergie active - Wattheuremètre
--	--------------------------	--	--	--	---

Symboles généraux de schématisation (suite)



Les symboles électriques (suite)

Appareils indicateurs

NFC 03 - 208

	- Voltmètre		- Multimètre		- Appareil de mesure à affichage numérique, (2 variantes). L'astérisque est remplacé par le symbole de la grandeur à mesurer
	- Tachymètre		- Cos φ mètre Indicateur du facteur de puissance		
	- Fréquencemètre		- Synchronoscope		- Thermomètre

Dispositifs de comptage

NFC 03 - 208

	- Compteur d'impulsions, type mécanique		- Compteur d'impulsions électriques		- Compteur d'impulsions à affichage numérique
--	---	--	-------------------------------------	--	---

Horloges électriques - Thermocouples

NFC 03 - 208

	- Horloge, symbole général - Horloge secondaire		- Thermocouple (2 variantes)		- Horloge à dispositif de remontage par moteur électrique
--	--	--	---------------------------------	--	---

Lampes et dispositifs de signalisation

NFC 03 - 208

	- Lampe, symbole général - Lampe de signalisation, symbole général PRECISION DE LA COULEUR RD : rouge BU : bleu YE : jaune WH : blanc GN : vert TYPE DE LAMPE NE : néon Xe : xénon Na : vapeur de sodium	Hg : mercure I : iode IN : incandescence EL : électroluminescence ARC : arc FI : Fluorescence IR : infrarouge UV : ultraviolet LED : diode électroluminescence		- Dispositif lumineux clignotant	
				- Voyant électromécanique	
				- Indicateur électromécanique de position avec une position hors courant (celle figurée) et deux positions significatives	
	- Avertisseur sonore - Klaxon		- Sifflet à commande électrique		- Sonnerie (2 variantes)
	- Sonnerie à un coup		- Sirène		- Ronfleur (2 variantes)

Appareils téléphoniques

NFC 03 - 209

	- Appareil téléphonique, (symbole général)		- Appareil téléphonique à cadran de numérotation		- Appareil téléphonique à haut-parleur
--	--	--	--	--	--

Sélecteurs

NFC 03 - 209

	- Niveau de sélecteur avec balais à chevauchement		- Niveau de sélecteur avec balais sans chevauchement		- Sélecteur à un seul type de mouvement, sans position de repos
--	---	--	--	--	---

Transducteurs

NFC 03 - 209

	- Microphone (symbole général)		- Haut-parleur (symbole général)		- Récepteur téléphonique, (symbole général)
--	--------------------------------	--	----------------------------------	--	---

Symboles généraux de schématisation (suite)



22.1.5. Schémas architecturaux et topographiques

Socles de prises de courant

NFC 03 - 211

	- Socle de prise de courant (symbole général)		- Socle de prise pour terminal de télécommunication, symbole général. Ajouter les symboles : FM : modulation de fréquence TV : télévision TX : téléx		- Socle de prise de courant avec contact pour conducteur de protection
	- Socle de prise de courant avec volet d'obturation	TP: téléphone M : microphone : haut-parleur			- Socle de prise de courant avec transformateur de séparation (Ex : prise rasoir)

Interrupteurs et appareils divers

NFC 03 - 211

	- Interrupteur, (symbole général)		- Interrupteur à lampe témoin		- Bouton poussoir (1) - Bouton poussoir lumineux (2)
	- Interrupteur bipolaire		- Commutateur unipolaire Ex : pour différentes intensités d'éclairage		- Interrupteur unipolaire va-et-vient
	- Commutateur intermédiaire pour va-et-vient		- Interrupteur gradateur		- Interrupteur unipolaire à tirette
	- Minuterie		- Interrupteur horaire		- Dispositif de contrôle ou de commande par serrure (contrôleur de ronde)
	- Télérupteur		- Minuterie à préavis d'extinction		- Chauffe-eau, représenté avec canalisation électrique
	- Gâche électrique		- Interphone portier		- Détecteur d'incendie ponctuel
	- Avertisseur manuel d'incendie		- Ventilateur, représenté avec canalisation électrique		- Centrale d'alarme à n circuits

Appareils électrodomestiques ou assimilés

NFC 03 - 211

	- Appareil de chauffage électrique, (symbole général)		- Appareil de chauffage électrique à accumulation		- Climatiseur
	- Cuisinière électrique		- Four électrique séparé		- Hotte aspirante et filtrante
	- Four à micro-ondes		- Plaque chauffante		- * Réfrigérateur - *** Congélateur
	- Réfrigérateur avec compartiment congélateur		- Lave-vaisselle		- Lave-linge
	- Armoire sèche-linge		- Sèche-mains, sèche-cheveux, radiateur soufflant		- Appareil électroménager non défini

Installations d'éclairage

NFC 03 - 211

	- Point d'attente d'appareil d'éclairage, représenté avec canalisation		- Projecteur, (symbole général)		- Lampe (symbole général)
	- Luminaire à fluorescence, (symbole général)		- Point d'attente d'appareil d'éclairage en applique murale, représenté avec canalisation		- Bloc autonome d'éclairage de sécurité

Symboles généraux de schématisation (suite)



22.1.6. Fonctions logiques binaires

Opérateurs combinatoires élémentaires

NFE 49 - 600

		- Opérateurs oui $S = X$			- Opérateurs ET $S = XYZ$
		- Opérateurs NON $S = \bar{X}$			- Opérateurs OU $S = X + Y + Z$
					- Opérateurs NI $S = \overline{X + Y + Z}$
		- Opérateurs ET-NON $S = \overline{XYZ}$			- Opérateurs OU avec une entrée niée $S = \overline{X + Y + Z}$
		- Opérateurs OU avec une entrée niée $S = \overline{X} + Y + Z$			- Opérateurs OU avec une entrée d'inhibition $S = \overline{X} (Y + Z)$
		- Opérateurs OU avec une entrée de validation $S = X(Y + Z)$			- Opérateurs seuil logique
		- Opérateurs m et seulement m			- Opérateurs OU exclusif

Opérateurs à retard

NFE 49 - 600

	- Opérateur à retard, symbole général		- Opérateur à retard avec indication des valeurs des retards		- Opérateur à retards égaux variables
--	---------------------------------------	--	--	--	---------------------------------------

Opérateurs séquentiels

NFE 49 - 600

	- Mémoire binaire à inscription prioritaire $S = (X + S) \bar{Y}$ $\bar{S} = (Y + S) \bar{X}$		- Mémoire binaire à 2 entrées simultanées passives		- Mémoire binaire à inscription prioritaire à la réapparition des conditions d'alimentation
	- Mémoire binaire à effacement prioritaire $S = (X + S) \bar{Y}$ $S = Y + SX$		- Bascule bistable (diviseur binaire)		- Mémoire binaire à effacement prioritaire à la réapparition des conditions d'alimentation
	- Opérateur monostable-monocoupe		- Opérateur astable (oscillateur binaire) symbole général		- Opérateur à seuil (bascule de Schmitt)
	- Amplificateur pour schéma logique (convertisseur de niveaux) $S = X$		- Entrée d'alimentation symbole général		- Opérateur combinatoire ET avec une entrée d'alimentation

Nota : la forme des symboles des opérateurs combinatoires élémentaires situés à droite dans les colonnes n'est pas préférentielle pour les utilisateurs futures.

