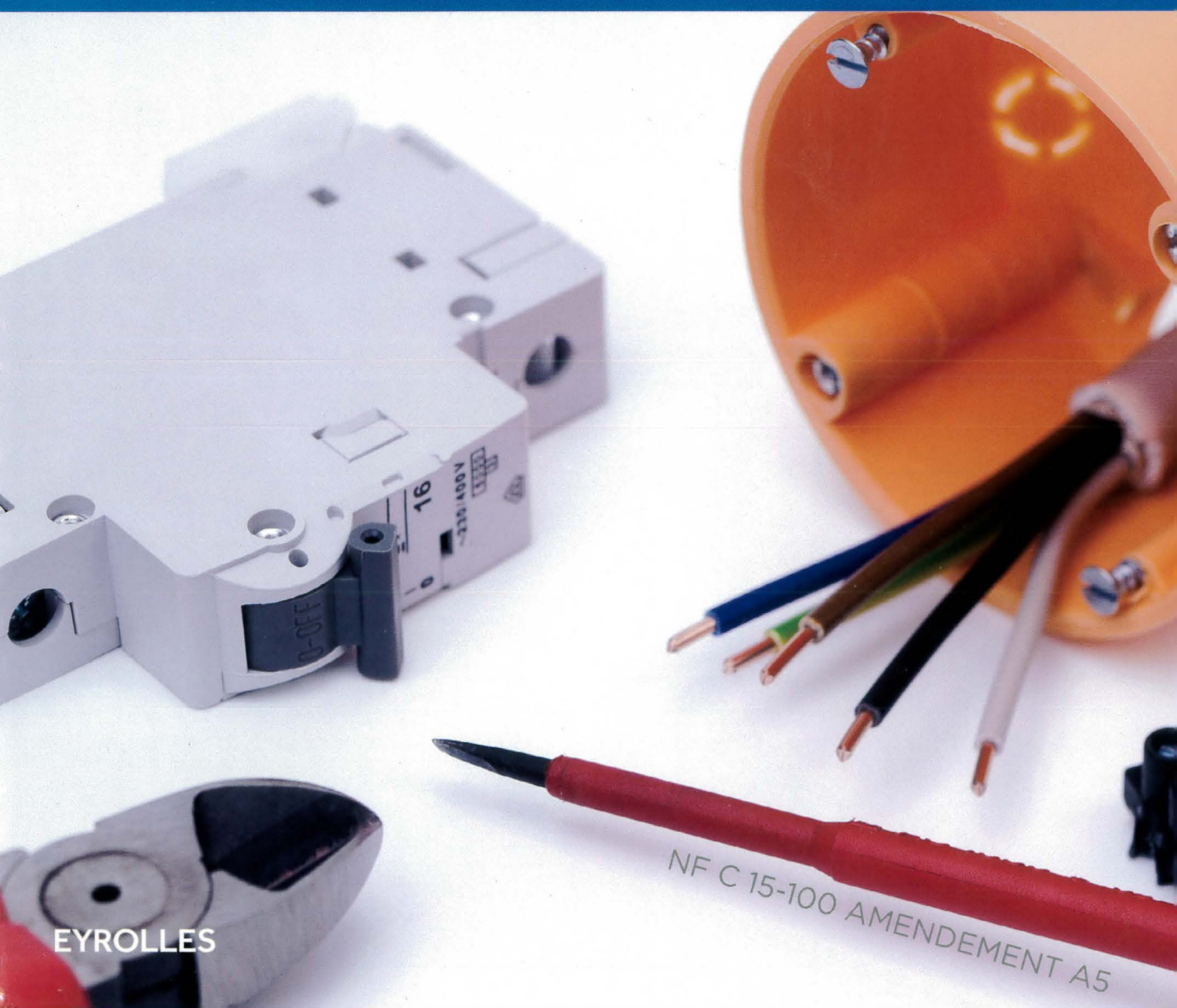


4e édition

Thierry Gallauziaux et David Fedullo

LE GRAND LIVRE DE L'ÉLECTRICITÉ



EYROLLES

Thierry Gallauziaux et David Fedullo

LE GRAND LIVRE DE L'ÉLECTRICITÉ

Quatrième édition 2016

EYROLLES

ÉDITIONS EYROLLES
61, bd Saint-Germain
75240 Paris CEDEX 5
www.editions-eyrolles.com

DES MÊMES AUTEURS CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

Grand guide du bricolage,
2015, 608 pages

Collection « Les cahiers du bricolage »

Agencer et monter les cloisons
2005, 2012, 64 pages.
Dépannages électriques domestiques
2014, 96 pages.
Le diagnostic électricité
2013, 80 pages.
Doublages et faux-plafonds
2010, 2014, 72 pages.
Les évolutions de la norme électrique
2004, 3e éd. 2014, 88 pages.
Le guide des parquets et sols stratifiés
2003, 56 pages
La défonceuse, mode d'emploi
2015, 80 pages.
Installer un tableau électrique
2002, 4e éd. 2015, 88 pages.
Mémentos de schémas électriques 1 et 2
2004, 3e éd. 2014, 88 pages.
& 2005, 3e éd. 2014, 88 pages.
La plomberie en PER, PVC et multicouche
2011, 2014, 80 pages
Les parquets.
Solutions techniques et professionnelles
2015, 80 pages.
Poser un carrelage mural
2002, 2e éd. 2012, 56 pages.
Réparer la plomberie
2002, 2011, 56 pages.

Collection « Les cahiers de la construction »

L'isolation par l'extérieur
2010, 2e édition 2015, 80 pages.
Isoler les combles
2011, 80 pages.
Produire son eau chaude et son électricité solaires
2012, 64 pages.
Tout savoir avant de faire construire (avec Gérard Karsenty),
2008, 3e éd. 2015, 80 pages.

Collection « Pro »

La menuiserie
2016, 238 pages.
La plomberie
2016, 344 pages.

Collection « Comme un pro ! »

Rénovations et dépannages électriques
2013, 304 pages.
L'installation électrique
1996, 3e éd. 2012, 480 pages.
L'isolation thermique
2011, 416 pages.

Collection « Le grand livre »

Le grand livre de l'électricité
2005, 4e éd. 2016, 712 pages.
Le grand livre de l'isolation
2009, 3e éd. 2012, 680 pages.

Collection « Par soi-même »

Douche, WC, kitchenette – Réaliser un ensemble compact par soi-même
2013, 176 pages.
Électricité – Réaliser son installation par soi-même
2012, 3e éd. 2016, 216 pages.
Peintures et papiers peints – Techniques professionnelles par soi-même
2014, 144 pages.

Collection « Schémas & fiches »

Schémas électriques des locaux d'habitation
2016, 96 pages.

Bien que tous les efforts aient été faits pour garantir l'exactitude des données de l'ouvrage, nous invitons le lecteur à vérifier les normes, les codes et les lois en vigueur, à suivre les instructions des fabricants et à observer les consignes de sécurité.

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'Éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris.

© Groupes Eyrolles, 2005, 2009, 2014, 2016, ISBN 978-2-212-14455-0

Sommaire

VALEURS ET UNITÉS DE MESURE

Un point sur l'électricité 11

Comment ça marche 12

Les valeurs 14

Les groupements d'éléments 17
Les éléments en série 17
Les éléments en parallèle 17

Les types de courant 19
Le courant continu 19
Le courant alternatif 19

Les risques 21

Les appareils de mesure et leur emploi 25

Les appareils de mesure 25

Mesurer les valeurs 25
La mesure d'une tension 26
La mesure d'une intensité 26
La mesure d'une résistance ou de la continuité 26

LE DIAGNOSTIC DE L'INSTALLATION DOMESTIQUE

Le principe du diagnostic électricité 30

Les points de contrôle 33

Fiche de contrôle 1 35

Fiche de contrôle 2 35

Fiche de contrôle 3 37
La prise de terre 37
Le conducteur de terre et la liaison équipotentielle 39
Les conducteurs de protection 39

Les autres dispositions 41

Fiche de contrôle 4 43

Fiche de contrôle 5 45

Fiche de contrôle 6 49

Fiche de contrôle 7 51

Fiche de contrôle 8 54

Fiche de contrôle 9 56

Fiche de contrôle 10 57

Fiche de contrôle 11 59

La conformité de l'installation 61

La Norme NF C 15-100 61

Le Guide UTE C 90-483 62

Le Consuel 62

Promotelec 65

LA PLANIFICATION DE L'INSTALLATION ÉLECTRIQUE

L'évaluation des besoins 68

Les équipements courants 68
La prise de terre 68
L'éclairage 69
Les prises confort 85
Les alimentations spécifiques 85
Le réseau de communication 85
TV, hi-fi, alarme 86
L'accueil des visiteurs 88
La ventilation mécanique 88
La ventilation mécanique ponctuelle 90
La ventilation mécanique contrôlée (VMC) 94
L'aspiration centralisée 98
L'éclairage extérieur 99

Les besoins en puissance 100
Les gros appareils ménagers 100
Le chauffage électrique 100
Les procédés de chauffage 102
Le convecteur 103
Le panneau rayonnant 105
La régulation des convecteurs et des panneaux rayonnants 107
Le thermostat électromécanique 107
Le thermostat électronique 108
Les appareils à chaleur douce 109
Les appareils à inertie 111
Les appareils soufflants 111
L'appareil d'appoint 111
Les soufflants de salle de bains 112
Le rideau d'air 112
L'aérotherme 113
Les sèche-serviettes 113
Les sèche-serviettes rayonnants 113
Les sèche-serviettes mixtes 115
L'infrarouge 116
Les appareils à accumulation 116
Les plafonds rayonnants plâtre (PRP) 117
Les planchers rayonnants électriques (PRE) 117
La production d'eau chaude 119

Isoler pour réduire les dépenses énergétiques 122

Les ponts thermiques 127

La certification et les labels des isolants 133
La certification des performances 133
Les performances thermiques des matériaux 135

Les solutions d'isolation et leurs performances 143
Les solutions d'isolation des parois verticales 144
L'isolation rapportée par l'intérieur 144
Les complexes de doublage 145
L'isolation avec ossature 147

L'isolation avec contre-cloison ... 148
L'isolation par l'extérieur (ITE) ... 150
L'isolation thermique des planchers bas ... 153
Les planchers sur terre-plein ... 153
Les planchers bas sur vide sanitaire ou local non chauffé ... 157
Les planchers avec entrevous en polystyrène ... 157
L'isolation thermique des planchers par une chape flottante ... 159
L'isolation des planchers par le dessous ... 161
L'isolation des toitures inclinées ... 163
L'isolation des combles perdus ... 164
L'isolation des combles aménageables ... 169
L'isolation monocouche ... 171
L'isolation en deux couches ... 173
L'isolation des combles neufs aménageables avec pare-vapeur hygrorégulant ... 175
Les menuiseries extérieures ... 177

Choisir l'abonnement adapté ... 180

Les tensions de raccordement ... 180

La puissance de raccordement ... 180
Estimer la consommation future ... 180
Le délesteur et les gestionnaires d'énergie ... 183

Les options tarifaires ... 183
Le tarif option de base ... 184
Le tarif option heures creuses ... 184
Le tarif option Tempo (EDF) ... 184

Le compteur ... 186

En cas de comptage existant ... 186

En cas d'absence de comptage ... 190

Réaliser le plan de l'installation ... 192

Le rappel des fonctions des appareillages ... 193

Les pièces ... 194
Les couloirs et circulations ... 197
Les prises ... 197
L'éclairage ... 197
Les chambres ... 199
Le salon ... 200
La cuisine ... 202
Les salles d'eau ... 205
Les volumes ... 205
La sécurité ... 208
La protection différentielle ... 208
Le transformateur de séparation des circuits ... 209
La très basse tension de sécurité (TBTS) ... 209
La classification des appareils ... 209
Les degrés ou indices de protection ... 211
La liaison équipotentielle locale ... 211
Les règles ... 215
Les WC ... 219
Le sous-sol ... 219
L'extérieur ... 220

Déterminer le type de distribution ... 226

Les diverses possibilités ... 226

La distribution apparente ... 226
La fixation directe sur paroi ... 226
La distribution sous conduits rigides (IRL) 227
La distribution sous profilés ... 227

La distribution encastrée dans les parois 228

La distribution semi-encastrée ... 228

La distribution par le sol ... 229

La distribution derrière les complexes isolants ... 229

La distribution par les combles ... 229

La distribution enterrée ... 230

La microproduction ... 230

Les énergies renouvelables ... 231

La cogénération ... 232

L'énergie solaire photovoltaïque ... 232
Les types de panneaux ... 233
L'installation des panneaux ... 238
Le raccordement des panneaux ... 247

Les éoliennes domestiques ... 256

La microhydraulique ... 261

La production en site isolé ... 264

MISES EN ŒUVRE D'UNE INSTALLATION

Avant de commencer ... 269

L'outillage ... 269

Le matériel ... 278
Les conducteurs ... 279
Les conducteurs isolés ... 279
Les câbles ... 279
La dénomination ... 281
Les profilés ... 281
Les conduits ... 283
L'appareillage ... 285

Les savoir-faire ... 287
Dépose d'une installation existante ... 287
Faire du plâtre ... 287
Le passage dans les conduits ... 292
Les connexions ... 294
Le repérage des lignes ... 295

La distribution ... 297

La pose apparente ... 297
La fixation directe sur paroi ... 299
La pose sous conduits IRL ... 301
La pose sous profilés en plastique ... 308

La pose en vide de construction ... 318

La pose encastrée ... 320
Les murs porteurs ... 321
Les murs non porteurs en maçonnerie de petits éléments, cloisons et doublages ... 323
Les règles pour les carreaux de plâtre pleins ou alvéolés ... 324
Les règles pour les cloisons sur ossature métallique et les doublages ... 325
L'intégration dans les planchers ... 325
L'alimentation des luminaires ... 327
Exemples de mise en œuvre ... 330

La pose semi-encastrée ... 338

La pose dans le sol ... 343

La pose derrière des complexes isolants 346

La distribution par les combles ... 352

La pose enterrée ... 354

Étude d'exemple ... 359

Étude de la distribution ... 359

Les montages ... 359

La dérivation individuelle ... 359

L'ETEL et la GTL ... 366
L'ETEL ... 366
La GTL ... 368

Les tableaux de répartition divisionnaires ... 373

Le tableau de répartition ... 377

Les dispositifs de protection ... 377
Les dispositifs différentiels haute sensibilité (DDRHS) ... 378
Les interrupteurs différentiels ... 380
Les disjoncteurs différentiels ... 387
Les coupe-circuits domestiques ... 389
Les disjoncteurs divisionnaires ... 389
La mise à la terre ... 389
La prise de terre ... 391

Le conducteur de terre ... 394
La barrette de mesure ... 394
La borne principale de terre ... 395
Le conducteur principal de protection ... 395
Le répartiteur du tableau ... 397
Les liaisons équipotentielles locales ... 397
Les conducteurs de protection ... 397
La mesure de la terre et le contrôle de l'installation ... 397
La protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ... 399
Le parafoudre basse tension ... 400
Le parafoudre pour les circuits de communication ... 402

Les circuits de puissance ... 405
Les prises de courant ... 405
Les prises de courant non spécialisées ... 407
Les prises de courant 16 A - 2 P + T ... 407
Les prises 20 A et 32 A en monophasé ... 411
Les prises 32 A en triphasé ... 411
Les prises commandées ... 411
Les prises et les circuits spécialisés ... 413
Lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge, four ... 414
Congélateur, informatique ... 414
Plaques de cuisson, cuisinière ... 414
La chaudière ... 416
Le chauffe-eau électrique à accumulation ... 416
Les chauffe-eau thermodynamiques ... 420
La ventilation ... 423
La VMC (ventilation mécanique contrôlée) ... 423
Les extracteurs ... 425
Le chauffage électrique ... 428
Les convecteurs et les panneaux rayonnants ... 428
Les convecteurs sans fil pilote ... 428
Les convecteurs à fil pilote ... 429
Les appareils à accumulation ... 431
Les éléments chauffants intégrés au bâti ... 433
Le plancher rayonnant à accumulation ... 433
Le PRE (plancher rayonnant électrique) ... 438
Les sols tempérés électriques (STE) ... 442
Le PRP (plafond rayonnant plâtre) ... 443
Les délesteurs ... 443
Les programmateurs intégrés ... 447
Les thermostats programmables ... 449
La gestion du chauffage par zones ... 449
Gestion sur une zone ... 449
Gestion sur deux zones ... 450
Gestion sur trois zones ... 451
Programmateur deux zones pour émetteurs sans fil pilote ... 452
Programmateur une ou deux zones pour émetteurs à fil pilote ... 452
Programmation par courant porteur (CPL) ... 455
Les gestionnaires d'énergie ... 459
Le gestionnaire d'énergie pour option tarifaire Tempo ... 459
Les indicateurs de consommation ... 461
Emplacement des thermostats et des sondes ... 465
Puissance des émetteurs muraux ... 465
Régulation du chauffage à eau chaude ... 468

Les circuits d'éclairage ... 471
Le simple allumage ... 471
L'interrupteur à voyant lumineux ... 472
L'interrupteur automatique ... 474
Le double allumage ... 477
Le va-et-vient ... 477
Le télérupteur ... 479
Les minuteries ... 484
Le variateur ... 484
Le télévariateur ... 487
Les commandes à distance ... 489
La commande par ondes radio ... 489
La commande à distance par courant porteur (CPL) ... 489
Les commandes par détecteur ... 493
L'interrupteur crépusculaire ... 493
L'interrupteur horaire ... 495

La pose des luminaires ... 495
Les plafonniers et appliques ... 495
Les plafonniers ... 495
Les appliques ... 497
Les spots TBTS encastrés ... 497

Les autres montages ... 501
Les systèmes pour l'accueil des visiteurs ... 501
Les sonnettes et carillons ... 501
Le portier interphone ... 503

Le portier vidéo ... 506
Les volets roulants ... 506
Les stores bannes ... 508
Les détecteurs techniques ... 508
La diffusion sonore ... 510
Les enceintes acoustiques ... 510
Les systèmes de diffusion sonore ... 510
L'alimentation d'une cave ou d'un garage en immeuble ... 513
Les systèmes de charge pour les véhicules électriques ... 514
Les communications ... 516
Le raccordement au réseau public ... 518
L'installation téléphonique classique ... 518
Le réseau de communication ... 520
Les niveaux d'équipement ... 520
Le tableau de communication ... 521
Les circuits de communication ... 524
Les socles de prises de communication ... 527
Exemples de tableaux ... 529
La télévision ... 540
L'alarme ... 545
La détection périmétrique ... 545
La détection volumétrique ... 545
Les zones ... 545
Les systèmes ... 545
Les solutions domotiques ... 549
Le principe ... 549
Les commandes ... 553
Les actionneurs ... 553
La configuration ... 555

L'installation du tableau de répartition ... 559

Le raccordement ... 559

Le schéma de l'installation ... 565

Le remplacement d'un tableau ancien ... 567
Les protections réparties ... 567
La mise en sécurité d'un tableau existant ... 570
Le remplacement d'un tableau avec protections bipolaires ... 570
Le remplacement d'un tableau avec protections unipolaires ... 574
Le remplacement d'un tableau encastré ... 578

DÉPANNAGES D'UNE INSTALLATION EXISTANTE

Les pannes d'alimentation générale ... 582

Le disjoncteur de branchement ... 583

Les surcharges ... 583

Les courts-circuits ... 586

Le défaut d'isolement ... 589

Le déséquilibrage des phases en triphasé ... 592

La coupure d'une phase ... 593

Le tableau de répartition et les circuits ... 595

Le dépannage des dispositifs de protection ... 595
Le cas d'un fusible fondu ... 595
Le cas d'un échauffement anormal ... 601
Les dispositifs différentiels haute sensibilité ... 601
Le remplacement d'une protection modulaire ... 603

Les pannes pouvant survenir sur les lignes ... 605
Les échauffements anormaux ... 605
Les mauvais contacts (épissures) ... 605
Les lignes sectionnées ... 607
Les lignes en défaut d'isolement ... 611

Les pannes des circuits de prises de courant ... 614
Panne sur une seule prise ... 615
Panne sur plusieurs prises ... 615
Le remplacement d'une prise ancienne ... 615

Le cas d'une prise de courant en saillie 617
Le cas d'une prise de courant encastrée 619
La recherche d'une panne sur un circuit de prises 624

Les pannes des commutateurs et leurs remèdes 624
Les pannes des variateurs et leurs remèdes 627
Les pannes des télérupteurs et leurs remèdes 632

La recherche d'une panne sur un circuit d'éclairage 632

Les pannes des sonnettes et leurs remèdes 632

DÉPANNAGES COURANTS DES APPAREILS

Les pannes des chauffe-eau électriques 636

L'eau est froide 636

L'eau est trop chaude 641

Le chauffe-eau déclenche le disjoncteur 643

Les pannes du circuit d'alimentation 643

Les pannes des appareils de chauffage 645

Un appareil ne chauffe plus 645

Un appareil chauffe trop 647

Un appareil est en défaut d'isolement 647

L'entretien des appareils de chauffage 648

Les luminaires 649

Les suspensions 649
Les suspensions à une lampe 649
Les pannes des suspensions à une lampe 651
Les lustres et leurs pannes 654

Les lampes à poser 659
Les pannes des lampes à poser et leurs remèdes 661
Le montage d'une lampe 661

Les lampadaires halogènes en 230 V 663
Le cas d'un lampadaire qui ne fonctionne plus 664
Défaut d'isolement ou court-circuit 667

Les luminaires en TBTS (12 V) 670
L'ampoule s'éteint 671
Le luminaire ne s'allume pas 671
Les spots TBTS encastrés 671

Les luminaires fluorescents 675
L'allumage du tube est long et difficile 675
Le tube scintille ou clignote 675
La réglette ronronne 675
La réglette ne s'allume pas 675

Les petits appareils électroménagers 677

L'aspirateur 677
L'aspirateur fonctionne mais n'aspire plus 678
L'aspirateur ne se met pas en route 679
L'aspirateur s'arrête de lui-même 682

Le fer à repasser 682
Le fer ne chauffe plus 683
Le fer chauffe trop ou pas assez 685
Le fer déclenche le disjoncteur 685
Le fer ne produit plus de vapeur 685

Le four 686
Le four ne s'allume pas 686
L'une des résistances ne chauffe plus 686
Le four chauffe trop ou insuffisamment 686
Le four déclenche le disjoncteur 689

Les gros appareils ménagers 689

Les plaques de cuisson 689
Des plaques en fonte déclenchent le disjoncteur 691
Une plaque ne chauffe plus 691
Une plaque à palpeur rougit 691

Le réfrigérateur 691
Le réfrigérateur fonctionne mais ne produit pas de froid 693
Le réfrigérateur produit trop de froid 693
Le réfrigérateur ne produit pas suffisamment de froid 693
Le réfrigérateur émet un bruit mais ne démarre pas 694
De l'eau s'accumule au fond du réfrigérateur 694

Le lave-linge 694
Le lave-linge ne démarre pas 694
Le lave-linge déclenche le disjoncteur 694
La machine se remplit anormalement 696
Le tambour ne tourne pas 696
L'eau chauffe trop ou pas assez 696
Le lave-linge ne vidange pas 696

Index 697

Valeurs et unités de mesure

Cette partie introductive présente brièvement les principes de base de l'électricité et sa nature. L'objectif est d'éclaircir brièvement le courant électrique, mais sans entrer dans la théorie. Le rappel est fait sur les valeurs et unités essentielles, ainsi que sur leur différences (intensité, puissance et tension). Pour rénover une installation électrique et maîtriser les dépannages et les réparations des appareillages électriques, il est important de savoir les mesurer, ce qui est également expliqué en détail dans cette partie.

Un point sur l'électricité

L'électricité est une énergie qui existe à l'état naturel. Sa manifestation la plus connue est l'éclair lors d'un orage. Mais on ne peut pas la classer au même titre que les autres, car elle présente un inconvénient de taille : elle est difficilement stockable. Il est nécessaire de la produire en permanence à partir d'autres énergies (centrales thermiques, hydrauliques, nucléaires ou systèmes de production photovoltaïque, éolien, de cogénération, etc.).

Elle présente l'avantage d'être facilement transportable, de ne pas nécessiter de lieu de stockage, d'être immédiatement utilisable et propre. Le seul point que l'on pourrait lui reprocher est l'aspect

inesthétique des lignes aériennes à haute tension, ainsi que de certaines installations dans nos habitations.
Malheureusement, si elle est mal maîtrisée, l'électricité est dangereuse. C'est pourquoi l'on ne cesse d'imposer des normes de plus en plus strictes, de créer du matériel plus sécurisé et plus performant. Pour bien maîtriser un domaine, il faut parfaitement le connaître, c'est pourquoi nous essaierons d'exposer simplement les principes.

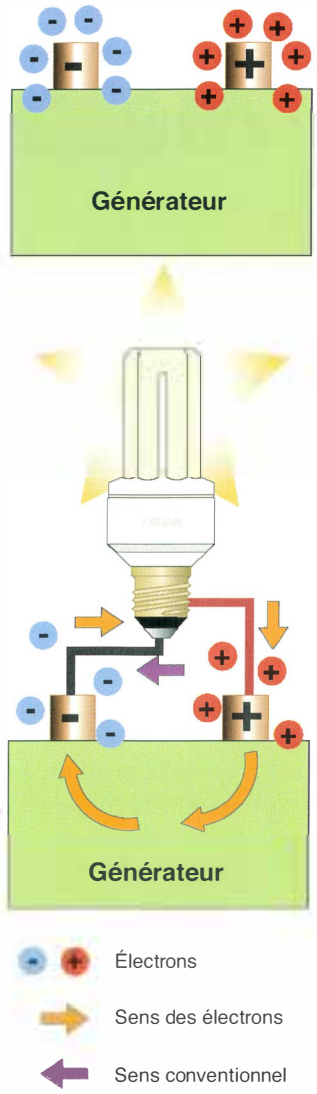


Figure 1 : Le principe du générateur électrique

Comment ça marche

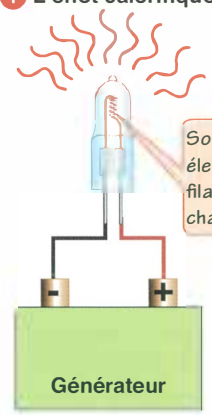
Un courant électrique est la circulation d'électrons libres entre deux points d'un corps conducteur. Les électrons sont des particules qui gravitent autour d'un noyau (comme les planètes autour du soleil). Le noyau et ses électrons constituent un atome. On appelle électron libre un électron pouvant se détacher facilement de l'atome. On distingue deux sortes de corps : ceux qui possèdent des électrons libres, appelés les *conducteurs* (essentiellement les métaux), et ceux qui n'en possèdent pas, appelés les *isolants* (verre, porcelaine, plastique, bois, etc.).

Le générateur : un générateur est un appareil qui produit de l'électricité. Il est muni de deux bornes métalliques. Il contient un dispositif qui crée un excès d'électrons sur une borne et un manque sur l'autre. On symbolise ces bornes avec plus (+) pour le manque et moins (–) pour l'excès (figure 1). Lorsqu'on raccorde un récepteur à ses bornes (une ampoule sur une pile, par exemple), le générateur agit comme une pompe à électrons. Il absorbe les charges + et renvoie les –. Dans le circuit, les électrons circulent de la borne – vers la borne +. Le courant électrique possède donc un sens. Autrefois, on pensait que le courant circulait de la borne + vers la borne –. En réalité, c'est l'inverse qui se produit, mais on a conservé cette convention.
Un courant électrique peut provoquer divers effets (chimiques ou physiques) selon la nature de l'élément traversé (figure 2).

L'effet calorifique : quand un courant électrique traverse un matériau résistant, l'énergie électrique se transforme en énergie calorifique. Cet effet est utilisé

Les effets du courant électrique

1 L'effet calorifique



Sous l'effet du passage du courant électrique, la lampe s'allume, son filament rougit et dégage de la chaleur : c'est l'effet calorifique.

Les applications

Les fusibles


Le chauffe-eau électrique



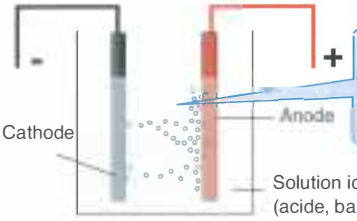
L'éclairage halogène ou à incandescence




Les appareils de chauffage



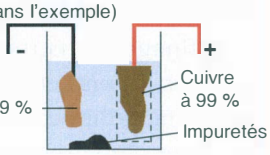
2 L'effet chimique (électrolyse)



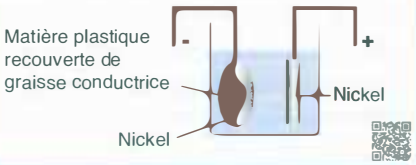
Sous l'effet du passage du courant électrique, il se produit un échange d'électrons entre l'anode et la cathode.

Les applications

- Le dépot métallique par électrolyse (chromage, cuivrage, dorure, argenture)
- Le raffinage de certains métaux (cuivre dans l'exemple)

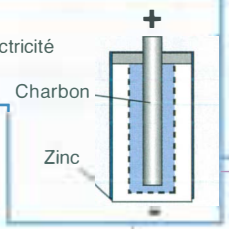


- La galvanoplastie (dépôt de nickel sur du plastique)

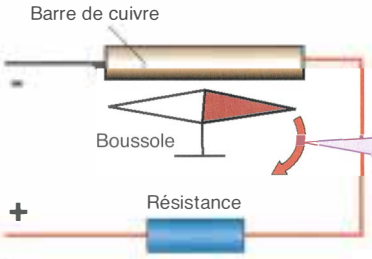


L'effet peut être inversé

Avec une électrolyse, on peut créer de l'électricité (piles, batterie de voiture, par exemple).



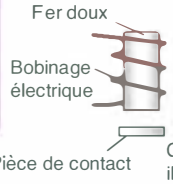
3 L'effet magnétique

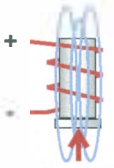


Sous l'effet du passage du courant électrique, l'aiguille de la boussole dévie. Le courant crée donc un champ magnétique qui se superpose au champ terrestre.

Les applications

- L'électroaimant, qui est utilisé dans de nombreux appareillages électriques (relais, contacteurs, sonnettes, etc.).

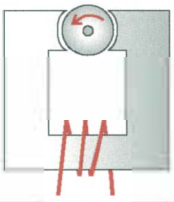




Quand le courant passe il se crée un champ magnétique qui attire la pièce de contact.

L'effet peut être inversé

En faisant tourner une dynamo, par exemple, au moyen d'une autre énergie, on produit de l'électricité.



- Les transformateurs



Le courant qui traverse le bobinage A crée un champ magnétique qui produit de l'électricité dans le bobinage B.

- Les moteurs électriques

Figure 2 : Les effets du courant électrique

pour l'éclairage mais aussi pour le chauffage (un convecteur électrique utilise ce principe). Dans le cas de l'éclairage, la résistance se compose d'un filament de tungstène porté à incandescence, sous l'effet du passage de l'électricité, dans une enveloppe de verre contenant un gaz rare (krypton, par exemple) ou dans laquelle on a fait le vide.

L'effet chimique : si l'on fait passer un courant électrique à travers une solution ionique, par l'intermédiaire de deux électrodes, il se produit un échange d'électrons, donc de matière, d'une électrode à l'autre. Cette réaction chimique s'appelle l'électrolyse. Ce principe est utilisé dans l'industrie pour le raffinage de certains métaux (aluminium, or, argent) et pour la galvanoplastie (dépôt métallique sur une autre matière, par exemple l'argenture ou la dorure).
Mais ce principe mérite d'être approfondi, car si le passage du courant crée une réaction chimique, le processus inverse fonctionne aussi et une réaction chimique peut créer un courant électrique. Il suffit de placer l'électrolyse dans un récipient et l'on obtient une pile électrique ou une batterie.

L'effet magnétique : une barre de cuivre intercalée dans un circuit et traversée par un courant produit un champ magnétique qui a pour effet d'influencer l'aiguille d'une boussole. Ce principe a lui aussi un champ d'application très vaste : il a permis d'élaborer le moteur électrique, le transformateur, la sonnette, la gâche électrique de la porte de l'immeuble et bon nombre de mécanismes pour les automatismes.
Ce principe est lui aussi réversible. Par exemple, si l'on fait tourner mécaniquement un moteur électrique, il produit du courant. On a créé ainsi des générateurs plus spécifiques (l'alternateur d'une voiture, par exemple, ou les éoliennes) et la majeure partie de l'électricité qui arrive au compteur d'abonné est produite par ce procédé.

Pour achever cette expérience, si l'on inverse les conducteurs au niveau du générateur, on constate que, dans la solution, la matière se dépose sur l'autre électrode et que la boussole se met à tourner dans le sens inverse. L'ampoule réagit de la même manière. On peut donc en déduire que le sens du courant influence certains de ces effets.

Les valeurs

Pour maîtriser l'électricité domestique, il convient de bien distinguer et de comprendre les valeurs qui la caractérisent (figure 3).

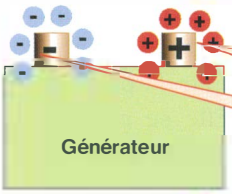
La différence de potentiel (symbole U) : un générateur agit comme une pompe à électrons. Il existe une dépression à ses bornes de sortie que l'on appelle différence de potentiel et qui s'exprime en volts (symbole V). Si vous mesurez avec un appareil adéquat (voltmètre) la différence de potentiel sur une prise de courant (que l'on peut considérer comme les bornes de sortie d'un générateur), vous obtiendrez une mesure située entre 230 et 240 V. Plus communément, on appelle cette valeur la tension. Le terme voltage est utilisé improprement comme synonyme : c'est un anglicisme.

L'intensité (symbole I) : quand on branche une lampe sur un générateur, on établit un circuit traversant l'ampoule. Un certain flux d'électrons transite dans

Les valeurs en électricité

La tension

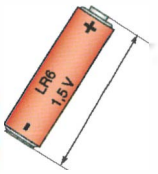
La tension U s'exprime en volts (symbole V)



Il existe une différence de charge entre le pôle + et le pôle -. On appelle cette différence : la différence de potentiel ou tension.

On a une tension de 230 V aux bornes d'une prise de courant. On peut exprimer cette valeur de la façon suivante : U = 230 V.

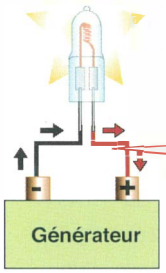




On a une différence de potentiel ou tension de 1,5 V aux bornes d'une pile. U = 1,5 V

L'intensité

L'intensité I s'exprime en ampères (symbole A)

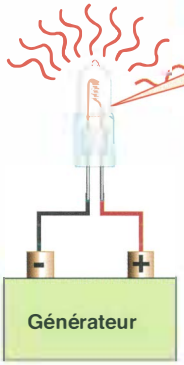


On peut exprimer l'intensité de cette façon : I = 0,5 A (par exemple).

L'intensité correspond au flot d'électrons qui traverse un circuit.

La puissance

La puissance P s'exprime en watts (symbole W)



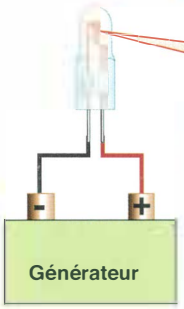
La puissance représente l'énergie consommée par le récepteur.

En courant continu, la puissance est le produit de la tension par l'intensité :
P = U × I (en W)
En courant alternatif, il existe plusieurs puissances :
- la puissance apparente **S = U × I** (en VA) ;
- la puissance active **P = U × I × cos** φ (en W).

Cos φ est le facteur de puissance. Il est inférieur à 1 pour les circuits inductifs (moteurs, par exemple) et égal à 1 pour une résistance.

La résistance

La résistance R s'exprime en ohms (symbole Ω)



Une résistance est un matériau qui permet à l'énergie électrique de se transformer en énergie calorifique.

On peut exprimer la résistance de cette façon :
R = 10 Ω (par exemple).
En présence d'une tension donnée, on constate que l'intensité est proportionnelle à la résistance. La loi d'Ohm donne cette formule :
U = R × I

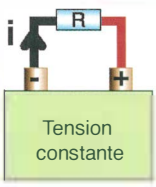
La consommation

La consommation s'exprime en kilowattheures (symbole kWh)

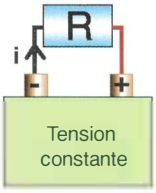
La consommation s'obtient en multipliant la puissance d'un appareil (en kW) par sa durée d'utilisation (en heures).

Cette consommation vous est indiquée par le compteur électrique.





Si R est faible, I est élevée.



Si R est élevée, I est faible.

Figure 3 : Les valeurs en électricité

les fils et le filament de la lampe. Ce flux s'exprime en ampères (symbole A). L'intensité est une valeur importante à connaître. Une trop grande intensité dans un conducteur de section donnée provoque des échauffements et des dégradations. C'est comme exercer une pression trop élevée dans un tuyau. C'est pourquoi l'on place, à l'origine des circuits, des dispositifs permettant de limiter l'intensité, en fonction de leur usage et de la section des conducteurs. Certains appareillages portent une mention d'intensité nominale (In). Il s'agit d'une valeur maximale admissible pour un appareil (en régime normal), prévue par le fabricant pour assurer un fonctionnement correct sans échauffements ni dégradations.

La résistance (symbole R) : une résistance est un matériau qui permet à l'énergie électrique de se transformer en énergie calorifique (le filament d'une lampe ou la résistance d'un convecteur, par exemple). On appelle ce phénomène l'effet Joule. En présence d'une tension donnée, l'intensité est proportionnelle à la résistance. Il existe une relation mathématique qu'on appelle la loi d'Ohm dont la formule est $U = R \times I$.

La résistance s'exprime en ohms (symbole Ω). On peut donc en déduire que si l'on augmente la résistance, l'intensité diminue, car la tension reste constante. L'inverse est vrai : si l'on baisse la résistance, l'intensité augmente.

Cette loi ne s'applique qu'aux résistances mortes, c'est-à-dire aux appareils dans lesquels l'énergie électrique se transforme uniquement en énergie calorifique (un convecteur, par exemple). C'est pourquoi la loi d'Ohm n'est pas valable pour un moteur, par exemple.

La puissance (symbole P) : exprimée en watts (symbole W), elle évalue la quantité d'énergie absorbée par l'appareil raccordé sur une prise. Elle se calcule en multipliant la tension par l'intensité. Prenons un exemple pour illustrer ces valeurs.
Nous disposons d'une tension sur un socle de prise de courant de U = 230 V. Soit une ampoule produisant une intensité de I = 0,435 A.
La puissance $P = U \times I = 230 \times 0{,}435 = 100{,}05$ W.
De même, si vous connaissez la puissance d'un appareil (information que vous trouverez aisément sur sa plaque signalétique, ainsi que la tension sur laquelle on le raccorde), vous pouvez déterminer l'intensité $I = P/U$.

Lorsque les puissances sont plus élevées, on les exprime en kilowatts (symbole kW). Un kilowatt équivaut à 1 000 watts. Un mégawatt (MW) représente 1 000 000 watts.
Pour le courant alternatif, la puissance peut s'exprimer également en volt-ampères (VA) ou kilovoltampères (kVA). C'est la puissance apparente. 1 kVA équivaut à 1 kW si l'appareil raccordé est une résistance pure. La puissance des appareils ne présentant pas de résistance pure, c'est-à-dire la majorité, ne peut pas être calculée strictement avec la formule $P = U \times I$. Un autre paramètre doit être pris en compte : le facteur de puissance qui modifie légèrement la valeur obtenue. La formule est alors $P = U \times I \cos(Fi)$. On obtient la puissance active, c'est-à-dire la puissance réellement

consommée, qui s'exprime en watts. Le cos(Fi) est inférieur à 1 pour les circuits inductifs (moteur, par exemple) et égal à 1 pour une résistance pure.

La consommation (symbole kWh) : elle s'obtient en multipliant la puissance d'un appareil (en kW) par sa durée d'utilisation (en heures). Toujours dans le même exemple, si nous laissons la lampe de 100 W allumée pendant trois heures, sa consommation sera de :
100 W = 0,100 kW
0,100 × 3 = 0,300 kWh
Cette valeur de consommation est celle que vous pouvez voir défiler sur le cadran du compteur électrique. Elle est utilisée pour l'établissement de la facture d'électricité.
Il existe encore beaucoup d'autres valeurs en électricité mais on peut se contenter de ces quelques principes de base pour le sujet qui nous intéresse : l'installation électrique domestique.

Les groupements d'éléments

Selon la disposition des éléments dans un circuit électrique (en série ou en parallèle, voir figure 4), leur groupement n'aboutit pas aux mêmes valeurs. Pour simplifier la compréhension, seuls des circuits en courant continu sont présentés.

Les éléments en série

On dit d'éléments qu'ils sont en série lorsqu'ils sont placés les uns à la suite des autres. S'il s'agit de générateurs, par exemple des piles, la tension disponible aux bornes de l'ensemble correspond à la somme des tensions de chaque élément. Par exemple, trois piles de 1,5 V placées en série fournissent une tension de 4,5 V. Attention, les piles ne doivent pas être installées en opposition (borne plus contre la borne plus d'une autre pile) : elles se déchargeraient.

On peut également monter des résistances en série. Dans ce cas, la résistance de l'ensemble est égale à la somme des résistances. Rtotale = R1 + R2 + R3. L'intensité qui traverse l'ensemble des résistances est la même. En revanche, la tension aux bornes de chaque résistance dépend de sa valeur propre. Cependant, la somme des tensions aux bornes des résistances est égale à la tension de sortie du générateur.

Dans une installation électrique, on n'installe pas d'éléments en série. Si l'on plaçait par exemple deux ampoules de même puissance en série, elles seraient alimentées chacune par une tension égale à la moitié de celle du réseau, donc elles n'éclaireraient pas normalement. Si l'une de ces ampoules « grillait », le circuit serait coupé.

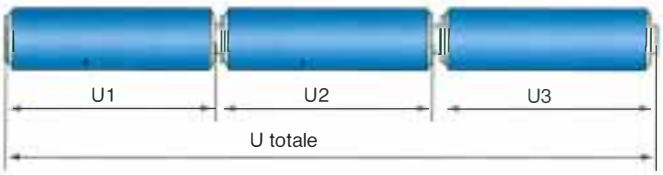
Les éléments en parallèle

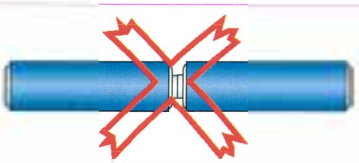
Un montage est dit en parallèle lorsque chaque élément est relié au précédent par une dérivation.
Il est possible d'installer des générateurs en parallèle à condition qu'ils présentent les mêmes caractéristiques. Dans le cas contraire, les plus puissants se déchargeraient dans le plus faible. Cette singularité peut se produire dans une installation de panneaux solaires photovoltaïques. Si l'un des panneaux est mal orienté ou en

Les groupements d'éléments (en courant continu)

Les éléments en série

Les générateurs



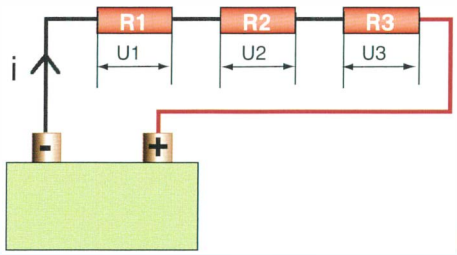


Ne placez pas les générateurs en opposition ils se déchargeraient.

La tension en sortie des piles est la somme des tensions de chaque pile.

U totale = U1 + U2 + U3

Dans l'exemple ci-dessus : U totale = 1,5 + 1,5 + 1,5 = 4,5 volts



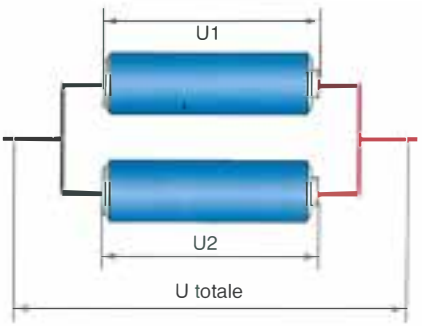
Les résistances

La résistance totale est la somme de toutes les résistances.
R totale = R1 + R2 + R3
L'intensité est la même dans tout le circuit.
La tension est différente aux bornes de chaque résistance mais leur somme est égale à la tension du générateur.
U1 + U2 + U3 = U générateur

Les éléments en parallèle

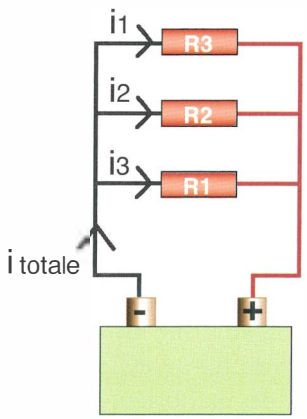
Les générateurs

Attention : ce montage ne peut s'effectuer qu'avec des générateurs de même tension. Sinon, l'un se déchargerait dans l'autre.



U totale = U1 ou U2
Dans l'exemple ci-contre :
U totale = 1,5 volts
Ce montage est intéressant car vous disposez de plus de puissance pour la même tension.

Les résistances



La résistance équivalente à ce groupement en parallèle est donnée par la formule suivante :

$$\frac{1}{Réq} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

La tension est la même aux bornes de toutes les résistances.
L'intensité est proportionnelle à chaque résistance.
I totale = I1 + I2 +I3
Plus on place de résistances en parallèle, plus l'intensité augmente. C'est ce qui se passe quand on branche trop d'appareils sur la même prise de courant.

Exemple : R1 = 2 Ω, R2 = 3 Ω et R3 = 5 Ω
1/R équiv. = 1/2 + 1/3 + 1/5
1/R équiv. = 31/30
R équiv. = 30/31 = 0,96 Ω

Figure 4 : Les groupements d'éléments

zone ombrée, les autres vont s'y décharger, provoquant une baisse du rendement de l'ensemble de l'installation.

Lorsqu'on installe des générateurs en parallèle, la tension totale est la même que celle de chaque générateur, en revanche, la puissance disponible est doublée, comme dans l'exemple présenté.

Lorsque des résistances sont montées en parallèle, la tension est également identique aux bornes de chaque résistance, mais l'intensité qui traverse l'ensemble est égale à la somme des intensités qui traversent chaque résistance.
Dans ce cas, la résistance équivalente à l'ensemble est inférieure à la plus petite des résistances ; elles ne s'ajoutent pas, à la différence des résistances en série.

Dans une installation électrique domestique, les différents circuits sont installés en parallèle : circuits de lampes ou de prises de courant. Si l'on branche plusieurs appareils sur une prise de courant, avec une multiprise, par exemple, ils sont tous raccordés en parallèle. Mais si l'on branche trop d'appareils, l'intensité devient trop forte et les protections coupent l'alimentation.

Les types de courant

Il existe deux types de courant électrique (figure 5) : le courant continu et le courant alternatif. Ils sont produits par des systèmes différents qui ne peuvent pas être mélangés dans un même circuit. Il est possible de transformer un courant continu en courant alternatif grâce à un onduleur. Ce dispositif est utilisé notamment pour les installations de panneaux solaires photovoltaïques. Il est également possible de transformer un courant alternatif en continu grâce à un redresseur. Cet appareil est utile par exemple pour une éolienne domestique.

Le courant continu

Le courant continu (figure 5) est celui délivré par les piles, les batteries, les panneaux photovoltaïques… Les bornes de sortie du générateur sont repérées par les symboles de polarité (+ et –). La tension et l'intensité délivrées sont constantes, tant que le générateur n'est pas déchargé. La circulation du courant s'effectue toujours dans le même sens. Le courant continu est désigné en anglais par les lettres DC (*direct current*). Les installations électriques ne sont pas alimentées en courant continu. Le courant continu peut être fabriqué par effet chimique (piles ou batteries), électronique (panneaux solaires) ou avec des générateurs intégrant un dispositif en rotation comme la dynamo.

Le courant alternatif

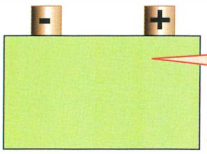
C'est le courant qui alimente toutes les installations électriques. Le courant alternatif est désigné en anglais par les lettres AC (*alternating current*). Il change constamment de polarité. Intensité et tension varient selon une courbe sinusoïdale. Il est caractérisé par sa fréquence (nombre d'oscillations par seconde) exprimée en hertz (Hz). En France et en Europe, le courant distribué a une fréquence de 50 Hz. C'est-à-dire qu'il effectue cinquante oscillations par seconde, soit cent inversions de polarité par seconde. Dans d'autres pays, la fréquence est diffé-

Les types de courant

Le courant continu

Symbole ⎓

DC en anglais



Le courant continu est le courant délivré par les piles ou les batteries.

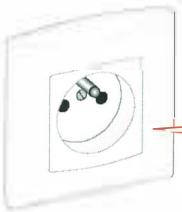
Représentation graphique du courant continu



Le courant alternatif

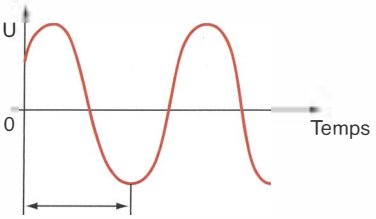
Symbole ∿

AC en anglais



Le courant alternatif est le courant distribué dans votre installation.

Représentation graphique du courant alternatif

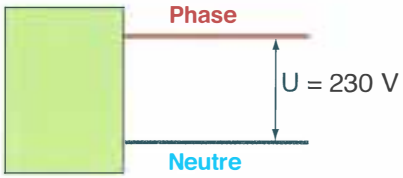


1 période = 1/50 de seconde
(ou 50 périodes par seconde)

Attention : en alternatif, on ne parle plus de résistance mais d'impédance. Toutefois, la loi d'Ohm reste valable pour les résistances pures (résistances de chauffage, par exemple). Pour d'autres éléments, d'autres valeurs doivent être prises en compte ; nous n'en aurons pas besoin dans cet ouvrage. En alternatif, la puissance calculée par la formule : P = U × I représente la puissance apparente. Elle est exprimée en VA (voltampères) ou en kVA. La puissance active (celle réellement consommée) prend en compte un facteur de puissance. Cette puissance est exprimée en watts. Pour une résistance pure, les deux puissances sont égales.

Les types de tension en courant alternatif

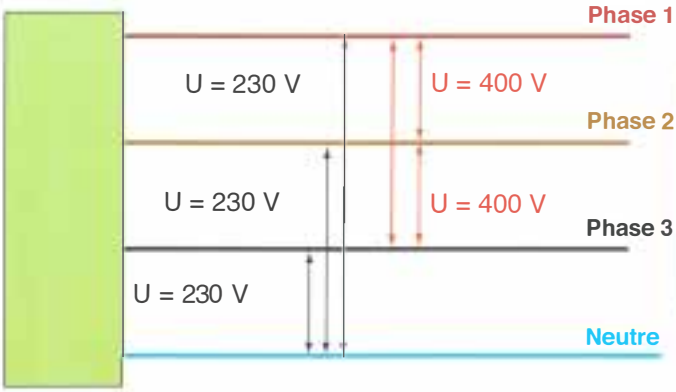
Le monophasé (une phase)



Le monophasé est le type de courant le plus distribué. L'alimentation consiste en deux conducteurs : la phase et le neutre. La tension entre ces deux fils est de 230 V.

En alternatif, il n'y a ni positif ni négatif comme en continu mais une phase et un neutre.

Le triphasé (trois phases)



Le triphasé est l'autre type de courant disponible. L'alimentation comprend quatre conducteurs : trois phases et un neutre. La tension entre chaque phase et le neutre est de 230 V. La tension entre chaque phase est de 400 V.

Figure 5 : Les types de courant

rente, par exemple 60 Hz aux États-Unis. Il n'y a pas de pôles plus ou moins en courant alternatif, mais une phase et un neutre. Le courant alternatif est fabriqué sur le principe de l'effet magnétique dans une machine en rotation, par des générateurs appelés alternateurs. Ils comportent une partie fixe, le stator ou induite, et une partie tournante, le rotor ou inducteur. Le courant est produit par la variation du flux du champ magnétique due à la rotation du rotor dans le stator. Pour faire tourner l'alternateur, on a recours a divers systèmes : des turbines à vapeur ou à gaz (centrales nucléaires et thermiques), des turbines hydrauliques (barrages), ou un moteur thermique (groupe électrogène).

Le courant alternatif est adapté au transport de l'électricité sur de longues distances, sous haute tension, que l'on obtient au moyen de transformateurs. On réduit ainsi son intensité et les pertes dues à l'effet Joule dans les câbles de transport.

Il existe deux types de courant alternatif distribué chez les particuliers : le courant triphasé et le courant monophasé. En général, le courant est distribué en triphasé dans le réseau ; le raccordement en monophasé n'utilise qu'une partie des conducteurs.

Une alimentation en triphasé dispose de quatre conducteurs : un neutre et trois phases. La tension entre le neutre et chaque phase est de 230 V, et de 400 V entre deux phases. Ce type d'alimentation est moins répandu que le monophasé, il est utile si vous avez besoin d'alimenter des machines spécifiques ou d'une puissance de raccordement importante (supérieure à 18 kVA).

Le monophasé est mieux adapté aux installations domestiques et convient dans la plupart des cas. La majorité des appareils électriques domestiques fonctionne sous cette tension. L'alimentation monophasée comporte deux conducteurs : un conducteur de neutre et un conducteur de phase. La tension entre ces deux conducteurs est de 230 V.

Les risques

L'électricité est dangereuse. On déplore en France, chaque année, plusieurs milliers d'accidents corporels, dont au moins 200 sont mortels, et plus de 4 000 incendies (source : Promotelec).

Les incendies : ils peuvent être provoqués par plusieurs phénomènes :

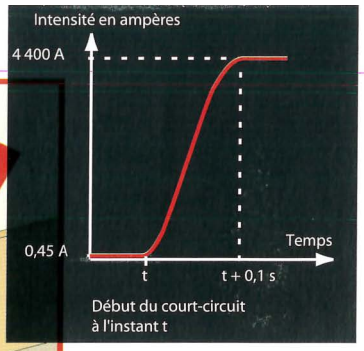
- un échauffement des conducteurs dû à leur section insuffisante ou à une demande de puissance trop importante (surcharge) ;
- un court-circuit entre les parties conductrices (ce qui provoque une surintensité avec un échauffement important) ;
- un mauvais contact dans les appareillages ou les raccordements (échauffements) ;
- un arc électrique dû au mauvais isolement des parties conductrices ou à la présence d'humidité.

Le court-circuit (figure 6) est dû à un contact accidentel entre la phase et le neutre ou entre deux phases en triphasé. Il provoque une forte augmentation de l'intensité en un temps très bref, ce qui se traduit par une augmentation de la température des conducteurs, modifie les propriétés du métal, détruit l'isolant et échauffe les supports (moulures, goulottes, conduits).

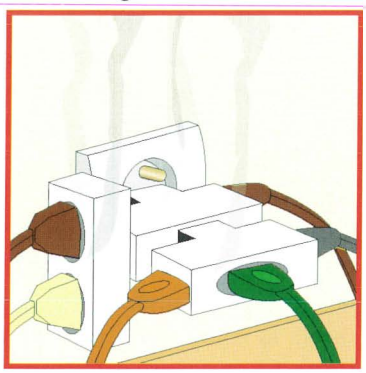
Les risques

Le court-circuit

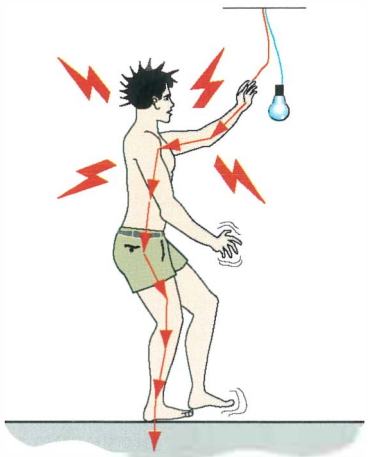




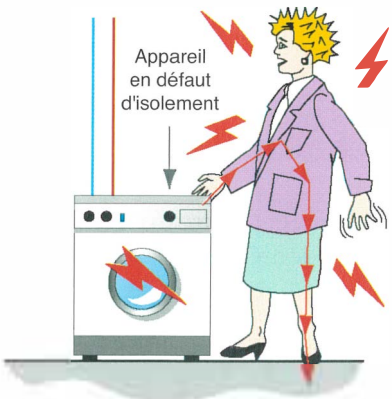
La surcharge



Les risques corporels



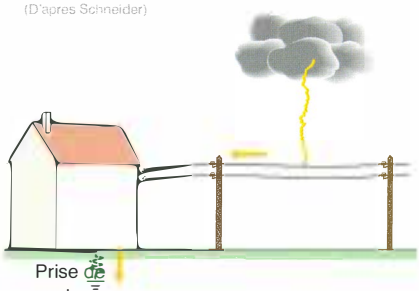
Contact direct
(contact avec un conducteur dénudé)



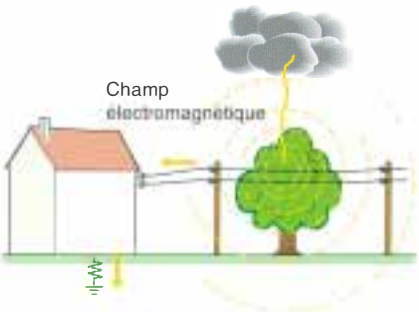
Contact indirect
(appareil non relié à la prise de terre)

Les surtensions d'origine atmosphérique

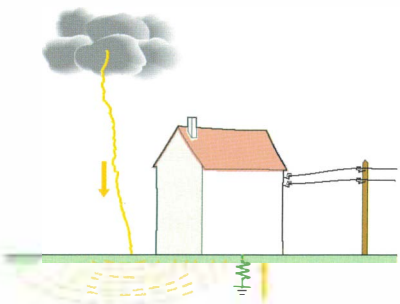
(D'après Schneider)



Surtension par conduction : coup de foudre sur une ligne aérienne



Surtension par rayonnement électromagnétique : coup de foudre proche d'un bâtiment



Surtension par la terre

Figure 6 : Les risques

La surcharge est due au passage d'une intensité trop importante par rapport à la section des conducteurs. Les conséquences sont similaires à celles provoquées par un court-circuit (échauffements et risques d'incendie) mais d'une intensité moindre. Cependant, le phénomène pouvant durer dans le temps, le risque reste élevé.
Pour se protéger de ces phénomènes, on a recours à des dispositifs de protection interdisant de dépasser une certaine intensité selon la section des conducteurs du circuit à protéger. Ces dispositifs doivent également assurer une coupure très rapide en cas de court-circuit.

Les risques corporels : le passage du courant électrique à travers le corps humain peut provoquer des effets pathophysiologiques qui vont des picotements jusqu'à l'arrêt cardiaque. On distingue deux sortes de contacts avec des parties électriques (figure 6) :

- Les contacts directs sont caractérisés par le contact du corps humain avec un conducteur sous tension et le sol.
- Les contacts indirects sont caractérisés par le contact du corps humain avec un appareil accidentellement sous tension et le sol, par exemple un fil dénudé en contact avec la carcasse métallique d'un appareil ménager (défaut d'isolement).

Le passage du courant dans le corps dépend de nombreux facteurs :
- la résistance du corps humain ;
- la callosité et l'humidité des mains (en cas de contact avec la main) ;
- la nature du revêtement de sol (plus ou moins conducteur) ;
- la nature des chaussures ;
- la durée du contact.

Toutefois, il est important de savoir qu'une tension supérieure à 25 V en courant alternatif dans de mauvaises conditions peut être mortelle. De même, avec le courant domestique, une intensité supérieure à 40 mA (milliampères) est mortelle.

Pour se prémunir contre ces risques, on a recours à la prise de terre et aux dispositifs différentiels à haute sensibilité (30 mA) qui permettent de couper l'alimentation avant l'électrocution.

Enfin, il existe un autre risque non négligeable : la **surtension**. Les surtensions les plus importantes sont d'origine atmosphérique : la foudre. La foudre peut tomber directement sur une ligne électrique aérienne (ce qui est assez rare), créer une surtension dans le réseau qui se déplace à la vitesse de la lumière et atteindre cinq millions de volts. Mais la foudre peut aussi créer une surtension par rayonnement magnétique en tombant à proximité d'une habitation ou encore créer une surtension par le réseau de terre. Une surtension dans une installation électrique se traduit généralement par la destruction des équipements électroniques, la détérioration des appareils électroménagers, la perturbation des systèmes d'alarme ou informatiques.

Même si le distributeur ERDF met en œuvre de nombreux procédés pour éviter les surtensions dues à la foudre, la norme exige d'équiper les installations électriques dans les zones à risque de dispositifs spécifiques : les parafoudres.

Les appareils de mesure

Le multimètre analogique

Les multimètres analogiques sont construits selon une ancienne technologie. La lecture des mesures se fait par la position de l'aiguille sur un cadran. Ce type d'appareil demande plus de manipulations qu'un modèle numérique . En revanche, son prix est moins élevé. Il est suffisant pour des tests sur une installation électrique.

Les multimètres permettent d'effectuer un grand nombre de mesures : tension alternative ou continue, intensité alternative ou continue, résistance et encore bien d'autres mesures selon les modèles. Préférez toujours un modèle doté d'une protection interne (fusible) qui évite de détruire l'appareil en cas de mauvaise manipulation.



Le multimètre numérique



La pince ampèremétrique numérique



Utilisez des cordons munis de pointes de touche isolées de bonne qualité pour une plus grande sécurité. Certaines disposent de capuchons isolants amovibles permettant d'effectuer une mesure dans une prise de courant, par exemple.

Les multimètres numériques sont très pratiques : manipulations réduites, lecture directe des valeurs. Ils sont parfois même trop précis pour les mesures à réaliser sur une installation électrique.

La pince ampèremétrique est très utile pour mesurer les intensités, surtout si elles sont élevées. Certaines permettent aussi de mesurer des tensions et des résistances.
Il existe également des adaptateurs pinces qui s'utilisent avec les cordons des multimètres.

Figure 7 : Les appareils de mesure

Les appareils de mesure et leur emploi

Pour intervenir sur une installation existante ou lors de la création d'une installation neuve ou d'une rénovation, il est nécessaire de posséder un appareil de mesure. Les tests les plus courants s'effectuent au moyen d'un multimètre. Celui-ci permet de mesurer la tension, l'intensité, la résistance, la continuité, etc.

Il est inutile d'investir dans un appareil très sophistiqué si vous n'intervenez qu'occasionnellement sur une installation. Préférez toujours un modèle à fusible incorporé qui protège l'appareil en cas de mauvaise manipulation. Les appareils bas de gamme peu onéreux en sont souvent dépourvus et ne pardonnent pas les erreurs de réglage ou de manipulation.

Attention ! Soyez très vigilant lorsque vous effectuez certaines mesures sous tension. Tenez bien les pointes de test par leur partie isolée. Ne débranchez jamais les cordons en cours de mesure. Écartez-vous toujours de la source sous tension avant toute manipulation de l'appareil de mesure.

Les appareils de mesure

Il existe des multimètres analogiques, c'est-à-dire pourvus d'un cadran et d'une aiguille, et des multimètres numériques où les résultats apparaissent sur un afficheur à cristaux liquides (figure 7).
Les multimètres analogiques nécessitent plus de manipulations mais sont généralement moins onéreux. La lecture est moins précise que sur un appareil numérique, mais généralement suffisante pour une installation domestique.

Les multimètres numériques sont précis et offrent une lecture directe des valeurs. Ils sont de plus en plus répandus et leur prix devient abordable. Choisissez néanmoins toujours un appareil de bonne fabrication par mesure de sécurité.

Les multimètres ne sont pas conseillés pour les mesures d'intensités importantes (10 A au maximum). On utilise dans ce cas un autre appareil appelé pince ampèremétrique. Il suffit de passer la pince autour d'un conducteur pour connaître l'intensité qui le traverse. Il n'est pas nécessaire de dénuder le conducteur. Les modèles les plus évolués permettent de mesurer les câbles à plusieurs conducteurs.
Certains multimètres sont proposés avec une pince ampèremétrique en option qui se branche sur les cordons de mesure.
Certains modèles de pinces permettent également de mesurer les tensions et les résistances. Néanmoins, la mesure des intensités n'est pas la plus courante dans les installations électriques.

Mesurer les valeurs

Avant de poser les pointes de mesure sur les éléments à tester, il faut savoir ce que vous souhaitez mesurer. Pour mesurer une tension, réglez l'appareil en mode voltmètre. Pour mesurer une intensité, réglez l'appareil en position ampèremètre.

La résistance et la continuité se mesurent en mode ohmmètre, toujours hors

tension. Les mesures de tension et d'intensité s'effectuent sur un circuit sous tension (figure 8).

La mesure d'une tension

Placez tout d'abord les fiches des cordons dans les borniers appropriés. Généralement, on place un cordon sur le commun et l'autre sur le symbole V ou une valeur de tension (300 V, 1 000 V). Placez le sélecteur d'unité de mesure sur volt alternatif ou continu (alternatif pour une installation électrique).
Placez les pointes de test parallèlement aux bornes de l'appareil ou de l'élément à mesurer. La valeur qui apparaît sur le cadran indique la tension entre les bornes en volts.

Avec un multimètre analogique, si vous ne connaissez pas l'ordre de grandeur de la tension à mesurer, commencez toujours par une mesure avec le cordon placé sur le bornier 1 000 V, puis changez d'échelle si nécessaire selon les indications de la tension mesurée.
Les multimètres numériques disposent généralement (selon les modèles) d'un seul réglage de tension, l'appareil s'adapte de lui-même à la valeur et au type de courant (alternatif ou continu).

Si vous mesurez un courant continu avec un multimètre analogique, vous devez régler l'appareil sur ce type de mesure, puis tester avec les pointes de mesure. Si l'aiguille part en sens inverse de la lecture du cadran, inversez les pointes de mesure.

La mesure des tensions vous permet de vérifier que les circuits d'une installation sont correctement alimentés.

La mesure d'une intensité

La mesure de l'intensité d'un circuit électrique avec un multimètre est difficilement réalisable dans les installations domestiques et peut être dangereuse en termes de manipulations. En effet, l'appareil de mesure doit être placé en série avec l'appareil dont on souhaite connaître l'intensité, et en cas de mauvaise interprétation, vous risquez d'endommager le multimètre. Par souci de sécurité, utilisez systématiquement une pince ampèremétrique.

La mesure d'une résistance ou de la continuité

La mesure de la résistance s'effectue aux bornes de l'appareil hors tension. Vous pouvez mesurer cette valeur directement sur la fiche d'un appareil électrique, par exemple.

La mesure de la continuité d'un conducteur sert à vérifier que celui-ci n'est pas coupé, par exemple dans un cordon d'alimentation, un circuit ou une bobine. Pour mesurer la continuité, vous pouvez utiliser l'appareil de mesure en ohmmètre ou sur la fonction continuité, indiquée par un signal sonore.

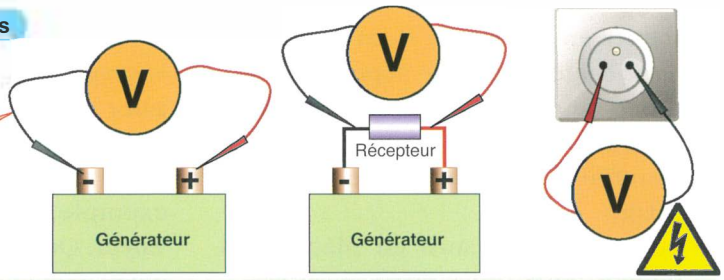
Pour mesurer la résistance d'un élément dans un circuit, prenez soin de déconnecter l'un des fils d'alimentation de l'élément afin de ne pas fausser la mesure.

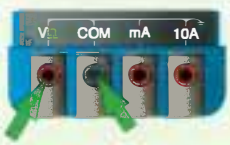
Pour mesurer une résistance avec un appareil analogique :
- placez les cordons de mesure dans les borniers appropriés ;
- placez le sélecteur d'unité de mesure sur ohm ;

Mesurer les valeurs électriques

La mesure d'une tension

La tension se mesure aux bornes d'un récepteur ou d'un générateur à l'aide d'un voltmètre équipé de pointes de touche isolées.





Branchez les cordons de mesure dans les borniers appropriés.



Sélectionnez le type de tension à mesurer : AC pour l'alternatif…



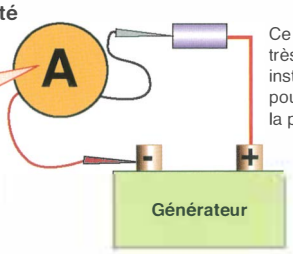
…ou DC pour une tension en continu.



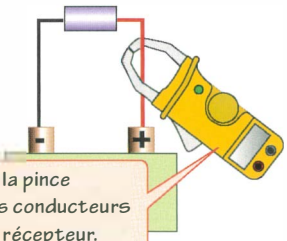
Procédez à la mesure. La valeur de la tension s'affiche sur le cadran.

La mesure d'une intensité

L'intensité se mesure au moyen d'un ampèremètre, placé en série avec l'élément dont on veut mesurer l'intensité.



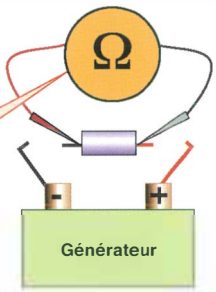
Ce type de mesure n'est pas très approprié pour une installation électrique. C'est pourquoi on préfère souvent la pince ampèremétrique.

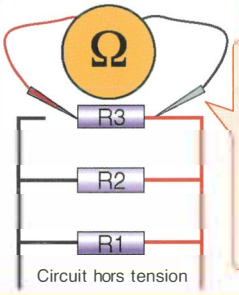


Il suffit de placer la pince autour de l'un des conducteurs qui alimentent le récepteur.

La mesure d'une résistance

La résistance se mesure aux bornes d'un récepteur obligatoirement hors tension au moyen d'un ohmmètre.

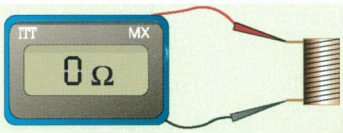




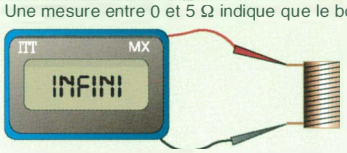
Si vous mesurez une résistance dans un circuit, prenez soin de déconnecter l'un des fils d'alimentation de cette résistance pour ne pas fausser la mesure.

La mesure d'une continuité

Ce type de mesure permet de vérifier qu'un circuit n'est pas coupé (bobinage ou cordon d'alimentation). Il s'effectue également avec un ohmmètre.

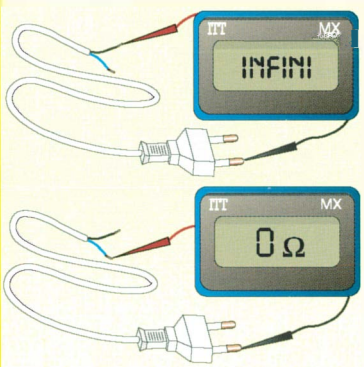


Une mesure entre 0 et 5 Ω indique que le bobinage est correct.



Une mesure infinie indique que le bobinage est coupé.

Pour tester un cordon



Pour tester un cordon, placez une pointe de test sur l'un des contacts de la fiche et recherchez le fil correspondant à l'autre extrémité. Vous devez obtenir les mesures ci-contre. Testez ensuite l'autre contact de la fiche. Si vous trouvez une valeur infinie entre l'une des fiches et les deux fils à l'extrémité, cela signifie qu'un fil est coupé.

Figure 8 : La mesure des valeurs électriques

- mettez en contact les deux pointes de test : l'aiguille doit se déplacer vers la droite du cadran sur la valeur 0 ohm ; si l'aiguille n'atteint pas la valeur zéro, peaufinez le réglage avec la vis de calage ;
- effectuez la mesure en plaçant les pointes de la résistance à mesurer.

Lorsque vous mesurez une continuité, la valeur 0 ohm indique que le courant passe. Par conséquent, le circuit n'est pas coupé. Si la valeur indiquée est infinie (∞), cela montre que le circuit est coupé. Lorsque vous mesurez une résistance pure (dans un circuit électronique, un appareil de chauffage électrique ou la résistance d'un chauffe-eau, par exemple), l'appareil vous indique sa valeur. Quand vous mesurez d'autres éléments comme des bobines (bobine d'un télérupteur ou d'un relais, bobinage d'un moteur, par exemple), vous mesurez la continuité du circuit pour vérifier qu'il n'est pas coupé. La valeur de la résistance n'est pas significative dans ce cas.

Le diagnostic de l'installation domestique

La plupart des installations électriques anciennes ne sont plus aptes à supporter les appareils modernes que nous sommes amenés à raccorder. Généralement, elles étaient prévues uniquement pour l'éclairage et quelques petits appareils de faible consommation. Ces installations ne sont plus en conformité avec les règles élémentaires de sécurité (prise à côté d'une baignoire, par exemple) : le matériel s'est usé, il n'est plus conforme. Dans les logements les plus anciens, les moyens de protection étaient rudimentaires : par exemple, il n'y avait pas de prise de terre.

Le diagnostic électricité, désormais obligatoire avant toute transaction immobilière, va mettre en avant tous les défauts d'une installation ancienne. Il est un excellent indicateur de l'état d'une installation pour qui n'est pas professionnel. Un rapport défavorable incitera l'acquéreur ou le locataire à opter pour un autre bien, à engager des travaux de mise en conformité ou la rénovation totale de l'installation électrique. Si des travaux ne sont pas réalisés et en cas de problème, le propriétaire engagera sa responsabilité, puisqu'il ne peut ignorer la dangerosité de son bien.

La rénovation d'une installation existante garantit des circuits adaptés aux appareils, des prises de courant en nombre suffisant et placées aux endroits les plus utiles (avec la prise de terre et des protections désormais obligatoires pour les

enfants), des éclairages qui mettent en valeur l'intérieur, une plus grande sécurité, mais aussi de réaliser des économies. Les nouveaux réseaux de communication remplacent les anciennes lignes et prises téléphoniques. Ils permettent de créer des réseaux informatiques, de distribuer la télévision par Internet… Des offres de systèmes domotiques permettent également de piloter une installation du bout des doigts, ce qui est un avantage pour les personnes handicapées ou âgées.
De plus, le matériel actuel est beaucoup plus performant et il supporte mieux le poids des années. Les travaux sur une installation électrique ne tolèrent ni l'à-peu-près, ni le mauvais bricolage.

Il existe des règles très strictes qu'il est obligatoire de respecter. Elles sont le fruit de nombreuses années de constats et de recherches ayant pour but d'offrir une totale sécurité.

La norme en vigueur s'applique à toutes les installations ou extensions nouvelles. Par exemple, dans le cas d'une rénovation ou d'une extension (aménagement de combles), la dernière norme s'applique de fait. C'est pourquoi, pour vous conformer à la norme en vigueur, reportez-vous, pour chaque anomalie, aux règles à respecter en cas de rénovation, dans la section consacrée à la norme.

Le principe du diagnostic électricité

Depuis 2009, un état de l'installation électrique, si elle a été réalisée depuis plus de quinze ans, doit être produit en cas de vente d'un logement. La validité du diagnostic est de trois ans.

Les installations électriques de plus de quinze ans ayant fait l'objet d'une attestation de conformité par le Consuel depuis moins de trois ans ne nécessitent pas de diagnostic.
Cette vérification est l'un des éléments du dossier de diagnostics techniques (DDT) qui rassemble les différents rapports : exposition au plomb, présence d'amiante, performance énergétique… Le DDT doit être annexé à la promesse de vente ou, à défaut, à l'acte authentique.
Le diagnostic de l'installation électrique a pour but d'évaluer les risques pouvant porter atteinte à la sécurité des personnes. En effet, les installations électriques anciennes peuvent être dangereuses, même si elles respectaient les règles de sécurité de l'époque, car les normes ont évolué. Le diagnostic permet de vérifier que l'installation répond aux exigences minimales de sécurité définies par la norme expérimentale UTE XP C 16-600. Il ne certifie pas que l'intégralité de l'installation respecte la norme NF C 15-100 en vigueur. Le diagnostic permet d'informer l'acquéreur de l'état de l'installation électrique du logement qu'il va acheter. Il doit être réalisé par un opérateur certifié par un organisme accrédité.

Le diagnostic concerne l'installation électrique des parties privatives du logement et de ses dépendances, située en aval de l'appareil général de commande et de protection (en général le disjoncteur de branchement), jusqu'aux bornes d'alimentation des appareils fixes et des prises de courant. Il ne concerne pas les parties communes des immeubles collectifs et les circuits internes des matériels connectés à l'installation (appareils ménagers, par exemple) et ne porte que sur les éléments visibles de l'installation.

Exemple de diagnostic électricité obligatoire (d'après Promotelec)

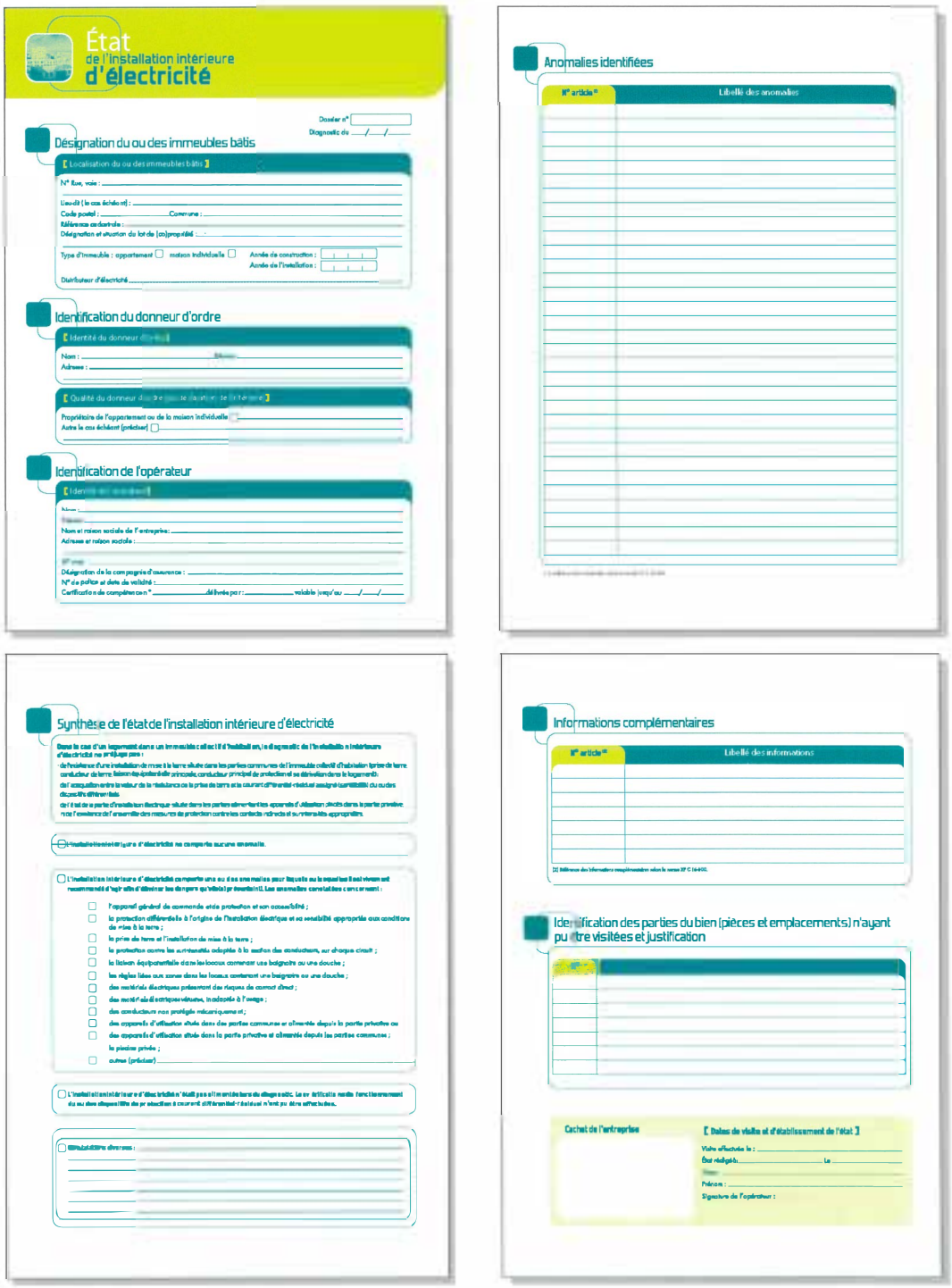


Figure 9 : Exemple de diagnostic électricité

Fiches de contrôle de l'installation du diagnostic électricité

(d après norme XP C 16-600 et fiche de diagnostic Promotelec)

N° de la fiche de contrôle	Objet des contrôles et risques encourus	Groupe d'anomalies
1	**Présence d'un appareil général de commande et de protection de l'installation, facilement accessible** Il est accessible à l'intérieur du logement et permet d'interrompre, en cas d'urgence, la totalité de la fourniture de l'alimentation électrique. Un appareil inaccessible ou inadapté ne permet pas d'assurer la fonction de coupure en cas de danger, d'incendie, ou d'intervention sur l'installation électrique.	B 1
2	**Présence à l'origine de l'installation d'au moins un dispositif de protection différentielle (DDR)** Il permet de protéger les personnes contre les risques de choc électrique lors d'un défaut d'isolement sur un matériel électrique. Son absence, sa défaillance ou son inadaptation peuvent être la cause d'une électrisation ou même d'une électrocution.	B 2
3	**Prise de terre et installation mise à la terre** Ces deux dispositifs permettent lors d'un défaut d'isolement sur un matériel électrique de dévier à la terre le courant de défaut qui en résulte. Leur absence, leur mauvaise réalisation ou leur inexistence partielle peuvent être la cause d'une électrisation ou même d'une électrocution.	B 3
4	**Présence sur chaque circuit d'un dispositif de protection contre les surintensités, adapté à la section des conducteurs** Ces dispositifs placés à l'origine de chaque circuit protègent les conducteurs et les câbles contre des échauffements anormaux provoqués par une surcharge ou un court-circuit. Leur absence ou un calibre trop élevé peuvent être à l'origine d'un incendie.	B 4
5	**Présence d'une liaison équipotentielle supplémentaire dans chaque local contenant une douche ou une baignoire** Elle évite en cas de défaut que le corps humain soit traversé par un courant électrique dangereux. Son absence peut être la cause d'une électrisation ou même d'une électrocution.	B 5
6	**Respect des règles liées aux zones dans chaque local contenant une douche ou une baignoire** Les règles de mise en œuvre de l'installation électrique à l'intérieur de ces locaux permettent de limiter les risques de choc électrique du corps humain (électrisation ou même électrocution) quand il est mouillé ou immergé.	B 6
7	**Absence de matériels présentant des risques de contact direct avec des éléments sous tension** Les matériels électriques dont des parties nues sous tension sont accessibles présentent d'importants risques d'électrisation ou même d'électrocution (matériels anciens, déteriorés, fils ou câbles électriques dénudés, borniers de connexion accessibles…).	B 7
8	**Absence de matériels vétustes ou inadaptés à l'usage** Des matériels trop anciens n'assurent pas une protection satisfaisante contre l'accès aux parties nues sous tension. Ils peuvent posséder un niveau d'isolement insuffisant et être inadaptés aux puissances des appareils actuels. Risques de surchauffe, d'électrisation ou même d'électrocution.	B 8
9	**Appareils d'utilisation fixes situés dans des parties privatives et alimentés depuis les parties communes ou situés dans les parties communes et alimentés depuis les parties privatives** Si l'installation issue de la partie privative n'est pas mise en œuvre correctement ou comporte des appareils inadaptés ou vétustes, le contact d'une personne avec la masse d'un matériel en défaut ou une partie active sous tension présente des risques d'électrisation ou même d'électrocution.	B 9
10	**Installation et équipements électriques d'une piscine privée** Les règles de mise en œuvre de l'installation électrique et des équipements associés à la piscine permettent de limiter le risque de chocs électriques, du fait de la réduction de la résistance électrique du corps humain lorsque celui-ci est mouillé ou immergé (électrisation ou même électrocution).	B 10
11	**Autres vérifications recommandées** Ensemble de l'installation électrique protégée par au moins un dispositif différentiel à haute sensibilité ≤ 30 mA. Ensemble des socles de prises de courant à obturateur (évite l'introduction, en particulier par un enfant, d'un objet dans une alvéole d'une prise avec risque de brûlures graves, électrisation, voire électrocution).	B 11

Figure 10 : Les fiches de contrôle du diagnostic

Le diagnostic s'effectue sans déplacement de meubles ni démontage d'appareils, excepté au niveau du tableau de répartition. Le diagnostiqueur doit avoir accès à l'ensemble des locaux ; il effectue des vérifications visuelles, des mesures et des essais de fonctionnement (l'installation devant être sous tension). Il rédige un rapport de visite (figure 9) qui dresse la liste des anomalies constatées et donne une description des risques encourus.

Pour les propriétaires désireux de vendre dans les meilleures conditions, effectuer un diagnostic avant la mise en vente donne une idée précise de l'état de l'installation électrique.
Pour que le diagnostic soit positif, sans anomalies et permette l'évaluation du bien à son meilleur prix, nous allons passer en revue, dans les paragraphes suivants, les différents points de vérification qui sont définis par la norme UTE XP C 16-600. Vous pourrez ainsi procéder aux éventuelles améliorations nécessaires et avoir la garantie d'obtenir un diagnostic parfait.

Les points de contrôle

La norme expérimentale XP C 16-600 de 2007, revue en 2015, sert de base au diagnostic. Elle définit la méthodologie et les modalités d'évaluation de l'état des installations électriques. Elle concerne l'ensemble des circuits basse tension de l'installation situés en aval du disjoncteur de branchement ainsi que la partie de l'installation de branchement située dans la partie privative. Sauf dans le cas des locaux contenant une douche, une baignoire ou une piscine, sont exclus les circuits de communication (téléphone, télévision, réseau informatique…) et les circuits de signalisation et de commande alimentés en très basse tension de sécurité (TBTS), inférieure ou égale à 12 V en alternatif et à 30 V en continu.

Afin de respecter les exigences de sécurité, le diagnostic permet de vérifier les matériels et caractéristiques suivants :

- présence et accessibilité d'un appareil général de commande et de protection ;
- présence d'un ou plusieurs dispositifs différentiels de sensibilité adaptés à la valeur de la prise de terre et placés à l'origine de l'installation électrique ;
- présence d'un dispositif de protection contre les surintensités adapté à la section des conducteurs des lignes, sur chaque circuit ;
- présence d'une liaison équipotentielle et d'une installation sécurisée dans les locaux contenant une douche ou une baignoire.

En outre, il convient d'identifier les matériels électriques vétustes, n'étant plus adaptés à l'usage demandé ou présentant des risques de contact direct avec des parties sous tension, ainsi que les conducteurs non protégés mécaniquement.

Les organismes de normalisation ont défini onze fiches de contrôle présentées dans le tableau de la figure 10. Nous allons les développer en détail dans les paragraphes qui suivent.

Fiche de contrôle N° 1 — Présence d'un appareil général de commande et de protection de l'installation

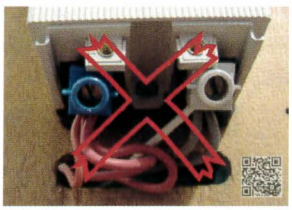


Appareil de commande et de protection de l'installation (généralement le disjoncteur de branchement)

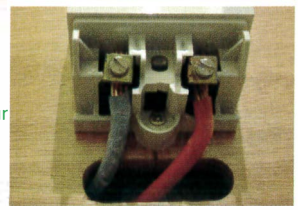
Exemples d'exigences

L'appareil général de commande et de protection de l'installation doit être présent, assurer la coupure de l'ensemble de l'installation et

- permettre d'interrompre l'alimentation électrique de l'intérieur du logement ou dans un emplacement directement accessible depuis l'intérieur (1) ;
- être un disjoncteur ou un interrupteur avec ou sans fonction différentielle (2) ; à commande manuelle (3) ; à coupure simultanée omnipolaire (4) ;
- être placé à une hauteur maximale de 1,80 m, dans un endroit dont l'accès ne se fait pas par une trappe (grenier, vide sanitaire, par exemple), ni dans un tableau ou un placard dont la porte est fermée à l'aide d'un outil ou d'une clé. Il peut être situé dans un local annexe s'il existe une communication directe entre ce local et le logement (5) ;
- ne pas être placé sous un point d'eau ou au-dessus de feux ou plaques de cuisson ;
- ne doit présenter qu'un seul conducteur par borne (disjoncteur de branchement) (6).

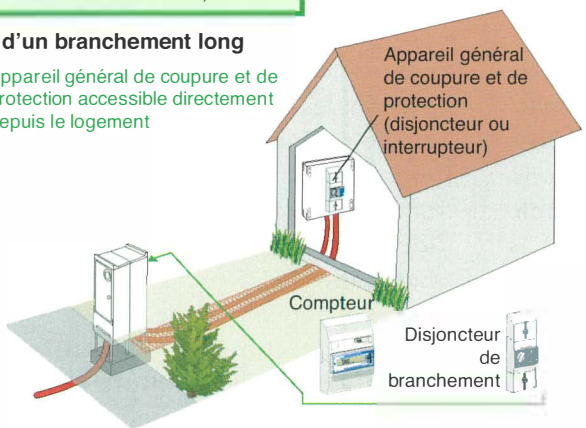


(6) Un seul conducteur par borne

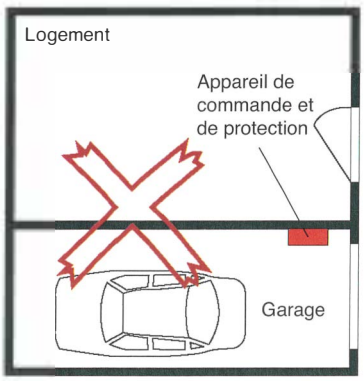


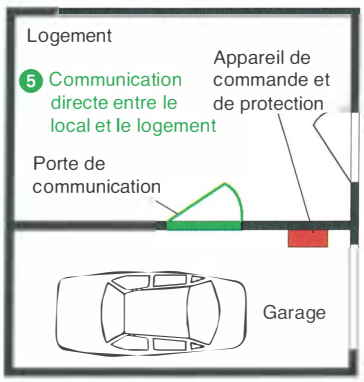
Cas d'un branchement long

(1) Appareil général de coupure et de protection accessible directement depuis le logement



Cas d'un local annexe





Exemple de disjoncteur de branchement

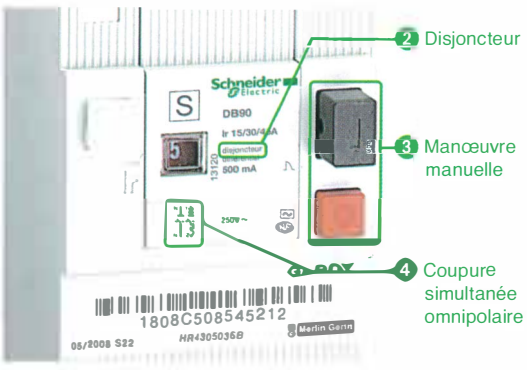


Figure 11 : Fiche de contrôle 1

Fiche de contrôle 1

Le premier point de contrôle concerne la présence d'un dispositif de coupure générale et de protection de l'installation, qui doit être facilement accessible. En principe, il s'agit du disjoncteur de branchement.

En cas d'urgence, il doit permettre d'interrompre la totalité de la fourniture d'électricité, en un point unique et facilement accessible. Vérifiez l'appareil visuellement et essayez-le.
Les points suivants doivent être respectés. Le dispositif de coupure doit être présent et permettre de couper, de l'intérieur du logement ou d'un endroit accessible directement par le logement, l'ensemble de l'installation électrique.

Dans le cas où cet appareil de coupure est situé, par exemple, dans le garage, une porte de communication doit exister à partir du logement (figure 11). Sinon, un dispositif de coupure générale supplémentaire doit être installé dans l'habitation.

Dans le cas d'une habitation éloignée du coffret de raccordement au réseau public (branchement long), le disjoncteur de branchement doit être situé dans le coffret extérieur, en limite de propriété. Vous devez donc disposer d'un autre dispositif de coupure générale et de protection à l'intérieur de l'habitation.

Le dispositif de coupure générale peut être un disjoncteur ou un interrupteur, avec ou sans fonction différentielle.
Il doit être à manœuvre manuelle et assurer une coupure simultanée omnipolaire. Cette fonction est signalée par un marquage sur l'appareil, comme illustré figure 11. Le dispositif ne doit pas être installé à plus de 1,80 m de hauteur, à moins qu'il ne soit accessible par une marche ou une estrade.
Il doit être accessible et son installation n'est pas autorisée dans un tableau, placard ou gaine comportant une porte fermée par une clé ou un outil. Est également interdite toute installation dans un endroit accessible par une trappe avec ou sans escalier escamotable, comme un grenier, un comble, un vide sanitaire, sous un point d'eau ou au-dessus de plaques de cuisson.

Dans le cas d'un disjoncteur de branchement, le raccordement d'un seul conducteur par borne doit être respecté, sinon, il y a anomalie.

Fiche de contrôle 2

Cette fiche de contrôle permet de vérifier la présence, à l'origine de l'installation, d'au moins un dispositif de protection différentielle (DDR) protégeant toute l'installation (figure 12). Ce dispositif permet d'éliminer les risques de choc électrique en cas de contact avec des masses sous tension et d'assurer la coupure automatique.

Les points suivants doivent être respectés. Le ou les dispositifs doivent être présents, permettre de couper l'ensemble de l'installation, comporter l'indication de leur courant différentiel résiduel assigné (sensibilité), qui ne doit pas être réglable (ni en sensibilité, ni en temps de déclenchement). La sensibilité ne peut être supérieure à 650 mA. Elle doit être en adéquation avec la valeur de la prise de terre (voir fiche de contrôle 3). La sensibilité est inscrite sur l'appareil.

Fiche de contrôle N° 2 Présence à l'origine de l'installation d'un dispositif de protection différentielle (DDR)



Le dispositif différentiel peut être le disjoncteur de branchement ou un interrupteur différentiel.