22.2 .Symboles et conventions pour les organigrammes

AFNOR



- Symboles graphiques à utiliser dans les organigrammes pour les systèmes de traitement de l'information, y compris les systèmes de traitement automatiques des données.
- Fixation des conventions relatives à la disposition des symboles dans les organigrammes.

22..2.1. Organigramme des données

- Il représente l'évolution, dans un système de traitement, des informations entrant dans un problème donné.
- Il représente les opérations subies par les données ainsi que les différents types de supports physiques nécessaires pour effectuer ces opérations.
- Il documente l'analyse globale du problème à traiter.
- Il est constitué par : - des lignes de liaison - des symboles d'information - des symboles de traitement - des symboles auxiliaires.
- Il permet aussi de distinguer clairement les opérations manuelles, les opérations propres à l'ordinateur et les autres opérations automatiques ainsi que les différents supports physiques.

Symboles d'information		Symboles de traitement	
Symbole général "Information" Utilisé lorsqu'il n'existe pas de symbole particulier		Symbole général "traitement"	
Carte perforée	Document Imprimé	Fusion	Séparation
Bande perforée	Paquet de cartes	Interclassement ou assortissement	Tri
Tambour magnétique	Bande magnétique	Entrée manuelle	Opération manuelle
		Lignes de liaison	
Sortie Illustrée	Disque magnétique		
		Transfert d'information	Transmission
		Symboles spéciaux	
Document d'entrée	Document de sortie	Fichier	Renvoi
			Commentaire

22.2.2. Organigramme de programmation

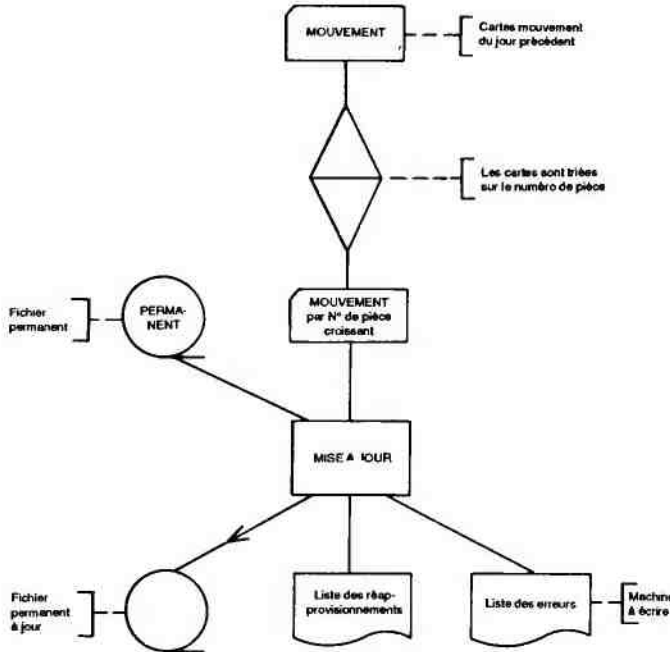
- Il décrit l'enchaînement des opérations apparaissant dans un programme de calculateur.
- Il est constitué : - des lignes de liaison - des symboles de traitement - des symboles logiques - des symboles auxiliaires.

Symboles de traitement		Symboles de logiques	
<p>Symbole général Opération ou groupe d'opérations portant sur des données, instructions et (ou) opérations par laquelle un symbole particulier n'est pas défini dans la norme.</p>		<p>Embranchement Exploitation de conditions variables impliquant le choix d'une voie parmi plusieurs. Couramment utilisé pour représenter une décision ou un aiguillage.</p>	
<p>Sous-programme Portion de programme considérée comme une simple opération.</p>		<p>Mode synchrone Mode parallèle Mode asynchrone - Utilisé lorsqu'une ou plusieurs voies doivent l'avoir atteint avant qu'une ou plusieurs voies qui en sortent soient utilisées en parallèle ou suivant un ordre quelconque.</p>	<p>Deux exemples :</p>
<p>Entrée-Sortie Mise à disposition d'une information à traiter ou enregistrement d'une information traitée.</p>		<p>Symboles réservés Si l'on veut utiliser des symboles supplémentaires, il faut prendre soin de n'utiliser aucun de ceux qui suivent dans un sens différent de celui indiqué ci-dessus.</p>	
<p>Préparation Opération qui détermine partiellement ou complètement la voie à suivre dans un embranchement ou un sous-programme.</p>			
Symboles spéciaux		<p>Opération auxiliaire Opération périphérique exécutée sur un appareil qui n'est pas sans contrôle direct de l'unité centrale du traitement.</p>	
<p>Renvol Ce symbole est utilisé deux fois pour assurer la continuité lorsqu'une partie de ligne de liaison n'est pas représentée.</p>		<p>Fichier de cartes Ensemble d'enregistrements apparentés sur cartes perforées.</p>	
<p>Début, fin, interruption Début, fin ou interruption d'un organigramme, point de contrôle, etc.</p>		<p>Mémoire à ferrite Fonction d'entrée-sortie pour laquelle le support est une mémoire à ferrite.</p>	
<p>Commentaire Ce symbole est utilisé pour donner des indications marginales.</p>		<p>Mémoire extérieure au système Fonction de conservation de l'information à l'extérieur du système, quel que soit le support sur lequel cette information est enregistrée.</p>	
		<p>Mémoire intérieure au système Support de fonction d'entrée-sortie utilisant un type quelconque de mémoire intérieure au système.</p>	