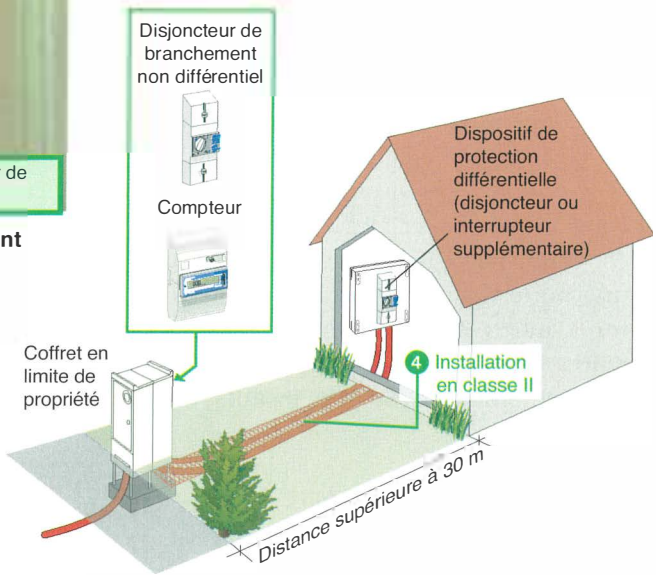
Exemples d'exigences

Le dispositif de protection différentielle doit être présent, protéger l'ensemble de l'installation électrique et :

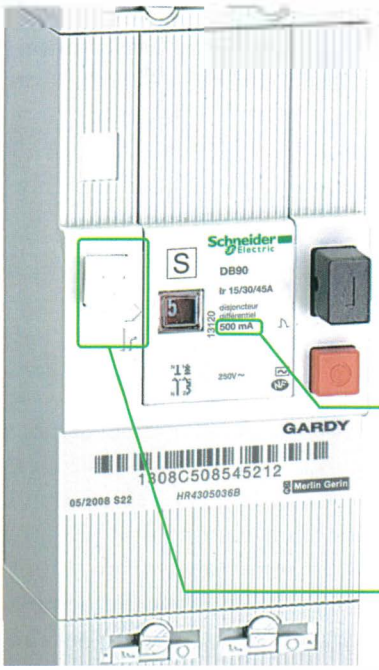
- comporter l'indication de son courant différentiel résiduel (sensibilité) 1. Cette sensibilité ainsi que le temps de déclenchement ne doivent pas être réglables ;
- ne pas avoir une sensibilité supérieure à 650 mA 2 ;
- se déclencher lors de l'essai de fonctionnement pour un courant de défaut au plus égal à sa sensibilité ;
- se déclencher par action sur le bouton de test lorsqu'il est présent 3.

Si le disjoncteur de branchement ne possède pas de fonction différentielle (cas d'un branchement long, par exemple), la partie de l'installation électrique entre cet appareil et les bornes en aval du dispositif de protection différentielle, protégeant l'installation électrique, doit être de classe II 4.

Cas d'un branchement long



Exemple de disjoncteur de branchement différentiel



Exemple d'un interrupteur différentiel en tête d'installation

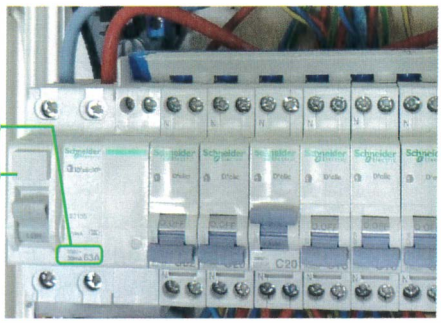


Figure 12 : Fiche de contrôle 2

Lors des essais de fonctionnement, l'appareil doit se déclencher pour un courant de défaut au plus égal à sa sensibilité. Si un bouton de test est présent, il doit déclencher l'appareil.
Ce dispositif différentiel peut être le disjoncteur de branchement s'il est aussi différentiel et que sa sensibilité est compatible avec la résistance de la prise de terre. Il peut s'agir également d'un ou de plusieurs interrupteurs différentiels haute sensibilité (30 mA) placés en tête de l'installation.

Comme indiqué dans la fiche de contrôle 1, dans le cas d'un branchement long, le disjoncteur de branchement doit être situé dans le coffret extérieur, en limite de propriété. Il n'a généralement pas de fonction différentielle. Un interrupteur ou disjoncteur différentiel doit donc être placé en tête de l'installation, à l'intérieur de l'habitation. De plus, l'installation électrique située entre le disjoncteur de branchement (dans le coffret extérieur) et le ou les dispositifs différentiels protégeant l'ensemble de l'installation doit être de classe II (câbles isolés U 1000R2V sous conduit TPC, par exemple).

Fiche de contrôle 3

Ce contrôle concerne la présence d'une installation de mise à la terre (figure 13) : prise de terre, conducteur de terre, liaison équipotentielle principale, conducteur principal de protection et conducteurs de protection.

En immeuble collectif, la présence de la prise de terre, de la borne ou de la barrette principale, de la liaison équipotentielle principale et de la dérivation individuelle n'est pas vérifiée puisqu'elles sont situées dans les parties communes et non visées par le diagnostic. Néanmoins, la valeur de la prise de terre sera mesurée depuis la partie privative.
L'installation de mise à la terre a pour but d'éviter les risques de choc électrique en cas de contact avec des masses anormalement sous tension.

La prise de terre

La prise de terre doit être présente en tout cas. Il peut s'agir d'un piquet de terre enfoncé dans le sol, d'une prise de terre constituée d'une boucle à fond de fouille ou d'un conducteur enfoui dans une tranchée (voir figure 13).
La prise de terre ne doit pas être matérialisée par un simple raccordement sur des canalisations métalliques (eau, gaz...). Si plusieurs prises de terre existent dans le même local, elles doivent être interconnectées et la continuité doit être vérifiée.

La valeur de la prise de terre doit être mesurée. Sa résistance (en ohms) doit être en adéquation avec la sensibilité du dispositif différentiel placé à l'origine de l'installation (disjoncteur de branchement, par exemple) ou avec la sensibilité la plus élevée s'il existe plusieurs dispositifs différentiels. Ces valeurs maximales sont indiquées dans le tableau de la figure 13.

En cas d'absence de prise de terre, cette anomalie doit être signalée sur le tableau de répartition. Dans ce cas, l'ensemble de l'installation électrique doit être protégé par un ou plusieurs dispositifs différentiels haute sensibilité (≤ 30 mA).
Une liaison d'équipotentialité doit exister entre les canalisations métalliques des

Fiche de contrôle N° 3 Prise de terre et installation de mise à la terre

Section du conducteur principal de terre et de LEP

Section des conducteurs entre le disjoncteur et le tableau de répartition général	Section minimale des conducteurs de la LEP existante	Section minimale du conducteur principal de protection existant
2,5 mm²	2,5 mm² (protégé mécaniquement)	2,5 mm² (protégé mécaniquement)
4 mm²	4 mm²	4 mm²
5,5 à 25 mm²	6 mm²	6 mm²
25 < section ≤ 35 mm²	6 mm²	10 mm²
> 35 mm²	10 mm²	10 mm²

Valeur maximale de la résistance de la prise de terre

Sensibilité du dispositif différentiel	Résistance maximale de la prise de terre
650 mA	77 Ω
500 mA	100 Ω
300 mA	167 Ω
100 mA	500 Ω
30 mA	> 500 Ω

Mesure compensatoire

Dispositif différentiel à haute sensibilité 30 mA (DDRHS) protégeant toute l'installation + équipotentialité entre les canalisations métalliques, les broches des prises de courant avec terre et la masse des gros appareils ménagers.

Étiquette
Attention : absence de prise de terre

Autres prises de terre

Prise de terre par boucle à fond de fouille

Prise de terre par conducteur enfoui dans une tranchée

Prise de terre existante avec piquet

Tableau de répartition

Répartiteur de terre

Vers l'installation électrique

Vers la liaison équipotentielle supplémentaire (salle d'eau et cuisine éventuellement)

Vers la liaison équipotentielle principale (LEP)

Borne principale de terre (en maison individuelle, peut être confondue avec le répartiteur de terre du tableau)

Conducteur principal de protection

Barrette de mesure

Conducteur de terre
- 16 mm² (cuivre isolé) ;
- 25 mm² (cuivre nu) ;
- 50 mm² (acier).

TERRE

Protection contre la corrosion

Regard de visite

Bride de serrage

Cave ou sous-sol

Mortier

2,00 m environ

Piquet en acier galvanisé de diamètre ≥ 25 mm

Figure 13 : Fiche de contrôle 3

liquides et de gaz situées dans le local, les broches de terre des prises de courant et la masse des gros appareils ménagers (lave-linge, lave-vaisselle, plaques, cuisinière, réfrigérateur…). Cette continuité est vérifiée lors du diagnostic.

Le conducteur de terre et la liaison équipotentielle

Le conducteur de terre relie la prise de terre à la barrette de coupure (si elle existe) ou à la borne principale de terre. Ce conducteur de terre ne doit pas avoir une section inférieure à 16 mm^2 s'il est en cuivre isolé, 25 mm^2 s'il est en cuivre nu et 50 mm^2 s'il est en acier (galvanisé ou inoxydable) nu.

Une borne ou une barrette principale de terre doit assurer une connexion performante et durable entre le conducteur de terre, le conducteur principal de protection et le conducteur de la liaison équipotentielle principale (LEP). La liaison équipotentielle principale (figure 14) consiste à relier à la terre toutes les canalisations métalliques de l'habitation (eau, gaz, chauffage central, gaines métalliques de ventilation ou de conditionnement d'air…). Quand ces canalisations proviennent de l'extérieur, elles doivent être reliées à la LEP au plus près de leur point de pénétration dans le bâtiment.

La section minimale du conducteur de la liaison équipotentielle principale doit être en adéquation avec la section des conducteurs situés entre la sortie du disjoncteur de branchement et l'alimentation du tableau de répartition principal. Ces sections sont présentées dans le tableau de la figure 13.

La continuité est mesurée entre les points de connexion du conducteur de liaison équipotentielle principale et la borne principale de terre ou le répartiteur de terre du tableau de répartition. La résistance éventuelle mesurée doit être au plus inférieure ou égale à 2 ohms.

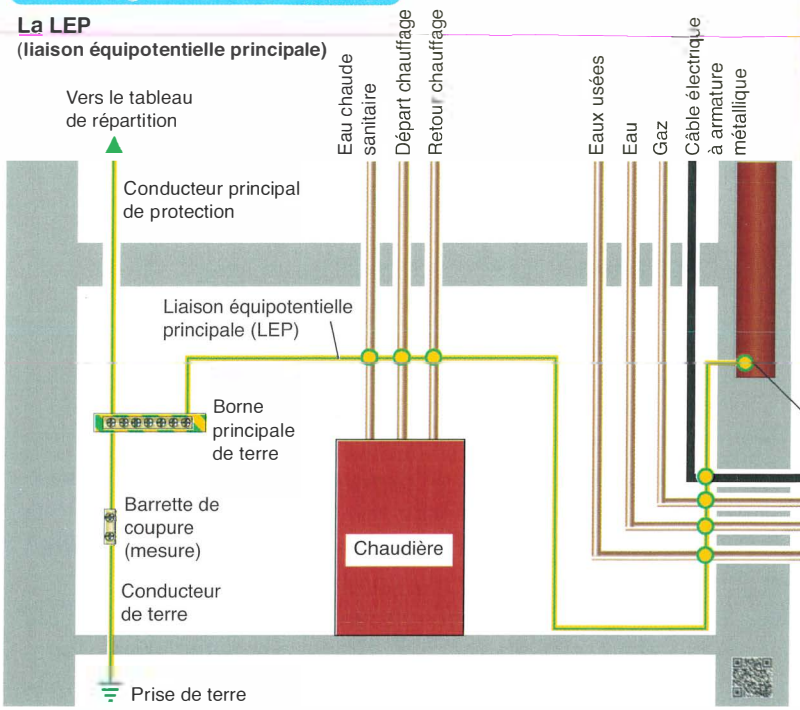
Le conducteur principal de protection relie la borne principale de terre au répartiteur de terre du tableau de protection principal. Pour des installations anciennes existantes, en maison individuelle, il est admis que le répartiteur de terre du tableau de protection fasse office de borne ou de barrette principale de terre et reçoive directement le raccordement du conducteur de terre.
La section du conducteur principal de protection doit également être en adéquation avec la section des conducteurs reliant le disjoncteur de branchement au tableau principal de protection (voir tableau de la figure 13).
Le conducteur principal de protection ne peut pas être matérialisé par un raccordement sur des canalisations métalliques.
La continuité est mesurée entre le répartiteur de terre du tableau de protection et la borne principale de terre. La résistance éventuelle mesurée doit être au plus inférieure ou égale à 2 ohms.

Les conducteurs de protection

Les conducteurs de protection (PE) sont les conducteurs de terre qui doivent accompagner chaque ligne électrique au départ du tableau de répartition. Ils sont raccordés sur le répartiteur de terre du tableau.
Tous les circuits électriques doivent comporter un conducteur de protection. Il peut être commun à plusieurs circuits.

Autres règles de mise à la terre

La LEP
(liaison équipotentielle principale)



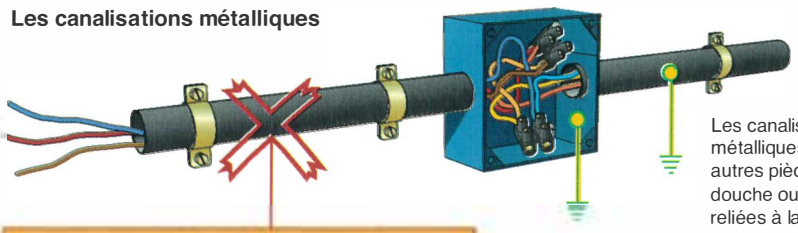
Pour une installation neuve ou entièrement rénovée, la section minimale du conducteur de la LEP doit être au moins égale à la moitié de la section du conducteur principal de protection avec un minimum de 6 mm² et un maximum de 25 mm² (cuivre).



Un conducteur de protection ne doit pas être constitué de canalisations métalliques de gaz ou de liquides.

Ils doivent être reliés à la terre aussi près que possible de leur pénétration dans le bâtiment.

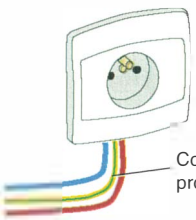
Les canalisations métalliques



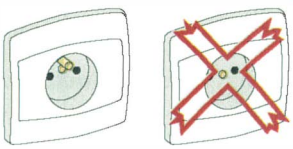
Les canalisations et boîtes de connexion métalliques posées en apparent ne sont pas admises dans un local contenant une douche ou une baignoire.

Les canalisations et boîtes de connexion métalliques posées en apparent (dans les autres pièces que celles contenant une douche ou une baignoire) doivent être reliées à la terre. Sinon il faut adopter la mesure compensatoire.

Le conducteur de protection dans les circuits



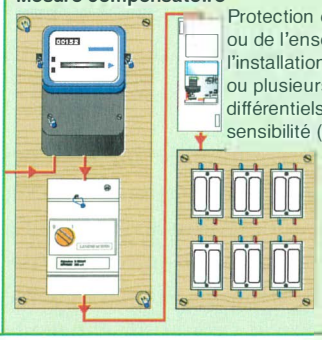
Tous les circuits doivent comporter un conducteur de protection (il peut être commun à plusieurs circuits). Sa section doit être au moins égale à celle du conducteur de phase sans être inférieure à 12/10 mm.



Chaque socle de prise de courant doit être équipé d'une broche de terre.

Si le conducteur de protection n'est pas distribué avec tous les circuits (ou partiellement), la mesure compensatoire doit être adoptée.

Mesure compensatoire



Protection du circuit ou de l'ensemble de l'installation par un ou plusieurs dispositifs différentiels à haute sensibilité (30 mA)

Figure 14 : Autres règles de mise à la terre

Cette disposition est vérifiée par la mesure de continuité entre la borne principale de terre ou un point de raccordement de la liaison équipotentielle principale (ou le répartiteur du tableau, si la continuité a été vérifiée), et la broche de terre des prises de courant et les masses des appareils fixes de l'installation comme les luminaires, le chauffe-eau, les convecteurs s'ils ne sont pas de classe II.
L'utilisation de canalisations métalliques en tant que conducteurs de protection est interdite.
Chaque prise de courant doit disposer d'une broche de terre, sauf les prises spéciales, comme les prises rasoir alimentées par un transformateur de séparation des circuits.
La section du conducteur de protection doit être au moins égale à la section du conducteur de phase du circuit. Elle ne doit pas être inférieure à 1,13 mm^2 (anciens conducteurs de 12/10 mm) lorsque le conducteur est en cuivre, ou inférieure à 2,5 mm^2 si le conducteur est en aluminium.

Si le conducteur de protection est commun à plusieurs circuits, sa section doit être au moins égale à la plus grosse section du conducteur de phase utilisé dans ces circuits.
Si les conducteurs de protection ne sont pas distribués (installations très anciennes, par exemple) ou sont partiellement distribués (uniquement dans la salle d'eau ou la cuisine, comme pour les installations des années 60/70), il y a lieu d'adopter une mesure compensatoire. Celle-ci consiste à installer en tête des circuits concernés, ou en tête de toute l'installation, un dispositif différentiel à haute sensibilité ≤ 30 mA (généralement des interrupteurs différentiels).

Les autres dispositions

Les conduits métalliques (contenant des conducteurs électriques) et les boîtes de connexion métalliques posés en apparent doivent être reliés à la prise de terre. Une mesure de continuité est réalisée entre ces éléments et la borne principale de terre (ou un point de raccordement de la LEP, ou la barrette de répartition du tableau).

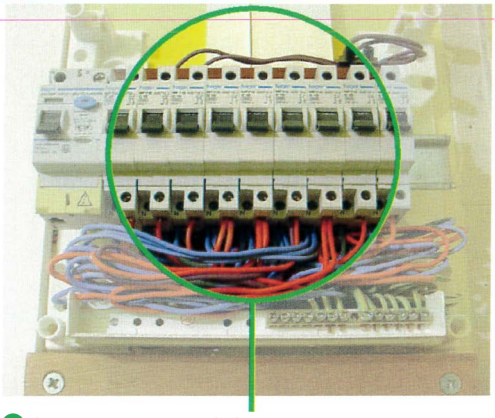
Les conduits métalliques électriques et les boîtes de connexion métalliques ne sont pas admis dans un local contenant une douche ou une baignoire.
Les circuits électriques cheminant dans des conduits métalliques encastrés ou noyés doivent être protégés par un dispositif différentiel à haute sensibilité ≤ 30 mA.

Si, dans des locaux autres que ceux contenant une douche ou une baignoire, des conduits ou des boîtes de connexion métalliques ne sont pas reliés à la terre, il y a lieu d'adopter une mesure compensatoire qui consiste à protéger le ou les circuits concernés, ou l'ensemble de l'installation électrique, par un ou plusieurs dispositifs différentiels haute sensibilité ≤ 30 mA.

Les huisseries métalliques contenant des conducteurs électriques, et/ou servant de support à un appareillage électrique en saillie ou encastré, doivent être reliées à la terre. Une mesure de continuité est également réalisée.

Des conducteurs cheminant dans ces huisseries métalliques ou un appareillage qui y serait fixé ou encastré ne sont pas admis dans les locaux contenant une douche ou une baignoire.

Fiche de contrôle N° 4 — Présence sur chaque circuit d'un dispositif de protection contre les surintensités, adapté à la section des conducteurs



1 Chaque circuit est protégé par un dispositif de protection.

2 Les fusibles à broches ou à tabatière ne sont plus admis.

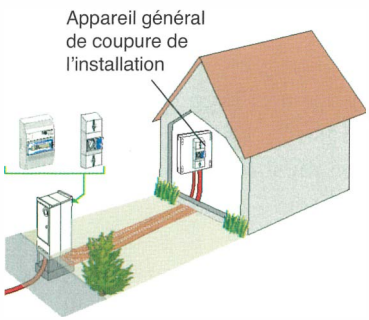
Chaque circuit doit être protégé à son origine par un dispositif de protection contre les courts-circuits et les surintensités placé sur la phase 1.
Le type de protection existant n'est plus autorisé (fusibles à broches 2, à tabatière, de type industriel…).
Si le conducteur de neutre est commun à plusieurs circuits, les conducteurs de phase correspondants doivent être regroupés sous le même dispositif de protection. Son calibre doit être choisi en fonction de la plus petite section des conducteurs.
Les conducteurs anciens ne doivent pas avoir un diamètre inférieur à 12/10 mm.
Le tableau de gauche indique le courant assigné maximal des dispositifs de protection en fonction de la taille des conducteurs.
Le tableau de droite indique la section minimale des conducteurs entre le disjoncteur de branchement et l'alimentation du tableau de répartition, en fonction du courant de réglage du disjoncteur.
Le tableau en bas de page indique le courant assigné minimal du dispositif de coupure générale de l'installation, quand cette fonction n'est pas assurée par le disjoncteur de branchement.



Diamètre ou section des conducteurs(1)	Calibre maximal du dispositif de protection (en ampères)	
	Disjoncteur divisionnaire	Coupe-circuit à cartouches domestiques
12/10 mm	10	Interdit
1,5 mm²	16	10
16/10 mm	16	10
2,5 mm²	20	16
20/10 mm	20	16
4 mm²	25	20
5,5 mm²	32	25
6 mm²	32	32

(1) En rouge, les valeurs ne sont plus normalisées.

	Courant de réglage du disjoncteur de branchement	Section minimale des conducteurs en cuivre (mm²)	Section minimale des conducteurs en aluminium (mm²)
Monophasé	15 A	4	4
	30 A	6 ou 5,5	10
	45 A	10	16
	60 A	16	25
	75 à 90 A	25	35
Triphasé	10 à 15 A	2,5	4
	20 A	4	6
	25 à 30 A	6 ou 5,5	10
	40 A	10	16
	50 A	16	25
	60 A	16	25



Type de disjoncteur de branchement	Calibre minimal de l'interrupteur de coupure générale de l'installation électrique
Monophasé 10/30 A	40 A
Monophasé 15/45 A	63 A
Monophasé 30/60 A	63 A
Monophasé 60/90 A	100 A
Triphasé 10/30 A	40 A
Monophasé 30/60 A	63 A

Figure 15 : Fiche de contrôle 4

Dans les autres cas, si l'huisserie n'est pas reliée à la prise de terre, la même mesure compensatoire que précédemment doit être adoptée.
Les circuits alimentant des prises de courant placées à l'extérieur et équipées ou non d'une broche de terre doivent être protégés par un dispositif différentiel à haute sensibilité ≤ 30 mA.

Fiche de contrôle 4

La fiche de contrôle 4 a pour objet de vérifier la présence, sur chaque circuit, d'un dispositif de protection contre les surintensités, adapté à la section des conducteurs (figure 15). Cette vérification permet d'éviter les risques d'échauffements anormaux des conducteurs d'un circuit lors d'une surcharge, un court-circuit ou une mauvaise connexion, pouvant entraîner des risques d'incendie.

Le second point de la fiche de contrôle 4 n'admet plus la présence, en tant que dispositifs de protection, des fusibles à tabatière (figure 16), à broches rechargeables, des coupe-circuits de type industriel à cartouches fusibles ou à couteaux, ainsi que des disjoncteurs réglables (hormis le disjoncteur de branchement).
La figure 16 présente ces anciens dispositifs de protection. Si vous disposez de tels appareillages, une rénovation du tableau électrique (au minimum) est indispensable.

Dans une installation, lorsqu'un conducteur de neutre est commun à plusieurs circuits, soit les conducteurs de phase des circuits correspondants sont regroupés sous une même protection dont le courant assigné est adapté à la plus petite section des conducteurs du circuit, soit la somme des courants assignés de chaque dispositif de protection des phases est adaptée à la section du conducteur de neutre.

Le courant assigné d'un dispositif de protection placé à l'origine d'un circuit doit toujours être adapté à la plus petite section des conducteurs qui y sont raccordés. Le tableau de gauche de la figure 15 indique le courant assigné (ou calibre) maximal du dispositif de protection selon la section des conducteurs qui y sont raccordés.

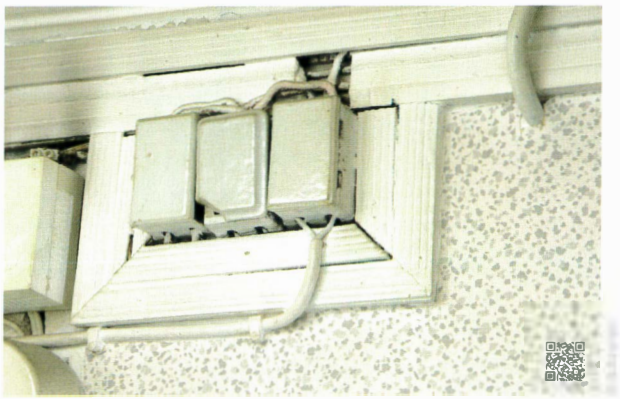
La section des conducteurs alimentant le tableau de protection doit être en adéquation avec le courant de réglage du disjoncteur de branchement. Ces indications sont reportées dans le tableau de droite de la figure 15.
Dans le cas d'un tableau divisionnaire, sa ligne d'alimentation doit être reprise sous un dispositif de protection placé dans le tableau principal. La section des conducteurs d'alimentation doit également être en adéquation avec le courant assigné du dispositif de protection situé en amont, en respectant les mêmes valeurs que précédemment.

Le tableau de protection (appelé également tableau de répartition) et le disjoncteur de branchement ne doivent pas être placés sous un point d'eau ou au-dessus de plaques de cuisson.
La connexion des conducteurs sur les dispositifs de protection ne doit pas présenter de traces d'échauffement.
Le courant assigné (calibre) minimal d'un interrupteur assurant la coupure de l'ensemble de l'installation (cas où le disjoncteur de branchement n'est pas dans le logement, pour les branchements longs, par exemple) est déterminé selon

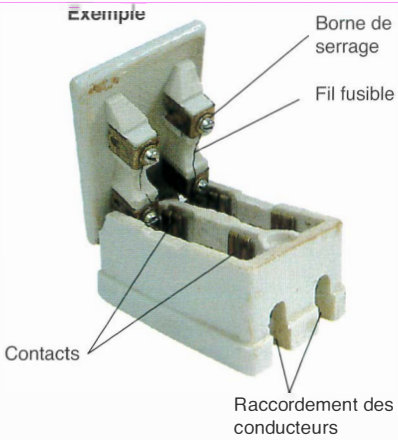
Exemples de protections anciennes

Les fusibles à tabatière

Exemple d'implantation



Exemple

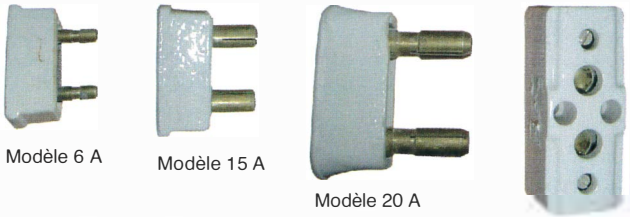


Les fusibles à broches

Exemple de tableau

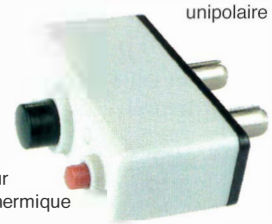


Porte-fusibles

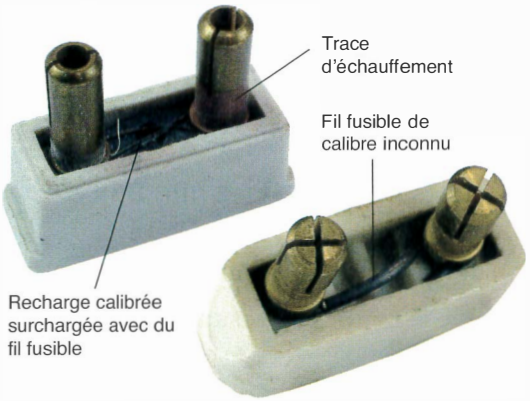


Autres systèmes adaptables





Porte-fusibles rechargeables (problèmes)



Autres systèmes

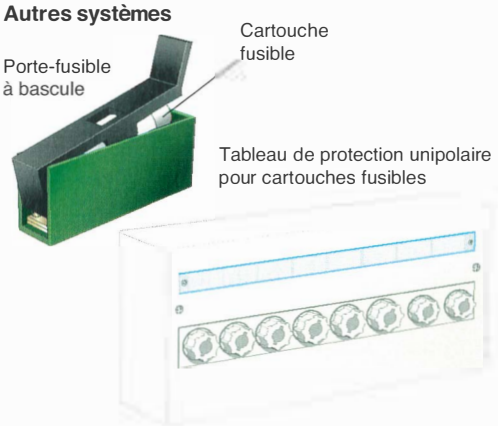
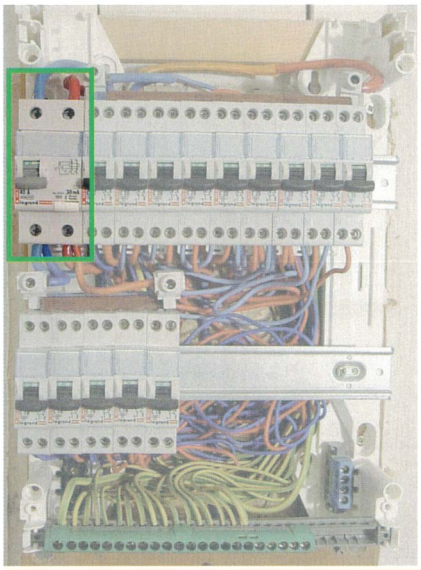


Figure 16 : Exemples de protections anciennes

Protection par interrupteur différentiel haute sensibilité

Installations existantes



Un interrupteur différentiel (ou plusieurs) protège toute l'installation

Type de disjoncteur de branchement	Calibre minimal de l'interrupteur différentiel ou somme minimale des calibres des interrupteurs différentiels
Monophasé 10/30 A	30 A
Monophasé 15/45 A	40 A (sans circuit 32 A, ni chauffage électrique) 45 A dans les autres cas
Monophasé 30/60 A	60 A
Monophasé 60/90 A	90 A
Triphasé 10/30 A	30 A
Triphasé 30/60 A	60 A

Un interrupteur différentiel (ou plusieurs) protège uniquement les circuits de prises de courant et les circuits de la salle d'eau

Surface du logement	Nombre et calibre minimal de l'interrupteur différentiel protégeant les circuits de prises et les circuits de la salle d'eau
Surface ≤ 35 m²	1 × 25 A
35 < surface ≤ 100 m²	1 × 40 A
Surface > 100 m²	2 × 40 A*

(*) Si l'installation est protégée par un disjoncteur de branchement différentiel 15/45 A, un seul interrupteur différentiel 40 A est admis.

Autres cas - Le calibre de chaque interrupteur différentiel doit :
- être au moins égal au courant de réglage de l'AGCP ou du dispositif de protection contre les surintensités placé en amont (disjoncteur de branchement) ;
- être au moins égal à la somme des calibres des dispositifs contre les surintensités placés en aval.

Figure 17 : La protection par interrupteur différentiel haute sensibilité

le type de disjoncteur de branchement (voir tableau au bas de la figure 15). Le calibre minimal du ou des interrupteurs différentiels situés en aval du disjoncteur de branchement doit respecter les valeurs indiquées dans les tableaux de la figure 17, selon que les interrupteurs protègent l'ensemble de l'installation ou une partie uniquement (par exemple socles de prises de courant et circuits des locaux contenant une douche ou une baignoire).

Fiche de contrôle 5

Ce contrôle vise à vérifier la présence d'une liaison équipotentielle supplémentaire dans tous les locaux contenant une douche ou une baignoire (figure 18). La liaison équipotentielle permet d'éviter les risques d'électrocution en cas de défaut qui créerait une différence de potentiel dangereuse dans ces locaux, notamment à cause de la présence d'eau.

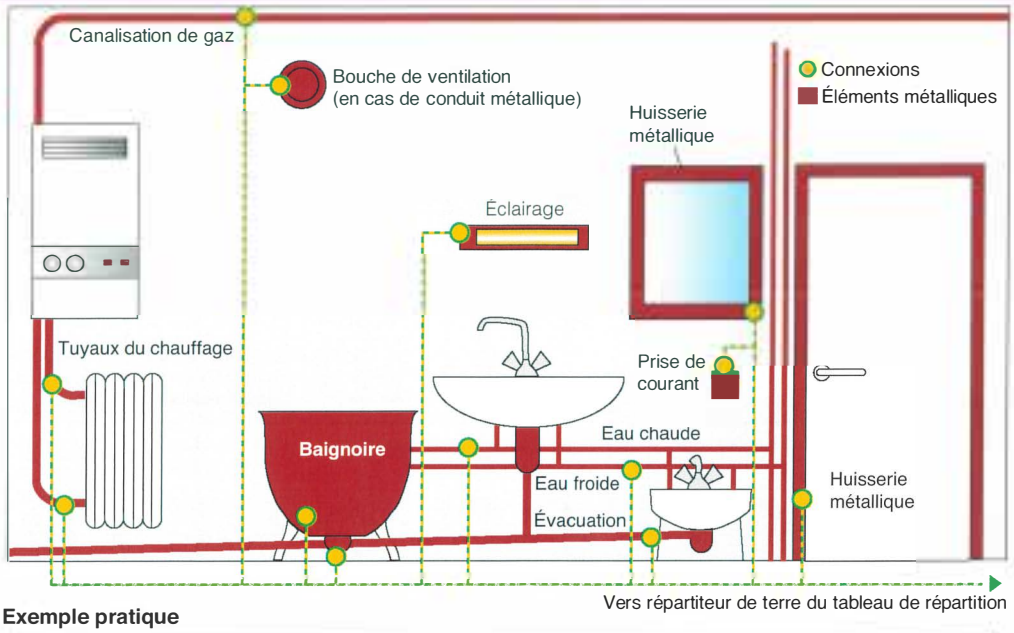
Elle consiste à relier les éléments conducteurs entre eux, et les masses de ces locaux à la prise de terre de l'installation.

Selon ce contrôle, la liaison équipotentielle supplémentaire doit relier :

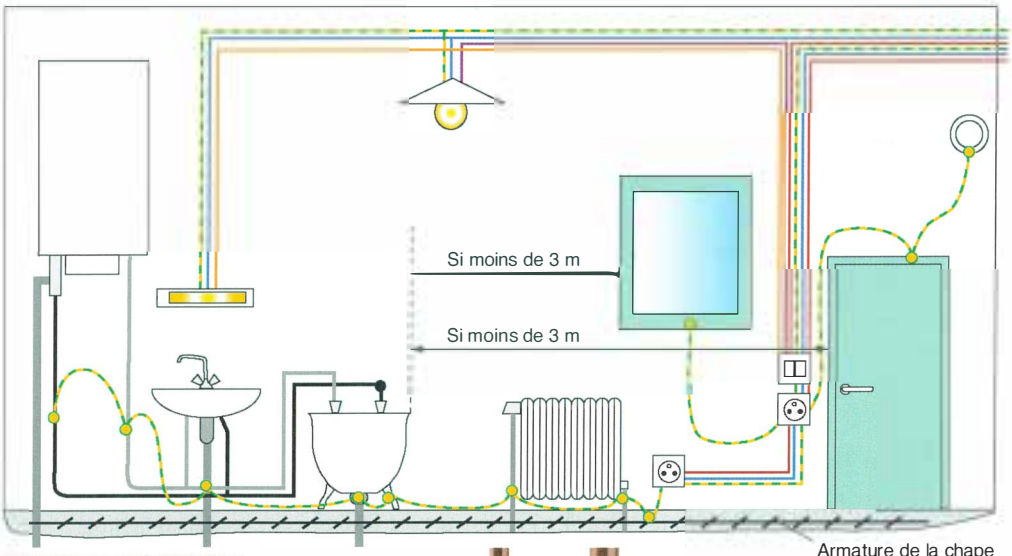
- les broches de terre des prises de courant (sauf la prise rasoir si elle est protégée par un transformateur de séparation des circuits) ;
- les canalisations métalliques d'eau froide, d'eau chaude et d'évacuation ;
- les canalisations métalliques de chauffage et de gaz situées à moins de 3 m du bord de la baignoire ou du receveur

Fiche de contrôle N° 5 **Présence d'une liaison équipotentielle supplémentaire dans chaque local contenant une douche ou une baignoire**

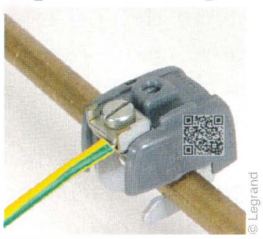
Le principe d'une liaison équipotentielle supplémentaire (LES)



Exemple pratique



Exemple de connecteurs pour la réalisation d'une LES



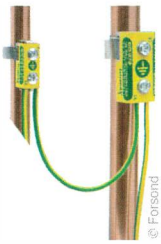




Figure 18 : Fiche de contrôle 5

de douche en horizontal, ou du sol en vertical ; pour une douche à l'italienne, cette distance est prise à partir d'un rayon de 0,60 m autour d'une pomme de douche fixe, ou d'un rayon de 1,20 m autour de l'origine du flexible de la douchette ;

- les huisseries métalliques de portes ou de fenêtres situées à moins de 3 m du bord de la baignoire ou du receveur de douche, comme précédemment ;
- le corps métallique de la baignoire ou du receveur de douche ;
- les siphons métalliques quand ils sont raccordés à un appareil électrique ;
- les masses des appareils électriques de classe I situés à moins de 3 m du bord de la baignoire ou du receveur de douche.

Il n'est pas utile de relier les radiateurs de chauffage central alimentés par des canalisations isolantes, les robinets reliés à des canalisations isolantes à paroi externe isolante, les appareils métalliques ou électriques (comme un sèche-serviettes, par exemple) et les grilles métalliques des ventilations naturelles.

Les vérifications doivent être effectuées par une mesure de continuité.
La section du conducteur de la liaison équipotentielle supplémentaire ne doit pas être inférieure à 1,5 mm^2, s'il est en cuivre et protégé mécaniquement (goulotte, conduit), et à 2,5 mm^2 s'il n'est pas protégé mécaniquement.

Les connexions des divers éléments doivent être sûres et pérennes.
Même en cas d'absence d'installation de terre, tous les éléments cités plus haut doivent être interconnectés afin d'éliminer tout risque de différence de potentiel (figure 19).

La LES en cas d'absence de conducteur de protection

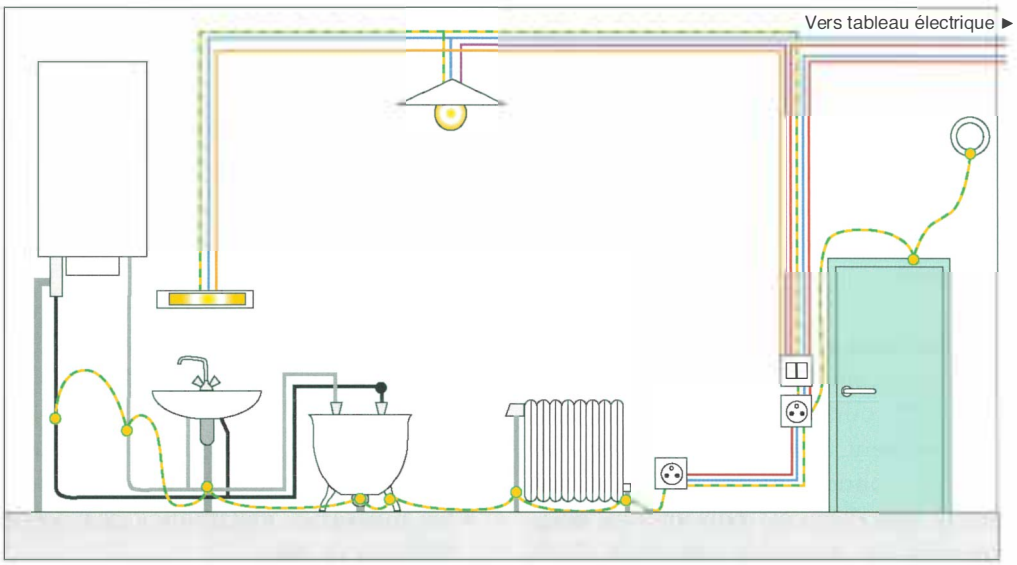


Figure 19 : La LES en cas d'absence de conducteur de protection

Lors de la mesure de la continuité, si la résistance est supérieure à 2 ohms entre un élément relié à la liaison équipotentielle et une huisserie métallique de porte, de fenêtre, ou le corps métallique ou la vidange métallique de la baignoire ou du bac à douche, il y a lieu d'appliquer des mesures compensatoires.

L'ensemble de l'installation doit être protégé par un dispositif différentiel à haute sensibilité ≤ 30 mA et la résistance d'isolement, mesurée entre ces éléments et un élément correctement relié à la liaison équipotentielle, doit être au moins égale à 500 000 ohms. Il y a anomalie si ces deux points ne sont pas satisfaits.

Pour une installation électrique neuve ou entièrement rénovée, la liaison équipotentielle supplémentaire est également obligatoire pour tous les locaux contenant une douche ou une baignoire.
La liaison équipotentielle des salles d'eau sera réalisée comme suit :

- soit par un conducteur dont la section est de 2,5 mm^2 (de type H 07V-U, R ou K) s'il est protégé mécaniquement (posé sous conduit ou goulotte) ;
- soit par un conducteur nu ou de même type que précédemment dont la section est de 4 mm^2 s'il n'est pas protégé mécaniquement et fixé directement aux parois (par exemple, au-dessus de la plinthe).

Les conducteurs ne doivent pas être noyés directement dans les parois.
Les conducteurs de la liaison équipotentielle peuvent être raccordés dans une boîte de connexion spécifique, placée dans la salle d'eau ou dans un local adjacent mais sur une paroi commune. Cette boîte sera munie d'un bornier où seront raccordés les conducteurs de protection des volumes 1, 2 et 3 et tous les conducteurs de liaison équipotentielle.
Il est possible de relier la liaison équipotentielle supplémentaire sur le conducteur de protection existant d'un appareillage, si sa section n'est pas inférieure à 2,5 mm^2 (socle de prise de courant, par exemple).
Les éléments conducteurs comme les canalisations en cuivre ou les huisseries métalliques ne doivent pas servir de conducteurs de liaison équipotentielle. En effet, leur démontage éventuel provoquerait une coupure de la liaison.

Si vous disposez de plusieurs salles d'eau, chacune devra posséder sa propre liaison équipotentielle. Dans le cas d'une rénovation d'un logement dans un immeuble collectif non encore équipé d'une colonne de terre, vous devez réaliser une liaison équipotentielle supplémentaire en cuisine.
S'il n'est pas obligatoire que la liaison soit visible dans son intégralité, il est recommandé de laisser ses connexions accessibles.

Les éléments suivants doivent être reliés à la liaison équipotentielle :

- les canalisations métalliques d'eau froide, d'eau chaude, de vidange et de gaz. Il n'est pas nécessaire de relier les robinets raccordés sur des canalisations isolantes ;
- les appareils sanitaires métalliques : d'une part le corps métallique de la baignoire, par exemple au niveau des boulons de fixation des pieds et, d'autre part, la bonde de vidange métallique ou le siphon métallique ;
- les huisseries métalliques des portes, fenêtres et baies ;
- les armatures métalliques du sol ;
- les canalisations de chauffage central

ou autres éléments chauffants (sèche-serviettes), quelle que soit la classe des matériels. Si les canalisations sont isolantes (PER, PVC-C...), il n'est pas nécessaire de les relier ;
- les bouches de VMC si le conduit principal, le piquage ou la bouche sont métalliques ;
- et bien entendu les prises de courant, luminaires (même s'ils sont placés au plafond), chauffages (sauf classe II) et armoires de toilette.

Il n'est pas nécessaire de relier :
- les grilles de ventilation naturelle ;
- les accessoires métalliques comme les porte-serviettes.

Les connexions peuvent être assurées par soudure, vissage ou serrage avec un collier spécial de liaison équipotentielle. Il existe des systèmes spéciaux pour les tuyaux et d'autres prévus pour de multiples usages, munis d'un feuillard en acier inoxydable.

Fiche de contrôle 6

Cette fiche concerne les règles d'installation de matériels électriques dans les locaux contenant une douche ou une baignoire. La norme applicable aux installations électriques domestiques (NF C 15-100) définit des volumes de protection dans la salle de bains (voir Les volumes de protection, page 203). La définition de ces volumes a évolué avec les mises à jour de la norme. Étant donné que les installations anciennes respectaient les règles en vigueur au moment de leur réalisation, les volumes actuels de la NF C 15-100 ne peuvent pas servir de base pour l'établissement du diagnostic électrique. Par conséquent, une installation électrique ancienne devant être diagnostiquée doit respecter les règles d'installation en fonction de zones spécifiques. Une installation neuve ou entièrement rénovée doit suivre la règle des volumes des salles d'eau.
Les zones retenues pour le diagnostic électrique sont définies par la norme XP C 16-600. Elle concerne les locaux contenant une douche ou une baignoire.

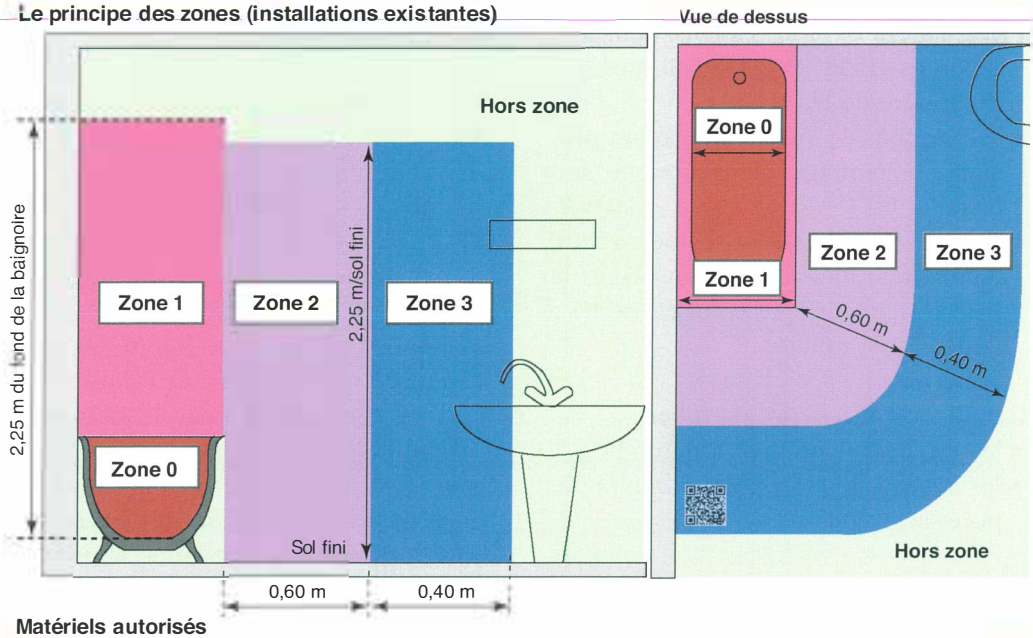
La zone 0 est la zone intérieure de la baignoire ou du receveur (figure 20).
La zone 1 est définie par un plan vertical délimité par le bord extérieur de la baignoire ou du bac à douche, et par un plan horizontal situé au-dessus de la zone 0 et se terminant à une hauteur de 2,25 m du fond de la baignoire ou du bac à douche. Pour les douches sans receveur (douche à l'italienne), deux cas de figure sont pris en compte. Si la douche est équipée d'une pomme de douche fixe, le plan vertical est délimité par un cylindre de 0,60 m de rayon, dont l'axe correspond au centre de la pomme de douche. Si la douche est équipée d'une douchette avec flexible, le plan vertical est délimité par un cylindre de 1,20 m de rayon dont l'axe est défini par l'origine du flexible.