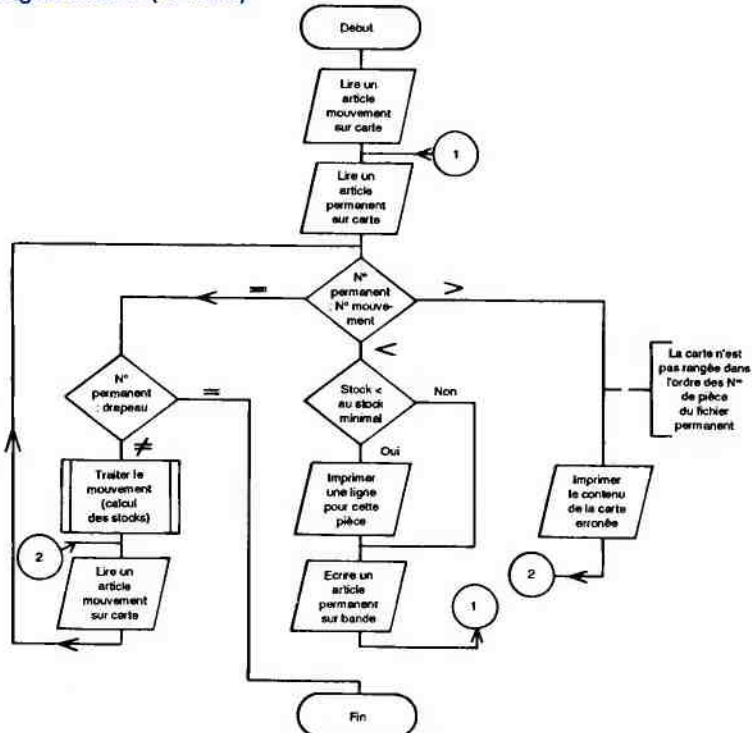


22.2.3. Exemples de traitement simplifié d'un contrôle de stock

Organigramme des données (AFNOR)



Organigramme de programmation (AFNOR)




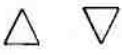

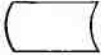






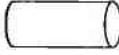
22.2.4. Organigramme pour le traitement de l'information

- Le schéma fonctionnel est une représentation des fonctions attribuées aux différents éléments physiques composant un ensemble de traitement de l'information et des relations entre ces éléments.
- Il est constitué par :
 - des symboles d'éléments dont le but est de représenter une unité physique par sa fonction.
 - des lignes de liaison représentant une connexion physique ou une ligne de transmission essentielle susceptible de permettre des transferts d'information dans les sens indiqués par les flèches.
 - des symboles auxiliaires dont l'objet est de faciliter l'écriture et la lecture de l'organigramme.

Symboles d'éléments

<p>Unité physique de traitement (Processing Unit) Représente une unité physique capable d'effectuer un traitement arithmétique ou logique. (Unité principale ou centrale d'un calculateur).</p>		<p>Unité de traitement asservie (Auxiliary processing unit) Représente une unité comme ci-contre mais fonctionnant sous le contrôle d'une autre unité de traitement (calculateur connecté)</p>	
<p>Unité auxiliaire (Auxiliary Unit) Unité physique capable d'effectuer une série d'opérations programmées ou non.</p>		<p>Unité de commutation (switch) L'un ou l'autre de ces symboles représente une unité physique de commutation programmée ou manuelle.</p>	
<p>Mémoire principale (Main storage) Mémoire adressable la plus rapide liée à l'unité principale (ou centrale) en permanence.</p>		<p>Mémoire auxiliaire (Auxiliary storage) Mémoire autre que la mémoire principale. Elle n'est pas nécessairement connectée en permanence. (Unité de bandes ou de disques magnétiques)</p>	











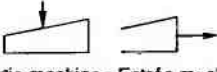
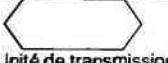




Mémoires auxiliaires particulières (specific auxiliary storages)

 Unité de bande magnétique	 Unité à disques	 Tambour
--	---	---

Moyen d'entrée-sortie (Input Output)

<p>Représente tout organe ou unité d'entrée-sortie. Par exemple un lecteur ou un perforateur de cartes.</p>	
---	---

Moyens d'entrée-sortie particuliers (Specific Input Output)

 Unité de bande magnétique amovible	 Unité à disque amovible	 Unité à cartes perforées	 Perforateur Lecteur
 Unité à bande perforée	 Perforateur Lecteur	 Unité à support papier	 Imprimante Lecteur
 Unité à écran	 Unité à clavier ou pupitre	 Sortie machine - Entrée machine	 Unité de transmission (Transmission Unit)
 Connexion	 Voie de transmission	 Connecteur (Connector)	 Commentaire (Comment)

Correspondances approximatives H / Rm



Ces conversions, issues de DIN 50 150, sont normalement réservées aux aciers. **Très approximatives**, elles ne doivent en aucun cas remplacer les caractéristiques mécaniques normalisées données sur les fiches matières qui tiennent compte de l'état de la matière (recuit ou traité).

Il existe d'autres tables de conversion établies par l'ATS (Association Technique de la Sidérurgie Française). Elles proposent des valeurs moyennes avec bandes de dispersion (voir **Mémotech Productique "matériaux et usinage"** au chapitre 3).

HV (Vickers)	HB (Brinell)	HRC (Rockwell)	Rm (1) (MPa)	HV (Vickers)	HB (Brinell)	HRC (Rockwell)	Rm (1) (MPa)
80	76,0		255	360	342		1 155
85	80,7		270	370	352		1 190
90	85,5		285	380	361		1 220
95	90,2		305	390	371		1 255
100	95,0		320	400	380		1 290
105	99,8		335	410	390		1 320
110	105		3350	420	399		1 350
115	109		370	430	409		1 385
120	114		385	440	418		1 420
125	119		400	450	428		1 455
130	124		415	460	437		1 485
135	128		430	470	447		1 520
140	133		450	480	(456)		1 555
145	138		465	490	(466)		1 595
150	143		480	500	(475)		1 630
155	147		495	510	(485)		1 665
160	152		510	520	(494)		1 700
165	156		530	530	(504)		1 740
170	162		545	540	(513)		1 775
175	166		560	550	(523)		1 810
180	171		575	560	(532)		1 845
185	76		595	570	(542)		1 880
190	81		610	580	(551)		1 920
195	185		625	590	(561)		1 955
200	190		640	600	(570)		1 995
205	195		660	610	(580)		2 030
210	199		675	620	(589)		2 070
215	204		690	630	(599)		2 105
220	209		705	640	(608)		2 145
225	214		720	650	(618)		2 180
230	219		740	660			58,3
235	223		755	670			58,8
240	228	20,3	770	680			59,2
245	233	21,3	785	690			59,7
250	238	22,2	800	700			60,1
255	242	23,1	820	720			61,0
260	247	24,0	835	740			61,8
265	252	24,8	850	760			62,5
270	257	25,6	865	780			63,3
275	261	26,4	880	800			64,0
280	266	27,1	900	820			64,7
285	271	27,8	915	840			65,3
290	276	28,5	930	860			65,9
295	280	29,2	950	880			66,4
300	285	29,8	965	900			67,0
310	295	31,0	995	920			67,5
320	304	32,2	1 030	940			68,0
330	314	33,3	1 060				
340	323	34,4	1 095				
350	333	35,5	1 125				

(1) Rm : Résistance à la traction

Grandeurs et unités de mesure



Multiples et sous-multiples NF X 02-006

facteur	préfixe	symbole	facteur	préfixe	symbole
10^{16}	exa	E	10^{-1}	déci	d
10^{15}	peta	P	10^{-2}	centi	c
10^{12}	téra	T	10^{-3}	milli	m
10^9	giga	G	10^{-6}	micro	μ
10^6	méga	M	10^{-9}	nano	n
10^3	kilo	k	10^{-12}	pico	p
10^2	hecto	h	10^{-15}	femto	f
10^1	déca	da	10^{-18}	atto	a

Unités de base S I

Longueur	mètre	m
Masse	Kilogramme	kg
Temps	seconde	s
Intensité de courant électrique	ampère	A
Température thermodynamique	kelvin	K
Quantité de matière	mole	mol
Intensité lumineuse	candéla	cd
Angle plan	radian	rad
Angle solide	stéradian	sr

Abréviations et symboles courants NF X 02-100

majuscules	minuscules	nom	majuscules	minuscules	nom	majuscules	minuscules	nom	majuscules	minuscules	nom
A	α	alpha	Σ	σ	sigma	I	ι	iota	ϕ	φ	phi
B	β	bêta	T	τ	tau	Λ	λ	lambda		π	pi = 3,1416
K	κ	kappa	Y	υ	upsilon	M	μ	mu		sin	sinus
Δ	δ	delta	H	η	eta	N	ν	nu		cos	cosinus
E	ϵ	epsilon	θ	θ	thêta	O	o	omicron		tan	tangente
Φ	φ	phi	Ψ	ψ	psi	Π	π	pi		cot	cotangente
Γ	γ	gamma	Ω	ω	oméga	P	p	rho			

Espace et temps NF X 02-201

Aire, superficie	mètre carré	m ²	m ²
Volume	mètre cube	m ³	m ³
Vitesse angulaire	radian par seconde	rad / s	s ⁻¹ rad
Vitesse	mètre par seconde	m / s	m s ⁻¹
Accélération	mètre par seconde carrée	m / s ²	m s ⁻²
Fréquence	hertz	Hz	s ⁻¹
Fréquence de rotation	seconde à la puissance moins un	s ⁻¹	s ⁻¹

Thermodynamique NF X 02-204

Coefficient de dilatation linéique	kelvin à la puissance moins un	K ⁻¹	K ⁻¹
Conductivité thermique	watt par mètre - kelvin	W / (mK)	mks ⁻³ K ⁻¹
Capacité thermique massique	joule par kg - kelvin	J / (kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
Entropie	joule par kelvin	J / K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
Energie interne, enthalpie, énergie libre, enthalpie libre.	joule	J	m ² kg s ⁻²

Mécanique NF X 02-203

Masse volumique	kilogramme par mètre cube	kg / m ³	m ³ kg
Débit - masse	kilogramme par seconde	kg / s	kg s ⁻¹
Débit - volume	mètre cube par seconde	m ³ / s	m ³ s ⁻¹
Quantité de mouvement	kilogramme mètre par seconde	kgm / s	mkg s ⁻¹
Moment cinétique	kilogramme mètre carré par seconde	kgm ² / s	m ² kg s ⁻¹
Moment d'inertie	kilogramme mètre carré	kg m ²	m ² kg
Force	newton	N	m kg s ⁻²
Moment d'une force	newton . mètre	N.m	m ² kg s ⁻²
Pression, contrainte	pascal	Pa	m ⁻¹ kg s ⁻²
Viscosité dynamique	pascal . seconde	Pa . s	m ¹ kg s ⁻¹
Viscosité cinématique	mètre carré par seconde	m ² / s	m ² s ⁻¹
Tension superficielle	newton par mètre	N / m	kg s ⁻²
Energie, travail, quantité de chaleur	joule	J	m ² kg s ⁻²
Puissance, flux énergétique	watt	W	m ² kg s ⁻³

Electricité - Magnétisme NF X 02-205

Charge électrique, quantité d'électricité	coulomb	C	A.S
Champ électrique	volt par mètre	V / m	mks ⁻³ A ⁻¹
Potentiel électrique différence de potentiel, tension, f.é.m.	volt	V	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
Capacité	farad	F	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
Champ magnétique	ampère par mètre	A / m	m ⁻¹ A
Induction magnétique	tesla	T	kg s ⁻² A ⁻¹
Flux d'induction magnétique	wéber	Wb	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
Inductance, perméance	henry	H	m ² kg s ⁻² A ⁻²
Réductance	henry puis : moins un	H ⁻¹	m ² kg ⁻¹ s ² A ²
Résistance, impédance, réactance	ohm	Ω	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
Conductance, admittance	siemens	S	m ² kg ⁻¹ s ³ A ²
Résistivité	ohm - mètre	$\Omega \cdot m$	m ³ kg s ⁻³ A ⁻²
Conductivité	siemens par mètre	S / m	m ⁻³ kg ⁻¹ s ³ A ²

Facteurs de conversion en unité SI

unité	symbole	unité SI	unité	symbole	unité SI
Angström	Å	10^{-10} m	Faraday	F	$9,64870 \cdot 10^4$ C
Atmosphère normal	atm	$1,01325 \times 10^5$ Pa	Frigorie	fg	$4,186 \cdot 10^3$ J
Bar	bar	10^5 Pa	Gauss	Gs, G	10^4 T
Calorie	cal	4,1868 J	Kilogramme - force	kg f	9,80665 N
Curie	Ci	$3,7 \times 10^{10}$ s ⁻¹	Maxwell	Mx, M	10^{-8} Wb
Degré Celcius	° C	$T_K = \theta^\circ C + 273,15$	Millimètre d'eau	mm H ₂ O	9,80665 Pa
Degré Fahrenheit	° F	$T_K = 5/9 (\theta^\circ F + 459,67)$	Millimètre de mercure	mm Hg	$1,333224 \cdot 10^2$ Pa
Dioptrie volt	δ	1 m^{-1}	Thermie	th	$4,1855 \cdot 10^6$ J
Electro volt	eV	$1,60219 \times 10^{-19}$ J	Unité masse atomique	u	$1,66053 \cdot 10^{-27}$ kg

Index des principales références.