La zone 2 est délimitée par la surface verticale extérieure de la zone 1, une surface parallèle située à 0,60 m et une surface verticale de 2,25 m à partir du sol.
La zone 3 est délimitée par la surface verticale extérieure de la zone 2, une surface parallèle située à 0,40 m et une surface verticale de 2,25 m à partir du sol.

Les zones 1 et 2 peuvent être limitées par une paroi fixe, jointive au sol ou mobile, à condition que sa hauteur soit d'au moins 1,80 m. La limitation de la

Fiche de contrôle N°6 Respect des règles d'installation en fonction des zones dans chaque local contenant une douche ou une baignoire

Le principe des zones (installations existantes)



Matériels autorisés

Zones de la salle d'eau	0	1	2	3
Degré de protection contre l'eau requis (IP)	X7	X4	X3	X1
Socle de prise de courant avec terre (sans terre interdit)				Si protégé par DDRHS ≤ 30 mA
Prise rasoir			IP 20 autorisé	
Matériel et appareillage alimenté en TBTS (≤ 12 V en alternatif et 30 V en continu)	(1) (2)	(1)	(1)	≤ 50 V en alternatif
Appareil général de commande et tableau de répartition (matériel avec enveloppe métallique interdit)				
Appareillage alimenté en basse tension (230 V) avec capot en matière isolante				IP 20 autorisé
Canalisation métallique apparente (avec conducteurs) ou câble avec revêtement métallique				
Conducteurs sous conduits, goulottes ou plinthes apparents en matière isolante			(3)	(3)
Matériel de classe 0				
Matériel de classe I				Si protégé par DDRHS ≤ 30 mA
Matériel de classe II				(💧) autorisé
Chauffe-eau électrique instantané ou à accumulation		(4)	(4)	(4)

(1) Le transformateur de sécurité ou le convertisseur doit se situer en dehors des zones 0, 1 et 2 (sauf si placés dans des meubles prévus pour être installés en zone 2.
(2) Appareillage interdit en zone 0.
(3) Les conducteurs placés dans un conduit d'un seul tenant et sans accessoires sont autorisés.
(4) La masse du chauffe-eau est reliée à la liaison équipotentielle supplémentaire locale et le circuit est protégé par un DDRHS ≤ 30 mA.

Interdit — Autorisé si les prescriptions sont respectées

Figure 20 : Fiche de contrôle 6

Degrés de protection contre la pénétration des liquides et marquages			
Degré de protection	**Test**	**Marquage des luminaires**	**Marquage des appareils électrodomestiques**
IPX1	Protégé contre les chutes d'eau verticales	▲	▲
IPX3	Protégé contre la pluie	▣	
IPX4	Protégé contre les projections d'eau	△	△
IPX5	Protégé contre les jets d'eau	△ △	
IPX7	Étanche à l'immersion	▲▲	▲▲

Figure 21 : Les degrés de protection contre la pénétration des liquides

zone 1 prend en compte la paroi mobile en position fermée, la limitation de la zone 2 s'estime paroi mobile en position ouverte.

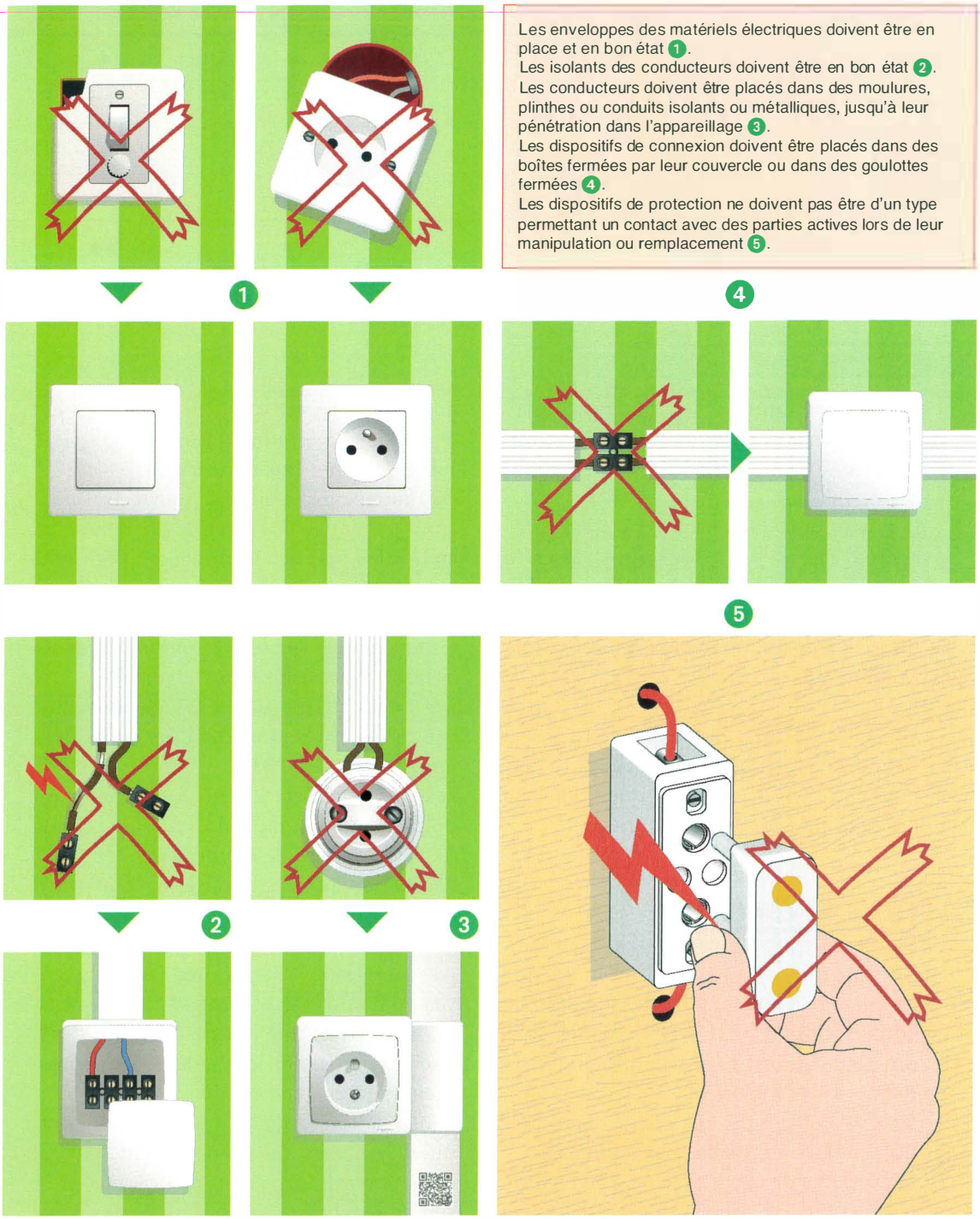
Les matériels autorisés dans les différentes zones sont présentés dans le tableau de la figure 20. Les degrés de protection des matériels et leur signalétique sont présentés dans le tableau de la figure 21.

Les matériels électriques placés sous la baignoire doivent être accessibles uniquement par démontage du tablier ou d'une trappe au moyen d'un outil.

Fiche de contrôle 7

Ce contrôle vise à vérifier l'absence de matériels présentant des risques de contact direct avec des éléments sous tension (figure 22), afin d'éviter tout risque d'électrocution.
Les enveloppes des matériels électriques doivent être en place et en bon état.
Les isolants des conducteurs doivent être parfaits. Les conducteurs isolés doivent cheminer dans des conduits, des goulottes ou des plinthes en matière isolante ou métallique, jusqu'à leur pénétration dans les appareillages, les tableaux, les boîtes de connexion ou les matériels (les câbles ne sont pas concernés).
De même, ne sont pas concernés les conducteurs isolés destinés à l'alimentation des points d'éclairage en plafond, munis de dispositifs de connexion (bornes, dominos) ou de douilles en attente. Cette vérification sera mentionnée dans la fiche de constatations diverses.
Les conducteurs nus et les parties actives accessibles doivent être alimentés uniquement en TBTS.
Les dispositifs de connexion (dominos, bornes automatiques) doivent être placés dans des boîtes de connexion avec couvercle ou dans des plinthes ou goulottes également équipées de leur couvercle.
Les dispositifs de protection ne doivent pas permettre l'accès aux parties actives (même pour le neutre) lors de leur manipulation ou remplacement. Cela exclut les fusibles à tabatière, à broches rechargeables, à bascule…
L'installation électrique placée en amont du disjoncteur de branchement, située dans la partie privative, ne doit pas présenter de parties sous tension accessibles, ni de conducteurs non protégés par des conduits, des goulottes ou moulures.

Fiche de contrôle N° 7 — Absence de matériels présentant des risques de contact direct avec des éléments sous tension



Les enveloppes des matériels électriques doivent être en place et en bon état 1.
Les isolants des conducteurs doivent être en bon état 2.
Les conducteurs doivent être placés dans des moulures, plinthes ou conduits isolants ou métalliques, jusqu'à leur pénétration dans l'appareillage 3.
Les dispositifs de connexion doivent être placés dans des boîtes fermées par leur couvercle ou dans des goulottes fermées 4.
Les dispositifs de protection ne doivent pas être d'un type permettant un contact avec des parties actives lors de leur manipulation ou remplacement 5.

Figure 22 : Fiche de contrôle 7

Fiche de contrôle N° 8 — Absence de matériels électriques vétustes ou inadaptés à l'usage

Appareillage dangereux à remplacer impérativement

Appareillage pouvant être conservé si en bon état (en attente de rénovation)

Appareillage n'étant plus fabriqué, à remplacer lors d'une rénovation

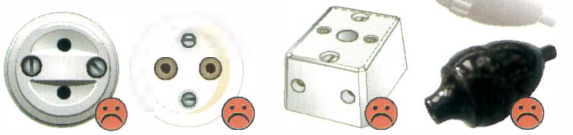
Les appareillages en saillie

Les appareillages Tumbler



Interrupteur rotatif en porcelaine | Autre modèle en porcelaine | Interrupteur avec capot en laiton | Interrupteur avec capot en inox | Interrupteur avec capot inox et manette plastique | Interrupteur en bakélite | Interrupteur en plastique | Prise 2P en plastique

Divers appareillages anciens



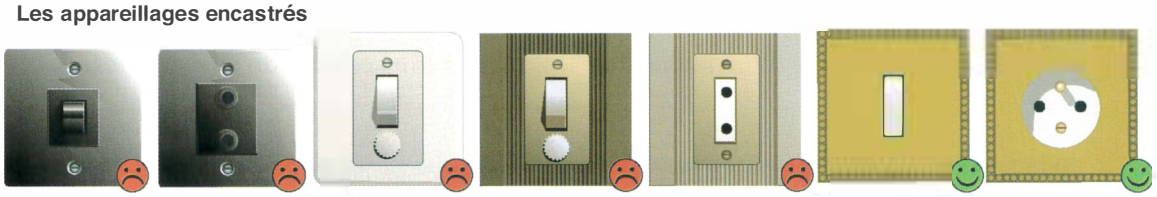
Prise 2P en porcelaine | Prise 2P en plastique | Prise triple en porcelaine | Poire d'allumage pour fil souple

Appareillages plastique

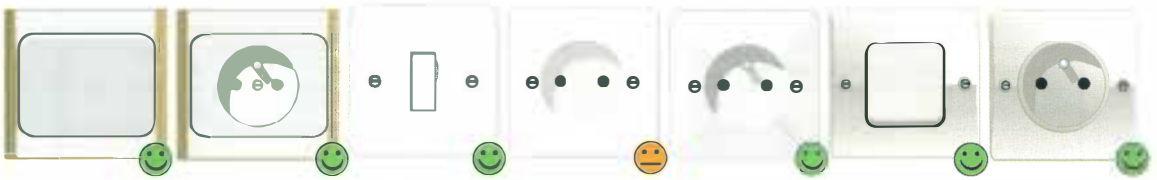


Interrupteur série Azur | Prise 2P série Azur | Interrupteur série Mistral | Prise 2P série Mistral

Les appareillages encastrés

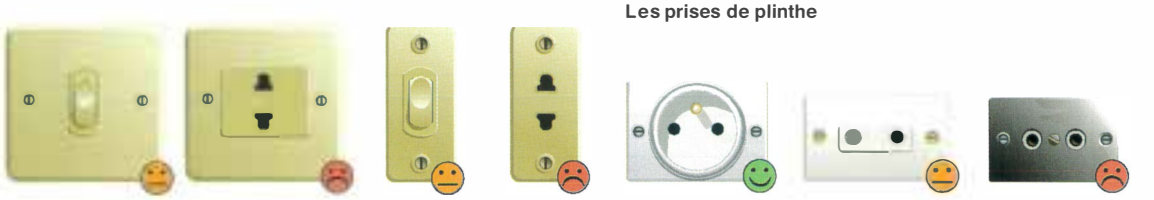


Interrupteur série Interlux | Prise 2P série Interlux | Interrupteur série Amboise | Interrupteur série Railux | Prise 2P série Railux | Interrupteur série Chambord | Prise 2P + T série Chambord



Interrupteur série Diplomat | Prise 2P + T série Diplomat | Interrupteur série Neptune | Prise 2P série Neptune | Prise 2P + T série Neptune | Interrupteur série Neptune 2 | Prise 2P + T série Neptune 2

Les prises de plinthe



Interrupteur série Europa | Prise 2P série Europa | Interrupteur série Europa étroit | Prise 2 P série Europa étroite | Prise de plinthe 2P + T en plastique | Prise de plinthe 2P en plastique | Prise de plinthe 2P en inox et porcelaine

Figure 23 : Fiche de contrôle 8

Fiche de contrôle 8

Ce contrôle vise à vérifier l'absence de matériels électriques vétustes ou inadaptés aux usages actuels. La figure 23 présente divers appareillages électriques que vous pouvez rencontrer et indique ceux qui ne sont plus adaptés aux derniers standards et modes d'utilisation.

Les matériels vétustes, interdits, doivent donc être signalés. De plus, ces matériels doivent être adaptés à leur usage, notamment disposer d'un degré de protection suffisant selon l'endroit où ils sont installés (voir tableau de la figure 24).

Il est à noter que les conducteurs vert et jaune ne doivent jamais être utilisés comme conducteurs actifs, sauf s'ils sont recouverts d'un ruban adhésif de couleur adaptée ou d'un manchon rétractable sur toute leur partie visible. Les anciens conducteurs d'un diamètre inférieur à 12/10 mm sont interdits.

La figure 25 montre des exemples de matériels vétustes ou présentant des risques de contact direct. On peut citer, d'une part, les conducteurs isolés avec des tresses textiles à guipage en coton, les filés rosette ou torsadés, les conducteurs isolés au caoutchouc naturel, les câbles Müller avec gaine métallique ou les câbles souples méplats sans gaine (Scindex).
D'autre part, sont concernés également les conducteurs sans dispositif de connexion, les boîtes de connexion ou les appareillages sans couvercle ou endommagés, ainsi que les douilles en bout de fil, les douilles de chantier en plastique qui se dégradent rapidement, ou en laiton sans contact de mise à la terre.

Caractéristiques des appareillages électriques selon leur emplacement

Emplacement ou local	Degré de protection minimal de l'appareillage (IP)
WC, cabinets de toilette	20
Cave, garage, cellier, local chaudière	20
Séjour, chambre	20
Cuisine, lingerie	20
Combles, grenier, escaliers intérieurs, circulations intérieures	20
Buanderie, terrasse couverte, véranda, sous-sol, séchoir	21
Coursives extérieures couvertes	21
Escaliers extérieurs, coursives extérieures non couvertes	24
Cours, jardins, auvents	24
Local poubelles, rampe d'accès au garage	25
Vide sanitaire	23
Salle d'eau ou local contenant une douche ou une baignoire	Voir fiche N° 6
Piscine	Voir fiche N° 10

Figure 24 : Les caractéristiques des appareillages selon leur emplacement



Figure 25 : Exemples de matériels vétustes

Fiche de contrôle 9

Cette fiche de contrôle a pour objet la vérification des installations et des appareils d'utilisation situés dans les parties privatives et alimentés à partir des parties communes, ou des appareils d'utilisation situés dans les parties communes et alimentés à partir des parties privatives (figure 26).

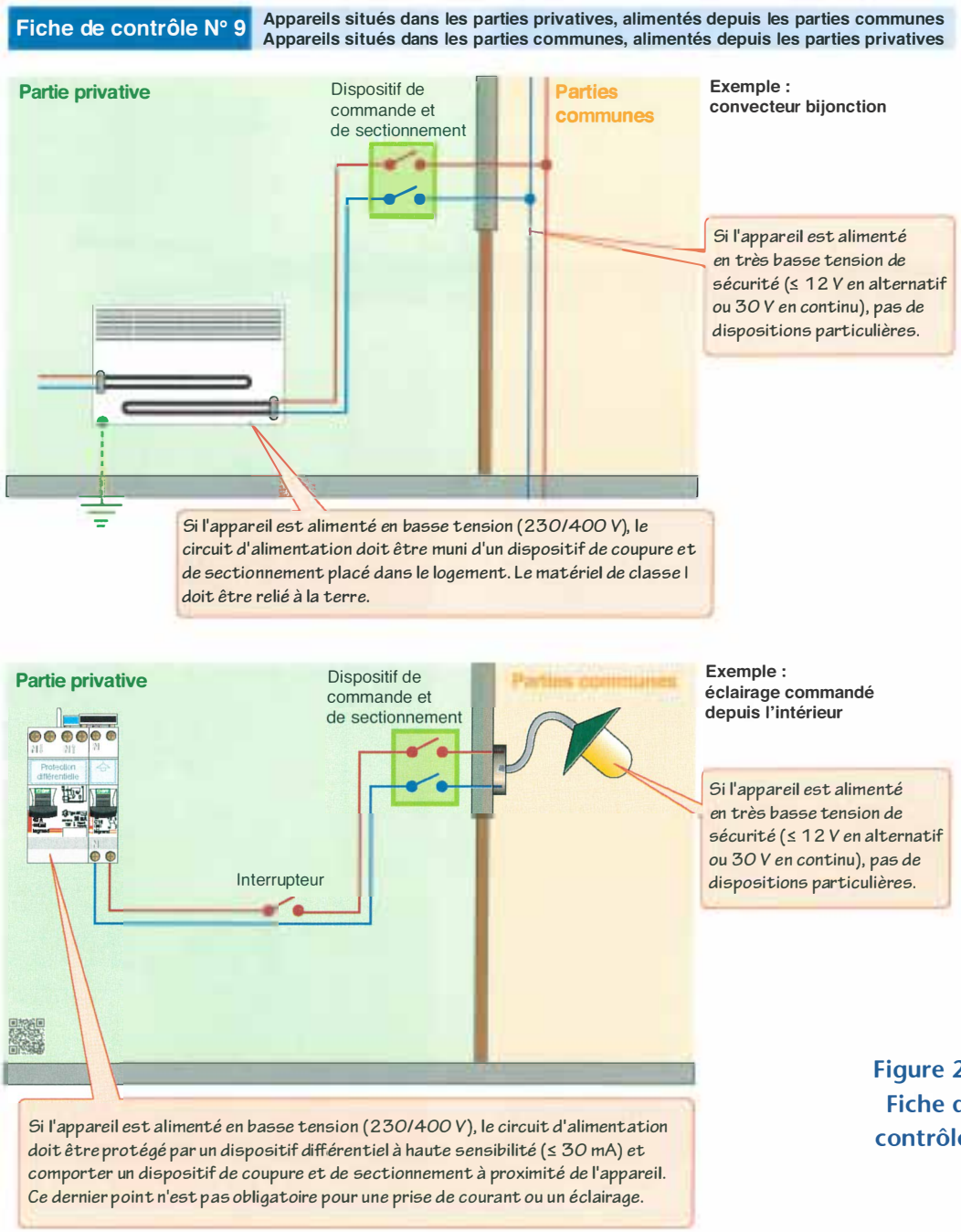


Figure 26 : Fiche de contrôle 9

Ces dispositions concernent les immeubles collectifs.
Les appareils d'utilisation situés dans une partie privative et alimentés à partir des parties communes doivent l'être soit en très basse tension de sécurité (obligatoire pour les VMC gaz), soit en basse tension avec mise à la terre du matériel de classe I. Dans ce cas, l'alimentation électrique doit être munie d'un dispositif de commande et de sectionnement, situé dans le logement et assurant la coupure de l'alimentation électrique provenant des parties communes. Le matériel ne doit pas comporter de parties actives accessibles.
Ces cas sont assez rares, il peut s'agir de VMC gaz ou de systèmes de convecteurs électriques bi-jonction. Ces appareils disposent de deux résistances, l'une alimentée par l'installation des parties communes, assurant une base de chauffage, l'autre étant alimentée par l'installation privative pour obtenir la température de confort.

En ce qui concerne les appareils d'utilisation situés dans les parties communes et alimentés à partir des parties privatives, l'installation doit être réalisée soit en très basse tension de sécurité, soit en basse tension (230 V) avec mise à la terre des appareils de classe I, protection à l'origine du circuit par un dispositif différentiel haute sensibilité ≤ 30 mA, et disposer d'un système de coupure et de sectionnement situé à proximité de l'appareil.
Les socles de prise de courant, les appareils d'éclairage, les sonnettes et les systèmes de contrôle d'accès n'ont pas obligation de disposer d'un système de coupure et de sectionnement à proximité.
Il est à noter que ces types d'installation sont plutôt rares.

Fiche de contrôle 10

Ce point de contrôle concerne l'installation et les équipements électriques de la piscine. Il a pour but d'éviter tout risque d'électrisation augmenté par la présence d'eau. Les matériels électriques de piscine alimentés par un socle de prise de courant ne sont pas concernés.
Comme pour les locaux avec douche ou baignoire, la norme a défini des volumes de protection dans lesquels l'installation des matériels électriques doit respecter des règles strictes. La définition de ces volumes correspond à celle de la norme NF C 15-100.

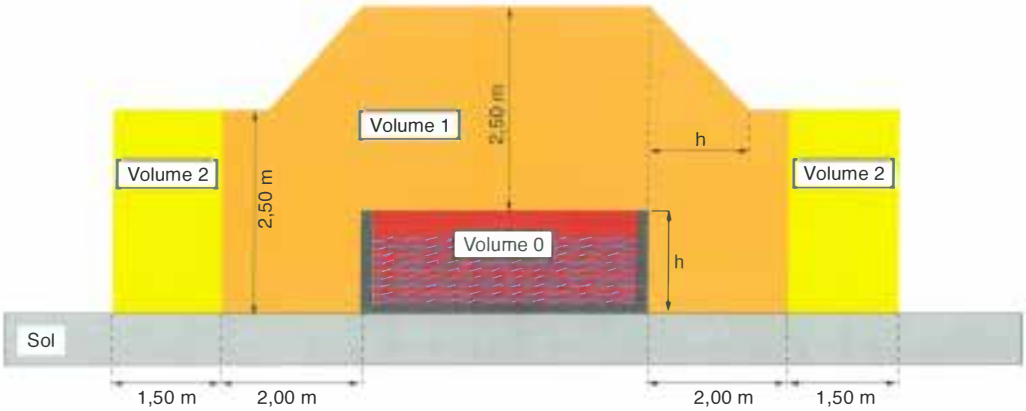
Le volume 0 correspond à l'intérieur du bassin, ses ouvertures dans les parois, ou le fond et les pédiluves (figure 27).

Le volume 1 est délimité par le volume 0, un plan vertical situé à 2 m des bords du bassin, le sol (ou la plage) et un plan horizontal situé à 2,50 m au-dessus du sol (ou de la plage). Si la piscine comporte des éléments structurels accessibles, comme des plongeoirs, tremplins, toboggans, le volume 1 est limité par un plan vertical situé à 1,50 m des plongeoirs (ou autres) et un plan horizontal situé à 2,50 m au-dessus du niveau accessible le plus élevé.

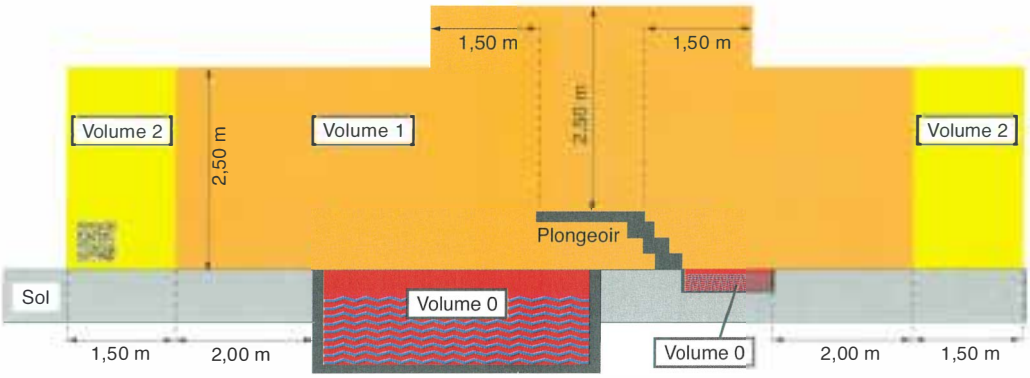
Le volume 2 est délimité verticalement par le plan extérieur du volume 1 et un plan parallèle situé à 1,50 m, et horizontalement par le sol (ou la plage) et un plan horizontal situé à 2,50 m.
Les volumes 1 et 2 peuvent être limités par une paroi fixe si sa hauteur est supérieure ou égale à la hauteur du volume où elle est située. Les règles du contournement horizontal s'appliquent.
Les matériels électriques autorisés

Fiche de contrôle N° 10 — Installation et équipement de la piscine privée

Cas des piscines hors sol



Cas des piscines encastrées



Choix du matériel électrique

Volumes	Volume 0	Volume 1	Volume 2
Indice de protection (IP)	IP X8	IP X5	IP X5 (extérieur) IP X2 (intérieur)
Canalisations	Classe III	Classe II	Classe II
Appareillage	**Interdit** (sauf TBTS avec transformateur hors des volumes 0, 1 et 2)	**Interdit** (sauf TBTS avec transformateur hors des volumes 0, 1 et 2)	- DDR 30mA - TBTS 12 V - transfo. de séparation des circuits
Appareils d'utilisation	**Interdit** (sauf TBTS avec transformateur hors des volumes 0, 1 et 2)	**Interdit** (sauf TBTS avec transformateur hors des volumes 0, 1 et 2)	Luminaires de classe II Autres appareils de classe I ou II avec : - DDR 30mA - TBTS 12 V - transfo. de séparation des circuits

Figure 27 : Fiche de contrôle 10

dans les volumes de protection sont indiqués dans le tableau de la figure 27. En ce qui concerne les canalisations, elles ne doivent pas comporter de gaines métalliques dans les volumes 0, 1 et 2. Leur nombre doit être limité uniquement au strict nécessaire pour alimenter les appareillages des volumes 0 et 1.
Tout matériel électrique utilisé pour les piscines, disposé dans un local ou un emplacement contigu à la piscine et accessible par une trappe (ou une porte) située sur la plage de la piscine doit être protégé par l'un des dispositifs suivants : alimentation en très basse tension de sécurité limitée à 12 V, alimentation par des transformateurs de séparation des circuits ou encore système de coupure automatique de l'alimentation.
Dans ce dernier cas, la pompe (ou autre matériel) doit être reliée au bassin de la piscine par des canalisations isolantes, ou par des canalisations métalliques raccordées à la liaison équipotentielle de la piscine. Les matériels doivent être de classe II. S'ils sont de classe I, ils doivent être reliés à la terre et séparés des éléments métalliques par une isolation supplémentaire. Ces matériels doivent être accessibles uniquement par la trappe qui doit être munie d'un dispositif de fermeture (avec clé ou outil). Si la trappe est ouverte, les matériels doivent présenter un degré de protection IP X5. La liaison équipotentielle doit être réalisée et sa continuité vérifiée. Enfin, l'alimentation de ces matériels doit être protégée par un dispositif différentiel haute sensibilité ≤ 30 mA ou assurée individuellement par des transformateurs de séparation des circuits.

Les matériels électriques en basse tension installés dans le volume 1, spécialement destinés à un usage pour les piscines (par exemple un groupe de filtration) et qui ne sont pas alimentés en très basse tension de sécurité (limitée à 12 V en alternatif et 30 V en continu) ne sont admis qu'à deux conditions : ils doivent être situés dans une enveloppe dont l'isolation correspond à une isolation supplémentaire avec un degré de protection mécanique IK 07, et l'ouverture de la trappe doit provoquer la coupure de tous les conducteurs actifs des alimentations des matériels. L'interrupteur omnipolaire et son entrée de câble doivent être de classe II.

Tous les éléments conducteurs des volumes 0, 1 et 2 doivent être connectés à une liaison équipotentielle supplémentaire, elle-même reliée aux conducteurs de protection des masses des appareils situés dans ces volumes. Doivent être reliées à la liaison équipotentielle : les armatures éventuelles du sol, les conduites métalliques, les éventuelles charpentes métalliques si elles sont accessibles, les grilles d'amenée (ou d'évacuation) d'eau ou d'air métalliques (sauf si les canalisations sont isolantes). Il n'est pas nécessaire de relier les échelles et les barrières du bassin, l'échelle du plongeoir et les tremplins.

Fiche de contrôle 11

Ce contrôle vise à vérifier la présence d'appareillages destinés à renforcer la sécurité des personnes (figure 28).

Il s'agit de constater la présence d'au moins un dispositif différentiel haute sensibilité ≤ 30 mA protégeant l'ensemble de l'installation électrique. Cette mesure

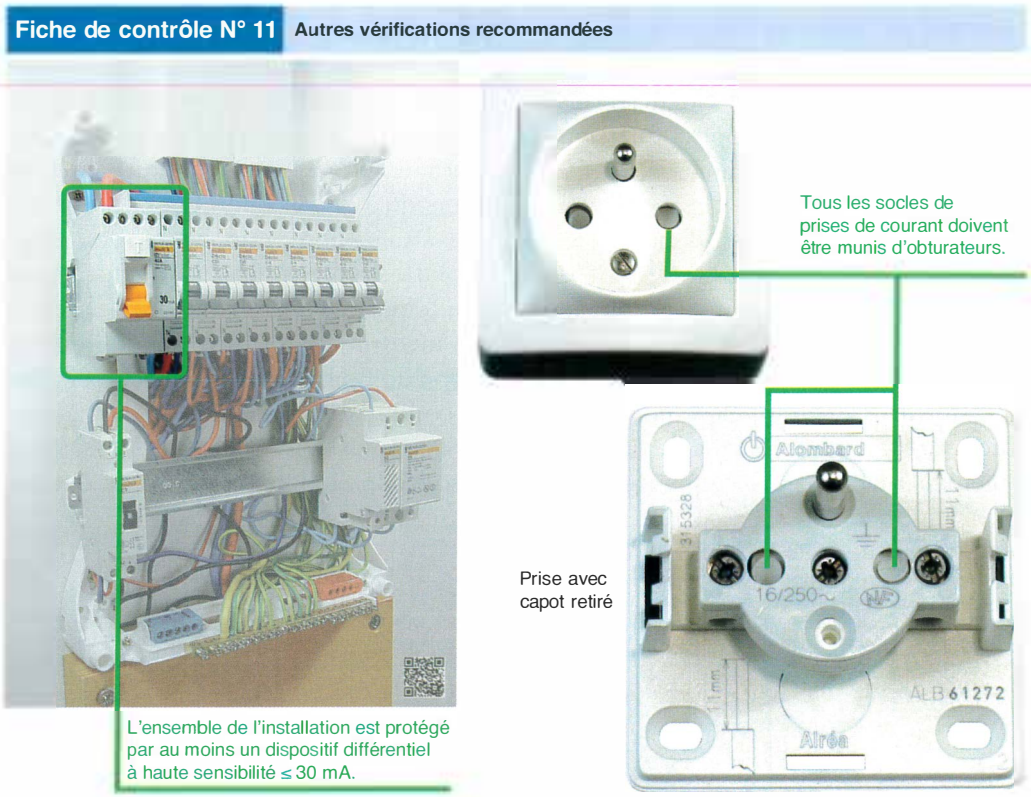


Figure 28 : Fiche de contrôle 11

permet d'assurer rapidement la mise hors tension de l'ensemble de l'installation dès l'apparition d'un faible courant de fuite à la terre, afin d'éviter tout risque d'électrisation ou d'électrocution. Lorsqu'il y a un unique dispositif différentiel pour toute l'installation, il doit être de type A.

Le second contrôle vise à vérifier la présence de socles de prises de courant à obturateur d'alvéoles. Les prises équipées de ce dispositif ne permettent pas d'introduire un objet métallique dans les alvéoles, ce qui évite tout risque d'électrisation, de brûlure, voire d'électrocution, notamment pour les enfants. Toutes les prises de courant doivent être équipées de ce dispositif.

Après avoir suivi et respecté la liste des contrôles présentés, vous êtes prêt à passer le diagnostic électricité. Lorsque cela était nécessaire, nous avons indiqué les règles concernant les installations neuves ou rénovées, à la suite de chaque fiche de contrôle concernée, pour que vous connaissiez les anomalies à corriger.

En effet, dans le cas où les vérifications d'une fiche de contrôle indiquent que l'installation n'est plus satisfaisante et qu'il faut rénover cette partie, la norme en vigueur s'applique. Notons que les exigences du diagnostic électricité ne concernent que les installations électriques existantes.

En revanche, vous pouvez procéder à la mise en sécurité de l'installation, par exemple en plaçant un dispositif différentiel haute sensibilité en tête de l'installation sans avoir à tout rénover.

La conformité de l'installation

Toute installation électrique domestique doit être conforme aux normes en vigueur au moment de sa réalisation. Les norme à respecter pour les installations domestiques est la NF C 15-100. Elle fixe les règles générales. Elle est accompagnée de plusieurs guides pratiques permettant de préciser des points particuliers, ainsi que d'autres textes appliquables :

- UTE C 15-520 : *Canalisations, modes de pose, connexions* ;
- UTE C 15-559 : *Installations d'éclairage à très basse tension* ;
- UTE C 15-103 : *Choix des matériels en fonction des influences externes* ;
- UTE C 15-712 : *Installations photovoltaïques ;*
- NF C 14-100 ;
- RT 2012 ;
- Code de la construction.

Notons également le guide UTE C 90-483 : *Câblage résidentiel des réseaux de communication,* qui, s'il n'a pas de caractère normatif, précise des règles et des conseils d'installation.

Les explications fournies dans cet ouvrage tiennent compte autant que possible des prescriptions de ces guides, dans leurs éditions les plus récentes au jour de la publication.

La Norme NF C 15-100

La nécessité de réglementer les installations s'est très tôt fait sentir. Dès 1911, la publication 137 déterminait les instructions concernant les installations électriques de première catégorie dans les immeubles. En 1930 naquit la NF C 11 qui fut transformée en USE 11 en 1946. Elle prenait en compte les règles d'exécution des installations électriques et l'introduction des conducteurs en matière synthétique en remplacement des isolants en tissu. En 1956 apparut la première NF C 15-100 qui fut refondue régulièrement tous les dix ans environ, jusqu'à la dernière en date de 2002. Applicable depuis juin 2003, la norme NF C 15-100 évolue en vue d'une harmonisation européenne et internationale. Elle est publiée par l'Union technique de l'électricité (UTE) et a été rendue obligatoire par l'arrêté du 22 octobre 1969. L'UTE est l'organisme national de normalisation du domaine électrotechnique. Il s'agit d'une association regroupant divers organismes, associations professionnelles et grandes entreprises. Depuis 2003, plusieurs amendements ont fait évoluer la norme : les amendements A1 à A4 jusqu'en 2013, puis l'amendement A5 de juin 2015.
Toutes ces évolutions sont prises en compte dans cet ouvrage.

L'amendement A3 qui intègrait les prescriptions relatives à l'accessibilité aux personnes handicapées des bâtiments d'habitation collectifs n'est pas repris par l'amendement A5. Cependant, ces prescriptions restent toujours valables (article R. 111-18 du Code de la construction) et des maisons individuelles (articles R. 111-18, R. 111-18-4 et R. 111-18-5 du Code de

la construction). Elles doivent être respectées pour les immeubles collectifs et les maisons individuelles construites dans le but d'être louées, mises à disposition ou vendues, à l'exclusion de celles dont le propriétaire a directement, ou par l'intermédiaire d'un professionnel, entrepris la construction ou la réhabilitation pour son propre usage. En cas de rénovation totale de l'installation électrique d'un logement d'un immeuble collectif situé en rez-de-chaussée ou en étage desservi par un ascenseur accessible, prenez en compte ces mesures d'aménagement. Elles peuvent donner une plus-value au bien. Les dispositions à respecter concernent une unité de vie. Pour un logement dans un immeuble collectif (sur un seul niveau), elle est constituée de la cuisine ou de la partie cuisine d'un studio, du séjour, de la chambre ou de la partie d'un studio aménagée en chambre, des WC et d'une salle d'eau. Pour une maison individuelle d'un seul niveau, l'unité de vie est la même, pour une habitation sur deux niveaux, l'unité de vie est située au niveau d'accès au logement et concerne les pièces suivantes : la cuisine, le séjour et un WC comportant un lavabo. Ces dispositions sont prévues pour tous les handicaps. Nous les signalerons dans les sections nécessaires. Dans les illustrations, elles sont signalées par un logo symbolisant un fauteuil roulant.

Le Guide UTE C 90-483

Avec l'accroissement des communications, des applications multimédias, bureautiques et informatiques, les bâtiments à usage résidentiel nécessitent des câblages de plus en plus spécifiques pour offrir une bande passante et un débit élevés que ne permettaient plus de fournir les installations anciennes. Les différents services de communication convergent et se retrouvent sur des réseaux autrefois distincts (téléphonie, téléphonie IP, Internet, télévision). Le guide UTE C 90-483 (*Câblage résidentiel des réseaux de communication*) régit tous ces services et applications. Cet ouvrage en tient également compte.

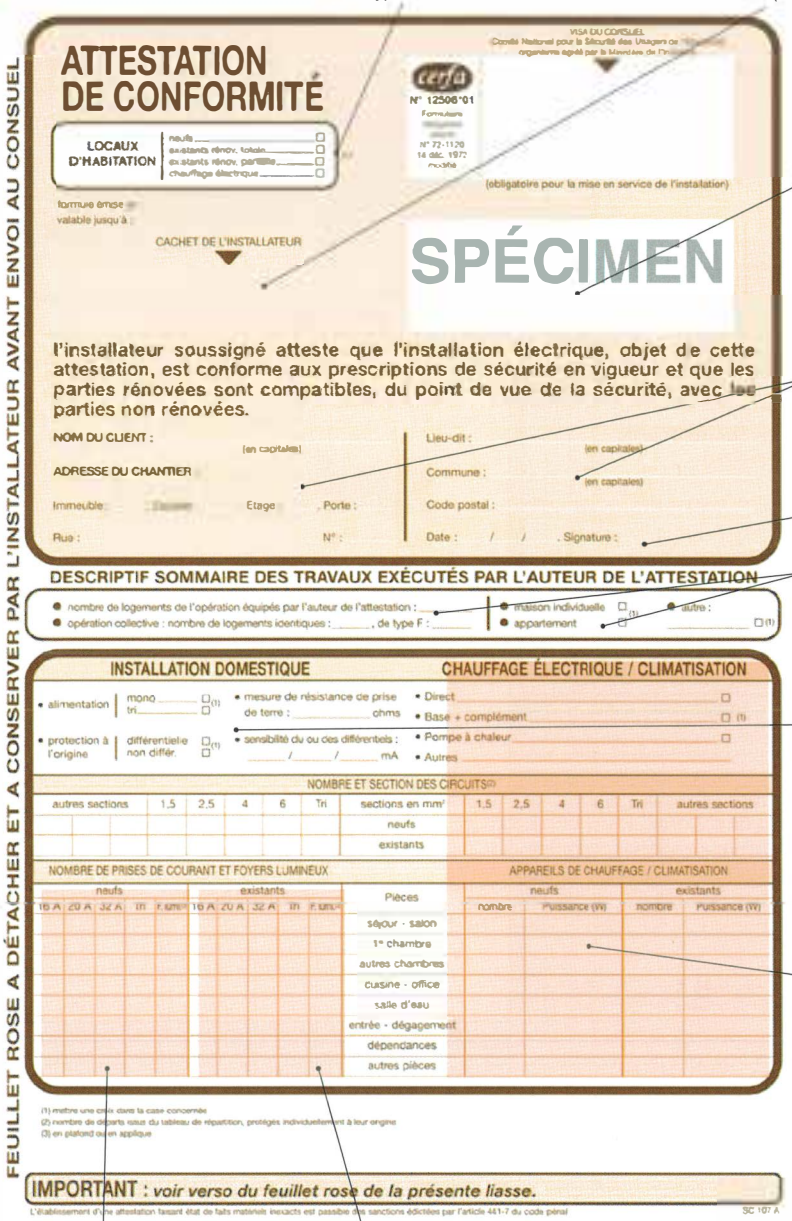
Le Consuel

Pour veiller à la conformité des installations, un organisme de vérification a été créé : le Consuel (Comité national pour la sécurité des usagers de l'électricité).
Le Consuel intervient sur les installations neuves et dans les projets de rénovation. Par rénovation, on entend la rénovation totale d'une installation. Il est évident que si vous refaites l'installation d'une pièce, vous n'aurez pas besoin de faire vérifier les travaux.
En cas de rénovation totale, quand on a besoin d'être raccordé au réseau public, le distributeur exige une attestation de conformité délivrée par le Consuel de de la région.
Si vous avez besoin d'électricité pour exécuter vos travaux, le distributeur peut vous proposer un raccordement provisoire pour la durée des travaux. Le raccordement définitif ne sera réalisé qu'après l'obtention de l'attestation de conformité (figure 29).

Vingt jours avant la date prévue de mise sous tension par le distributeur, il faut transmettre à la direction régionale du Consuel l'attestation de conformité dûment remplie et signée (par le propriétaire ou l'installateur). Le formulaire de l'attestation de conformité doit être commandé à la direction nationale et

accompagné de la participation forfaitaire aux frais de contrôle, fixée par arrêté ministériel (un peu plus de 110 € pour un non-professionnel). Un contrôle par sondage est effectué dans un délai de dix à vingt jours après réception de l'attestation par le Consuel. À l'issue de sa visite, le contrôleur vous remet soit l'attestation visée permettant d'obtenir la mise sous tension, soit la notifica-

L'attestation de conformité



Cochez la case du type d'installation réalisée.

Cachet et téléphone de l'installateur (ne concerne pas les particuliers).

Nom et adresse du demandeur de l'attestation. Cette adresse sera utilisée pour toute correspondance.

Renseignements permettant de trouver le chantier. S'ils sont insuffisants, joindre un plan d'accès. Si le chantier n'a pas pu être trouvé, les frais d'un second contrôle seront à la charge du demandeur.

Signature du demandeur (obligatoire).

Préciser opération collective ou logement individuel.

Toutes les rubriques doivent être complétées. La valeur maximale de la prise de terre est 100 Ω. La valeur du différentiel est celle de l'appareil qui protège l'ensemble de l'installation.

À compléter ou à barrer en l'absence de chauffage électrique ou de climatisation.

Rubrique à compléter pour une installation neuve ou entièrement rénovée.

Concerne une installation existante non modifiée.

Figure 29 : L'attestation de conformité

Le rapport de visite

RAPPORT D'INSPECTION*

CONSUEL

BÂTIMENT D'HABITATION

Type de bâtiment : ☐ Maison(s) individuelle(s) ☐ Appartement(s) ☐ Autres :

Installation ☐ Neuve ☐ Entièrement rénovée

Nombre de logements

INSTALLATEUR

N° DE CONTRÔLE :

CHANTIER

Pour chaque prescription, porter une croix dans C (conforme) ou NC (non conforme) - Prescription sans objet : barrer d'un trait les 2 cases C et NC

PRESCRIPTIONS	C	NC	
PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS			
DB différentiel - ou - liaison DB -> tableau classe II	☐	☐	10
Ensemble de l'installation protégé par différentiel 30 mA	☐	☐	11
Circuits spécifiques sous différentiel type A	☐	☐	12
Mesure de la résistance de la prise de terre			
1 à 4 logements : Ω	☐	☐	
5 à 9 logements : Identification logement / R_A Ω	☐	☐	13
L.E.P. reliée à la borne principale de terre et aux canalisations métalliques, eau, gaz, éléments conducteurs du bâtiment, etc.	☐	☐	14
Toutes canalisations électriques avec conducteur de protection	☐	☐	15
Continuité des conducteurs de protection	☐	☐	16
PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS			
Protection à l'origine de chaque circuit	☐	☐	17
Calibre des dispositifs de protection (compris différentiels)	☐	☐	18
LOCAL CONTENANT UNE BAIGNOIRE OU UNE DOUCHE			
Continuité de la liaison équipotentielle supplémentaire			
avec masses	☐	☐	19
avec éléments conducteurs	☐	☐	20
Éléments conducteurs non posés	☐		
Liaison équipotentielle supplémentaire : connexions non visible	☐		
Volumes :			
Volume 0 - 1	☐	☐	21
Volume 2	☐	☐	22
Volume 3	☐	☐	23
Sanitaires non posés	☐		
PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS	☐	☐	24
SECTIONNEMENT ET COMMANDE			
Coupure générale	☐	☐	25
MATERIEL ET APPAREILLAGE			
☐ Posé ☐ Non posé ☐ En cours de pose			
Conformité du matériel	☐	☐	26
MISE EN ŒUVRE			
Tableau de protection - Gaine Technique Logement	☐	☐	27
Repérage des conducteurs et circuits	☐	☐	28
Nombre de DDRHS	☐	☐	29
Interrupteurs sur conducteur de phase	☐	☐	30
Éclairage TBTS - BT	☐	☐	31
[illegible]	☐	☐	32
Parafoudre	☐	☐	33
SEPARATION DES FONCTIONS			
Circuits distincts pour foyers lumineux, prises, chauffage, etc.	☐	☐	34
Circuits spécialisés	☐	☐	35
Sectionnement (circuits et fil pilote)	☐	☐	36
MESURE D'ISOLEMENT			
Entre conducteurs actifs et terre MΩ	☐	☐	37

	C	NC	
CANALISATIONS			
Mode de pose	☐	☐	38
Continuité de la protection mécanique	☐	☐	39
Accessoires, boîtes...	☐	☐	40
Connexions, raccordements...	☐	☐	41
Section minimale des conducteurs	☐	☐	42

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Disjoncteur de branchement : ☐ Posé ☐ Non posé

Calibre : A

Locaux non équipés :

PRÉCISIONS ÉVENTUELLES

SPÉCIMEN

Rapport établi par

Le

En présence de , installateur (ou son représentant)

Signature

* Constatations résultant de sondage sur le chantier

DRE 101A

Figure 30 : Exemple de rapport de visite

tion des non-conformités relevées sur un rapport d'inspection (figure 30).