AFNOR

Association Française de Normalisation
Tour Europe - cedex 7 - 92 049 PARIS La Défense
Tel : (1) - 42 - 91 - 55 - 22

ALME Vis à billes S.A.

Vis à billes Tables linéaires
Rue des Clos - ZI Nord BP 59 77 103 MEAUX cedex
Tel : 64 - 34 - 41 - 72

BOUTET

Éléments de manoeuvre
11, rue Emile Zola 93 400 St OUEN
Tel : (1) - 46 - 06 - 68 - 74

BUSAK SHAMBAN

Joints d'étanchéité
38 à 46 rue Calmette et Guérin ZI du Prunay BP 74
78 501 SARTROUVILLE cedex Tel : (1) - 39 - 68 - 35 - 18

CETIM

Centre Technique des Industries de la Mécanique
52, avenue Félix Louat BP 67 60 304 SENLIS
Tel : 44 - 53 - 32 - 66

CIFOM (Centre d'Information des Fontes Moulées)

Syndicat Général des Fondateurs de France
2, rue de Bassano 75 783 PARIS cedex 16
Tel : (1) - 47 - 23 - 55 - 50

FRAMET LOCTITE

Collage
10, avenue Eugène Gazeaux ZI 60 304 SENLIS
Tel : 44 - 21 - 66 - 00

GALLY - ISARTEL

Ecrous autobloquants
187, boulevard Voltaire 75 011 PARIS
Tel : (1) - 43 - 71 - 90 - 81

H E F (Hydromécanique et Frottement)

Techniques Surfaces
Rue Fourmeyron - ZI Sud 42 166 ANDREZIEUX-BOUTHEON
Tel : 77 36 56 27

INA Roulements S.A.

93, route de Bitche BP 186
67 506 HAGUENAU cedex
Tel : 88 - 63 - 40 - 40

JOUCOMATIC Vérins pneumatiques - Composants d'automatismes pneumatiques

BP 312 - 92 506 RUEIL MALMAISON Cedex
Tel (1) 47 - 14 - 32 - 00 -

LE BRONZE INDUSTRIEL

Métaux cuivreux
49, rue de Paris BP 9 93 001 BOBIGNY cedex
Tel : (1) - 48 - 43 - 61 - 92

LE JOINT FRANCAIS

Joints d'étanchéité
84, rue Salvador-Allende 95 870 BEZONS cedex
Tel : (1) - 34 - 23 - 34 - 23

LEROY SOMMER

Moteurs électriques
Bd Marcellin Leroy BP 119 16 015 ANGOULEME cedex
Tel : 45 - 91 - 91 - 11

MINNESOTA RUBBER FRANCE

Joints d'étanchéité
15, rue des Champs 92 602 ASNIERES cedex
Tel : (1) - 47 - 93 - 90 - 43

METAFRAM SERERO

coussinets auto-lubrifiants
Fontaine les Luxeuil 70 800 St LOUP sur SEMOUSE
Tel : 84 - 94 - 80 - 80

MUBEA

Rondelles et goupilles élastiques
D 5952 ATTENDORM
0 27 22 - 62 - 1

NADELLA

Roulements à aiguilles
16, avenue de la République BP 216 95 503
RUEIL MALMAISON Cedex Tel : (1) - 47 - 49 - 02 - 15

NOMEL

Rondelles frein, écrous spéciaux
Tour Franklin 92 081 PARIS LA DEFENSE cedex 11
Tel : (1) - 47 - 76 - 41 - 12

OTUA

Office Technique de l'Utilisation de l'Acier
19, Le Parvis Imm. Elysées 92 800 PUTEAUX
Tel : (1) - 47 - 67 - 85 - 88

PAULSTRA

Suspensions - Joints
61, rue Marius Aulan 92 305 LEVALLOIS - PERRET
Tel : (1) - 40 - 89 - 53 - 31

PECHINEY

Aluminium Information
BP 17 38 340 VOREPPE
Tel : 76 - 57 - 80 - 00

PRUD'HOMME

Transmissions
66, rue de St Denis BP 73 93 302 AUBERVILLIERS cedex
Tel : (1) - 48 - 34 - 93 - 94

RHONE-POULENC

Plastiques Techniques
cedex 29 - 92 097 PARIS La Défense
Tel : 47 - 68 - 12 - 34

S A T S

Traitements de surface
25, bd de Courcelles 75 008 PARIS
Tel : (1) - 45 - 63 - 48 - 32

S.I.C.

Société Industrielle des Coussinets
22, rue Henri Barbusse 92 110 CLICHY
Tel (1) - 42 - 70 - 57 - 57

HANSEN SIT TEXROPE

Société Industrielle de Transmissions
Chemin de la Belle Orge - 88110 RAON L'ETAPE
Tel : 29 - 52 - 62 - 72

SM NORAL - FEY

Guidages linéaires - lamelles d'étanchéité
93, route de Bischwiller BP 16 67 501 HAGUENAU cedex
Tel : 88 - 93 - 17 - 18

SNR Roulements

BP 17 74 010 ANNECY cedex France
Tel : 50 65 30 00

SKF Equipements

Roulements, Rotules, ...
30, 32 av. des Trois Peuples 78 180 MONTIGNY LE BRE-
TONNEUX Tel : (1) - 30 - 64 - 28 - 28

TECALEMIT - SOURIAU graisseurs

3, av du Maréchal DEVAUX
91 550 PARAY VIELLE POSTE
Tel : (1) - 46 - 87 - 23 - 23

VANEL

Ressorts
Zone Industrielle des Mercières 69 140 RILLIEUX
Tel : 78 - 88 - 04 - 04

Index alphabétique

A			
Accouplements	386	Caractéristiques mécaniques	386
Aciers (voir matériaux)	400	Caractéristiques mécaniques des écrous	85
Actigramme	442	Carbonituration (voir matériaux)	389
Actionneurs (table de chapitre)	457	Cardans simples et doubles	332
Activité	443	Carrés d'entraînement	124
Ajustements (valeurs calculées des principaux)	35	Cartouche d'inscription	12
Ajustements couramment utilisés en mécanique	34	Cémentation	390
Alésages usuels	386	Cémentite	387
Allongement (A%)	389	Chaîne (de cotes)	51
Aluminisation	417	Chaîne avec condition dépendant d'un jeu	54
Aluminium (voir matériaux)	438	Chaîne avec condition négative	53
Analyse de la valeur	443	Chaîne avec jeu incertain	53
Analyse fonctionnelle descendante	394	Chaîne avec maillon d'excentration	55
Anodisation (voir matériaux)	152	Chaînes et pignons	323
Anneaux d'arrêt	151	Chalumeau (trempe)	392
Anneaux de serrage	235	Chambrages et lamages pour vis	81
Arbres : voir guide	146	Chanfreins	21
Arbres cannelés et manchons associés	135	Charge d'épreuve pour écrous	85
Arrêt en rotation	82	Charge d'épreuve pour vis et goujons entiers	84
Arrondis sous tête d'une vis	270	Chariots linéaires	265
Articulations élastiques	351	Choix (voir guides de choix : sommaires de chapitres)	
Assemblages mécaniques par liaison chimique	362	Chromisation	390
Assemblages par adhésion	387	Circlips	150
Austénite	143	Circularité	
Axes dentelés cylindriques		Classes de qualité des vis	82
		Clavetages par clavettes parallèles	142
B		Clavettes disques	143
Bagues de blocage	146	Clavettes parallèles	142
Bagues d'étanchéité	209	Clavettes parallèles fixées par vis	142
Bagues - Rondelles de butée	225	Clés (dégagement, manoeuvre des)	125
- Bagues standard métrique	230	Clés à béquille, à pipe, en tube	125
- Bandes standard	229	Clés à fourche doubles	125
- Calcul de la durée de vie d'un coussinet	228	Clés à fourche simples	125
- Caractéristiques et avantages	226	Clés mâles coudées pour vis six pans creux	125
- Caractéristiques techniques	227	Coaxialité	45
- Dimensionnement d'un coussinet	226	Coefficients de frottement entre solides	379
- Montage des coussinets	229	Collage	
- Rondelles de butée standard métrique	229	- Assemblages mécaniques par liaison chimique	351
Bainite	387	- Assemblage par adhésion	362
Barres (voir matériaux)	426	- Etanchéité des filetages	359
Battement total	47	- Etanchéité des plans de joint	361
Battement simple	46	- Freinage des filetages	356
Besoin (création de produit)	437	- Le collage et ses limites	350
Bleuissement	389	Commande de système	441
Bouchons de graissage	296	Concentricité	45
Boules lisses	126	Cônes d'emmanchement	130
Bouts d'arbres cylindriques et coniques	133	Cônes morses - Cônes 5%	130
Boutons étoile	127	Congés	21
Boutons triangle	128	Contrôle (interprétation pour le)	50
Boruration	389	Conventions (symboles - schémas)	531
Butées à aiguilles	215	Correspondance approximative H/Rm	554
Butées à aiguilles et à rouleaux (montages types)	217	Cotation	25
Butées à aiguilles ou à rouleaux avec contre-plaque		Cotation des assemblages prismatiques	57
Incorporée	218	Cotation d'assemblage-maximum de matière	58
Butées à billes à double effet	213	Cotation fonctionnelle	51
Butées à billes à simple effet	212	Cotation des éléments coniques	56
Butées à rouleaux (séries légères)	216	Cotation par simulation graphique	60
Butées à rouleaux sphériques	214	Cote (voir cotation)	26
		Coupes et sections	16
C		Courroies (guide de choix)	298
Cages à aiguilles, une ou deux rangées	204	Courroies crantées synchrones	299
Cahier des charges fonctionnel	439	Courroies trapézoïdales	304
Calés obliques pour poutrelles	121	Course (d'un vérin)	458
Carres (galets de)	210	Couples de serrage et effort de traction recommandés	86
Cannelures cylindriques à flancs parallèles		Couples transmissibles des bouts d'arbres cylindriques et coniques	133
- Arbres cannelés et manchons associés	146	Coussinets autolubrifiants	
- Bagues de blocage	146	- Caractéristiques et avantages	231
- Calcul	145	- Conditions de montage et de lubrification	
- Caractéristiques	144	complémentaire	232
- Manchons et flasques cannelés	146	- Coussinets autolubrifiants à collerette standard ISO	234
Cannelures rectilignes à flancs en développante	147	- Coussinets autolubrifiants cylindrique standard ISO	233
		- Tolérances de montage	232

Coussinets PTFE	226	Filetage	
Coût (Analyse de la valeur)	438	- Arrondis sous tête	82
Cuivre	412	- Chambrages et lamages	81
Cylindricité	39	- Couples de serrage et efforts de traction recommandés	86
D		- Désignation des produits filetés	87
Dacromet	396	- Désignation des classes de qualité	83
Dégagement	21	- Fraises	82
Delsun	393	- Implantation des vis et des goujons	83
Désignation (matériaux)	380	- Longueurs de boulonnerie	82
Désignation des produits filetés	87	- Marquages des écrous	87
Désignation normalisée des roulements	224	- Marquages des vis et goujons	87
Développement (de produit)	437	- Repérage des pièces filetées à gauche	80
Diagramme fer-carbone	387	- Représentation des filetages	80
Dimensions linéaires nominales	31	- Trous de passage des vis à métaux	81
Disposition des vues	14	Filetages métriques à filets triangulaires profil ISO	88
Douilles à aiguilles	206	Filetages pour applications particulières	93
Douilles à billes	259	Filetages pour tuyauterie dits GAZ	92
Ductilité	386	Filetage trapézoïdal symétrique	90
Dureté	386	Fiasques et roulement auto-aligneur	202
E		Fontes (voir matériaux) choix	409
Ebauches creuses (voir matériaux)	427	Forez	393
Ecart, définitions - positions des écarts	32	Formats de dessin	9
Écarts fondamentaux arbres et alésages	33	Formats (pliage)	11
Echelles	13	Formes mécaniques usuelles	24
Écriture	9	Fraisure d'une tête de vis	82
Écrous à créneaux	109	Freinage des filetages	356
Écrous à encoches	110	Frottement (coefficients)	379
Écrous à portée sphérique	109	G	
Écrous à rondelles incorporées	108	Galets de cames	210
Écrous à tôle divers	113	Galvanisation	395
Écrous autofreinés	111	GEMMA	450
Écrous autofreinés divers	112	Goujons	107
Écrous borgnes	109	Goupillages	138
Écrous carrés	109	Goupilles cannelées diverses	139
Écrous hexagonaux	108	Goupilles cannelées standard	139
Écrous hexagonaux à embase	108	Goupilles cônes 1/50	137
Écrous spéciaux (à oreilles, tôle)	110	Goupilles cylindriques fendues	138
Éléments d'arrêt en rotation	135	Goupilles cylindriques non trempées	136
Éléments de manoeuvre	126	Goupilles de positionnement cônes à tête fileté 1/50	137
Éléments constituant les cotes	26	Goupilles de positionnement cylindriques	136
Éléments graphiques	10	Goupilles de positionnement cylindriques à trou fileté	136
Embouts acier - acier	276	Goupilles élastiques	140
Embouts autolubrifiants acier - bronze fritté	276	GRAF CET	445
Encombrement des clés de serrage	125	Graisseurs	295
Endurance	386	Grandeurs et unités de mesure	555
Engrenages	311	Guidage en rotation (Roulements - Paliers - Butées)	153
Entraînement des vis (choix des modes)	94	- Ajustements	171
Enveloppe (principe)	36	- Calculs	160
Étanchéité		- Choix des ajustements	170
- Choix et principaux dispositifs	284	- Choix des procédés de fixation	169
- Choix de l'élastomère d'un joint	286	- Choix d'une graisse	181
- Exemples de montage	294	- Choix d'une huile	180
Étanchéité des filetages	359	- Choix d'une lubrification	179
Étanchéité des plans de joint	361	- Démarche générale	155
Étape (GRAF CET)	445	- Entretien - Lubrification	182
États de livraison (matériaux)	384	- Glossaire	154
États de surface		- Protection - Étanchéité	176
- Avertissement, origine des travaux	62	- Roulement à billes à contact radial et variantes	178
- Caractéristiques du profil	66	- Tolérances	172
- Définition	62	- Types de cage de roulement	177
- Origine de écarts	64	Guidage en translation - guides à éléments roulants	236
- Paramètres	67	- Bases de calculs, définitions	240
- Séparation des états de surface	70	- Calculs	243
- Spécificatin de l'état de surface	71	- Détermination	236
- Valeur indicative de R	74	- Exemples de montages	237
États métallurgiques	384	- Formulaire de calcul des charges équivalentes	242
État virtuel, définition	37	- Guides de choix	238
Étiré (voir matériaux)	431	- Systèmes de guidage à rouleaux	244
F		- Systèmes de guidage à billes	247
Fatigue (aptitude)	407	- Systèmes de guidage à billes pour montage ouvert	250
Fatigue (limite)	386	- Systèmes de guidage à galets	251
Ferrite	387	- Éléments de guidage à billes	252
Fiches de calcul : voir sommaires par chapitres		- Éléments de guidage à rouleaux	257