En cas de non conformités relevées, vous devez effectuer les travaux nécessaires, puis envoyer une déclaration écrite à la direction régionale du Consuel mentionnant avec précision les modifications effectuées. Si le courrier est suffisamment précis, le Consuel peut apposer directement son visa et renvoyer l'attestation. Si le courrier est insuffisant ou si les non conformités sont nombreuses, une nouvelle visite de contrôle est déclenchée. Attention ! la contre-visite est facturée plus cher que la première. Si le chantier est inaccessible ou pas assez avancé le jour de la première visite, celle-ci sera tout de même facturée.

On comprend facilement la nécessité de bien réaliser une installation dès le début afin d'éviter des soucis et des frais inutiles. N'essayez pas de bricoler une installation en pensant que cela ne se verra pas, les vérificateurs du Consuel connaissent très bien leur métier.

Depuis 2010, si vous installez un système de production d'électricité (par panneaux photovoltaïques, ou autre), vous devrez faire établir également une attestation de conformité par le Consuel pour cette installation.

Promotelec

C'est une association fondée en 1962 dans le but de promouvoir la qualité et la sécurité des installations électriques. Elle regroupe des constructeurs, des installateurs et des distributeurs.
Promotelec décerne des labels de qualité pour les installations électriques dans la construction neuve et l'habitat existant qui garantissent la sécurité, la qualité et les performances des installations.
Les labels concernent :

- les installations électriques ;
- les installations de chauffage électrique, avec prise en compte de l'isolation du logement, de la production d'eau chaude et de la ventilation.

Les labels sont demandés par le maître d'ouvrage (professionnel ou particulier). Un bilan de rénovation électrique et des performances de l'installation est réalisé. Des contrôles par sondage en cours ou en fin de travaux sont aussi effectués.
Pour obtenir un label, il est nécessaire d'observer toutes les recommandations de Promotelec. Des brochures explicatives sont disponibles sur simple demande ou sur le site Internet de l'association.
Promotelec publie des brochures sur tout ce qui concerne les installations électriques et l'isolation thermique.

La planification de l'installation électrique

Dans le cadre d'un projet neuf, ne vous lancez pas dans la réalisation d'une installation sans savoir exactement comment procéder. Étudiez rigoureusement les besoins afin de réaliser l'installation électrique qui sera la mieux adaptée au logement, aux désirs des occupants, à leur mode de vie et au niveau de confort recherché. Nous passerons en revue toutes les possibilités pour le plus grand choix possible. Certains montages peuvent paraître trop coûteux au début, mais il peut être judicieux de les prévoir quand même : il est beaucoup plus simple de préparer les circuits ou les câbles et de les laisser en attente que de réaliser le montage une fois le logement terminé (par exemple, des stores électriques, un système d'alarme, un interphone, etc.). Quand l'installation sera terminée, il sera plus difficile de faire des rajouts. Ne négligez pas ce chapitre, anticipez, prévoyez toutes les utilisations futures de chaque pièce : nombre de prises suffisant, éclairage le mieux adapté, prises de téléphone, de télévision. Une prise de courant et un plafonnier par pièce ne suffisent plus comme c'était le cas auparavant. La norme impose des équipements minimaux pour chaque pièce.

L'évaluation des besoins

Nous allons à présent dresser la liste des réalisations à prévoir en fonction des besoins des occupants. Certaines sont obligatoires pour la sécurité et la conformité de l'installation, d'autres relèvent de l'esthétique et du niveau de confort recherché. Le respect des préconisations de la norme en matière d'équipement est un minimum. N'hésitez pas à prévoir plus de prises de courant, de points d'éclairage ou de prises de communication.

Les équipements courants

La prise de terre

La prise de terre est obligatoire pour toutes les installations électriques domestiques. Toutes les prises de courant et tous les points d'éclairage doivent être équipés d'un conducteur de terre appelé également conducteur de protection. Il doit être acheminé y compris vers les appareils qui ne nécessitent pas de raccordement à la terre, comme les équipements de classe II. La prise de terre est un élément essentiel de sécurité. Elle permet, en cas de contact indirect (figure 31), d'évacuer l'électricité vers le sol sans que celle-ci ne traverse le corps. C'est la prise de terre qui permet aux appareils de sécurité de se déclencher et de couper automatiquement l'alimentation électrique en cas d'incident.

Dans le cas d'un appartement, renseignez-vous auprès du syndic de copropriété pour savoir si l'immeuble est équipé d'une distribution de terre. Vous pouvez aussi inspecter le palier. À chaque étage, il doit y avoir un petit boîtier de couleur jaune ou marqué terre sur lequel vous devrez vous raccorder. Pour ne pas faire d'erreur, sachez que les fils aboutissant dans ces boîtiers sont toujours de couleur vert et jaune. En outre, le diagnostic électrique fourni lors de la vente doit préciser la présence d'une prise de terre.

Si cette distribution n'existe pas, il faudra en demander l'installation par lettre recommandée adressée au syndic, afin d'engager sa responsabilité. Dans le courrier, précisez que vous effectuez des travaux d'électricité et que vous avez constaté l'absence de prise de terre dans l'immeuble. Demandez que soit inscrite à l'ordre du jour de la prochaine assemblée générale des

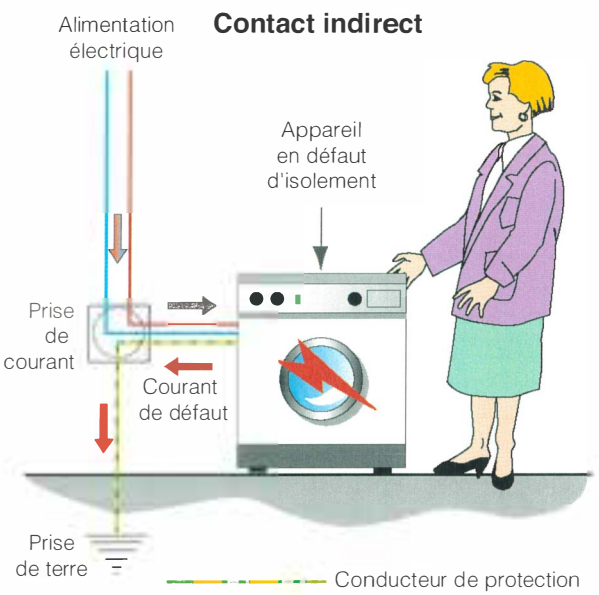


Figure 31 : Le principe de la mise à la terre

copropriétaires la question de l'établissement d'une prise de terre, d'une colonne de terre et d'une liaison équipotentielle générale, afin que soient respectées les règles en vigueur concernant la sécurité. Précisez qu'en cas d'accident d'origine électrique par suite de la négligence de tiers, la responsabilité de chaque partie pourrait être recherchée.
En général, les immeubles collectifs construits à partir des années 1960 disposent d'un raccordement à la prise de terre au niveau du tableau de protection. Les normes de l'époque n'imposaient pas le même code couleur pour les conducteurs de protection qu'actuellement. Ils peuvent être noirs ou rouges, par exemple.
Dans le cas d'une maison individuelle sans de prise de terre, il faut en créer une comme indiqué dans la deuxième partie. Elle devra être parfaitement conforme et sa résistance mesurée.

L'éclairage

L'éclairage est un aspect important d'une installation d'un point de vue esthétique et décoratif. Il permet de mettre en valeur un intérieur et d'avoir un confort visuel de qualité s'il est bien étudié. Il existe différents modes d'éclairage (figure 32) : direct, indirect, diffus ou mixte.

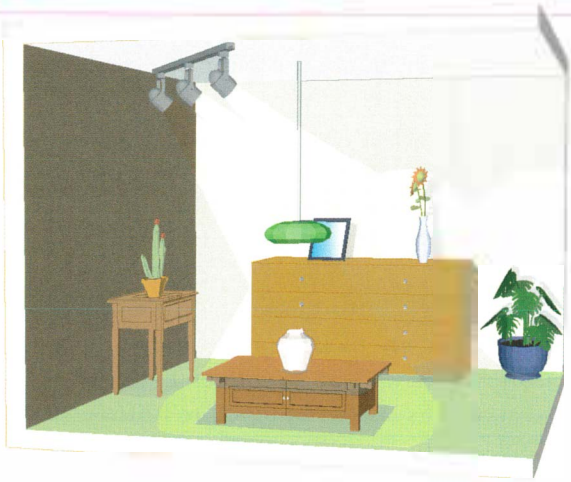
L'éclairage direct ou dirigé est possible avec des spots directionnels qui peuvent être encastrés, posés en applique ou sur un rail. Il permet de focaliser la lumière sur une zone précise, pour mettre en valeur une décoration ou des éléments particuliers (tableaux, gravures sculptures…). On l'utilise également pour éclairer des espaces de travail (bureau, pupitre dans une chambre d'enfant…). Ce type d'éclairage doit être associé à une autre source lumineuse d'ambiance.
L'éclairage indirect utilise le plafond pour réfléchir la lumière. L'ambiance est plus douce et moins aveuglante qu'avec un éclairage direct. On obtient cet effet avec des appliques murales, des lampadaires halogènes ou des plafonniers orientés vers le haut.

L'éclairage diffus permet d'éclairer toute la pièce en plaçant une lampe dans une verrerie, par exemple. La lumière est moins aveuglante et se diffuse à 360° dans la pièce. C'est le cas avec la majorité des lustres et suspensions.
Enfin, l'éclairage mixte réunit plusieurs modes dans un même luminaire, par exemple une lampe à poser ou de chevet avec un abat-jour. Moins l'abat-jour est translucide, moins l'éclairage diffus sera important.
Les pièces fonctionnelles comme la cuisine ou la salle de bains nécessitent des éclairages plus étudiés.

Dans la cuisine, par exemple, prévoyez un éclairage d'ambiance pour répartir la lumière dans toute la pièce. Des éclairages localisés permettent de renforcer l'éclairement sur les zones de travail. Prévoyez un éclairage au-dessus de l'évier, au-dessus de la plaque de cuisson (en général, éclairage de la hotte aspirante), au-dessus des plans de travail (on place généralement des réglettes fluorescentes extra-plates ou équipées de spots basse tension sous les meubles hauts, éventuellement derrière un bandeau) et au niveau du coin repas s'il est prévu dans cette pièce.

Dans la salle de bains, prévoyez également un éclairage d'ambiance qui couvrira toute la pièce (plafonnier, par

Les modes d'éclairage



L'éclairage direct
Le flux lumineux est dirigé directement sur la surface à éclairer. Il permet de mettre en valeur un objet (table, sculpture) ou d'éclairer une surface de travail (lampe de bureau). Il correspond à l'éclairage procuré par les spots, les plafonniers à réflecteur non translucide.



L'éclairage indirect
Le flux lumineux est dirigé vers le plafond qui réfléchit la lumière (plus le plafond est clair, meilleur est le résultat). L'éclairage est doux et les ombres réduites. On trouve dans le commerce de nombreux lampadaires ou appliques qui procurent ce type d'éclairage.



L'éclairage diffus
Le luminaire diffuse sur 180 ou 360 degrés. Il permet d'éclairer toute la pièce. L'ampoule est généralement placée dans une verrerie ou laissée apparente si elle est décorative. C'est le cas du lustre ou de la réglette fluorescente.



L'éclairage mixte
Il réunit les trois autres modes d'éclairage dans un même luminaire. C'est le cas de la lampe de chevet ou de table.

Figure 32 : Les modes d'éclairage

exemple) et un éclairage localisé au niveau du miroir au-dessus du plan de toilette. Choisissez un mode d'éclairage apportant une teinte chaude, plus agréable. Dans une petite salle de bains, un éclairage au-dessus du lavabo peut suffire.

Toutes ces possibilités vous permettent de choisir un style d'éclairage. Les emplacements seront choisis soit en plafonnier, soit en applique avec le mode d'éclairage désiré. La norme impose au moins un plafonnier dans certaines pièces, (chambres, séjour, cuisine). En cas d'impossibilité technique ou en rénovation, il est admis de remplacer le plafonnier par deux appliques ou deux prises de courant commandées. Dans les autres pièces le choix entre plafonnier et applique murale est libre. La norme prévoit également un point d'éclairage minimum à l'extérieur à chaque entrée (principale ou de service).
Pour des appliques, choisissez des emplacements judicieux. Ne les placez ni trop bas (1,80 m environ), ni derrière une porte ou dans un couloir trop étroit.

Attention ! il existe des règles strictes pour l'installation des éclairages dans les pièces humides : salle de bains, cuisine, sous-sol. Des mesures spécifiques doivent également être respectées pour les logements soumis à l'accessibilité des personnes handicapées. Ces règles, ainsi que des suggestions, sont présentées dans les paragraphes relatifs aux différentes pièces.
Il convient également de choisir le mode de commande souhaité pour les éclairages. Un seul point de commande (l'interrupteur), deux points de commande (le va-et-vient), trois points ou plus (le télérupteur). Vous pouvez aussi opter pour un système à variation à partir d'un ou de plusieurs points (le variateur, le télévariateur). Des solutions plus innovantes et pratiques sont possibles grâce à la domotique. L'architecture de l'installation s'en trouve grandement modifiée. C'est une solution à méditer avant de commencer les travaux (reportez-vous à la section traitant de la domotique).

L'emplacement des commandes est important. Pour les pièces d'habitation, il est situé généralement à droite en entrant ou à l'extérieur de la pièce, à portée de main, c'est-à-dire à une hauteur finie comprise entre 0,9 et 1,3 m (1,10 m est une solution courante et adaptée à la plupart des cas). Pour la salle de bains et les toilettes, plutôt à l'intérieur. Dans une chambre, on peut prévoir une commande en tête de lit. Dans une entrée, prévoyez la commande de l'éclairage le plus près possible de la porte d'accès.

Un grand couloir ou un escalier nécessiteront plusieurs points de commande, afin de pouvoir allumer ou éteindre depuis l'accès de chaque pièce. La norme précise que les couloirs et circulations doivent pouvoir être allumés à l'aide d'une commande sans voyant lumineux, placée à moins d'un mètre de chaque accès. Les commandes à voyants lumineux peuvent être placées jusqu'à 2 m de chaque accès. Les commandes peuvent être remplacées par des systèmes automatiques de détection de présence.
L'accès au sous-sol ou au garage nécessite au minimum un va-et-vient, soit deux points de commande.

Pour le confort de l'habitat, il est important de bien choisir ses lampes. Il existe une grande variété de formes (figure 33), d'em-

Les formes des lampes

Les formes des lampes étaient standardisées pour les modèles à incandescence, disparus. Ces formats sont désormais disponibles avec d'autres technologies qui les rendent compatibles avec les luminaires existants. D'autres formes cohabitent mais sont propriétaires. Les puissances indiquées (W) correspondent à celles de lampes à incandescence.

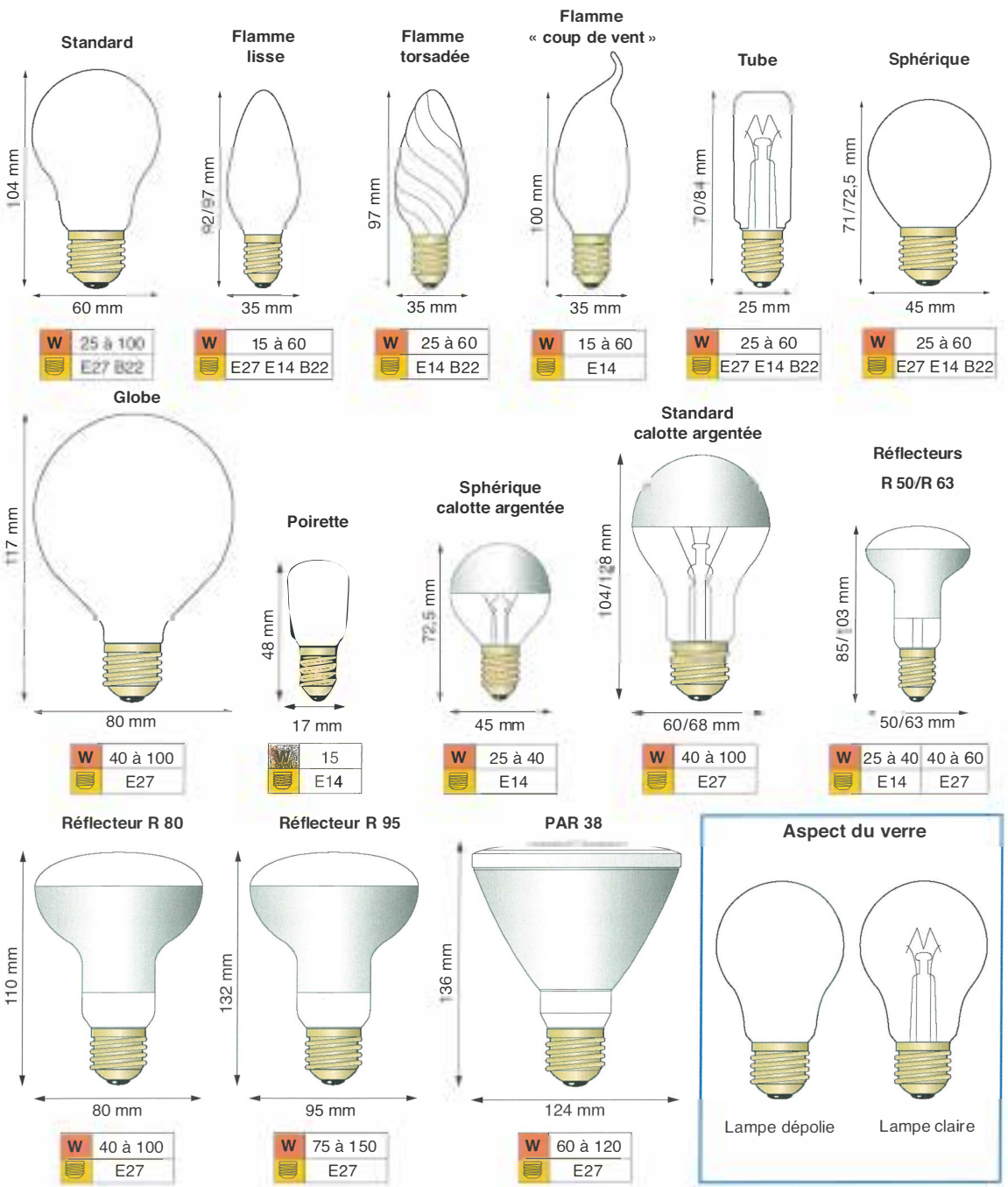


Figure 33 : Les formes des lampes

plois, de puissances et de branchements. Les caractéristiques des lampes sont définies selon plusieurs critères. La puissance nominale est la puissance assignée à la lampe. Elle s'exprime en watts et figure généralement sur le produit.

L'efficacité lumineuse est le rapport entre la quantité de lumière émise en lumens et sa puissance exprimée en watts (lm/W). Plus l'efficacité lumineuse d'une lampe est grande, plus elle émet de lumière pour une même quantité d'énergie consommée (figure 34). Ainsi, les lampes fluorescentes ont une meilleure efficacité lumineuse que les lampes à incandescence qui convertissent une grande partie de leur énergie en chaleur.

La température de couleur s'exprime en kelvins. Elle permet d'évaluer la couleur apparente qui peut être plus ou moins chaude ou froide. Par exemple, des lampes d'une température supérieure à 5 300 K offrent un blanc bleuté (couleur froide). Des lampes d'une température de couleur comprise entre 3 300 et 5 300 K procurent un éclairage blanc et neutre. En deçà de 3 300 K, la lumière est dite chaude (blanc rosé).

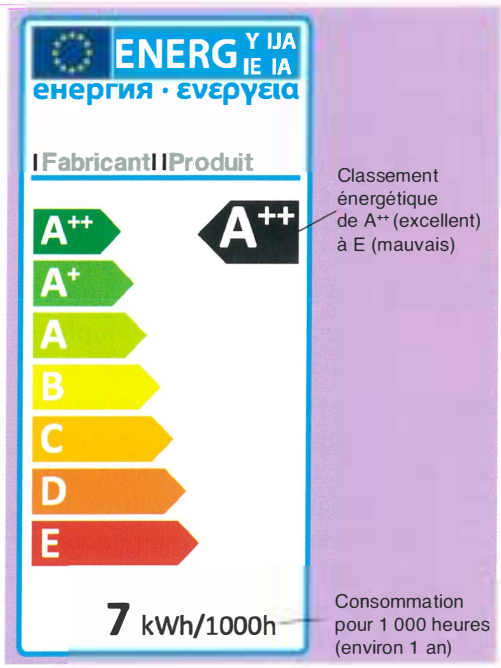
Le rendu des couleurs est spécifié à l'aide de l'indice IRC. Il caractérise l'aptitude d'une lampe à ne pas déformer l'aspect coloré habituel des objets éclairés. Le rendu optimal est de 100 (lampe à incandescence). De manière générale, si l'indice IRC d'une lampe est égal ou supérieur à 90, le rendu est excellent. Un indice inférieur à 70 est considéré comme mauvais.
Deux grandes familles de lampes sont utilisées dans l'habitat : les lampes à incandescence et les lampes fluorescentes. D'autres types existent, comme les lampes à décharge, mais sont réservés à d'autres applications comme l'éclairage routier.

Un troisième type se développe pour l'habitat, les lampes à LED (*Light Emitting Diodes*, diodes électroluminescentes, figure 35). On les trouve depuis longtemps dans nos appareils électroniques familiers tels que télécommandes, téléviseurs, ordinateurs, etc. Leur emploi s'étend de plus en plus à l'éclairage, par exemple pour la signalisation (panneaux de sortie de secours, feux de circulation, feux de voiture). Les avantages sont leur faible consommation et leur durée de vie exceptionnelle, dix fois supérieure à une lampe fluocompacte qui, elle-même, possède une durée de vie dix fois supérieure à une lampe à incandescence. Les lampes à LED dégagent très peu de chaleur.

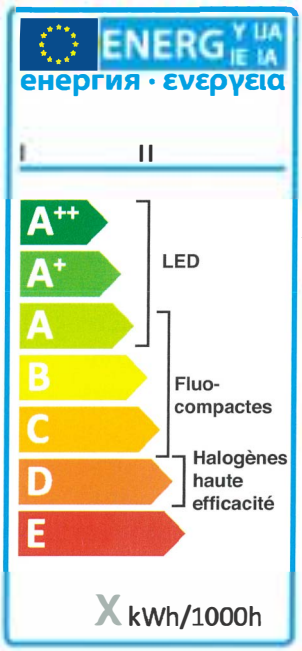
Pour l'habitat, ce type de lampe est disponible sous des tensions de 12 ou de 230 V avec divers culots. Les puissances disponibles, en constante augmentation, permettent de les utiliser en remplacement de tout type de lampe. Les prix sont de plus en plus abordables.
Les lampes à incandescence peuvent se classer en deux catégories : classiques en verre et halogènes. Les premières se composent d'une ampoule en verre contenant un gaz de remplissage inerte (généralement un tiers d'azote et deux tiers d'argon) ou un gaz plus rare comme le krypton. L'ampoule renferme un filament résistant en tungstène. Lorsque le courant électrique le traverse, il est porté à incandescence par effet Joule. Le filament perd lentement de sa matière au fil des heures de fonctionnement,

Les informations sur les lampes

L'étiquette énergie



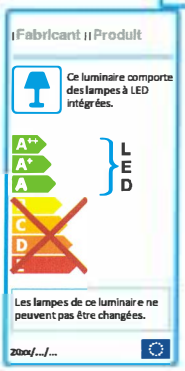
Classement des lampes



Étiquettes pour luminaires



Luminaire fonctionnant avec des ampoules remplaçables et compatibles avec des ampoules de toutes les classes énergétiques



Luminaire comportant uniquement des LED non remplaçables

Équivalence des lampes

Équivalence de la puissance des lampes pour un même flux lumineux				
Incandescence	Halogène	Fluocompacte	LED	Flux en Lumens
25 W	20 W	7 W	4/5 W	249
40 W	28 W	10 W	8 W	470
60 W	42 W	13 W	10 W	806
75 W	53 W	17 W	12 W	1055
100 W	70 W	23 W	15 W	1521
150 W	110 W	35 W	22 W	2452

Exemples de marquages sur les emballages des lampes

(en plus de l'étiquette énergie)



Puissance, flux en lumens et équivalence incandescence

Durée de vie

Temps de montée en régime pour que la lampe atteigne 60 % de son flux nominal

Économies d'énergie

Température de couleur

Type de culot

Hors étiquette énergétique, doivent obligatoirement figurer sur l'emballage de la lampe :
- sa température de couleur ;
- son temps d'allumage (pour obtenir 60 % du flux lumineux indiqué sur l'emballage);
- le nombre de cycles allumage/extinction ;
- sa capacité à être utilisée avec un variateur et à l'extérieur ;
- ses dimensions en mm, culot inclus ;
- la quantité de mercure contenue dans l'ampoule (fluocompactes).

Figure 34 : Les informations sur les lampes

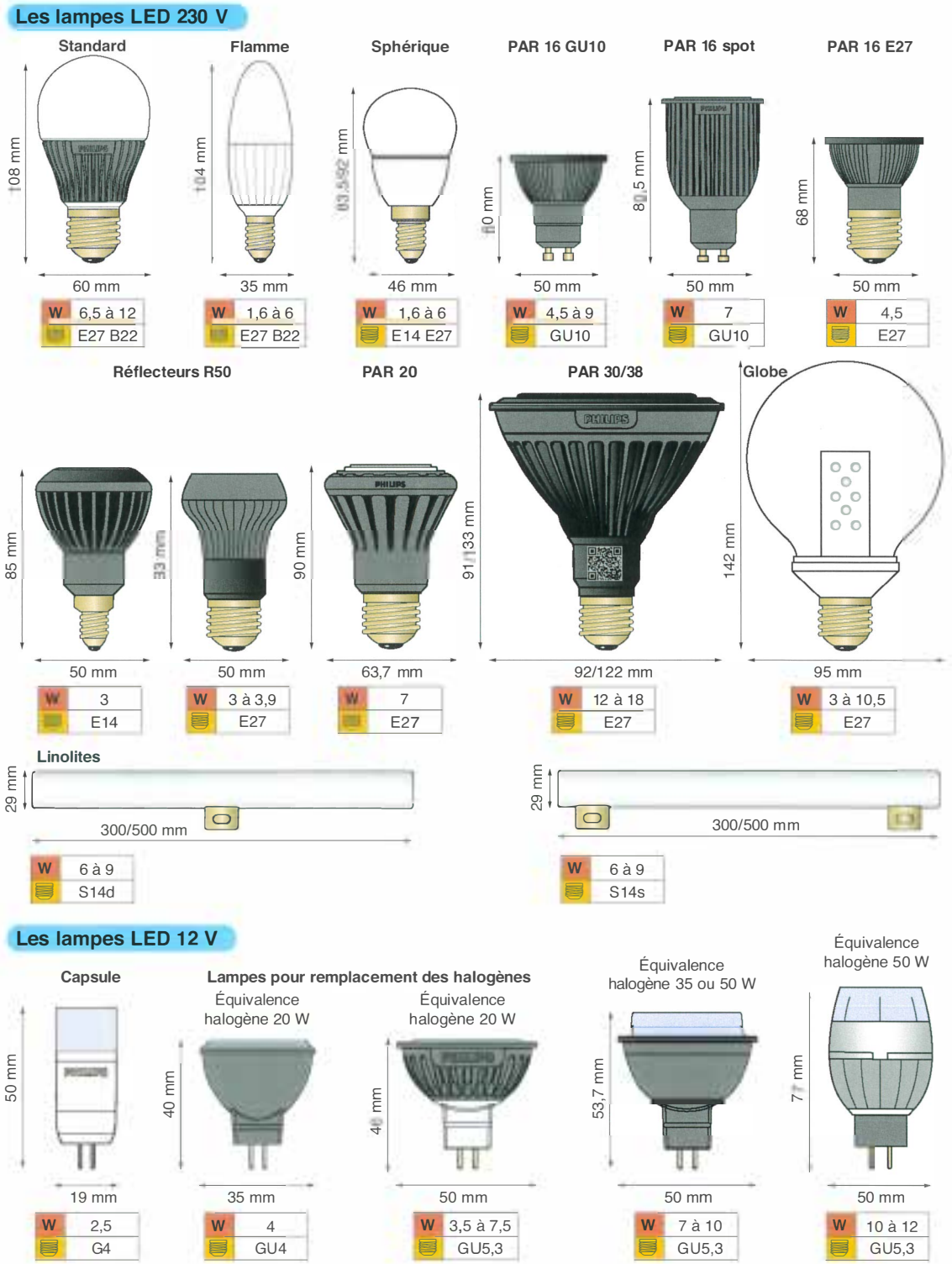


Figure 35 : Lampes à diodes électroluminescentes (LED)

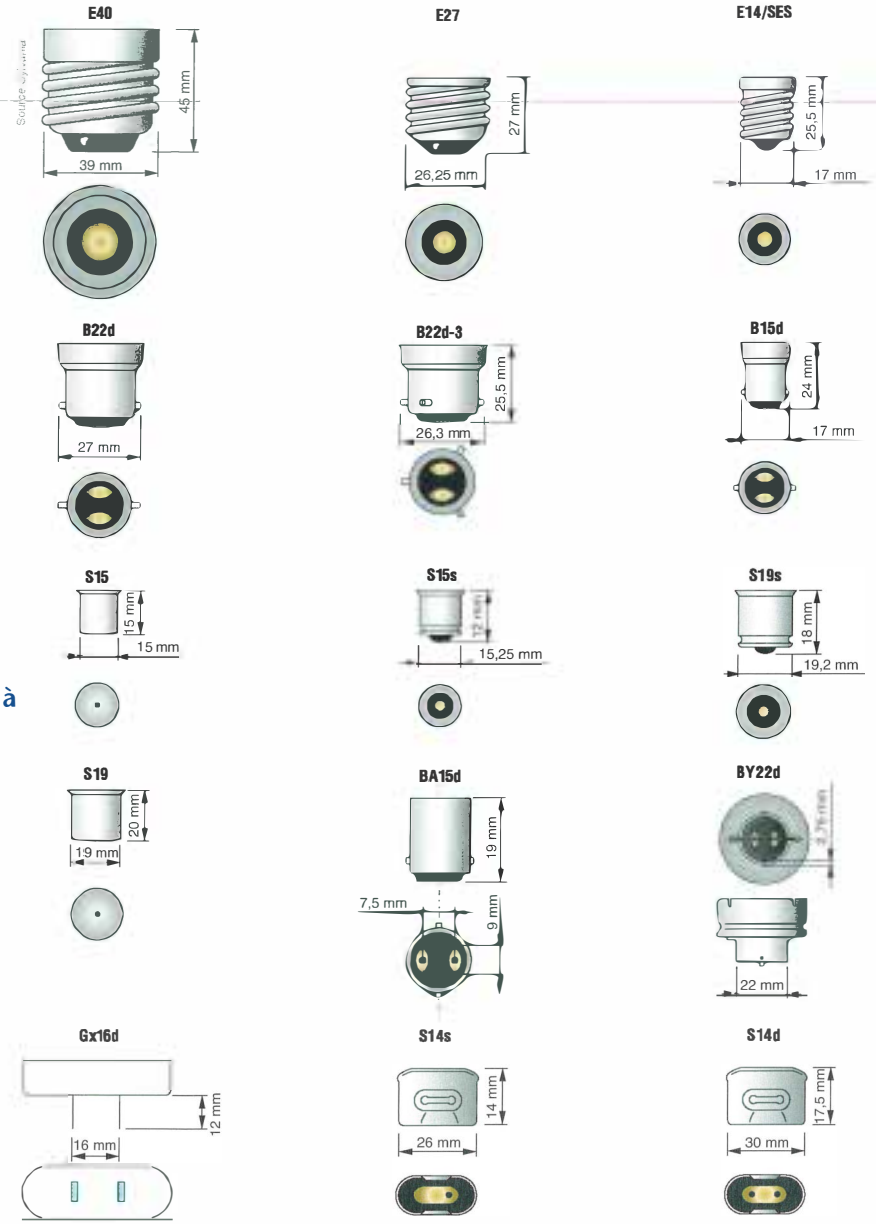


Figure 36 :
Les culots des lampes à incandescence

c'est pourquoi il finit par se briser après un allumage ou au moindre choc. En effet, à l'arrivée du courant, il se produit une surchauffe car l'intensité est supérieure quand le filament est froid. C'est pourquoi ces lampes grillent souvent au moment de l'allumage. Avec cette technique, seulement 5 % de l'énergie est convertie en lumière. Le reste est restitué sous forme de chaleur.

Les lampes à incandescence classiques sont commercialisées sous différentes formes : standards, sphériques, globes, flammes, tubes…

Leur verre peut être clair, dépoli ou opalisé. Les ampoules claires doivent être utilisées dans des luminaires avec diffuseur afin d'éviter l'éblouissement.

Un revêtement réfléchissant peut parfois recouvrir l'ampoule. S'il est situé en partie basse, il s'agit d'une lampe réflecteur. S'il est situé en partie haute, il s'agit d'une lampe à calotte argentée. Les lampes à incandescence classiques peuvent également se présenter sous la forme de tubes. Les plus courants sont les linolites ou les tubes à culots latéraux. Le culot est un critère important de classification de ce type de lampes (figure 36). Les culots à vis sont les plus courants. Le

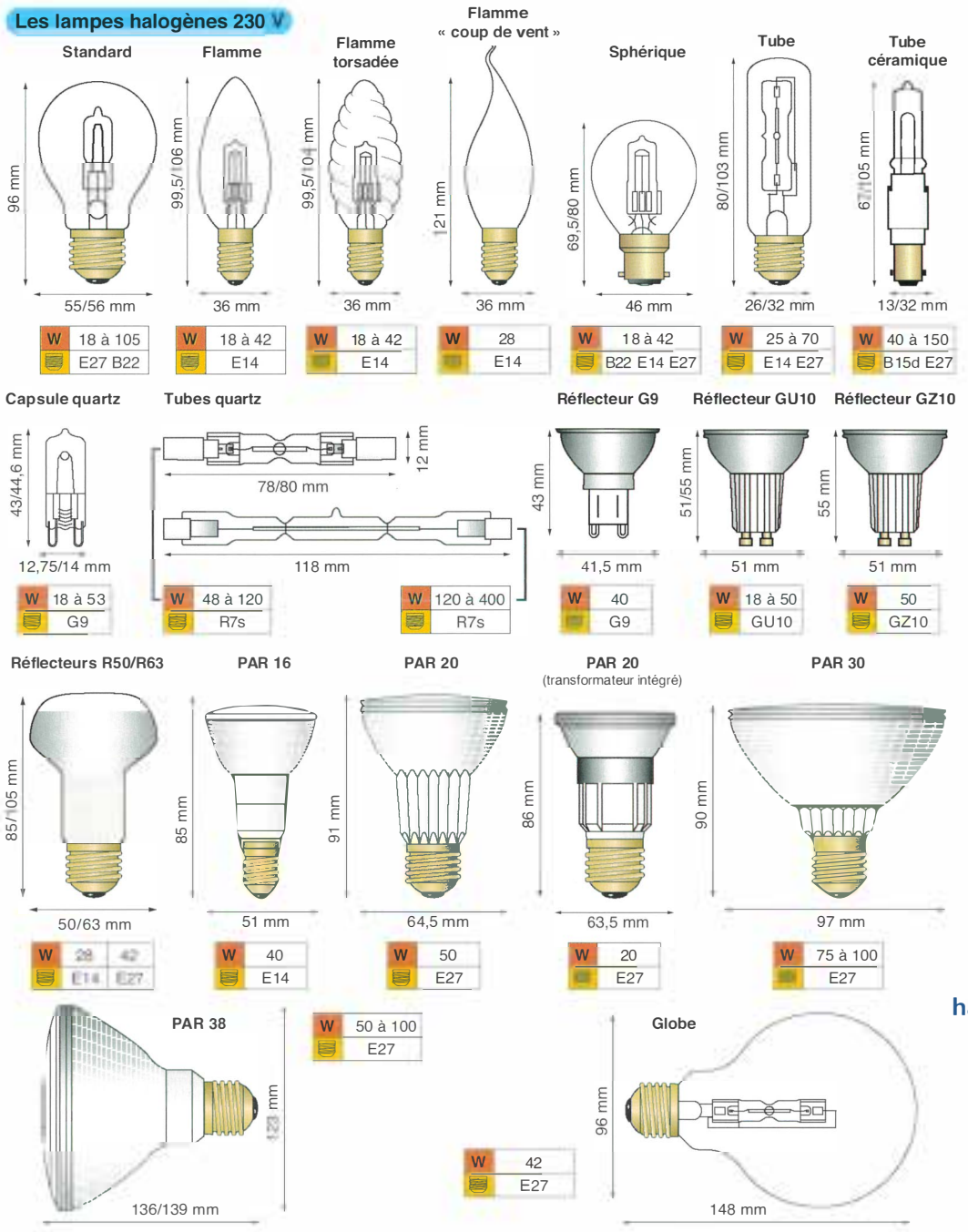


Figure 37 : Les lampes halogènes 230 V

petit diamètre est noté E14 et le grand diamètre E27. La lettre E correspond à l'initiale de l'inventeur de la lampe à vide, Thomas Edison, en 1879.
Un autre culot, à baïonnette (B), était très répandu en France. Dans l'habitat, on trouve encore le format B22 et parfois des lampes B15 dans les installations anciennes.

Les lampes à incandescence à halogène ont été inventées en 1959 par General Electric. Elles produisent également de la lumière en portant un filament à incandescence. L'ampoule est réalisée dans un matériau résistant aux hautes températures (quartz ou verre spécial) rempli d'un gaz, sous haute pression, de la famille des halogènes (fluor, chrome, iode ou brome). Le tungstène du filament se combine avec le gaz halogène pour former un mélange qui se redécompose, sous l'effet de la chaleur, en tungstène et en gaz halogène au contact du filament. Celui-ci se régénère donc en permanence, ce qui offre une durée de vie jusqu'à quatre fois supérieure à celle des lampes à incandescence classiques. Ce principe de fonctionnement permet de survolter le filament, ce qui produit une lumière plus importante pour une puissance équivalente.
Il est recommandé de ne pas toucher une lampe halogène avec les doigts, pour deux raisons. Les graisses présentes sur les doigts produisent du carbone entraînant le ternissement de la lampe. Le sel de l'épiderme réagit à haute température avec le quartz, en le fragilisant, ce qui peut entraîner l'éclatement de l'ampoule.

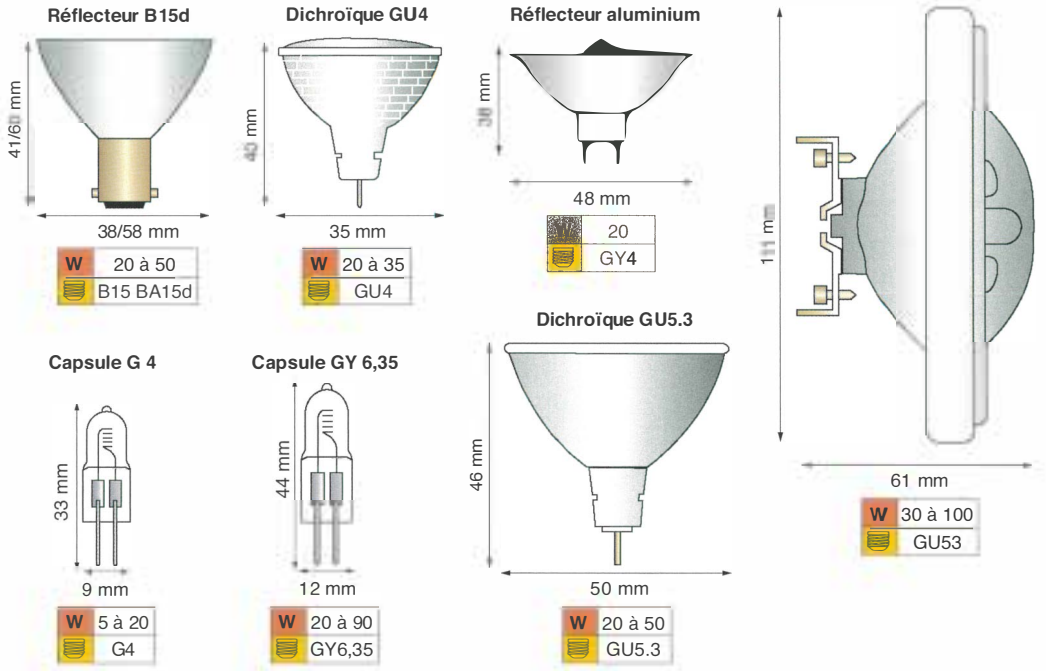
Les lampes halogènes peuvent fonctionner directement sur le réseau 230 V (figure 37) ou en très basse tension 12 V (figure 38). Dans ce cas, l'alimentation est assurée par un transformateur TBTS (très basse tension de sécurité).

Les lampes halogènes émettent un rayonnement ultraviolet. Elles doivent donc être munies d'un écran en verre ou équipées d'une double enveloppe : l'ampoule halogène est enfermée sous une seconde ampoule de forme classique. Les petites ampoules halogènes TBTS utilisées notamment dans les luminaires de bureau sont souvent élaborées dans un verre traité contre les ultraviolets.
Comme pour les ampoules à incandescence classiques, vous pouvez faire fonctionner les ampoules halogènes avec un variateur de tension pour faire varier leur intensité lumineuse.

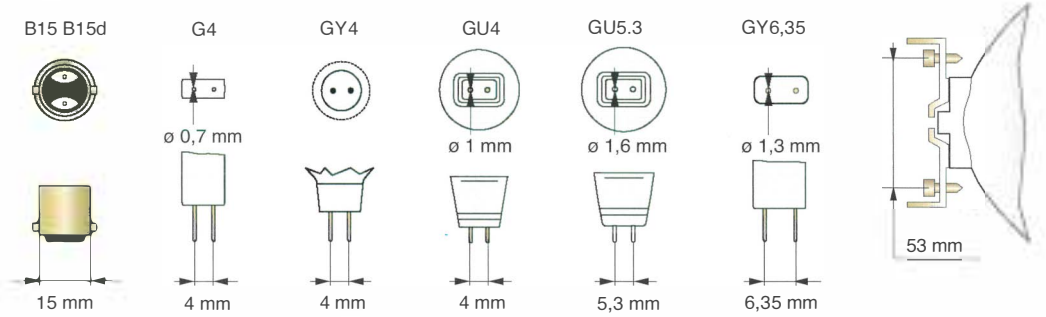
La deuxième grande famille de lampes utilisées dans l'habitat regroupe les lampes fluorescentes (figure 39), qui représentent les 2/3 de la lumière artificielle produite dans le monde. Elles se divisent en deux principaux groupes : les tubulaires et les fluocompactes.

Les premiers tubes fluorescents apparaissent en 1938. Leur principe de fonctionnement repose sur l'ionisation d'un gaz sous l'effet du courant. Une décharge électrique dans un tube de verre contenant une vapeur de mercure à basse pression provoque une luminescence dans la gamme des ultraviolets, donc faiblement visibles. Une poudre recouvrant l'intérieur du tube transforme ce rayonnement en lumière visible selon le principe de la fluorescence. Tous les tubes fluorescents nécessitent un appareillage spécifique pour fonctionner (ballast, starter et réglette support). L'investissement de départ est plus important, cependant l'utilisation se

Les lampes halogènes TBTS 12 V



Brochages des lampes halogènes très basse tension



Performances d'éclairage des lampes dichroïques

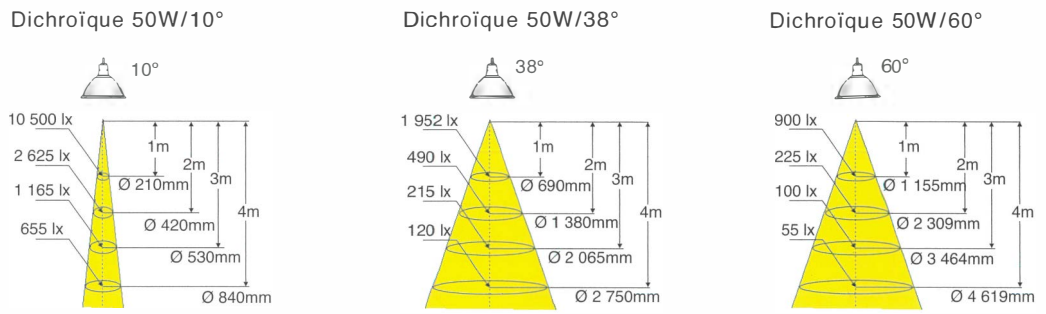
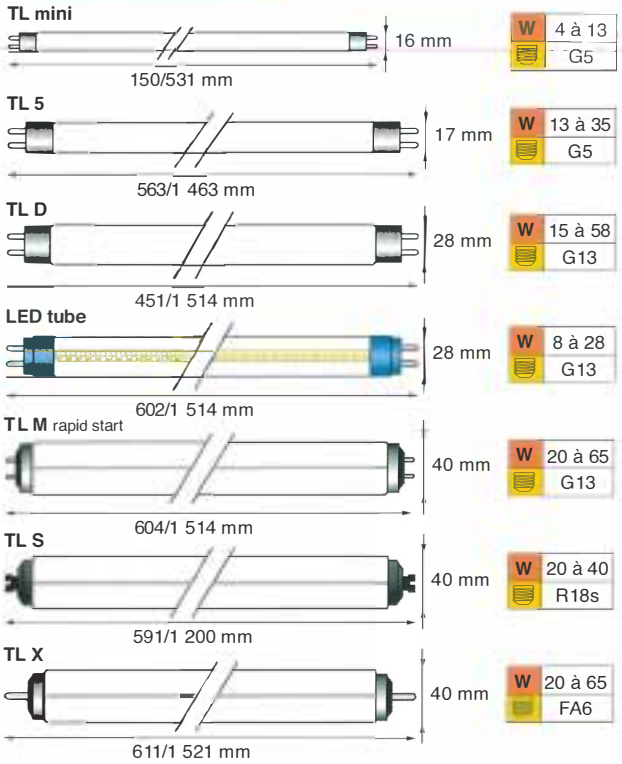
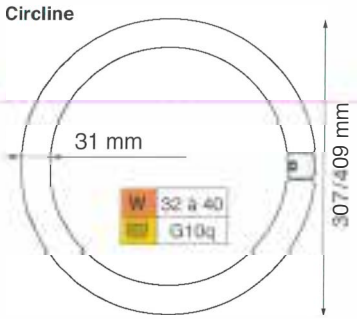


Figure 38 : Les lampes halogènes TBTS

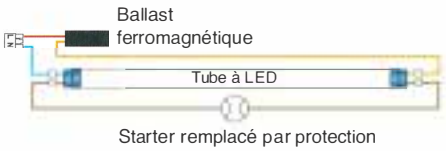
Les tubes fluorescents





Raccordement des tubes LED

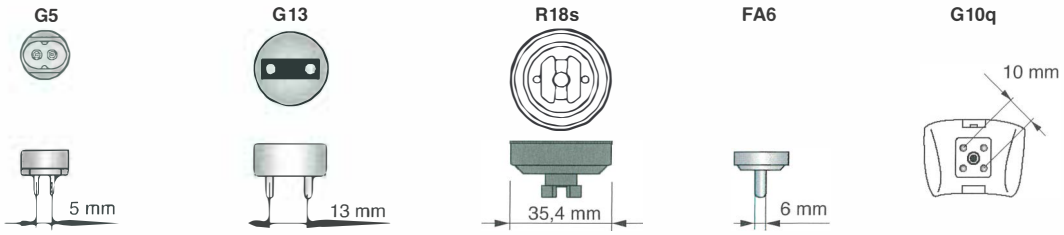
Sur réglette existante



Installation neuve

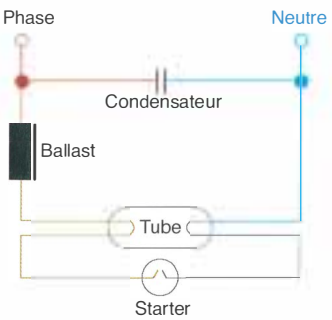


Principaux brochages

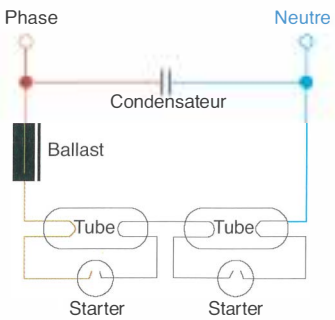


Principes de raccordement

Un tube et un ballast



Deux tubes et un ballast



Deux tubes et deux ballasts

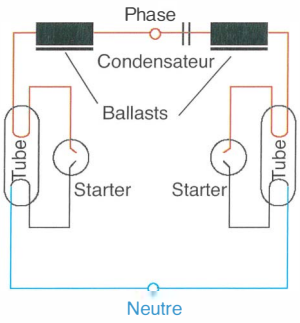


Figure 39 : Les tubes fluorescents

révèle beaucoup plus économique que les lampes à incandescence. Seuls le tube et le starter nécessitent d'être remplacés occasionnellement. Leur durée de vie est jusqu'à douze fois supérieure à celle des lampes à incandescence classiques. Leur efficacité lumineuse dépasse 80 lm/W contre 15 lm/W pour une ampoule classique. Pour la même quantité de lumière produite, la consommation de courant est donc six fois inférieure.
Les tubes de petite longueur ont un diamètre de 16 mm. Les tubes de 0,60 à 1,80 m ont un diamètre de 26 ou 38 mm. Les tubes de 26 mm étant les plus performants, ils se répandent de plus en plus.