- Vis à billes roulées	261	Maximun de matière (cotation)	60
- Chariots linéaires et chariots à mouvements croisés	265	Maximun de matière (principe)	37
- Tables à transfert	268	Méthode de résolution des chaînes de cotes	51
Guides de choix : voir sommaires par chapitres		Méthodologie (approche système)	442
H		Mode d'obtention (matériaux)	384
Hachures conventionnelles	18	Moteurs électriques	507
		Moteurs électriques triphasés	514
		Motoréducteurs pas à pas	521
I		N	
Implantation des vis et goujons	83	Nituration	390
Indépendance (principe)	37	Nomenclature de définition	12
Induction (trempé)	392	O	
Industrialisation (de produits)	437	Organigramme (symboles et conventions)	550
Inclinaison	42	Outils de conception	437
Inscription des cotes	27	P	
Inscription des cotes géométriques	29	Paliers auto-aligneurs à applique	200
Inscription des références géométriques	30	Paliers auto-aligneurs à semelle	199
Inscription des valeurs et des symboles	28	Paliers auto-aligneurs tendeurs	201
Interprétation des indications géométriques pour le contrôle	50	Paliers en deux parties	198
Intersections	19	Parallélisme	40
J		Partie commande	445
Joints (lamelles d'étanchéité)	291	Partie opérative (S.A)	445
Joints à lèvres pour arbres coulissants	290	Patin (guidage en translation)	235
Joints à lèvres radial	292	Perlite	387
Joints : bague PTFE + torique	289	Perpendicularité	41
Joints de cardan simples ou doubles	328	Perspectives	23
Joints quatre lobes	288	Pieds de position au cône morse à tête filetée	143
Joints toriques	287	Pieds de position au cône morse à trou taraudé	143
Joints V. ring	293	Pignons de chaîne	321
K		Planéité	39
Kanigen (voir matériaux)	395	Plasma (traitement superficiel)	392
L		Plastiques (voir matériaux)	422-436
Lamelles d'étanchéité	291	Pliages des formats	11
Laminé (voir matériaux)	428	Plots à élasticité radiale prédominante	279
Laser (traitement par)	392	Poignées en T	126
Leviers de manoeuvre	127	Poignées galbées	127
Liaisons entre pièces	441	Poignées hautes lisses	126
Localisation	43	Poignées fuseau	126
Longueurs de boulonnerie	82	Position des cotes	27
Longueurs d'une chaîne	324	Poulies dentées	302
M		Poulies pour courroies trapézoïdales	304
Macro-étape (GRAFSET)	448	Pressions de contact	379
Manchons et arbres cannelés associés	146	Principe au maximum de matière	37
Manchons et flasques cannelés	146	Principe de l'enveloppe - principe de Taylor	36
Marquage des écrous	87	Principe de l'indépendance	37
Marquage des vis et des goujons	87	Procédé (approche système)	442
Martensite	383	Production	437
Matériaux		Productique	437
- Aciers laminés spéciaux pour TTh (barres et tubes)	426	Productivité	437
- Barres en étirés à froid	431	Produit	437
- Barres et profilés en aluminium et alliages	434	Profilés	428
- Barres et profilés : aciers d'usage général laminés à chaud	428	Puissances d'entraînement	530
- Caractéristiques mécaniques : symboles, unités	386	R	
- Choix d'un acier	400	Raccordements	20
- Choix d'un alliage d'aluminium	417	Rainures à T	132
- Choix d'un alliage de cuivre	412	Rectitude	38
- Choix d'un alliage de zinc	416	Recuit (voir matériaux)	388
- Choix d'une fonte	409	Réducteurs	520
- Choix d'une matière plastique	422	Références géométriques (cotes)	30-49
- Choix d'un matériau	398	Références géométriques (inscription)	30
- Choix d'un revêtement de surface	395	Repères des éléments	13
- Désignation alphanumérique des métaux et alliages	380	Représentation des filetages	80
- Désignation numérique des aluminium	383	Représentation fonctionnelle des systèmes	442
- Etats métallurgiques	384	Représentation symbolique des soudures sur les dessins	346
- Indices de prix des principaux matériaux	425	Renard (série)	31
- Modes d'obtention - Etats de livraison	384	Résistance à la traction	386
- Profilés en plastiques	436	Résilience	386
- Profilés tubulaires	432	Ressorts	
- Symboles caractéristiques physiques	380	- Bases de calcul - Définitions	368
- Traitements thermiques	387	- Calcul et dessin d'un ressort	369
Maturation (traitement)	394	- Choix des métaux usuels à ressorts	366

- Démarche de détermination d'un ressort	367	Symboles caractéristiques physiques des matériaux	378
- Règles spéciales	370	Symboles et conventions	531
- Représentations normalisées	371	Symboles et conventions pour les organigrammes	550
- Tolérances dimensionnelles	370	Symboles généraux de schématisation	532
Revenu (voir matériaux)	389	Symboles des liaisons cinématiques	535
Revêtements (voir matériaux)	395	Symboles pour schémas électriques	541
Revetox	396	Symbolisation (désignation) des roulements	224
Rivetage	343	Symétrie	44
Rivets POP	344	Systèmes d'ajustements : alésage normal, arbre normal-	34
Rondelles à dents chevauchantes (autres types)	117	Système	442
Rondelles à dents chevauchantes planes	116	Système automatisé (représentation)	445
Rondelles - Choix d'une rondelle	115	T	
Rondelles coniques de serrage	119	Taylor (principe)	36
Rondelles de contact	118	Tenacité	386
Rondelles d'étanchéité	118	Thermodurcissables (voir matériaux)	424
Rondelles de butée standard métrique PTFE	229	Thermoplastiques (voir matériaux)	422
Rondelles élastiques (Belleville)	372	Tifran	393
Rondelles élastiques ondulées	120	Tiges filetées	107
Rondelles frein pour écrous à encoches	122	Tolérances et ajustements	31
Rondelles Grower	121	Tolérances géométriques	36
Rondelles plates	116	Tolérances des pièces déformables	48
Rotules à contact oblique	274	Tolérances des profils	48
Rotules axiales	274	Tracé et résolution des chaînes de cotes	52
Rotules (guide de choix)	272	Traitements de surface (voir matériaux)	389
Rotules (Montage des)	275	Traitements thermiques (voir matériaux)	387
Rotules radiales acier-acier	273	Traits	15
Rotules radiales autolubrifiantes acier - bronze fritté	273	Transition	445
Rotules radiales autolubrifiantes : acier - PTFE	274	Trempe (voir matériaux)	388
Roues libres de précision	329	Trous de centre	131
Roulements à aiguilles à cages avec ou sans bague intérieure	203	Trous de passage des vis à métaux	81
Roulements à billes à contact radial à deux rangées de billes	186	Tubes (voir matériaux)	432
Roulements à billes à contact radial à une rangée de billes	185	U	
Roulements à deux rangées de billes à contacts obliques	197	Unités de mesure	555
Roulements à rotule à deux rangées de billes	187	V	
Roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux	189	Valeur (analyse de la)	438
Roulements à rouleaux cylindriques	191	Valeurs calculées des principaux ajustements	35
Roulements à rouleaux coniques	193	Vérins hydrauliques	495
Roulements à une rangée de billes à contacts obliques	195	Vérins pneumatiques	458
Roulements auto-aligneurs	202	Viruel (état)	37
Roulements combinés	219	Vis :	
Roulements combinés (montages types)	223	- Boulons	77
Roulements généralités (voir : guidage en rotation)	153	- Choix des modes d'entraînement	94
Roulements inversés à aiguilles jointives	208	- Désignation	79
Roulements linéaires (guidage en translation)	259	- Ecrous	78
Roulements désignation normalisée	224	- Rondelles	79
Rugosité		- Tableau synoptiques des produits normalisés	76
- Principaux paramètres liés à la ligne moyenne	67	Vis à billes	261
- Valeurs indicatives de R pour différents procédés	74	Vis à bois	78
d'usinage		Vis hexagonales et carrées	95
S		Vis à métaux	76
S.A.D.T.	444	Vis à métaux pour vérins à vis	102
Schémas pour chaînes cinématiques	535	Vis à tête cylindrique à 6 pans creux	97
Schématisation (symboles et conventions)	531	Vis à tête cylindrique fendue	98
Sections et coupes	16	Vis à tête cylindrique ou ronde à empreinte cruciforme	99
Segments d'arrêt pour roulements	205	Vis à tête cylindrique ou ronde à 6 lobes internes	100
Séquence (GRAFSET)	446	Vis à tête fraisée	96
Servomoteurs (moteurs pas à pas hybrides)	522	Vis à tête fraisée à 6 pans creux	97
Servomoteurs à courant continu	527	Vis à tête hexagonale fendue	99
Sollicitations (matériaux)	398	Vis à tôle	103
Soudure : représentation symbolique	346	Vis à tôle (avant trou de perçage)	106
Sulfonituration	390	Vis de réglage - Vis de blocage sans tête	102
Supports élastiques divers	282	Vis sans tête à 6 pans creux	101
Surface (défaut de)		Volants à bras	128
- Défaut de surface	63	Volants pleins	128
- Profils, définitions	65	Voyants de graissage	296
Suspensions (Plots à élasticité radiale prédominante)	279	Vues éclatées	22
Suspensions à élasticité axiale prédominante	281	Z	
Suspensions élastiques (choix et calcul)	277	Zamak	416
Suspensions élastiques basse fréquence	281	Zinal	393
Suspensions élastiques équifréquences	280	Zinc (voir matériaux)	416
Stanal	393		
Striction	386		



mémotech

Productique *conception et dessin*

Ce mémotech, largement inspiré de la démarche productique, met à la disposition des élèves, des étudiants et des professionnels un véritable outil de conception et de dessin.

Il leur permet de trouver les réponses appropriées dans la détermination et dans le choix des composants, en fonction de leurs aptitudes, de même que dans leur dimensionnement et dans leur assemblage.

Il comporte pour cela à la fois des pages démarches présentant les notions et les hypothèses de base, des guides de choix permettant de déterminer le type de composant répondant au cahier des charges, des fiches de calcul lorsqu'il est utile d'apporter par ce moyen d'autres spécifications, et enfin une base de donnée de type industriel inventoriant l'essentiel des solutions disponibles.

Il propose en outre des éléments permettant d'effectuer le choix d'un matériau.

Il apporte une récapitulation des règles d'utilisation du dessin technique et de mise en place de la cotation.

La rédaction de ce mémotech a été de plus accompagnée du développement de progiciels associés destinés à rendre son exploitation encore plus performante et à faciliter ainsi la tâche des élèves et des étudiants en technologie, comme celle des professionnels, enseignants, ingénieurs et techniciens de l'industrie.