Tous les tubes fluorescents ne procurent pas la même lumière. La plupart sont dotés d'un marquage de trois chiffres. Le premier indique l'indice de rendu des couleurs. Le chiffre 8 correspond à un indice compris entre 80 et 90. Le chiffre 9 indique un indice supérieur à 90. Les deux autres chiffres indiquent la température de couleur. Par exemple, le nombre 27 signifie 2 700 K, le chiffre 30, 3 000 K. Pour apporter une ambiance chaude, sans altérer les couleurs, choisissez une température de 2 700 K. Pour simuler une lumière naturelle plus froide, choisissez un tube dont la température est de 6 500 K.
Il est possible de faire varier la luminosité des tubes fluorescents en utilisant des ballasts électroniques spécialement conçus à cet effet.
Les tubes fluorescents sont parfois improprement appelés « tubes néon ». C'est par confusion avec les tubes des enseignes lumineuses qui sont remplis avec ce type de gaz et procurent une lumière rouge.
Les lampes fluocompactes ou à économie d'énergie produisent de la lumière de la même manière que les tubes fluorescents, à la différence que le tube est miniaturisé et plié en deux, trois ou quatre. Elles sont apparues en 1980 sous deux types différents. Les lampes d'intégration (figure 40) sont équipées d'un culot à broche et destinées à des luminaires spécialement conçus. Les lampes de substitution (figure 41) sont équipées des mêmes culots que les lampes à incandescence auxquelles elles peuvent se substituer. En effet, un ballast électronique est incorporé dans leur culot.

Leurs avantages sont les mêmes que ceux des tubes fluorescents, à la différence que le tube n'est pas interchangeable. Le principal reproche qui leur est fait est le prix élevé qui nécessite au moins quinze mois pour être « amorti ». De plus, leur durée de vie peut être très différente d'une marque à l'autre (du simple au triple selon des études d'associations de consommateurs). Enfin, l'utilisation de ce type d'ampoules ne remplace pas en tout point l'usage attendu des ampoules à incandescence : elles ne fonctionnent pas avec un variateur de lumière et elles nécessitent quelques minutes avant d'atteindre leur potentiel lumineux maximum. En fin de vie, elles représentent un déchet potentiellement dangereux (mercure) qui nécessite un recyclage spécifique. Pour une démarche environnementale aboutie, il convient donc de prendre en compte aussi cet aspect, encore limité au niveau du particulier.

Ces ampoules sont à utiliser à bon escient dans les pièces nécessitant un éclairage prolongé. Elles sont inutiles, par exemple, dans un couloir ou une circulation.

Les futures lampes utiliseront certainement les nouvelles technologies en

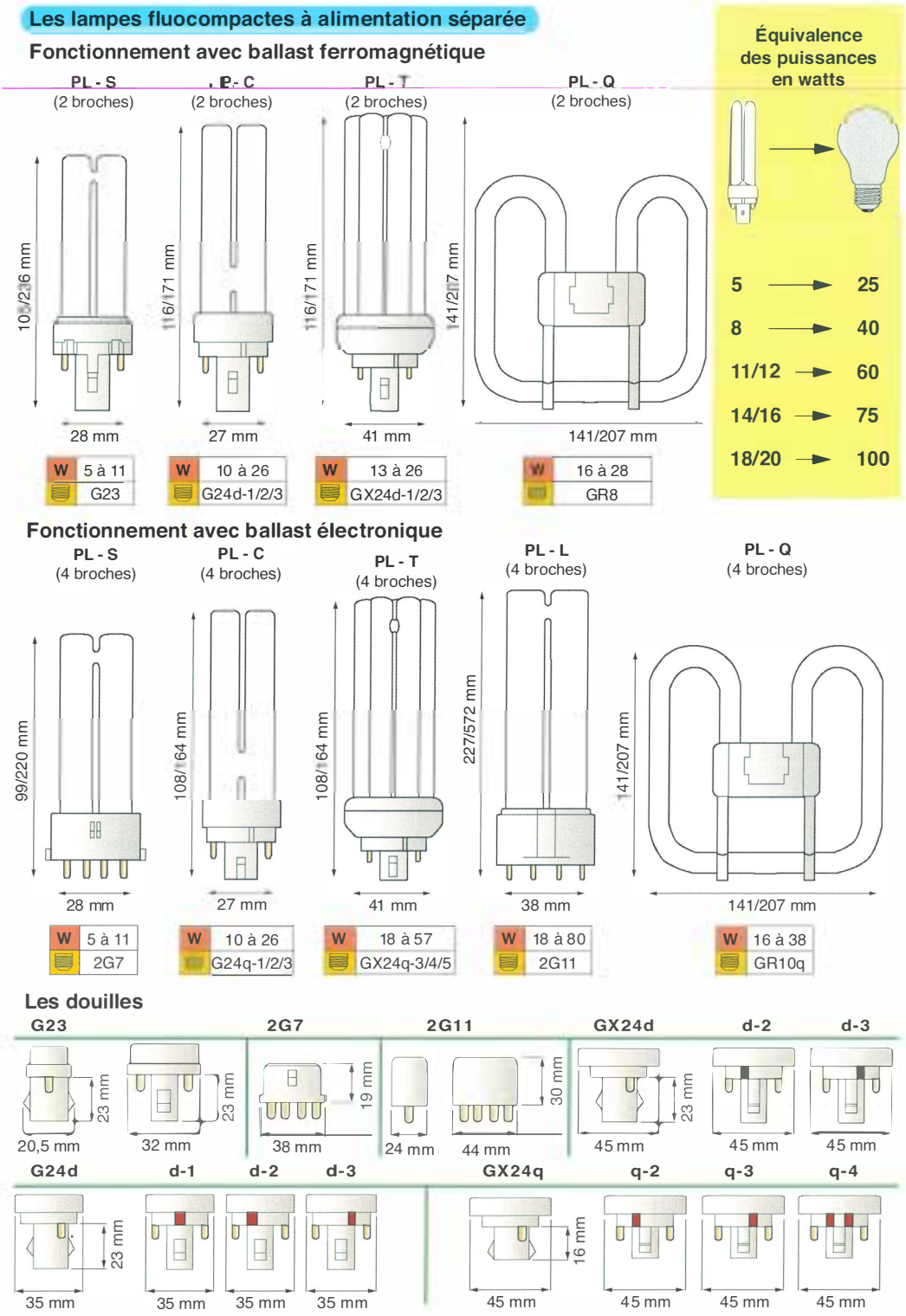


Figure 40 : Les lampes fluocompactes à alimentation séparée

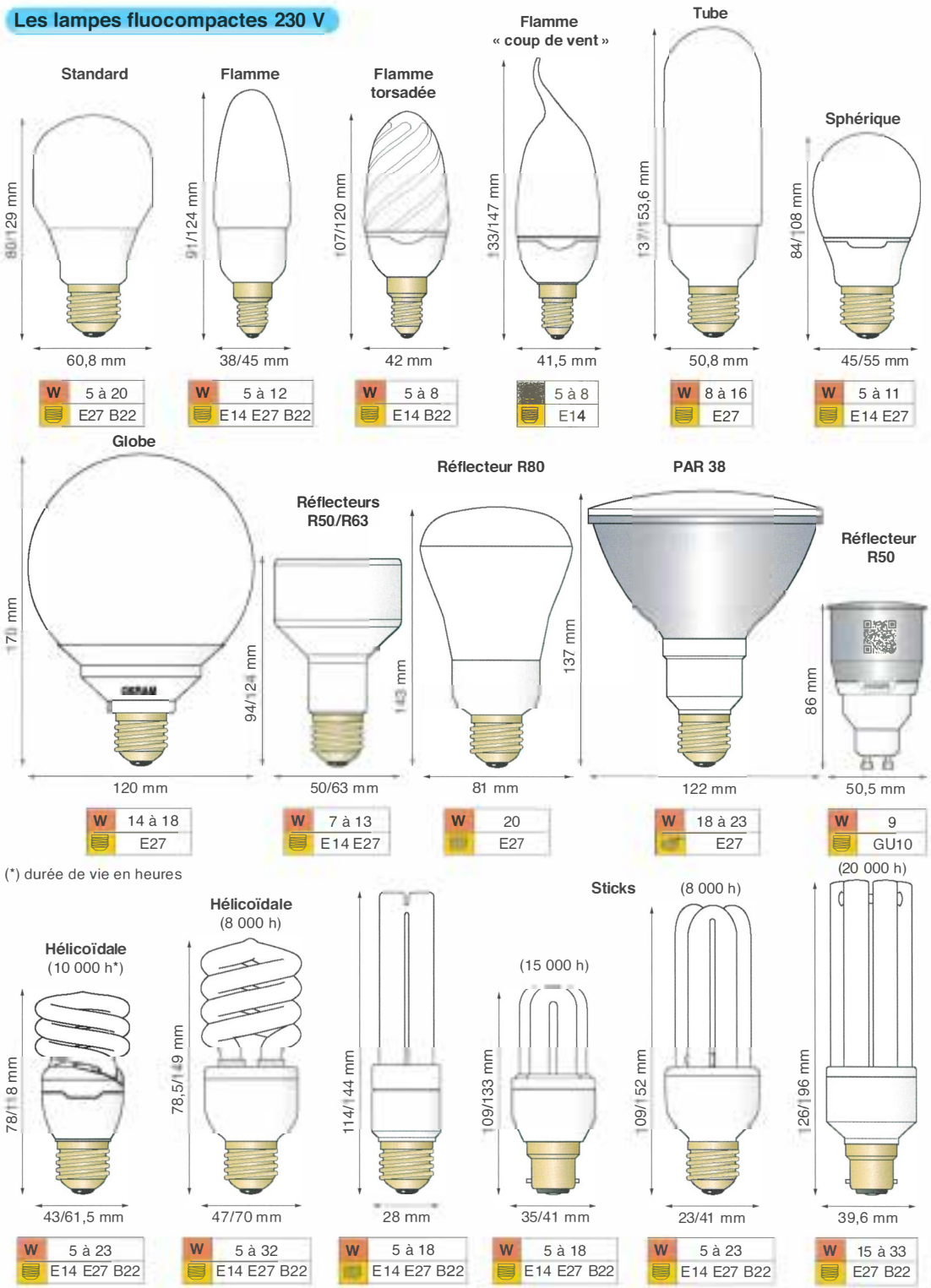


Figure 41 : Les lampes fluocompactes 230 V

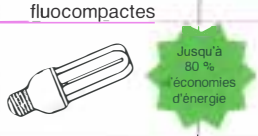
Comparatif des divers types de lampes				
	Lampes à incandescence	Lampes halogènes économiques	Lampes fluocompactes	Lampes LED
Types				
Durée de vie	1 an	2 à 4 ans	6 à 20 ans	15 à 25 ans
Rendu des couleurs	Excellent	Excellent	Bon	Bon
Efficacité lumineuse	10 à 15 lm/W	15 à 25 lm/W	50 à 85 lm/W	45 à 80 lm/W
Variation	Oui	Oui	Certains modèles	Certains modèles
Allumage immédiat à pleine puissance	Oui	Oui	Certains modèles	Oui
Utilisation dans des lieux froids	Oui	Oui	Déconseillé	Oui

Figure 42 : Comparatif des divers types de lampes

mettant à profit la nanostructuration des matériaux pour contrôler l'émission de lumière en la canalisant dans un seul mode optique, ce qui permettra d'obtenir des émetteurs de lumière à très haut rendement quantique, capables de dépasser les lampes à incandescence. Par exemple des nanotubes en carbone pourront remplacer le filament en tungstène pour une efficacité bien supérieure.
Le tableau de la figure 42 résume les principales caractéristiques des différents types de lampes disponibles dans le commerce.

Dans la maison, les nombreuses activités des occupants nécessitent des éclairages particuliers. Ils peuvent être utilisés pour aménager l'espace, créer des volumes, des ambiances ou mettre en valeur une décoration.

Dans la cuisine, une ambiance agréable est nécessaire tout en respectant un niveau de lumière suffisant pour la bonne réalisation des tâches et pour la sécurité. Un éclairage d'ambiance au plafond illumine toute la pièce. Le diffuseur doit aussi éclairer les murs, les plans de travail et le plafond. La cuisine reste éclairée longtemps chaque jour, aussi on peut y placer avantageusement des tubes fluorescents ou fluocompacts. Dans cette pièce, il faut également prévoir des éclairages localisés pour les espaces de travail. À cet effet, on installe généralement des tubes fluorescents, dissimulés par un bandeau, sous les meubles. Si l'évier est placé devant une fenêtre, prévoyez un éclairage spécifique pour la nuit, comme un spot ou un bandeau de spots, situé au-dessus de la fenêtre.

Pour la salle de bains, prévoyez un éclairage d'ambiance et un éclairage dirigé au niveau du ou des miroirs de toilette. L'éclairage d'ambiance doit être suffisant sans être éblouissant. Pour les petites pièces, un unique éclairage au-dessus du miroir peut suffire. Choisissez un type de

lampe qui ne dénature pas les couleurs (teinte chaude d'IRC supérieur à 90). Les lampes halogènes ou des tubes fluorescents de teinte chaude peuvent convenir. Le miroir est éclairé le plus souvent par deux appliques latérales.

Dans les chambres, et plus particulièrement celles des enfants, il convient d'apporter une bonne quantité de lumière. La pièce doit comporter un éclairage général d'ambiance performant, habituellement au plafond. Celui-ci est de préférence blanc pour mieux diffuser la lumière. Évitez les lampadaires sur pied qui peuvent être renversés. Pour le chevet, prévoyez une applique ou un spot légèrement décalé vers l'extérieur, au-dessus du lit. Les lampes de chevet peuvent aussi tomber ou voir leur fil arraché. L'éclairage du bureau se compose d'un luminaire placé à 60 cm au-dessus du plan de travail et doit être situé à l'opposé de la main qui écrit afin d'éviter les ombres. Utilisez des lampes de 75 à 100 W ou des lampes fluocompactes de 15 à 23 W.

Les prises confort

Toutes les prises de courant doivent obligatoirement posséder une borne de terre et un système d'obturation automatique des alvéoles. Les prises de courant à fixation à griffes sont interdites depuis le 1er juin 2004. Les prises de courant sont très importantes. N'hésitez pas à en prévoir un nombre conséquent (une tous les trois mètres environ). Cela évitera d'utiliser des rallonges et des prises multiples. Une entrée, un couloir nécessitent au minimum une prise de courant (par exemple, pour raccorder l'aspirateur).
Prévoyez toujours une prise de courant à proximité d'une prise de téléphone ou de télévision. Évitez de les installer au milieu d'un panneau de mur, cela risque de gêner l'ameublement, ou coincées dans un angle où l'accès sera difficile. La norme impose un nombre minimal de prises en fonction des pièces. Nous indiquerons ce nombre dans les paragraphes traitant du plan de l'installation.
Une prise de courant peut être commandée par un interrupteur situé à l'entrée de la pièce. Si vous y raccordez un lampadaire ou une lampe, ce système peut remplacer un plafonnier.
Mais attention, l'installation de prises de courant dans certaines pièces (salles de bains, cuisines) est très réglementée. Nous évoquerons ces règles dans la partie relative aux pièces.

Les alimentations spécifiques

Prévoyez tous les équipements fixes dont vous comptez vous équiper et qui nécessitent une alimentation électrique. Cela va de la chaudière à l'amplificateur d'antenne de télévision, en passant par les stores électriques ou le portail automatisé. Il faut prévoir une ligne d'alimentation indépendante pour chacun de ces appareils.

Le réseau de communication

Les équipements téléphoniques intérieurs anciens, avec des prises en T, ne sont plus autorisés pour les installations neuves ou entièrement rénovées. Désormais, c'est le réseau de communication qui prime. Les prises analogiques en T laissent la place aux socles de communication équipés de connecteurs RJ 45. Ces connecteurs plus évolués sont issus

de l'informatique. Ils permettent de faire passer beaucoup plus d'informations dans un système filaire. La norme prévoit plusieurs niveaux d'équipement que nous détaillerons dans la section concernée. Ces nouvelles prises permettent de raccorder le téléphone analogique, mais également de distribuer l'accès à Internet, le téléphone via IP, la télévision issue des boxes de fournisseurs d'accès, de créer un réseau informatique et, selon le niveau d'équipement choisi, la télévision hertzienne terrestre (TNT) ou satellite. On peut même utiliser certains conducteurs pour raccorder des systèmes domotiques comme un système d'interphonie, de sonorisation, de télécommande ou d'alarme. Prévoyez des prises de communication en nombre suffisant, même si vous ne les utilisez pas toutes dans l'immédiat. La norme préconise une prise de communication au minimum dans chaque pièce principale (chambre, salon, salle à manger, bureau) et dans la cuisine avec un minimum de deux, les autres étant prévues en pré-équipement.

Le guide UTE C 90-483 recommande d'installer une prise de communication dans chacune des autres pièces, y compris dans les WC et dans la salle de bains, ce qui est jugé excessif.

De manière générale, le guide recommande de n'avoir aucun point éloigné de plus de cinq mètres d'une prise de communication. Vous pouvez prévoir une ou deux prises dans les pièces où elles seront très sollicitées, notamment si elles distribuent la télévision (salon, bureau…). Il est également possible, avec les niveaux d'équipement supérieurs, d'installer des socles de communication avec trois connecteurs RJ 45 dédiés à des fonctions séparées. Il existe également des duplicateurs (sortes de multiprises qui permettent de raccorder plusieurs appareils). Chaque prise de communication doit être accompagnée d'une prise de courant. Attention, chaque prise de communication doit être alimentée par un câble direct issu du tableau de communication (on ne peut pas effectuer de repiquage d'une prise sur l'autre). L'installation va donc nécessiter rapidement une grande quantité de câbles à distribuer à travers l'habitation.

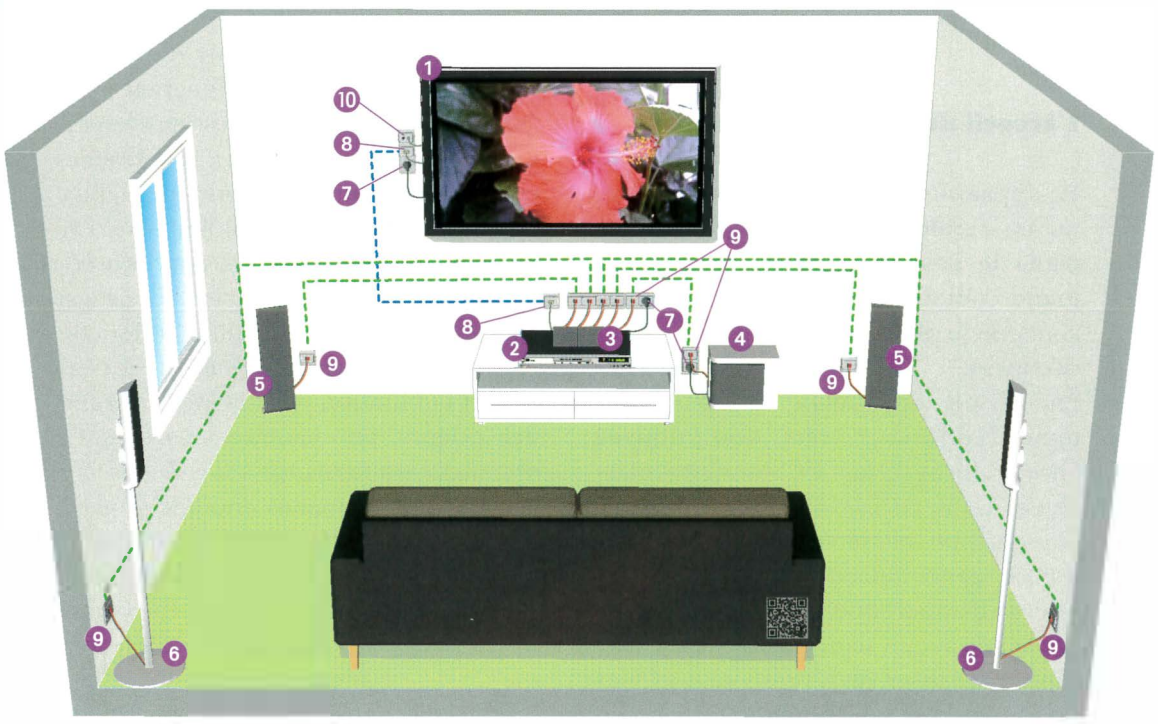
TV, hi-fi, alarme

Les câbles d'antenne de télévision ainsi que ceux d'une alarme peuvent être installés en même temps que les câbles et canalisations électriques. Vous les passerez dans des conduits indépendants ou dans des alvéoles spécifiques dans les profilés ou les plinthes électriques.

Pour la chaîne hi-fi (figure 43), vous pouvez envisager d'intégrer les câbles des enceintes dans l'installation et d'installer des prises de raccordement spécifiques. Il n'y aura plus de fils apparents entre la chaîne et les enceintes et il est possible aussi de sonoriser plusieurs pièces. Il existe également des systèmes de diffusion sonore composés d'une centrale, de haut-parleurs et de commandes locales qui permettent d'écouter et de commander la musique dans toutes les pièces de la maison. Ces systèmes peuvent aussi faire partie d'une installation domotique. Il en va de même pour les systèmes de home cinéma. Si l'emplacement est prévu à l'avance, il est possible d'intégrer la connectique au moment de l'installation électrique. En plus des prises pour les systèmes d'enceintes et des prises de courant dédiées, il existe des prises HDMI encastrables, permettant d'éviter

La distribution audio-vidéo

Installation home cinéma



1 TV HD
2 Lecteur DVD, Blu-ray…
3 Haut-parleur central
4 Caisson de basses
5 Enceintes frontales
6 Enceintes arrière
7 Prise de courant
8 Prise HDMI
9 Prise haut-parleur
10 Prise antenne/satellite
11 Chaîne hi-fi

Installation hi-fi



Exemple de prise HDMI



Exemple de prise haut-parleur et PC

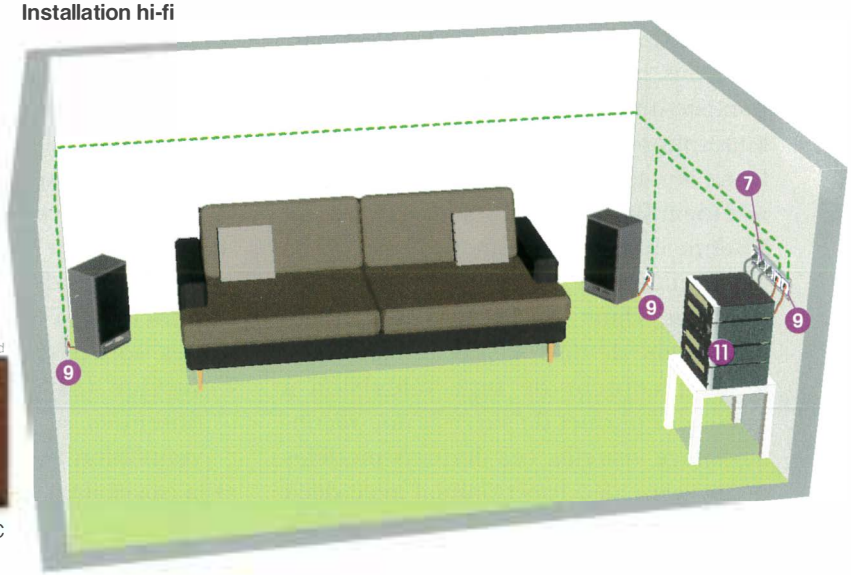


Figure 43 : La distribution audio-vidéo

les fils apparents entre un lecteur Blu-ray et le téléviseur mural, par exemple.

L'accueil des visiteurs

En appartement, prévoyez une sonnette ou un carillon pour la porte d'entrée. Dans le cas d'un logement avec un grand couloir de distribution, placez la sonnerie le plus près possible des pièces occupées.
En maison individuelle, plusieurs systèmes s'offrent à vous. Vous pouvez choisir le système de sonnette classique. Dans ce cas, il faudra qu'il soit alimenté en basse tension (inférieure à 50 V, généralement 8 ou 12 V) car le bouton d'appel situé à l'extérieur ne doit présenter aucun danger. Ce système est simple à réaliser, mais présente quelques désagréments. Si le portail ne vous permet pas de voir les visiteurs, il faudra vous déplacer pour voir qui a sonné. Même si vous pouvez identifier les visiteurs, vous devrez sortir pour leur ouvrir le portail. Il est donc utile de prévoir un système de gâche ou de serrure électrique qui vous permettra d'ouvrir sans sortir. Il existe un système plus élaboré qui est l'interphone ou mieux, le vidéophone. Dans le cas de l'interphone, vous pouvez identifier les visiteurs par la voix. Ce système intègre une commande de gâche électrique, vous n'avez donc plus à vous déplacer. Dans le cas du vidéophone, un système de microcaméra à l'extérieur et de récepteur de type télévision à l'intérieur permet de surcroît une reconnaissance visuelle. Les derniers modèles de portier vidéo fonctionnent avec deux fils seulement : ils peuvent être installés en remplacement d'un circuit de sonnerie classique sans devoir passer de nouvelle ligne.

La ventilation mécanique

La ventilation ou aération d'un logement est très importante et ne doit jamais être négligée. Elle est un élément indispensable du confort. La présence et l'activité humaines dans une habitation sont source de pollution pour l'air ambiant. Notre respiration provoque un dégagement de vapeur d'eau et de gaz carbonique. Lorsqu'on utilise la douche, on provoque un afflux d'humidité. La cuisine et l'utilisation des toilettes dégagent des odeurs. Le chauffage électrique a une fâcheuse tendance à dessécher l'air. Tous ces phénomènes anodins peuvent avoir des conséquences néfastes : mauvaises odeurs persistantes, dégradation des murs et des revêtements (humidité, moisissures), condensation, développement des acariens.

Si le mode de chauffage choisi est électrique, il est impératif de créer une bonne isolation thermique dans l'habitation (doubles vitrages, isolants pour murs, planchers et combles). Cela aura pour effet de la rendre encore plus hermétique et vous devrez absolument prévoir un bon système d'aération. S'il est bien étudié, il ne créera pas d'importantes déperditions et vous apportera un bon confort. Le principe de la ventilation est d'assurer le balayage du logement avec :

- des entrées d'air dans toutes les pièces principales (salon, chambres) ;
- des sorties d'air dans les pièces de service (salle d'eau, WC, cuisine) obtenues par tirage naturel ou par ventilation mécanique ;
- la possibilité pour l'occupant d'agir sur les débits.

Les entrées d'air sont assurées par des grilles autoréglables placées dans les

pièces principales en partie haute des menuiseries, des murs ou au niveau des coffres de volets roulants. Ces grilles doivent être autoréglables, marquées en module (débits de 15, 22,5 ou 30 m^3/h). La somme en modules par pièce est de 45 en ventilation naturelle et de 30 en ventilation mécanique. Les grilles d'aération doivent être équipées d'un auvent de protection côté extérieur et d'un dispositif antibruit si l'habitation se trouve dans une zone bruyante. Il existe aussi des entrées hygroréglables qui adaptent leur débit en fonction du taux d'humidité de l'air.
S'il existe une cheminée à foyer ouvert, celle-ci doit être équipée d'une trappe de fermeture pour les périodes de non-utilisation afin de ne pas perturber l'aération.

Le passage de l'air entre les pièces principales et les pièces de service se fait par les portes : veillez à assurer un écart de 1 cm entre le bas de la porte et le sol ; 2 cm pour la cuisine.
Pour un appartement, on assurera un calfeutrage de la porte palière en pourtour et en bas.
L'aération peut être naturelle, ponctuelle (aérateurs électriques dans les pièces de service) ou centralisée (ventilation mécanique contrôlée).

Il est naturellement possible d'aérer en ouvrant les fenêtres, mais c'est très insuffisant, notamment pendant la période froide où l'on évite les courants d'air.
Il existe également l'aération naturelle : l'air est évacué par un conduit vertical sous l'effet du tirage naturel. Mais ce principe ne peut pas être maîtrisé et dépend largement des conditions climatiques. Il nécessite une ventilation artificielle.

La hauteur de tirage des ventilations

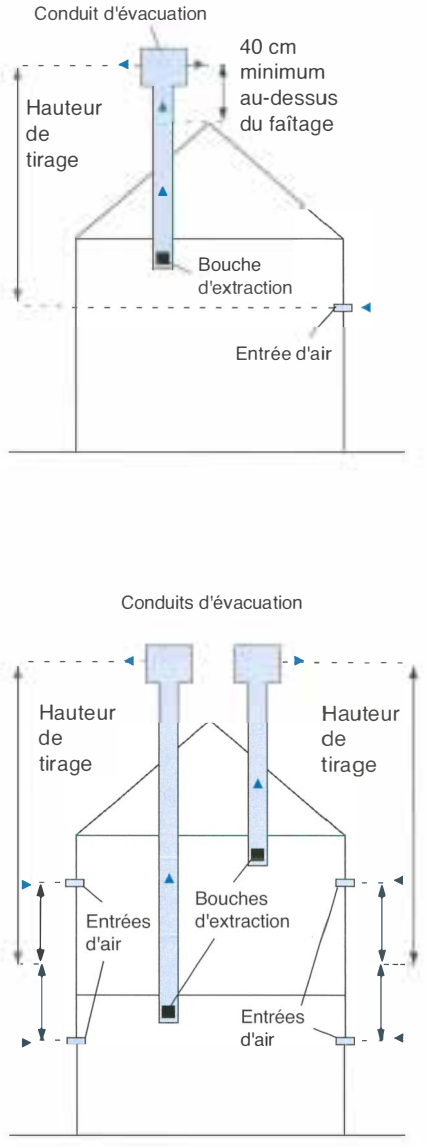


Figure 44 : La hauteur de tirage

En aération naturelle, l'air est extrait par des conduits munis d'une grille en partie basse. Les grilles d'extraction sont marquées en module :
- 50-100 (réglable) pour la salle d'eau et les WC ;
- 100-400 pour la cuisine.

La partie haute des conduits doit dépasser de 50 cm le faîtage de l'habitation. Ils ont un diamètre de 24 à 26 cm pour la cuisine et 14 à 16 cm pour la salle d'eau et les WC, pour un conduit d'une hauteur de tirage de 2,5 à 3,5 m. La hauteur de tirage est la hauteur entre la bouche d'entrée d'air (ou la moyenne pour les étages) et le chapeau de la cheminée (figure 44). Un conduit de cheminée existant et inutilisé peut convenir s'il répond à ces spécifications.

Attention : les valeurs énumérées précédemment ne concernent pas les habitations équipées d'une chaudière (gaz ou fioul).

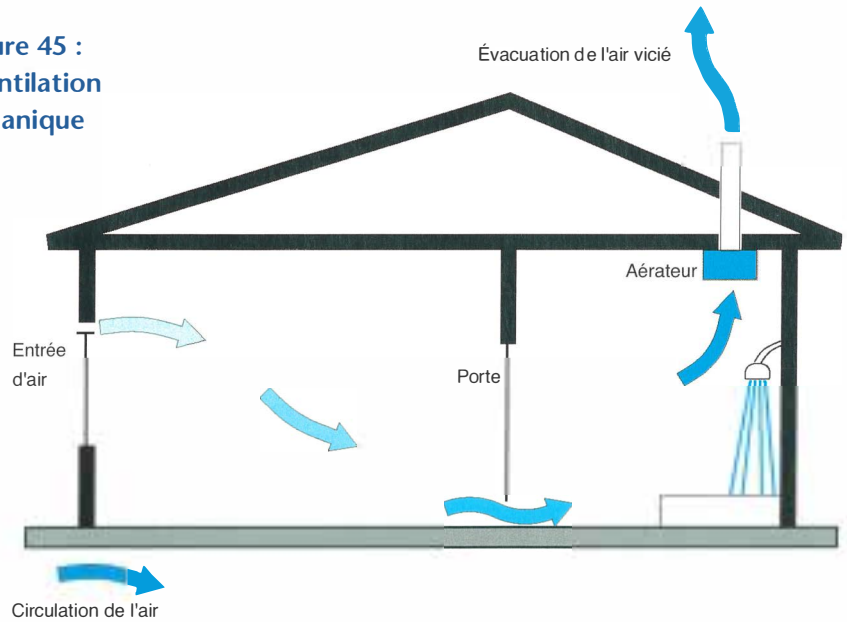
Le principe de la ventilation mécanique est de créer une entrée d'air dans les pièces principales (salon, chambres), une aspiration dans les pièces de service (cuisine, salle de bains, WC) et un rejet à l'extérieur. Les entrées d'air doivent être situées en hauteur – le plus souvent dans la partie haute des fenêtres. La circulation d'air se fait à travers ces pièces. L'air passe sous les portes des locaux à ventiler et est aspiré par un aérateur mécanique. Situé lui aussi en partie haute, cet aérateur évacue l'air à l'extérieur par un conduit existant (cheminée) ou à créer (traversée de mur). Ce type d'aération obéit à deux grands principes.

La ventilation mécanique ponctuelle

Elle est définie par la pose d'appareils dans chaque pièce de service à ventiler (figure 45). Leur fonctionnement est indépendant et permet leur utilisation seulement lorsque le local est utilisé.

Pour rendre leur utilisation pratique, on peut faire fonctionner l'appareil en même temps que l'éclairage, ou mieux, utiliser un appareil à temporisation qui fonctionne automatiquement quelques minutes encore après que l'on a quitté la pièce. Pendant le reste du temps, l'aération se fait sur le principe naturel.

Figure 45 : La ventilation mécanique



Pour obtenir un débit suffisant, l'appareil doit être adapté au volume et au type de local à assainir.
On le calcule ainsi : Débit = Volume × Nr/h
Débit : débit de l'appareil en m^3/h
Volume : volume du local en m^3
Nr/h : nombre de renouvellements du volume d'air par heure
La figure 46 donne quelques exemples de Nr/h.

Pièces	Nr/h
Cuisine (excepté hotte)	6 à 10
Salle de bains	10 à 15
WC	8 à 12
Buanderie	10 à 15
Cave	4 à 6
Garage	4 à 8

Figure 46 : Le renouvellement d'air

On distingue deux principes d'aérateurs électriques (figure 47) : les appareils hélicoïdes et les appareils centrifuges.
Les modèles hélicoïdes (à hélice) peuvent être installés sur des vitres ou en traversée de mur.

Les modèles centrifuges (à turbine), plus puissants, sont installés sur des conduits longs (cheminées, par exemple). Ils créent une dépression dans la pièce et permettent une très bonne aération.
Pour les appareils centrifuges, on tiendra compte des pertes de charge (pertes en fonction de la forme et de la longueur du conduit) afin de choisir un appareil adapté et performant.

Pour obtenir une appréciation satisfaisante, il est nécessaire de connaître la forme et la longueur du conduit. La perte de charge s'exprime en « mm H_2O » (unité de pression). La figure 48 présente les valeurs moyennes des pertes en fonction de la nature du conduit. La pression nécessaire au refoulement de l'air dans le conduit est égale à la somme des pertes de charge de toute l'évacuation.

Le choix de l'appareil dépend de ce calcul et nécessite de connaître la courbe débit/pression des appareils. Ce type de courbe est généralement présenté dans les catalogues des fabricants.

Exemple : considérons une salle de bains de 16,2 m^3. La figure 46 indique un NR/h de 10 à 15 pour cette pièce.
Le débit nécessaire est donc de :
16,2 × 10 = 162 m^3/h.
Nous portons notre choix sur des appareils du type Vortice (gamme Vort). Cette gamme propose trois appareils, Micro, Médio et Super, dont les courbes de débit/pression sont présentées figure 49.
Les débits indiqués par le constructeur sont les suivants :

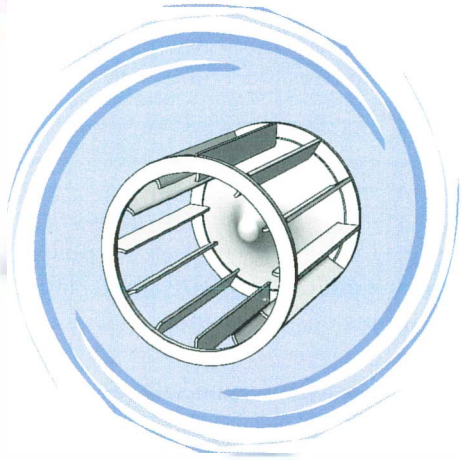
- Vort Micro : 90 m^3/h sous une pression nominale de 0,65 mm H_2O ;
- Vort Medio : 165 m^3/h sous une pression nominale de 2,2 mm H_2O ;
- Vort Super : 260 m^3/h sous une pression nominale de 5,4 mm H_2O.

À première vue, on peut dire que l'appareil Medio convient à notre cas puisqu'il indique un débit de 165 m^3/h. Or, nous avons besoin d'un débit de 162 m^3/h. Cela serait vrai s'il était installé en évacuation directe ou sur un conduit court. Prenons deux cas de figure.
① Imaginons que la salle de bains est située au dernier étage d'un immeuble et que le conduit d'évacuation droit a une longueur de 3 m. Les pertes de charge (0,5 mm H_2O/m) sont de 1,5 mm H_2O (0,5 × 3).

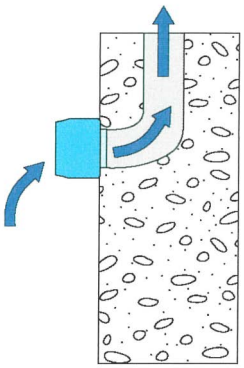
Les types d'extracteurs

Appareils à turbine

Trajectoire de l'air



Centrifuge (turbine)

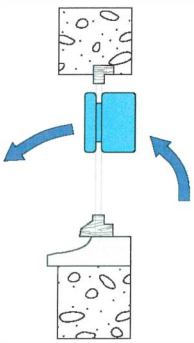


Conduit long

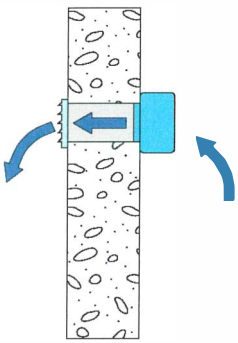


Exemple d'appareil

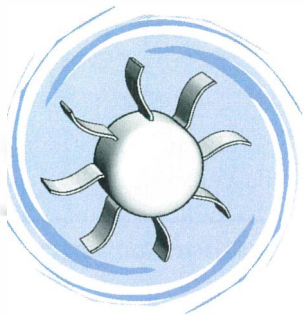
Appareils hélicoïdaux



Paroi vitrée



Traversée de mur

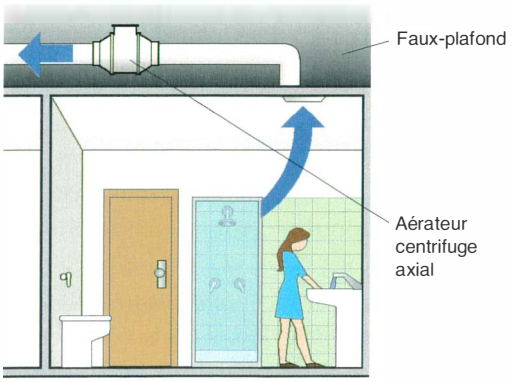


Hélicoïde (hélice)

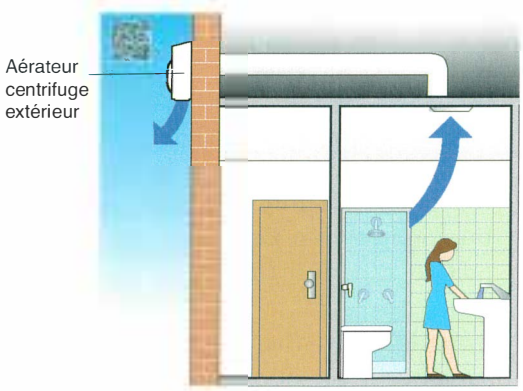


Exemple d'appareil

Autres systèmes (d'après Vortice)

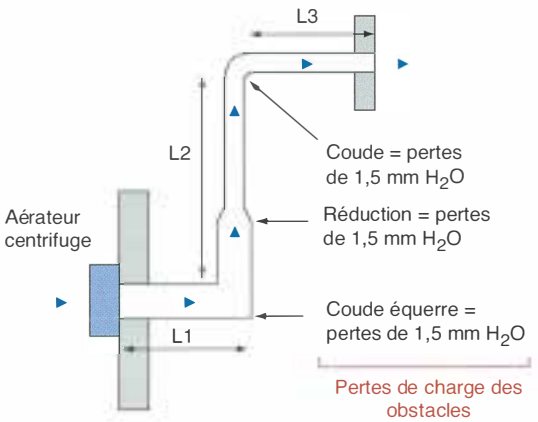


Montage en ligne



Utilisation d'un aérateur extérieur

Figure 47 : Les types d'extracteurs



L1, L2, L3 = Pertes de charge linéaires, soit 0,2 à 0,5 mm H_2O par mètre

Pertes totales = L1 + coude + L2 + réduction + coude + L3

Figure 48 :
Les pertes de charge dans les conduits

Avec l'appareil Medio, le débit est assuré pour une pression de 2,2 mm H_2O. On constate que la perte du conduit (1,5 mm H_2O) est inférieure à la pression nominale ; le débit de l'appareil est donc entièrement disponible. Cet appareil peut être choisi.

② Imaginons cette fois que la salle de bains est située au rez-de-chaussée d'un immeuble de 10 étages. Le conduit d'évacuation est de 30 m. Les pertes de charge sont de : 30 × 0,5 = 15 mm H_2O. Reportez-vous à la courbe débit/pression (figure 49), puis tracez une ligne horizontale partant de la valeur des pertes de charge.

Vous constatez qu'à l'intersection de cette horizontale avec la courbe de l'appareil Medio, l'aérateur ne peut fournir que 105 m^3/h, ce qui est insuffisant pour la ventilation de notre local. Cet appareil n'est pas adapté dans ce cas. Reportez-vous à l'intersection avec la courbe de l'appareil Super et vous constaterez que cet appareil peut fournir un débit compris entre 200 et 250 m^3/h, ce qui correspond à notre projet. Cet aérateur constitue la solution idéale pour une telle situation.

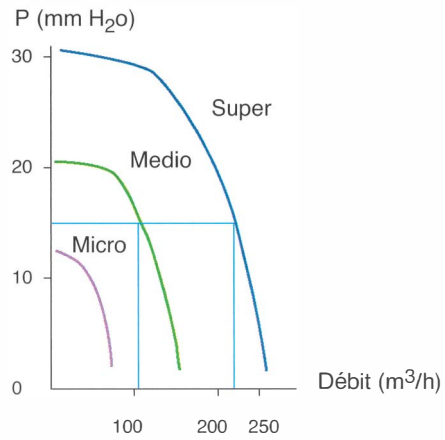


Figure 49 : Courbe de débit/pression

Les aérateurs électriques sont destinés à être installés dans les locaux humides. Cependant, leur emplacement dans la salle d'eau, par exemple, dépend de leur classe et de leur indice de protection contre les liquides. L'alimentation électrique doit être réalisée en encastré avec pénétration directe dans l'appareil.

Les aérateurs électriques doivent être placés en partie haute de la pièce.
Pour installer un appareil en évacuation directe sur une paroi avec doublage, chemisez le conduit avec un tube en plastique adapté au diamètre de sortie de l'appareil afin de bien diriger le flux (figure 50).

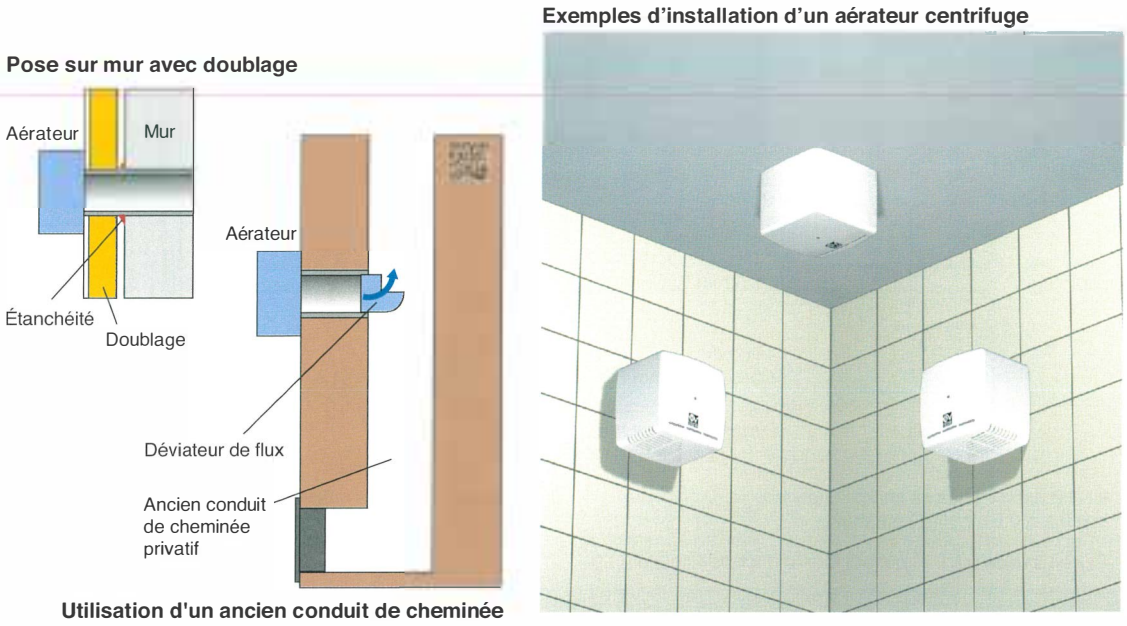


Figure 50 : Règle d'installation d'un aérateur

Pour un appareil sur conduit long, si la base du conduit est située plus bas que l'appareil (utilisation d'un conduit de cheminée existant), vous pouvez placer un déviateur de flux afin de ne pas créer de déperditions supplémentaires.

Les aérateurs électriques se fixent classiquement à l'aide de vis et de chevilles.

La ventilation mécanique répartie comprend des extracteurs, comme la ventilation ponctuelle, et des entrées d'air situées dans les pièces sèches. Les extracteurs sont répartis dans la salle de bains, les WC et la cuisine. Ils sont généralement installés en traversée de paroi (mur ou fenêtre) et fonctionnent en permanence, à la différence des extracteurs ponctuels. Certains extracteurs sont hygroréglables : ils adaptent le débit d'air extrait en fonction du taux d'humidité relative de l'air. Cette solution convient uniquement pour la rénovation.

La ventilation mécanique contrôlée (VMC)

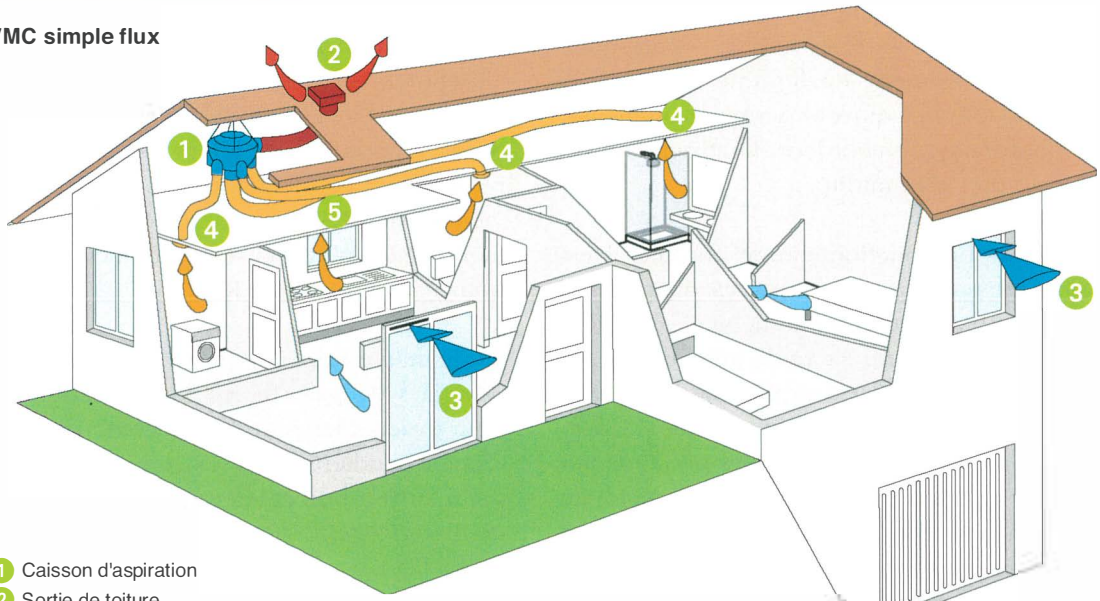
On distingue deux types de VMC, comme illustré à la figure 51 : les simples flux et les doubles flux. Pour les VMC simple flux, le principe des entrées d'air reste le même, c'est-à-dire par les pièces principales.

L'extraction s'effectue toujours par les pièces de service mais de façon permanente et conjointe. Le système se compose d'un caisson d'aspiration, placé généralement dans les combles loin des chambres à coucher, à partir duquel partent des gaines d'aspiration, de différents diamètres, vers les pièces de service.

Une gaine d'extraction relie le caisson à une sortie sur le toit. Ces appareils possèdent un commutateur de puissance que l'on place habituellement au niveau du tableau de protection. Il permet d'obtenir temporairement un débit d'aspiration plus important. Les VMC simple flux

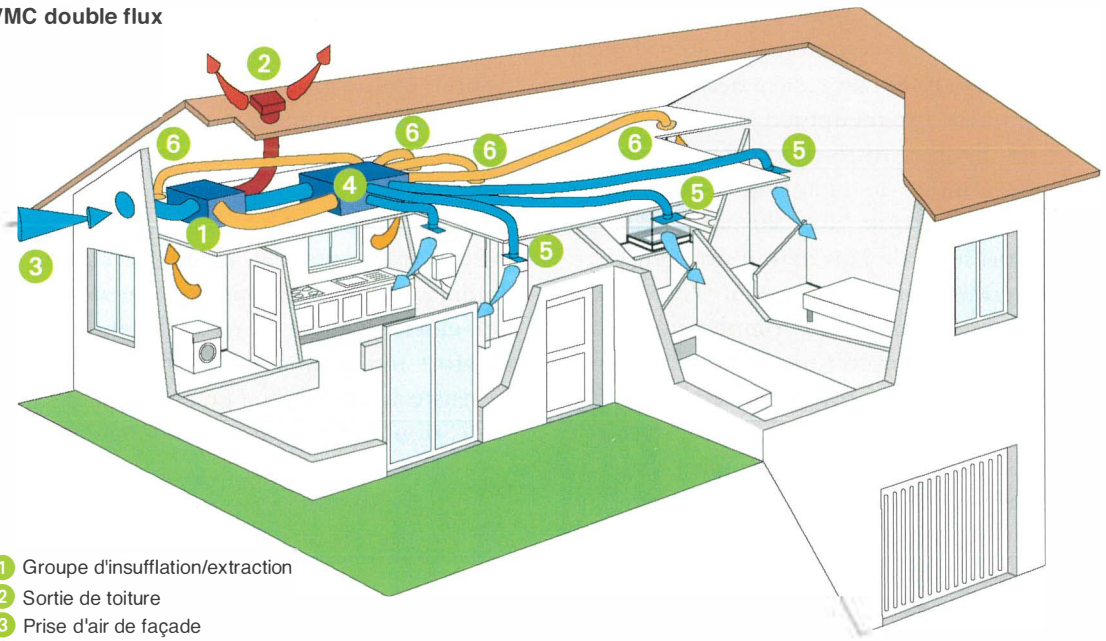
Les systèmes de VMC

VMC simple flux



1. Caisson d'aspiration
2. Sortie de toiture
3. Entrées d'air (partie haute des menuiseries)
4. Bouches d'aspiration sanitaires ø 80 mm
5. Bouche d'aspiration cuisine ø 125 mm

VMC double flux



1. Groupe d'insufflation/extraction
2. Sortie de toiture
3. Prise d'air de façade
4. Échangeur thermique
5. Bouches d'insufflation
6. Bouches d'extraction

Le groupe d'insufflation/extraction et l'échangeur thermique peuvent être réunis dans le même appareil.
La prise d'air en façade peut être remplacée par un puits canadien.

Figure 51 : Les différents types de VMC

peuvent être autoréglables : leur débit d'air est constant quelles que soient les conditions intérieures ou extérieures. Elles peuvent également être hygroréglables, ce qui leur permet d'augmenter automatiquement leur débit pendant les pointes d'humidité.

Pour un fonctionnement correct, il est nécessaire que les entrées d'air soient sensiblement égales au débit d'extraction. Pour respecter la réglementation thermique (RT), il est préférable de choisir une VMC hygroréglable certifiée CSTBat. Certaines VMC sont prévues pour adapter sur leur sortie cuisine une hotte aspirante sans moteur et munie uniquement d'un filtre graisse. Un interrupteur sur la hotte permet de commander les vitesses du caisson de VMC.

Les VMC double flux (figure 51) ont été conçues pour limiter la perte de chaleur entraînée par le renouvellement de l'air. La chaleur de l'air vicié extrait des pièces humides est récupérée pour réchauffer l'air neuf et filtré pris à l'extérieur. Les économies de chauffage sont importantes puisque 70 à 90 % de l'énergie calorifique de l'air extrait est récupérée. La contrepartie est un coût plus élevé et une installation plus complexe que celle des VMC simple flux. Leur principe de fonctionnement est un système d'insufflation combiné à un système d'extraction. L'air neuf est aspiré par une prise d'air extérieure, filtré, puis réchauffé dans un échangeur thermique. Il est ensuite insufflé dans les pièces principales. L'air vicié est extrait mécaniquement par des bouches situées dans les pièces de service, dirigé dans l'échangeur thermique pour transmettre sa chaleur à l'air neuf, puis évacué par une sortie située sur le toit. Il est à noter que la VMC double flux présente aussi l'avantage de préserver l'air frais des habitations en été et d'offrir un confort accru pour les personnes allergiques aux pollens ou autres particules, grâce à la filtration. L'isolation aux bruits extérieurs est également meilleure puisqu'il n'y a pas d'entrée d'air dans les menuiseries des pièces sèches. Naturellement, cette solution est encore meilleure pour le respect de la RT.

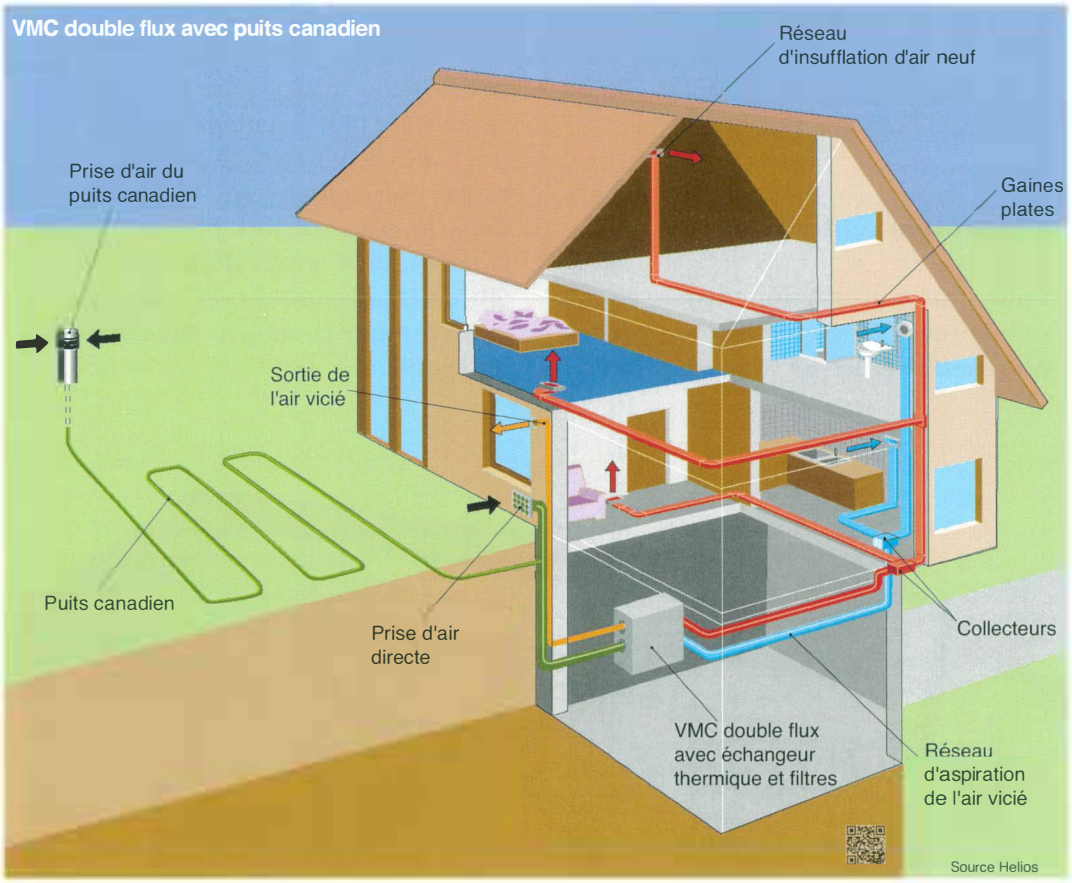
Sur le même principe que la VMC simple flux, la VMC gaz (figure 52) est conçue pour évacuer les produits de combustion d'une chaudière ou d'un chauffe-eau à gaz. L'installation et l'entretien de ce type de matériel nécessite l'intervention d'un spécialiste.

Il existe également des VMC simple flux compactes (figure 52) spécialement conçues pour être installées dans les appartements à rénover. Leur encombrement est réduit, ainsi que le niveau sonore en fonctionnement. Elles peuvent être installées dans un faux-plafond avec trappe de visite. L'air est évacué à travers une paroi.

Afin d'améliorer les performances thermiques des habitations, ce qui devient un enjeu majeur, et pour améliorer le confort intérieur, une solution efficace consiste à raccorder l'entrée d'air de la VMC double flux à un puits canadien.

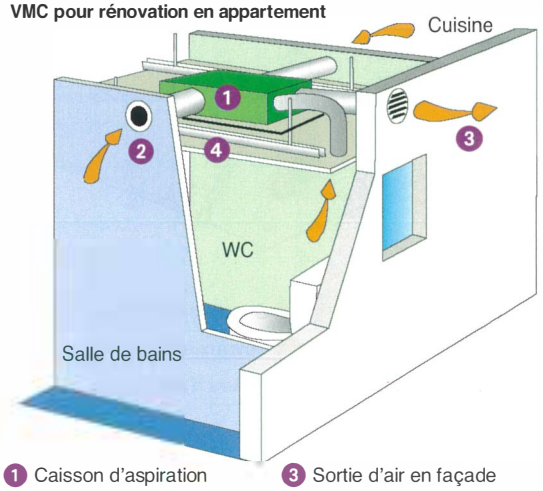
Le puits canadien est un conduit d'aération souterrain, installé à une profondeur adéquate pour disposer d'une température constante. Grâce à ce système, on améliore les performances de l'échangeur de la VMC double flux. En hiver, l'air froid aspiré à l'extérieur se réchauffe pendant son parcours souterrain et arrive tiédi dans l'échangeur. En

Autres systèmes de VMC

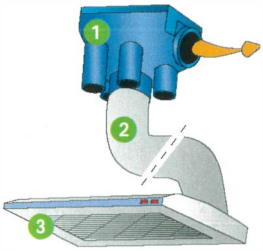


Autres systèmes

VMC pour rénovation en appartement

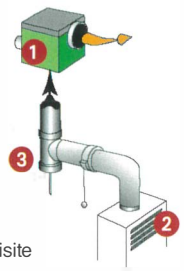


1. Caisson d'aspiration
2. Bouche d'aspiration
3. Sortie d'air en façade
4. Faux-plafond avec trappe de visite



Hotte aspirante pour VMC

1. Caisson d'aspiration
2. Piquage cuisine
3. Hotte spéciale sans moteur avec filtres et commande de la deuxième vitesse du caisson d'aspiration



VMC gaz

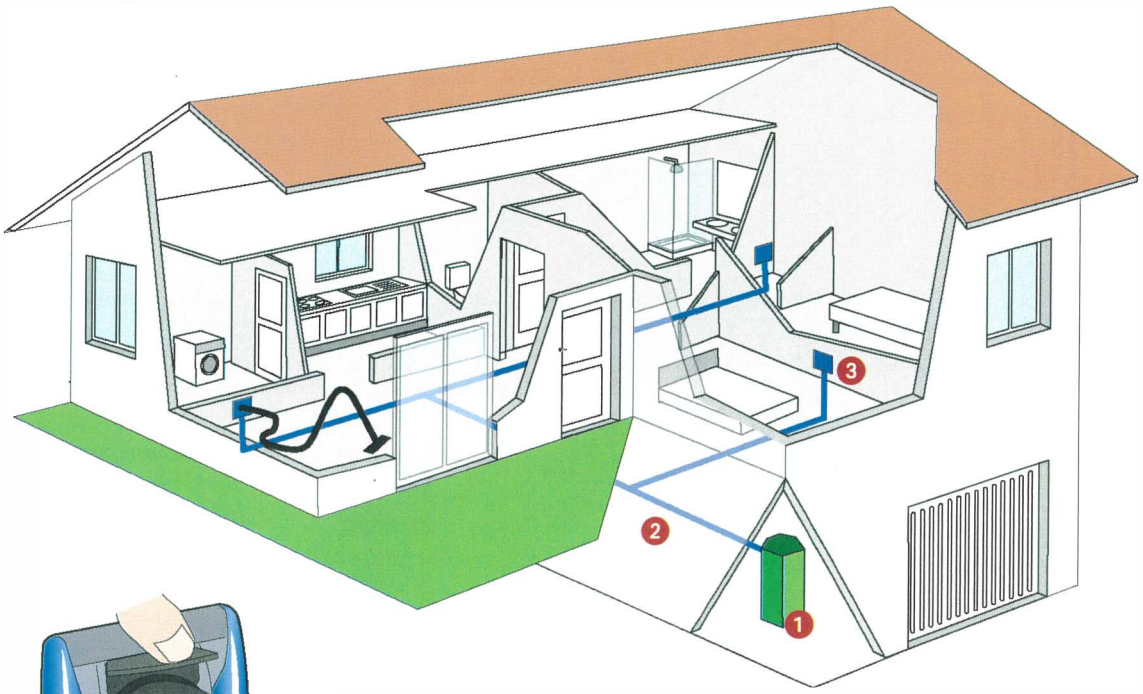
1. Caisson d'aspiration spécial autoréglable pour gaz
2. Chaudière
3. Pot à suie avec purge

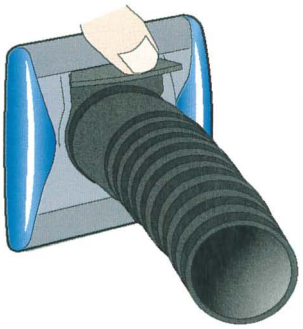
Figure 52 : Autres types de VMC

été, l'air aspiré est rafraîchi en passant dans le sol. Conjointement à la prise d'air extérieure, on prévoit une prise d'air directe pour la demi-saison afin de ménager l'échangeur.

L'aspiration centralisée

Pour une construction neuve ou en cas de rénovation lourde, vous pouvez prévoir d'installer un système d'aspiration centralisé (figure 53). Passer l'aspirateur ne sera plus une corvée, surtout dans les habitations à plusieurs niveaux. Les systèmes d'aspiration centralisée se composent d'une centrale installée hors des zones de vie (garage, cellier…), d'un réseau de conduits en PVC dissimulés dans le sous-sol, les placards ou les cloisons, et de prises d'aspiration judicieusement disposées pour permettre de couvrir toute la surface habitable avec le flexible.





Pour une meilleure intégration, les bouches d'aspiration sont souvent disponibles dans les mêmes séries que l'appareillage électrique.

1 Centrale d'aspiration
2 Tuyaux en PVC
3 Prises d'aspiration

Figure 53 : L'aspiration centralisée

Aucun rejet de poussières n'a lieu dans les pièces et l'aspiration est plus efficace, puisque la puissance de la centrale est nettement supérieure à celle d'un aspirateur classique. Il n'y a plus de problème de bruit : vous pouvez aspirer les pièces à tout moment. La mise en marche s'effectue automatiquement lorsque l'embout du flexible est introduit dans une prise ou manuellement par le biais d'une commande du flexible.
Les flexibles sont généralement proposés dans des longueurs importantes (jusqu'à 8 m) pour un rayon d'action optimal. Il existe des prises d'aspiration assorties aux prises électriques pour une intégration parfaite dans le décor.

L'éclairage extérieur

L'éclairage extérieur de l'habitation est très important. Il contribue au confort et à la sécurité. La norme impose au minimum un point d'éclairage à chaque entrée principale ou de service. Un jardin (ou une allée) éclairé est toujours dissuasif pour les éventuels visiteurs mal intentionnés. Le choix d'un éclairage se fait en fonction de l'espace dont vous disposez. Si l'entrée se trouve à proximité de la rue, un éclairage situé au-dessus de la porte ou du garage suffira. Une terrasse mérite un système d'éclairage adapté pour en profiter tard l'été, de même qu'une prise de courant pour y

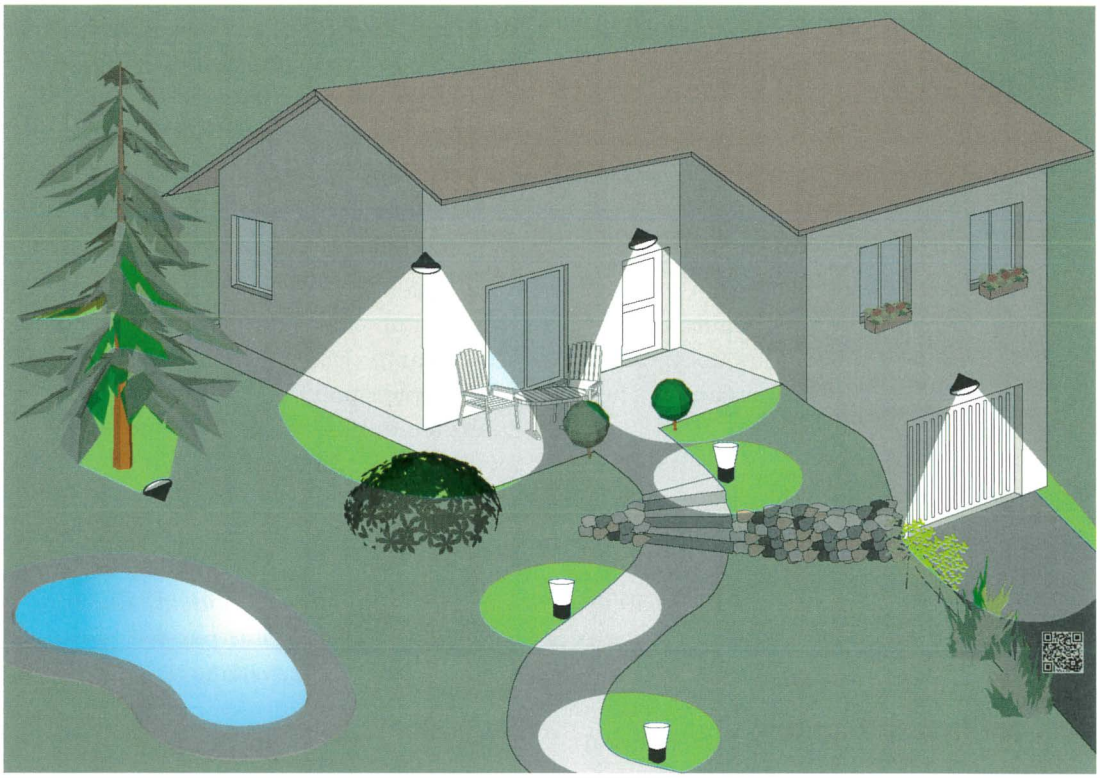


Figure 54 : L'éclairage extérieur

brancher un gril électrique, par exemple. Si vous disposez d'une allée de plusieurs mètres, vous pouvez la baliser à l'aide de bornes dont le flux lumineux sera de préférence dirigé vers le bas. Dans un espace arboré ou recouvert de pelouse, vous avez le choix entre des bornes, des candélabres ou des spots halogènes dirigés sous le feuillage des arbres (figure 54). Les éclairages à détection automatique offrent une grande souplesse d'utilisation à l'extérieur et un fort potentiel dissuasif, aussi n'hésitez pas à les utiliser.

Des règles spéciales doivent être respectées pour l'accessibilité aux personnes handicapées. Elles concernent notamment la signalisation lumineuse des boutons de commande et un seuil d'éclairement minimal sur les zones de parcours. Le détail de ces mesures est exposé dans la partie consacrée aux installations extérieures.

Les besoins en puissance

Nous allons à présent passer en revue les appareils gros consommateurs d'électricité. Ils sont déterminants dans le choix d'un abonnement adapté.

Les gros appareils ménagers

Ce sont les plus gros consommateurs d'électricité. Vous devez prévoir ceux dont vous comptez vous équiper. La norme veut que chaque gros appareil soit alimenté par une ligne indépendante, avec des règles spécifiques pour la plaque de cuisson et le lave-linge.
Les plus gros consommateurs sont, par ordre décroissant : la cuisinière électrique ou la table de cuisson, le four, le lave-linge, le sèche-linge ou le lave-vaisselle. Le four à micro-ondes et le réfrigérateur ne sont pas de gros consommateurs. Vous devez prévoir une alimentation pour un appareil de cuisson électrique, même si vous optez pour la cuisson au gaz.

Le chauffage électrique

Le chauffage électrique présente de nombreux avantages : il est propre et se met en fonctionnement rapidement ; les appareils sont peu coûteux, ils présentent un choix esthétique qui leur permet de s'intégrer à tous les intérieurs et ils ne nécessitent pas de tuyaux disgracieux. On peut également les rendre totalement invisibles en les dissimulant dans le sol ou le plafond. Cependant, si l'on ne respecte pas quelques règles, le chauffage électrique revient cher en consommation. Il n'est envisageable que dans le cadre d'un logement parfaitement isolé.

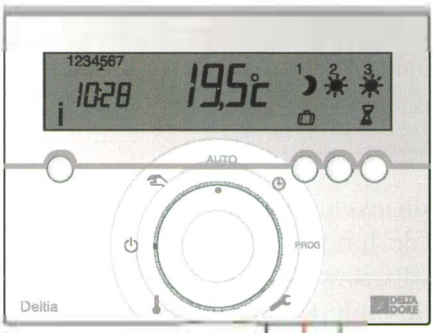
La première règle à respecter est donc d'avoir une habitation thermiquement performante. Dans la mesure du possible, adoptez une ventilation mécanique contrôlée double flux qui permettra une meilleure répartition de la chaleur et une aération plus saine. Les réglementations thermiques sont de plus en plus strictes afin de réduire la consommation d'énergie de chauffage. Dans l'idéal, atteindre le niveau de la maison passive permet de s'affranchir d'un système de chauffage conventionnel.

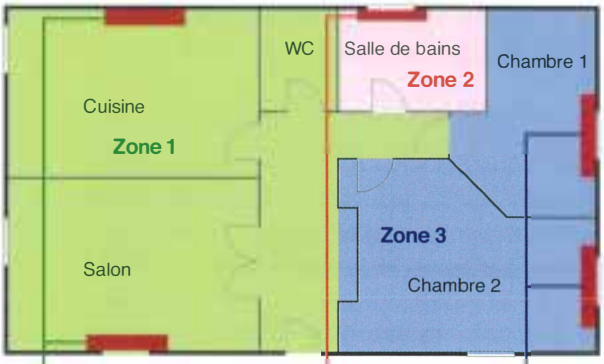
La seconde règle est de prévoir une régulation adaptée au type de chauffage et au confort recherché. La plupart des appareils disposent de thermostats inté-

La programmation du chauffage électrique

Appareil de chauffage : convecteur ou panneau rayonnant.

Exemple de programmateur 3 zones





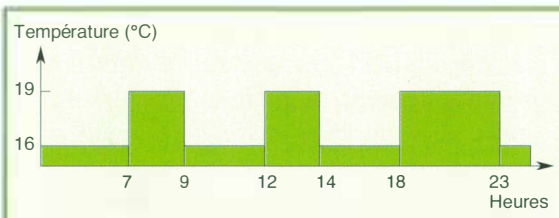
La transmission des ordres de programmation peut se faire par fil pilote, ondes radio ou courant porteur.

Fil pilote zone 1

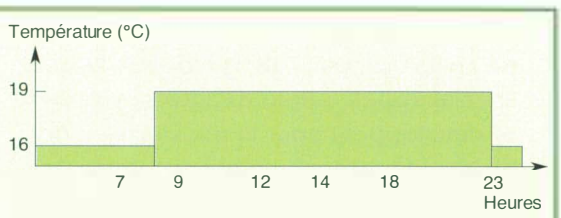
Fil pilote zone 2

Fil pilote zone 3

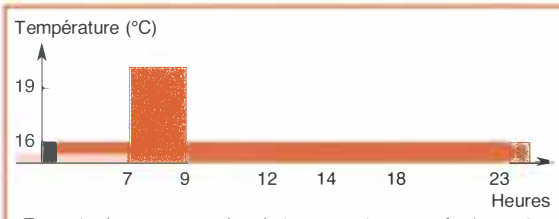
Ordre transmis par le programmateur	L'appareil de chauffage fonctionne selon :	Température de la pièce
Confort	Le réglage de température confort sur le thermostat	19 °C
Économique	Le réglage de température économique sur le thermostat	16 °C
Absence	Le réglage de température hors-gel sur l'appareil	7 ou 8 °C
Arrêt	Arrêt du chauffage	Pas de chauffage



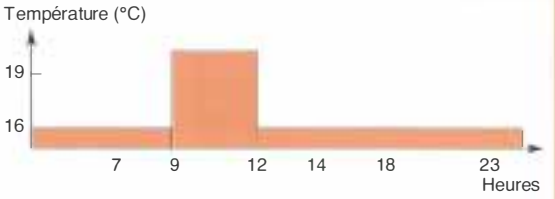
Exemple de programmation de la zone 1 (zone jour) pour les jours de la semaine.



Exemple de programmation de la zone 1 (zone jour) pour le week-end.



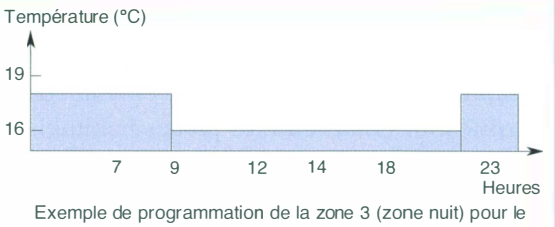
Exemple de programmation de la zone 2 (zone confort) pour les jours de la semaine.



Exemple de programmation de la zone 2 (zone confort) pour le week-end.



Exemple de programmation de la zone 3 (zone nuit) pour les jours de la semaine.



Exemple de programmation de la zone 3 (zone nuit) pour le week-end.

Figure 55 : La programmation du chauffage

grés plus ou moins élaborés, permettant d'obtenir une régulation indépendante sur chaque appareil.

Il existe aussi des programmateurs qui permettent de piloter l'ensemble du chauffage ainsi que des gestionnaires d'énergie qui prennent en compte différents facteurs de consommation. Les plus simples sont des appareils munis d'une horloge mécanique ou électronique couplée à des thermostats (thermostat programmable). Ils sont adaptés aux petites installations. La meilleure solution reste le programmateur. Il permet, en fonction des heures d'occupation du logement, de baisser ou d'élever automatiquement la température selon un programme adapté à chaque jour de la semaine. Les ordres de programmation sont couramment transmis aux appareils de chauffage par l'intermédiaire d'un fil spécial appelé pilote. D'autres systèmes se développent pour la transmission des ordres de programmation comme les courants porteurs. Cette technologie permet d'envoyer des données directement à travers les fils électriques existants alimentant les appareils. C'est une solution intéressante pour rénover un chauffage électrique existant, en changeant uniquement les appareils et en adoptant ce type de programmateur.

Pour une gestion efficace du chauffage, le logement est divisé en plusieurs zones de vie qui ne nécessitent pas d'être chauffées aux mêmes heures. Il y a au minimum deux zones : jour et nuit. La zone jour comprend les pièces habituellement occupées le jour, comme le salon ou la cuisine. La zone nuit regroupe les chambres à coucher. Une troisième zone peut être définie pour la salle de bains, dont les horaires d'occupation sont réduits, ou une chambre de bébé nécessitant une température de confort toute la journée. On peut également laisser la salle de bains hors zone : le chauffage reste programmé par le thermostat de l'appareil.

Prenons un exemple (figure 55) : vous travaillez du lundi au vendredi de neuf heures à dix-sept heures. Vous rentrez déjeuner le midi. Le week-end, le logement est occupé en permanence. La programmation de la zone jour permet de sélectionner une température économique d'environ 16 °C pendant les absences et une température de confort de 19 °C pendant les heures de présence. De même, dans la zone nuit, la température est abaissée le jour et augmentée au niveau confort pendant la nuit. Les programmateurs sont équipés de touches de dérogation permettant d'annuler ponctuellement la programmation en cours sans modifier les réglages établis.

D'autres programmateurs sont adaptés à certains convecteurs sur lesquels on les connecte afin de programmer l'appareil. Ainsi, chaque appareil peut être programmé séparément. D'autres encore sont plus élaborés et prennent en compte la température extérieure. Chaque type de chauffage dispose désormais d'un vaste choix de programmateurs. Pour une installation neuve, le système à fil pilote est le plus performant. Il existe un vaste choix de programmateurs à une, deux trois zones ou plus.

Les procédés de chauffage

L'émission de chaleur par l'électricité est rendue possible par le passage du courant dans un élément résistant. L'énergie électrique se transforme en énergie calorifique.

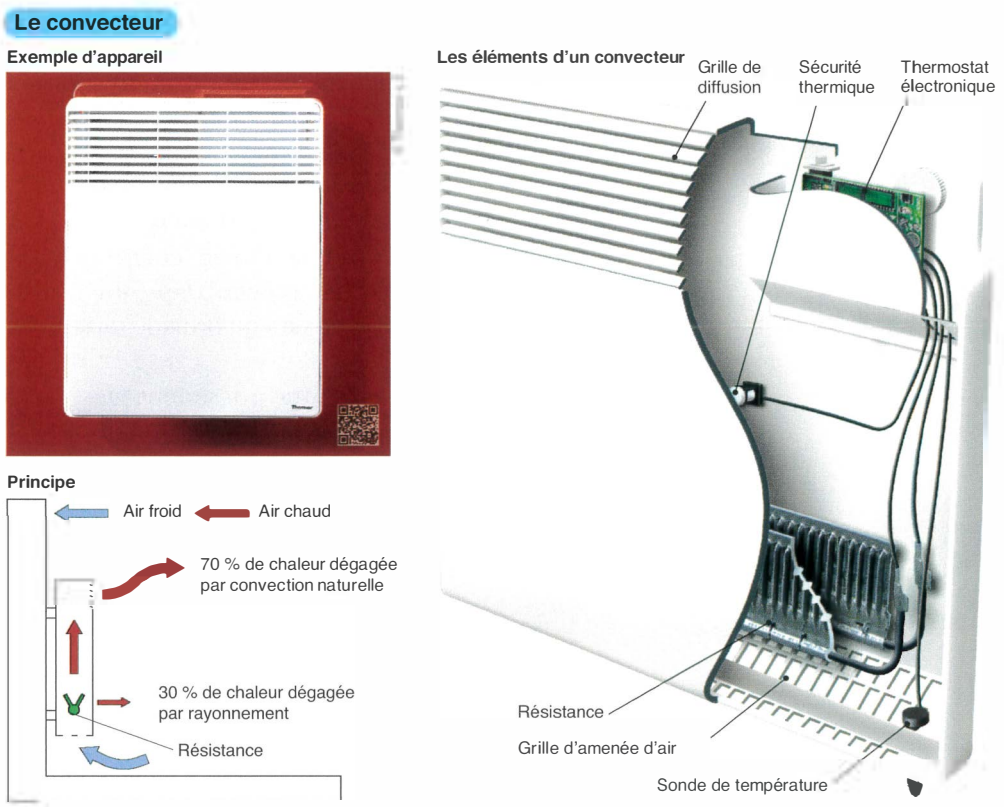


Figure 56 : Le principe du convecteur

Il existe trois principes de chauffage en électricité : la conduction, la convection et le rayonnement.

La conduction est la transmission de la chaleur à travers un corps de bonne conductivité thermique. Ce principe n'est pas utilisé pour le chauffage des locaux. Il est réservé à la cuisson des aliments (plaque chauffante électrique).

La convection est caractérisée par la transmission de chaleur grâce au déplacement d'un fluide (air ou liquide) chauffé par une résistance électrique. La convection peut être naturelle (l'air chauffé est soumis à un déplacement du bas vers le haut) ou forcée par une ventilation (appareil soufflant).

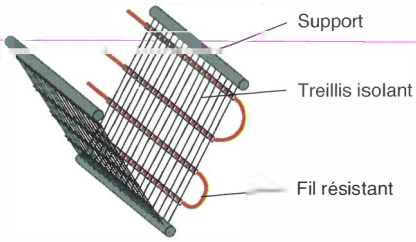
Le rayonnement consiste à transmettre la chaleur par des radiations visibles ou invisibles (le soleil est le meilleur exemple). Tous les types de chauffages électriques utilisent ces deux procédés.

Le convecteur

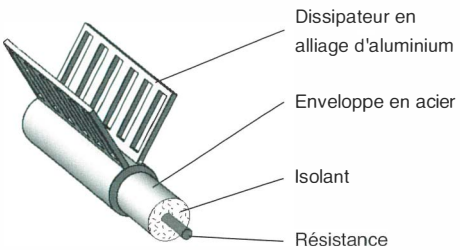
Le convecteur est l'appareil de chauffage électrique le plus courant. Il est constitué d'un caisson métallique renfermant :

- une résistance électrique ;
- un thermostat de régulation ;
- un interrupteur de commande ;
- une sécurité de surchauffe.

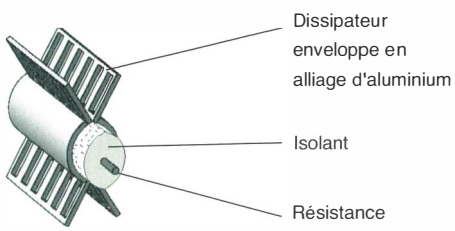
Lorsque le courant électrique traverse la résistance, celle-ci échauffe l'air et la diffusion de chaleur se produit par convection naturelle (figure 56).



Résistance en fil nu



Résistance blindée bimétal



Résistance blindée monométal

Figure 57 : Les types de résistances

Il existe trois types de résistances électriques (figure 57) utilisées pour les convecteurs :

- les résistances en fil nu, qui sont généralement tissées sur un treillis isolant, procurent une mise en chauffe rapide mais elles sont fragiles ;
- les résistances blindées bimétalliques sont constituées d'une résistance tubulaire en acier souvent enveloppée dans un dissipateur en aluminium. Ces résistances ne sont pas discrètes (bruits de dilatation) ;
- les résistances monométalliques blindées, dont la partie chauffante est directement placée dans un profilé d'aluminium (aucun bruit de dilatation).

Les convecteurs possèdent des régulations de plus en plus performantes (régulations électroniques).
Choisissez toujours des appareils admis à la marque NF-Électricité ou NF-Électricité Performance.

L'installation d'un convecteur doit respecter la norme NF C 15-100 : installations électriques à basse tension, notamment en cas de pose dans une salle d'eau.
Installez les convecteurs (et les panneaux rayonnants) de préférence sur les parois (isolées) en contact avec l'extérieur. Évitez de les placer en opposition, c'est-à-dire face à face (figure 58) ou derrière une porte, un meuble ou encore des rideaux. Ne placez pas de meubles à moins de 50 cm de l'appareil.

Les convecteurs sont des appareils très simples à installer. Dans tous les cas, respectez les indications de la notice de pose fournie avec l'appareil.

En règle générale, l'appareil est muni d'un dosseret ou d'une console que l'on fixe au mur à l'aide de vis et de chevilles. Les chevilles doivent être adaptées au type de mur dans lequel elles sont posées. Le dosseret est installé de façon que le bas du convecteur soit placé au minimum à 15 cm du sol fini. Le convecteur est ensuite raccordé élec-

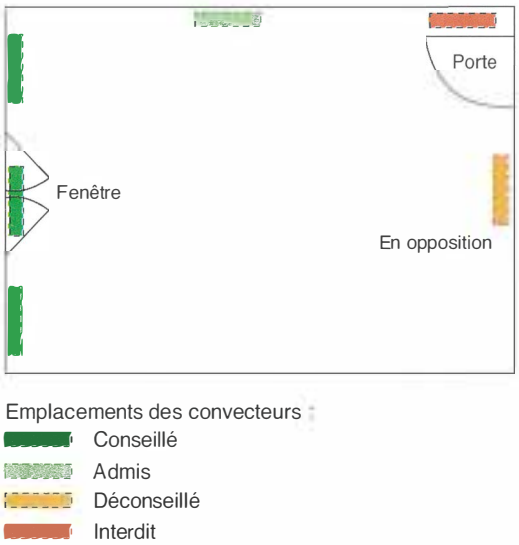


Figure 58 : L'emplacement des convecteurs

triquement dans sa boîte de connexion, située derrière l'appareil, et installé sur son dosseret.
Les convecteurs offrent un choix de puissances allant de 500 à 2 500 W. Plus l'appareil est puissant, plus sa taille est importante.

Ces appareils se déclinent sous différentes formes qui vont du modèle plinthe au modèle haut et étroit en passant par de nombreuses variantes.
Une multitude de couleurs sont proposées, outre les coloris classiques beige et blanc.

Le panneau rayonnant

Le panneau rayonnant (ou radiant, figure 59) est constitué d'un caisson métallique renfermant :
- un élément chauffant ;
- un thermostat (le plus souvent électronique) ;
- un interrupteur de commande ;
- une sécurité de surchauffe.

L'élément chauffant émet un rayonnement qui se transforme en chaleur au contact d'un objet (mur, meuble) ou d'une personne. Les objets ainsi chauffés transmettent leur chaleur à l'air ambiant. Cet appareil répartit beaucoup mieux la chaleur et ne crée pas de sensation de courant d'air comme le convecteur. De surcroît, il évite les noircissements dus aux mouvements de poussière. Contrairement au convecteur, il ne dessèche pas l'air. Dès la mise en route de l'appareil, le corps humain absorbe le rayonnement et éprouve une sensation de chaleur immédiate, avant même que l'air de la pièce ne soit réchauffé.

Par contre, à puissance égale, un panneau rayonnant sera de taille plus importante qu'un convecteur mais d'épaisseur moindre.
On distingue deux catégories de panneaux rayonnants :

- **les panneaux rayonnants ouverts** dont l'émetteur (généralement une plaque d'acier recouverte d'un circuit imprimé ou une résistance sur un profilé d'aluminium) est placé dans une enveloppe métallique et protégé par une grille ou une tôle perforée ;

- **les panneaux rayonnants fermés** qui sont de trois types, à savoir :

— les panneaux à circulation de liquide (comme les radiateurs de chauffage central à eau chaude) dont l'élément chauffant est une résistance électrique thermoplongeante ;
— les panneaux rayonnants dont l'élément chauffant (résistances blindées) est placé dans une enveloppe complètement fermée ;

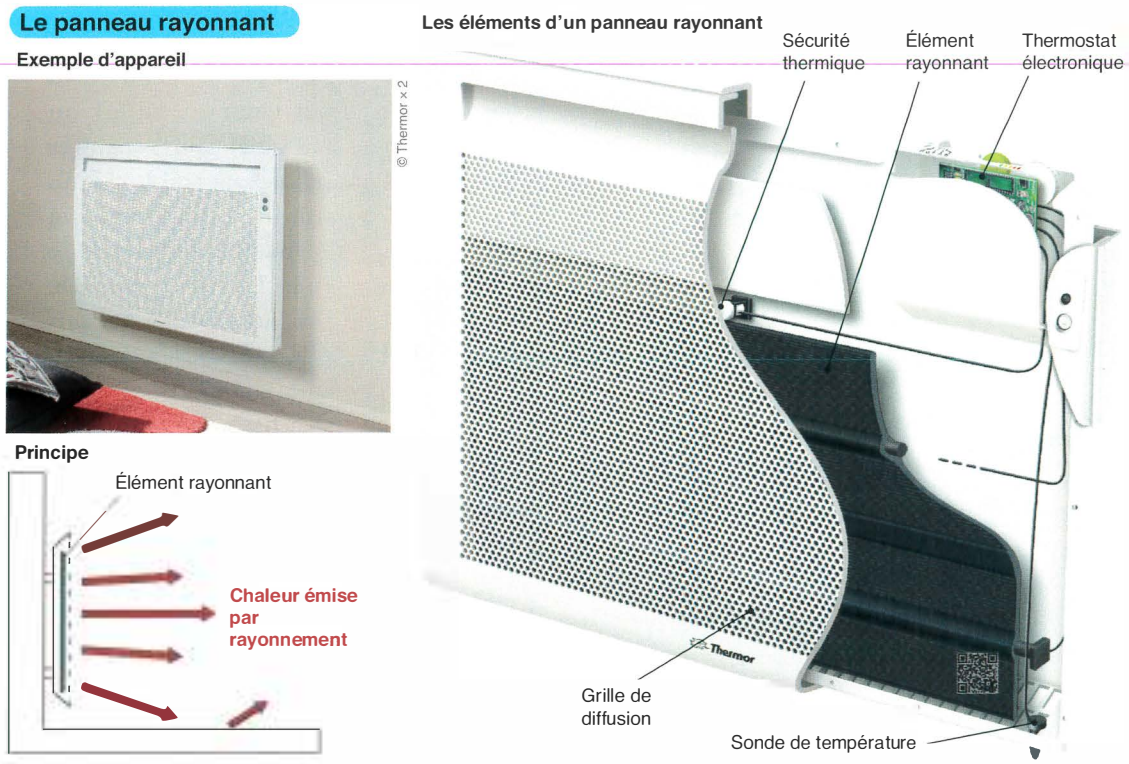


Figure 59 : Le panneau rayonnant

— les panneaux rayonnants en matière minérale (marbre, roche de lave), très esthétiques mais dont la mise en température est longue. Ils sont plus chers que les appareils rayonnants classiques.

Les fabricants améliorent sans cesse les performances des appareils en étudiant de nouvelles formes d'éléments chauffants plus performants ou des appareils à poser dans les angles.

Les panneaux rayonnants n'offrent pas tous des performances identiques. Le rayonnement représente entre 20 et 35 % de la puissance ; le reste est dissipé par convection et par des pertes à l'arrière de l'appareil. Ce type d'appareil sera donc installé de préférence sur une paroi isolée, afin de limiter les pertes à l'arrière. Les panneaux rayonnants fermés offrent une part rayonnée de 20 % et les appareils à surface plane sont plus performants que ceux à surface striée. Les appareils ouverts sont plus ou moins performants en fonction de la surface occultée par la grille de protection. Mais, en règle générale, le rayonnement est nettement perçu à partir de 20 % et il est nécessaire qu'une partie de la chaleur soit dissipée par convection, cela dans un souci d'homogénéité du chauffage.

Comme pour les convecteurs, la pose des panneaux rayonnants doit satisfaire

aux exigences de la norme NF C 15-100. Évitez de placer des meubles devant les appareils afin de ne pas entraver leur rayonnement et en aucun cas à moins de 1,20 m de l'appareil.

Les panneaux rayonnants existent pour des puissances allant de 500 à 2 000 W.

La régulation des convecteurs et des panneaux rayonnants

Comme décrit précédemment, les appareils (convecteurs ou panneaux rayon-nants) sont équipés de thermostats de régulation. Si vous disposez d'appareils qui ne sont pas équipés de thermostats, il est impératif qu'ils soient régulés par un thermostat d'ambiance mural placé dans la même pièce que l'appareil non équipé de thermostat.

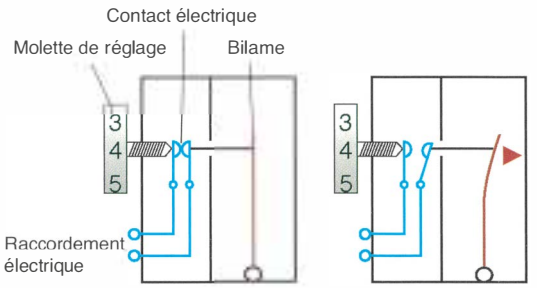
Le thermostat permet de réguler la température d'une pièce en agissant directement sur l'appareil et, ainsi, de sélectionner une température adaptée à l'occupation de chaque pièce. Vous réaliserez ainsi des économies d'énergie.

Exemple : vous pouvez choisir une température de 19 ou 20 °C pour le salon, 20 ou 21 °C pour la salle d'eau et 17 °C pour les chambres.

Un thermostat est une sorte d'interrupteur sensible à la température. On en distingue deux types :
- les thermostats électromécaniques ;
- les thermostats électroniques.

Le thermostat électromécanique

Le thermostat électromécanique (figure 60) est constitué d'un contact asservi à un bilame (un bilame est une pièce métallique qui a la propriété de se déformer en fonction de la température) ou à un élément à dilatation de liquide. Lorsque la pièce est froide, le contact électrique est fermé : le courant passe, l'appareil chauffe. Quand la température est atteinte, le bilame se déforme et coupe le circuit : l'appareil ne chauffe plus. Il se remettra à chauffer lorsque la température baissera de nouveau.



La température désirée n'est pas atteinte : le bilame est froid, le contact électrique est fermé, le circuit régulé est sous tension.

La température est atteinte : le bilame s'est déformé, il a ouvert le contact électrique, le circuit régulé est hors tension.

Figure 60 :
Principe du thermostat électromécanique

Le thermostat dispose d'une molette de réglage qui permet de choisir la température désirée. Cette molette est généralement graduée avec des chiffres qui ne correspondent pas à la température mais à une échelle de température.

Vous devez étalonner l'appareil en fonction de la pièce et de la température désirée. Pour cela, faites fonctionner l'appareil en pleine puissance (thermostat réglé sur le chiffre le plus important). Placez un thermomètre au centre de la pièce à une hauteur de 1,20 m (portes et fenêtres fermées). Lorsque la température

désirée est atteinte sur le thermomètre (19 °C, par exemple), baissez le réglage du thermostat du convecteur jusqu'à ce que retentisse le déclic indiquant la coupure du circuit. Repérez sur quel numéro est réglée la molette : vous saurez que ce numéro (5, par exemple) correspond à 19 °C. Répétez cette opération pour chaque pièce.

Le thermostat électromécanique assure une régulation au degré près, voire au demi-degré pour certains appareils. Si vous le réglez sur 19 °C, il met l'appareil en chauffe lorsque la température baisse jusqu'à 18 °C et arrête l'appareil lorsque la température atteint 20 °C.

Outre des chiffres, la molette du thermostat peut comporter, avant la position arrêt (ou 0), une graduation repérée par un astérisque (*) ou l'annotation « hors gel ». Ce réglage correspond à la position hors gel, c'est-à-dire qu'il assure le maintien d'une température d'environ 6 à 8 °C. En période froide, si vous vous absentez plus de 48 heures, réglez vos appareils sur cette position. Ils ne seront pas en arrêt total mais éviteront tout risque de gel à l'intérieur de l'habitation.

Le thermostat électronique

Pour commander l'élément chauffant, le thermostat électronique est constitué de composants électroniques avec des capteurs (sondes de température) et des circuits de puissance.

L'étalonnage est réalisé de la même manière que pour le thermostat électromécanique, vu plus haut. Vous n'entendez plus de déclic mais, généralement, un voyant lumineux indique le fonctionnement de l'élément chauffant. Le boîtier de commande du thermostat électronique possède lui aussi une molette de réglage graduée comme le thermostat électromécanique mais il possède, en plus, selon les marques, un clavier ou une deuxième

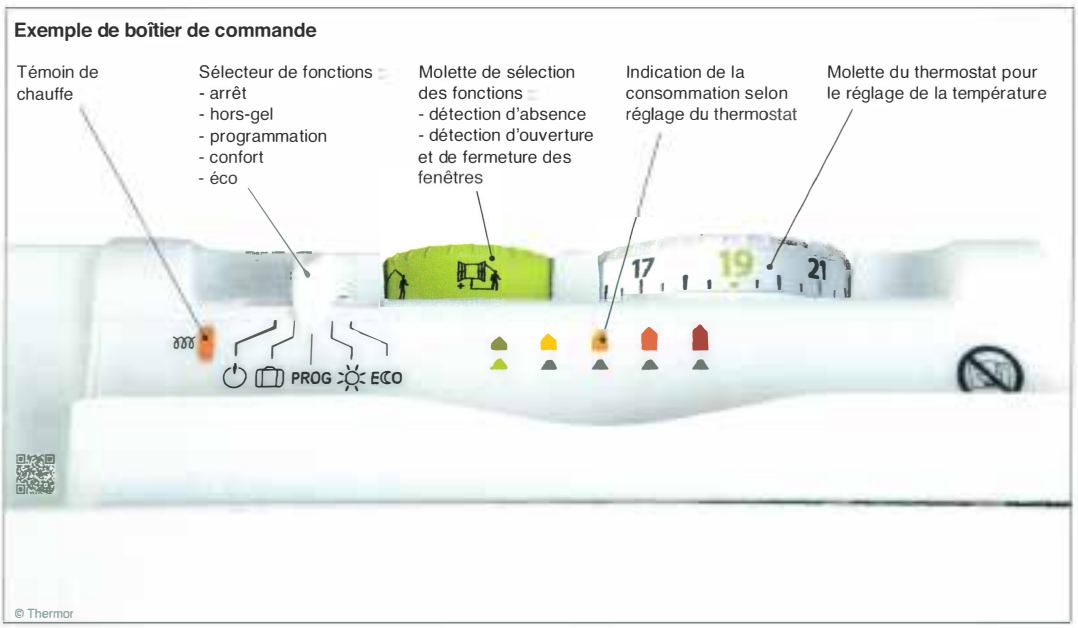


Figure 61 : Exemple de thermostat électronique

molette comportant trois ou quatre positions (figure 61). Cette deuxième commande vous donne le choix entre quatre possibilités de réglage :

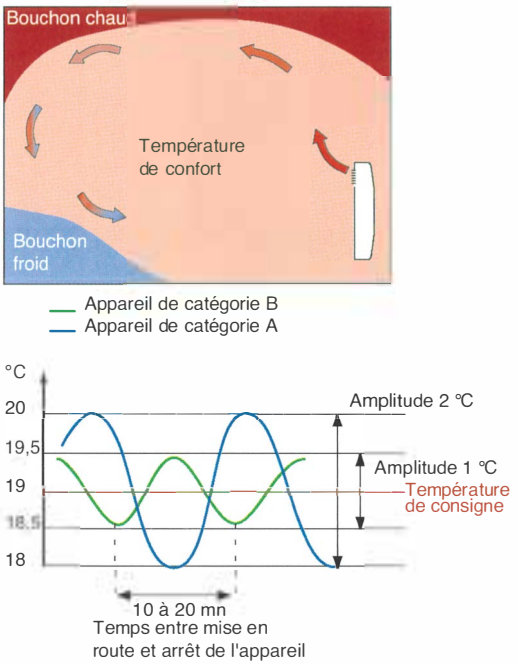
- confort : température (de confort) lors de l'occupation de la pièce ;
- économique : la température de confort est automatiquement réduite de 4 °C (pour les périodes où la pièce n'est pas occupée) ;
- hors gel : pour les périodes d'absence prolongée ;
- programme : utilisable seulement si les appareils de chauffage sont raccordés à une programmation centralisée.

L'utilité de cette deuxième commande est de permettre un choix de températures sans toucher au thermostat.
Un autre avantage du thermostat électronique est d'assurer une régulation au dixième de degré près. La température est beaucoup plus constante et homogène et le confort s'en trouve amélioré.
La figure 62 présente des comparaisons entre régulations par thermostats électromécaniques et électroniques.
Dans la plupart des cas, pour satisfaire aux solutions techniques, adoptez des appareils de chauffage équipés de thermostats électroniques.
Si vous disposez de plusieurs appareils dans la même pièce (avec thermostat électromécanique ou électronique), vous devez les régler sur la même position afin d'éviter qu'un seul appareil ne fonctionne.

Les appareils à chaleur douce

La chaleur douce (figure 63) est l'association de deux sources de chaleur indépendantes et complémentaires dans un même appareil piloté par une puce. La première source est le rayonnement toujours prioritaire et rapidement percep-

Régulation électromécanique



Régulation électronique

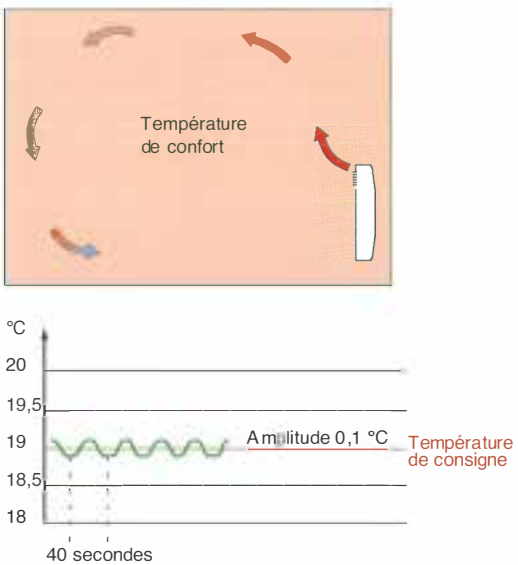


Figure 62 :
Comparaison des performances des thermostats

Les appareils à chaleur douce



Exemple d'appareil

Les éléments d'un appareil à chaleur douce

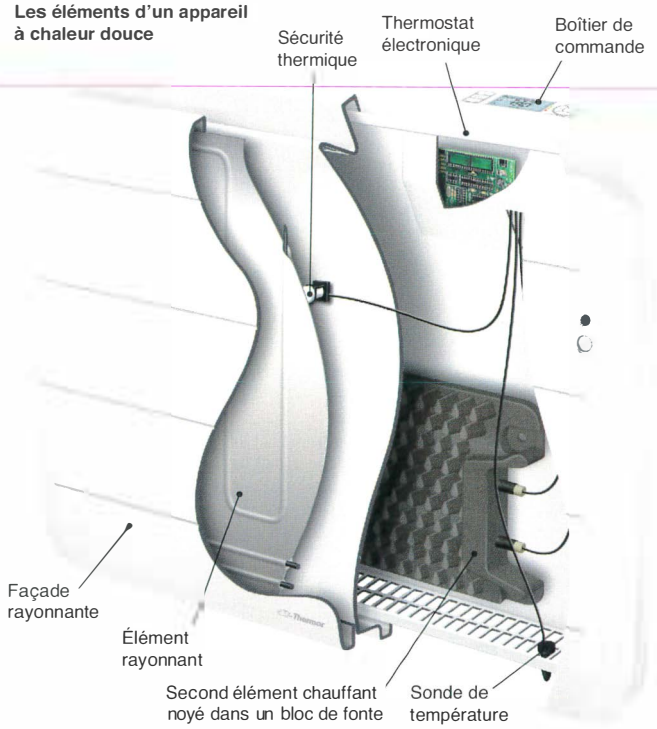
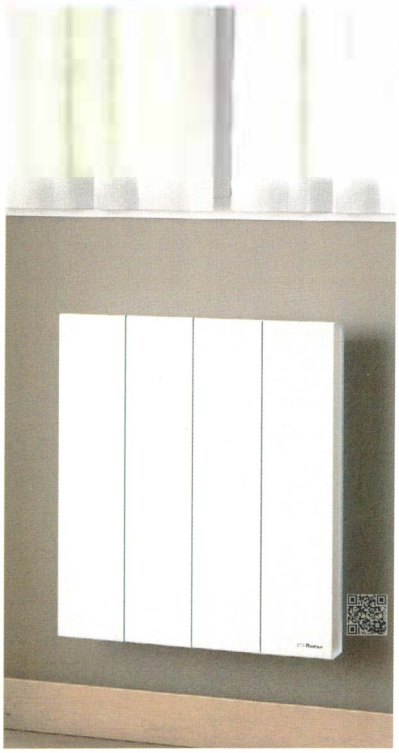


Figure 63 : Les appareils à chaleur douce

Les appareils à inertie



Exemple d'appareil

Les éléments d'un appareil à inertie

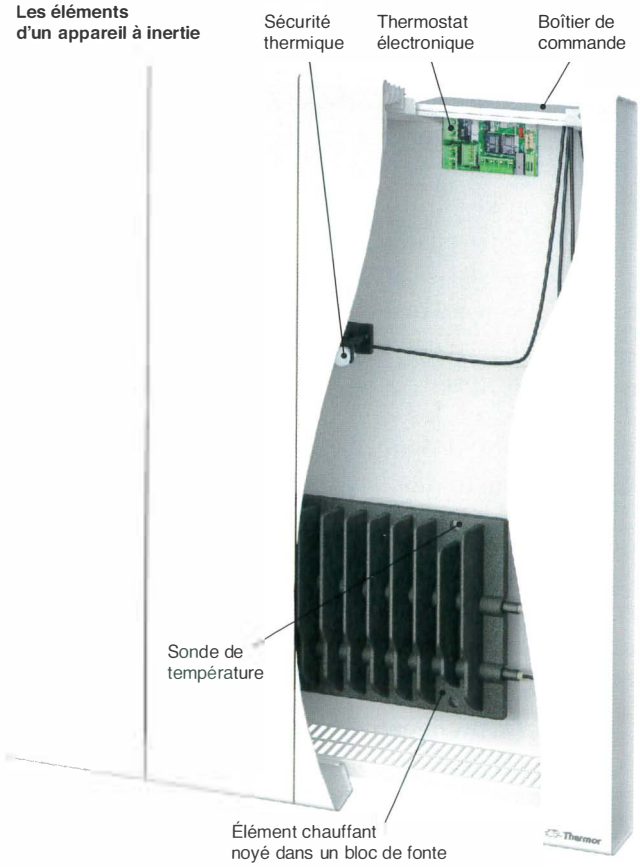


Figure 64 : Les appareils à inertie

tible. Elle assure l'essentiel des besoins. La seconde source est le supplément de chaleur qui s'additionne au rayonnement de la façade. Elle est assurée par un corps de chauffe en fonte à haute inertie ou une résistance supplémentaire basse température.

Les appareils à inertie

On dit qu'un radiateur est à inertie quand son corps de chauffe permet de restituer de la chaleur même après arrêt de l'alimentation électrique (figure 64). Généralement, le procédé utilisé est la fonte active®. La résistance est moulée directement dans un bloc de fonte. Ce matériau est excellent pour conserver la chaleur grâce à son fort pouvoir d'inertie thermique. Quand le convecteur est alimenté, la fonte du corps de chauffe monte en température. La pièce est réchauffée par rayonnement et par convection. Lorsque l'alimentaion se coupe, la fonte continue de restituer de la chaleur. Le confort est similaire à celui des appareils à circulation de liquide sans les inconvénients dus aux bruits ou aux risques de fuites.

Les appareils soufflants

Les appareils soufflants fonctionnent sur le principe de la convection forcée (figure 65). L'air est aspiré par un système de ventilation et propulsé à travers une résistance électrique.

Ce système n'est pas très agréable en termes de confort, car il provoque de nombreux courants d'air et brasse énormément les poussières.

L'appareil d'appoint

Les appareils soufflants sont utilisés le plus souvent comme appareils d'appoint (appareils mobiles) qui permettent, par exemple, un petit réchauffage avant la mise en route du chauffage central. Mais comme leur nom l'indique, ces appareils ne sont pas prévus pour fonctionner en permanence tant au niveau de la sécurité que des performances. Ne prévoyez jamais un chauffage principal assuré uniquement par ce type d'appareil : vous risquez d'obtenir un confort tout à fait relatif et une consommation électrique importante. Ont été lancés sur le marché, voici quelques années, des chauffages

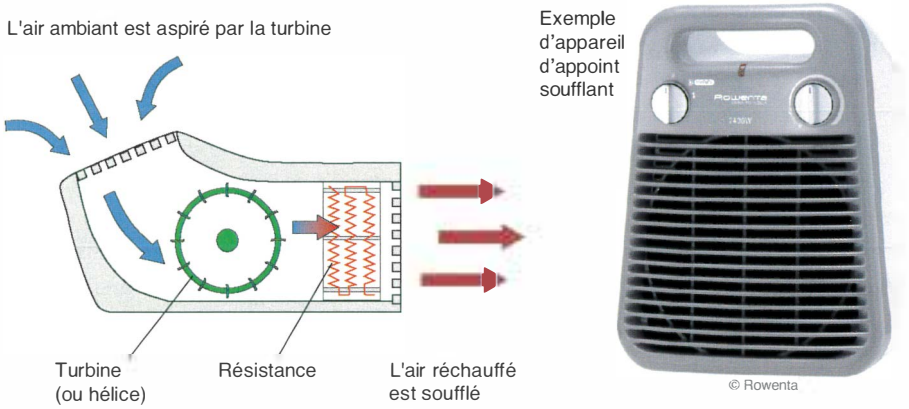


Figure 65 : Le principe de la convection forcée

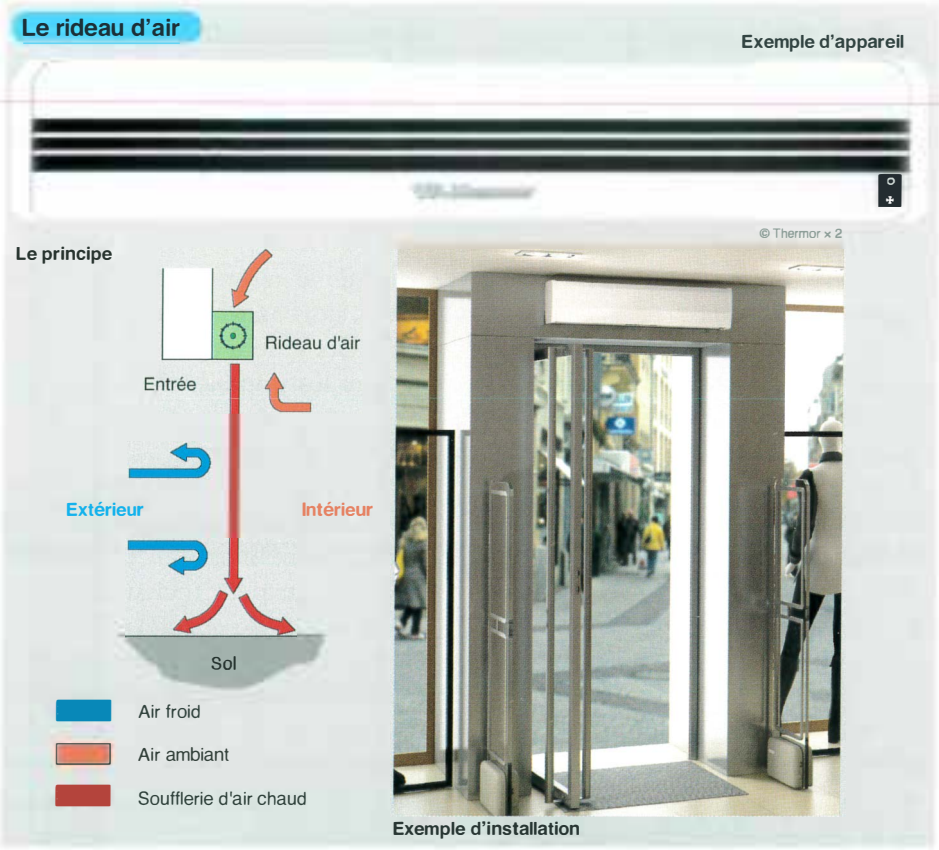


Figure 66 : Le principe du rideau d'air

soufflants à éléments céramiques prétendument très prometteurs (taille très réduite, gros volume chauffé pour une faible consommation), mais qui doivent finalement être considérés comme des appareils d'appoint. Attention : un appareil d'appoint mobile utilisé dans une salle d'eau doit respecter certaines normes. Dans tous les cas, n'utilisez que des appareils admis à la norme NF-Électricité.

Les soufflants de salle de bains

Tous les fabricants d'appareils de chauffage proposent des appareils soufflants fixes pour la salle de bains. Ces appareils permettent une mise en chauffe rapide du local mais ne sont pas destinés à fonctionner en permanence. Ils sont généralement équipés d'une minuterie qui permet de limiter leur usage à l'occupation de la salle de bains. Attention : ces appareils sont spécifiques à un usage en locaux humides et sont conçus selon des normes de sécurité très strictes, mais leur installation ne doit pas être réalisée n'importe où ni n'importe comment.

Le rideau d'air

Le rideau d'air n'est pas un appareil utilisé chez le particulier. On le rencontre à l'entrée des grands magasins où, dès que l'on pousse la porte d'entrée, on sent une forte soufflerie d'air chaud en provenance du plafond : c'est le rideau d'air. Ces appareils, de forte puissance,

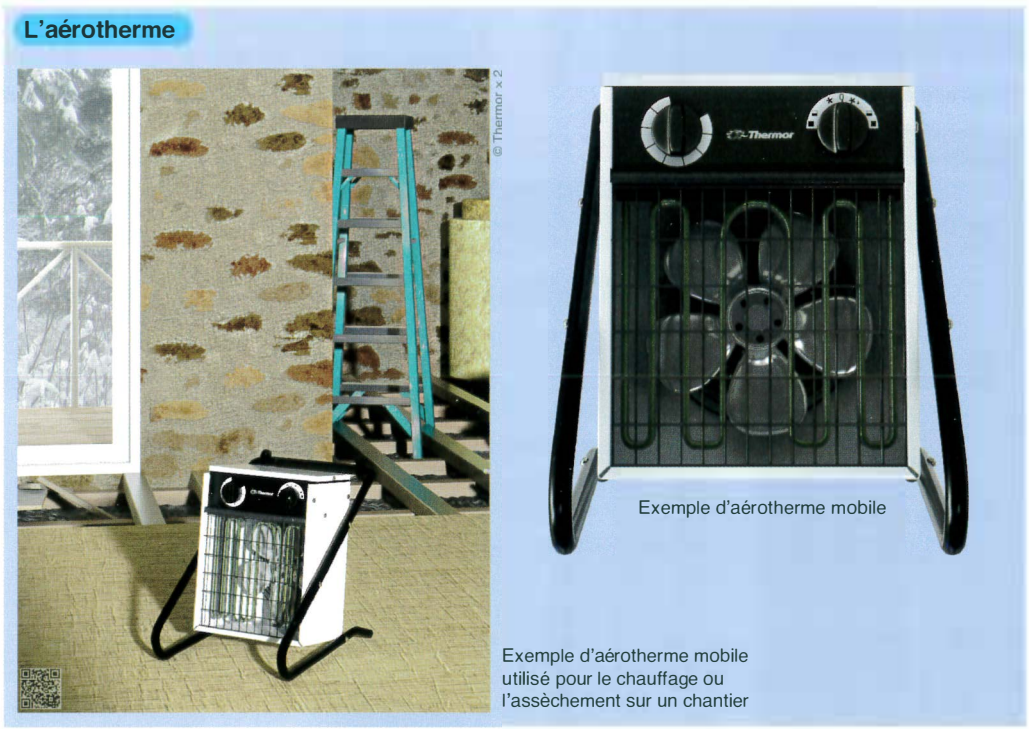


Figure 67 : L'aérotherme

créent une sorte de rideau d'air chaud qui empêche la pénétration de l'air froid dans le local (figure 66).

L'aérotherme

L'aérotherme (figure 67) n'est pas non plus un appareil utilisé chez le particulier. Nous ne le citons que pour information. C'est un appareil de taille importante et gros consommateur d'électricité, généralement alimenté en triphasé (400 volts), destiné au chauffage de locaux industriels tels les entrepôts et usines. Il fonctionne lui aussi sur le principe de la convection forcée.

Les sèche-serviettes

Le sèche-serviettes est un appareil de chauffage très à la mode aujourd'hui. Il allie deux fonctions : le chauffage de la salle de bains et le séchage des serviettes et des peignoirs. On trouve actuellement sur le marché des appareils utilisant tous les modes de chauffage vus précédemment (convection, rayonnement, convection forcée), ou qui les combinent afin de rendre les appareils plus performants. La fonction de séchage des serviettes est généralement commandée par une minuterie. Le choix de formes, de couleurs et de performances vous permettra certainement de trouver l'appareil adapté à vos besoins.

Les sèche-serviettes rayonnants

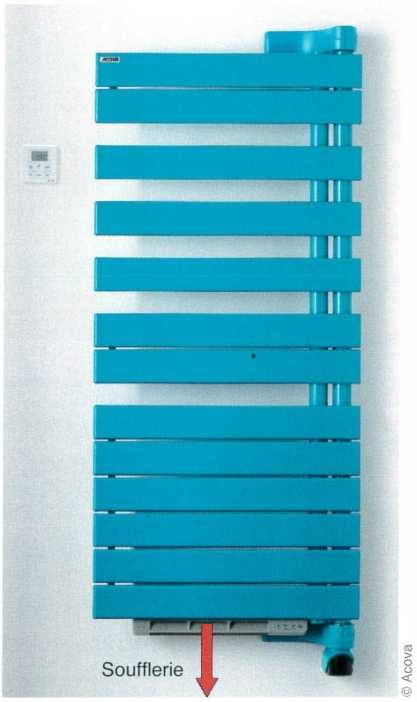
Les sèche-serviettes rayonnants à circulation de liquide sont les modèles les plus répandus. La variété de formes et de couleurs vous permettra assurément de trouver le modèle adapté à la salle de bains (figure 68). Ces appareils sont constitués d'une structure de tubes creux, comme les radiateurs de chauffage central, dans laquelle est placé un liquide

Les sèche-serviettes

▼ Appareils à circulation de fluide



Chauffage par rayonnement



Chauffage par rayonnement et soufflerie

▼ Radiant sans fluide



Chauffage par rayonnement

▼ Convecteur et soufflant



▼ Radiants et soufflants

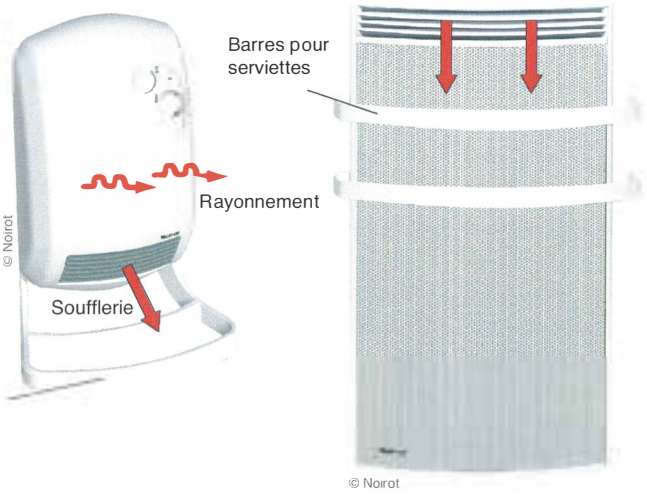


Figure 68 : Les sèche-serviettes

caloporteur (qui véhicule la chaleur). Une résistance électrique, plongée dans le liquide, est pilotée par une régulation. Certains modèles proposent une fonction spécifique sèche-serviettes avec minuterie.
On rencontre aussi des appareils rayonnants fermés et des rayonnants ouverts semblables aux appareils classiques mais munis de barres sèche-serviettes et d'une régulation spécifique.

Les sèche-serviettes mixtes

Les fabricants rivalisent d'ingéniosité pour proposer des appareils aux utilisations multiples qui combinent plusieurs modes de chauffage. Certains de ces appareils disposent, par exemple, de soufflerie d'air ambiant pour le séchage des serviettes en période estivale sans être obligé de mettre en service le module de chauffage. Nous ne présenterons ici que quelques modèles, le choix étant très vaste.
Convecteurs/soufflants : les fabricants proposent un appareil à fixation murale à hauteur d'homme qui combine trois fonctions :

- chauffage d'ambiance par convection pour le chauffage permanent de la salle d'eau ;
- chauffage par soufflerie, par le bas, pour une mise en température rapide ;
- chauffage par soufflerie pour le séchage des serviettes.

Le convecteur/soufflant est équipé de deux barres sèche-serviettes.
D'autres fabricants proposent des appareils du même type qui combinent quatre fonctions :

- chauffage par convection ;
- chauffage par soufflerie pour le séchage des serviettes ;
- combinaison des deux précédents ;
- soufflerie de l'air ambiant pour le séchage des serviettes en été.

La fonction soufflerie s'effectue de manière judicieuse par les barres sèche-serviettes.

Les rayonnants/soufflants : il existe également des appareils qui permettent des combinaisons de chauffage par rayonnement et soufflerie. Leur esthétique est similaire aux appareils à circulation de liquide. Ces appareils proposent généralement cinq combinaisons :

- ventilation de l'air ambiant (pour période estivale) ;

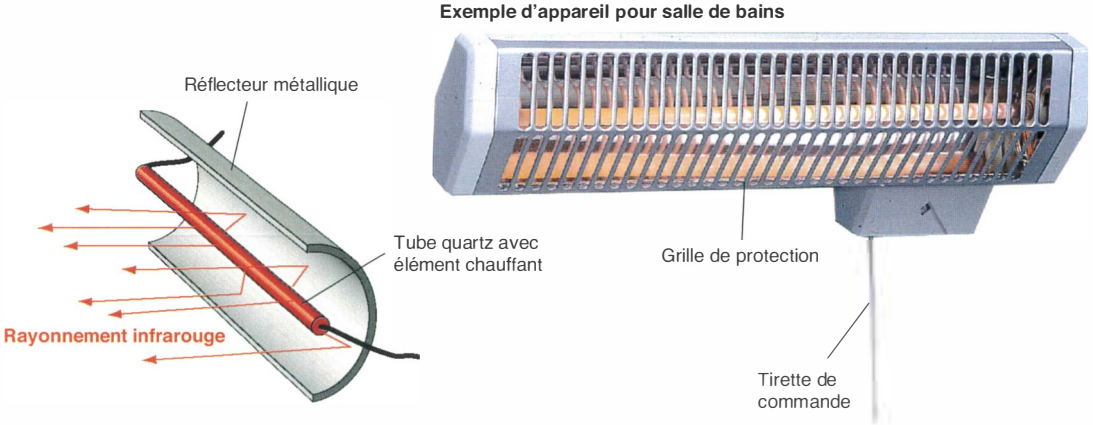


Figure 69 : Le principe du chauffage par infrarouge

- rayonnement ;
- rayonnement et ventilation ambiante ;
- ventilation chaude ;
- rayonnement et ventilation chaude.

L'infrarouge

Les appareils à rayons infrarouges étaient très utilisés pour le chauffage des salles de bains mais ils semblent aujourd'hui passés de mode. Ces appareils sont constitués (figure 69) d'un tube en quartz renfermant une résistance portée au rouge qui émet le rayonnement. Derrière ce tube est placé un réflecteur qui permet de diriger le flux du rayonnement. Ce type d'appareil permet une mise en chauffe très rapide, de l'ordre de quelques secondes. L'appareil se place toujours en hauteur. Ses principaux défauts sont l'aspect inesthétique et l'émission de chaleur assez intense, voire désagréable.

Ce type d'appareil est aussi utilisé dans les locaux industriels difficiles à chauffer où ils permettent le chauffage d'une zone définie, un poste de travail, par exemple.

Les appareils à accumulation

Les appareils à accumulation étaient très en vogue jusqu'à la fin des années soixante-dix mais ils ont souffert d'une mauvaise image de marque : peu esthétiques, encombrants et chers à l'achat. Leur principe de fonctionnement est d'accumuler la chaleur pendant les heures creuses (tarif de nuit) quand le prix du courant est moins cher (- 40 %), et de restituer l'énergie accumulée pendant la journée.

Ce type d'appareil (figure 70) est composé de résistances électriques insérées dans un matériau réfractaire (généralement de la magnésite ou de la féolite). L'ensemble est enveloppé dans un matériau isolant et placé dans une enveloppe extérieure en tôle recouverte d'un revêtement résistant à la chaleur (résine époxy, émail).

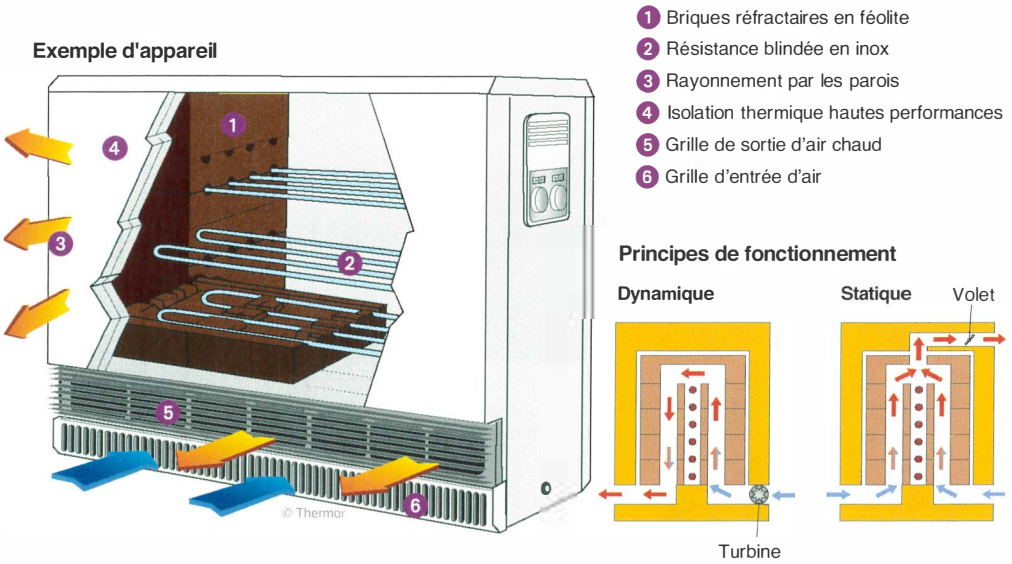


Figure 70 : Le principe du chauffage à accumulation

Les appareils à accumulation se divisent en trois catégories selon leur mode de restitution de la chaleur :

- les appareils statiques : la restitution se fait par convection naturelle ; on agit sur le débit en jouant sur l'ouverture de volets ;
- les appareils dynamiques (90 % du marché) : la restitution se fait par convection forcée à l'aide d'une turbine de ventilation ;
- les appareils statiques compensés : ils combinent un accumulateur statique et un convecteur d'appoint en vue d'une relance de chauffe en heures pleines en cas de décharge de l'appareil.

Pour les appareils dynamiques, la restitution est régulée par un thermostat d'ambiance intégré ou externe.
Les principaux fabricants proposent des appareils à l'esthétique améliorée et de taille réduite par rapport aux anciens modèles. Le défaut majeur qui pouvait persister était le manque de souplesse d'utilisation de tels appareils. On réglait l'amplitude de l'accumulation sans savoir si elle serait suffisante ou non selon les variations de la température extérieure.
Les fabricants, en liaison avec EDF, s'intéressent de nouveau à l'accumulation et tentent de la remettre au goût du jour. Le nouveau principe qui se dégage est de combiner des appareils à accumulation pour la zone jour (salon, entrée) et des convecteurs ou panneaux rayonnants pour la zone nuit, l'installation étant gérée par une régulation spécifique.

Les plafonds rayonnants plâtre (PRP)

Les PRP (figure 71) utilisent le même principe de fonctionnement que les panneaux rayonnants. Ils chauffent les objets qui, à leur tour, chauffent l'air. C'est un procédé de chauffage relativement ancien, mais qui posait des problèmes de fissuration du plâtre à ses débuts. Il se présente sous la forme de cassettes adaptables aux divers types de faux-plafonds, sous forme de films déroulables ou de modules composés d'un film chauffant déjà collé sur un isolant. Il procure un chauffage basse température uniforme et confortable. La consommation d'énergie est modérée. La régulation peut être finement effectuée pièce par pièce grâce à un thermostat électronique. Les PRP ne prennent pas de place dans la zone habitable et restent propres. Malheureusement, leur installation et leur régulation ne sont pas à la portée de tous, aussi il ne faut pas hésiter à faire appel à un professionnel si vous envisagez ce type d'équipement. De plus, ils ne peuvent pas être installés n'importe où, car ils nécessitent un faux-plafond et des plaques de plâtre spécialement prévues pour cet usage. Ce type de chauffage est particulièrement recommandé pour les pièces hautes de plafond, les lofts, les mezzanines, etc.

Les planchers rayonnants électriques (PRE)

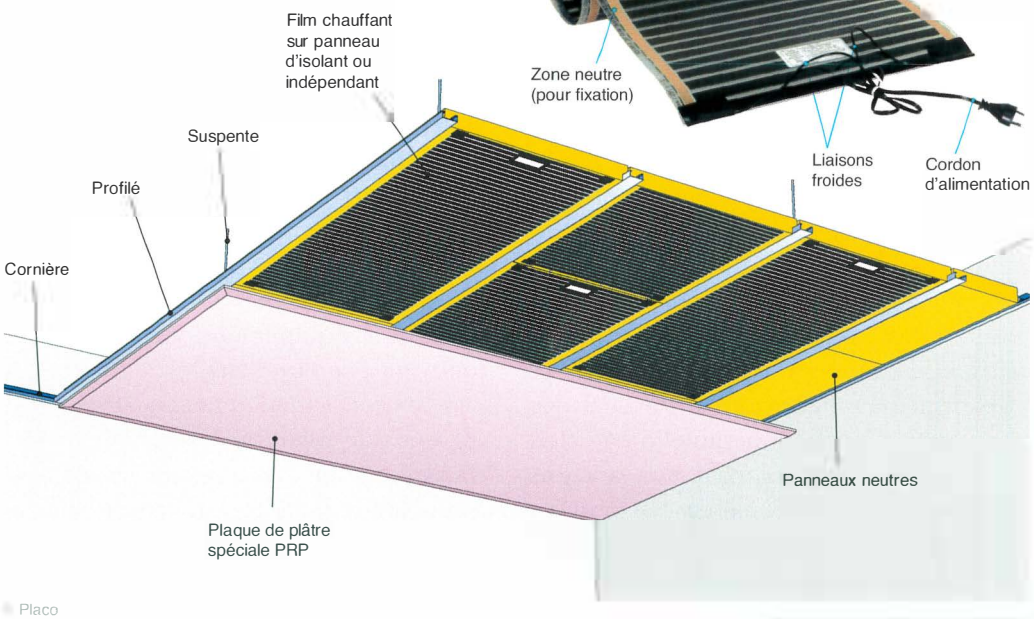
Ce type de chauffage ne peut être envisagé que si vous réalisez une chape (ou rénovez le revêtement de sol). Ce principe n'a plus rien à voir avec les anciens systèmes par le sol à température élevée qui étaient néfastes pour la santé. Les procédés actuels sont basse température (28 °C au maximum au niveau du sol).

Trois versions du système sont possibles. La première est le plancher rayonnant à accumulation. Il nécessite une dalle d'une certaine épaisseur et sera plus particulièrement adapté à une maison individuelle ou à un appartement en rez-de-chaussée.

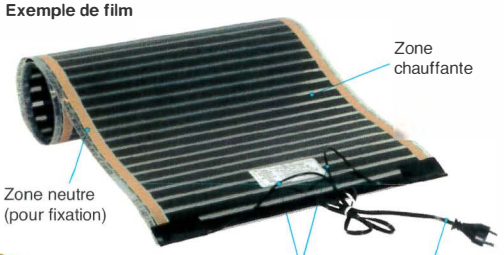
Il se compose d'un câble chauffant noyé dans le béton. Il fonctionne sur le principe de l'accumulation et chauffe la dalle de béton pendant la nuit (obligation d'avoir un abonnement spécifique). Le jour, la chaleur accumulée se dégage du sol. On utilise le plancher chauffant comme base de chauffage, le complé-

Les parois rayonnantes

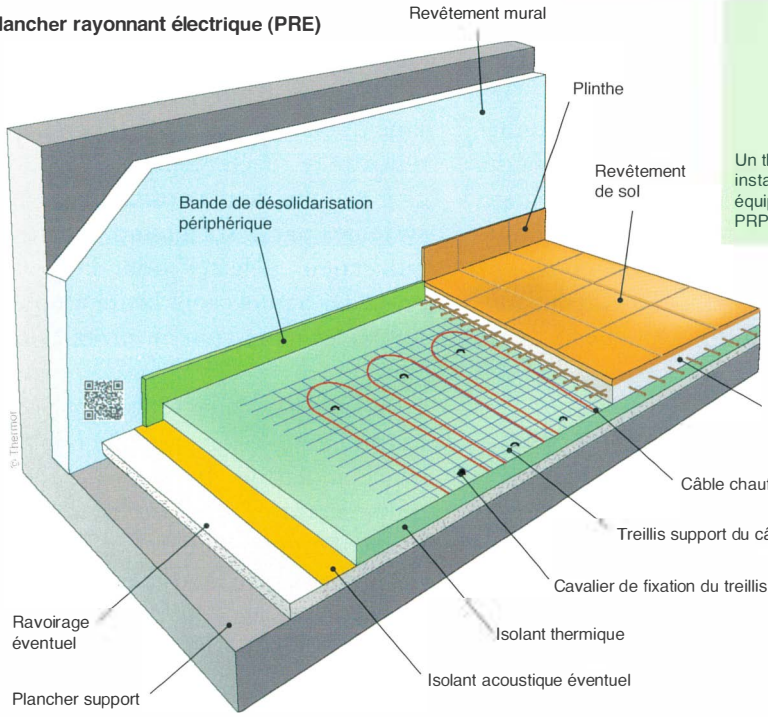
Le plafond rayonnant plâtre (PRP)



Exemple de film



Le plancher rayonnant électrique (PRE)





Un thermostat spécial est installé dans chaque pièce équipée d'un PRE ou d'un PRP pour régler la température.

Figure 71 : Les parois rayonnantes

ment étant assuré par des convecteurs. Ces derniers n'ont plus qu'à réchauffer le local de quelques degrés pour atteindre la température de confort. Leur puissance installée est donc inférieure à celle d'un chauffage uniquement par convecteurs.

Le plancher chauffant est généralement piloté par une régulation très précise qui tient compte de la température extérieure et permet ainsi de moduler l'accumulation. D'autres modèles de régulation permettent d'obtenir une remise en chauffe diurne de la dalle si la température vient à chuter brutalement. La mise en œuvre de ce type de chauffage, bien que paraissant relativement simple, sera de préférence confiée à un professionnel. En effet, le calcul des puissances à installer est assez ardu. La réalisation doit être parfaite pour obtenir un résultat satisfaisant. Tout est à prendre en compte : étude thermique du local, nature du béton, mise en place du câble, surveillance et test de celui-ci pendant le coulage de la chape, installation et réglages de la régulation.

Une autre version de ce type de chauffage connaît actuellement un grand développement : le chauffage direct par le sol ou plancher électrique rayonnant (PRE). L'élément chauffant est un câble noyé dans une chape flottante de béton de faible épaisseur (trois à cinq centimètres). Cette chape est coulée sur un isolant très performant posé sur la dalle.

L'inertie (temps de réponse lors de la mise en marche) de ce système est très faible et permet donc une utilisation sans complément de convecteurs. La chaleur est émise sous forme de rayonnement. La température est régulée par un thermostat d'ambiance électronique avec fil pilote situé dans chaque pièce et relié de préférence à une programmation centralisée. Dans ce cas également, le calcul de la puissance nécessaire et la mise en œuvre du système seront de préférence confiés à un professionnel.

La dernière version est un câble fin chauffant fixé sur une trame qui se pose dans un ragréage ou dans l'épaisseur de la colle à carrelage, sur une dalle ou une chape existante. Il est dénommé : sol tempéré électrique (STE). Le sol doit être de préférence isolé. Ce système convient dans la rénovation pour un apport de confort, par exemple dans la salle de bains, mais pas comme système de chauffage principal.

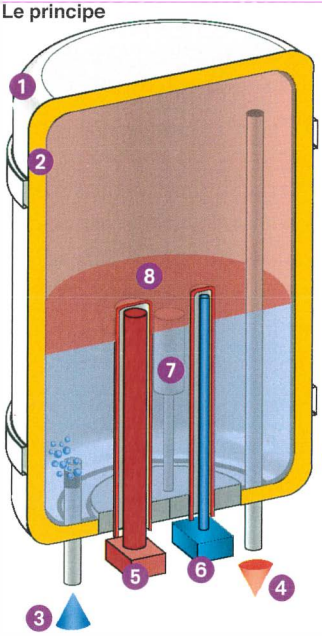
La production d'eau chaude

La production d'eau chaude peut être assurée par un chauffe-eau électrique à accumulation. C'est un gros réservoir isolé thermiquement, muni d'une résistance et d'un thermostat (figure 72). Il ne nécessite pas d'entretien particulier si ce n'est un détartrage de temps en temps. Il est propre, silencieux et offre une température constante. Pour des volumes importants, il peut fonctionner en permanence ou, si les besoins en eau chaude sont moindres, il peut fonctionner automatiquement sur le tarif de nuit (avec possibilité de relance manuelle le jour). Cette dernière solution permet de produire de l'eau chaude au meilleur prix. Il faut prévoir l'installation du chauffe-eau électrique le plus près possible du principal point de demande d'eau chaude (douche, baignoire). Il est déconseillé de dépasser 8 m de canalisations. Si les divers points d'eau sont très éloignés les uns des autres, rien ne vous empêche

Les chauffe-eau

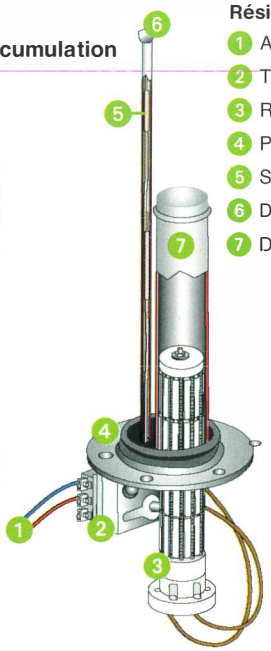
Le chauffe-eau électrique à accumulation

Le principe



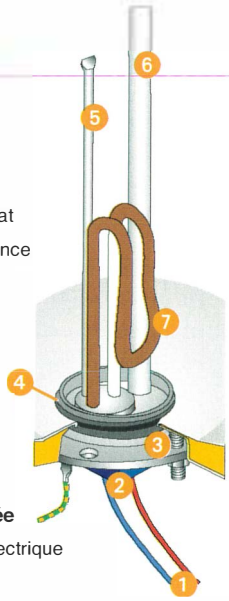
1. Enveloppe extérieure
2. Isolant thermique
3. Arrivée d'eau froide
4. Départ eau chaude sanitaire
5. Résistance électrique
6. Thermostat
7. Anode anticorrosion
8. Zone d'échange thermique

Résistance stéatite



1. Alimentation électrique
2. Thermostat
3. Résistance en stéatite
4. Platine avec joint
5. Sondes du thermostat
6. Doigt de gant du thermostat
7. Doigt de gant de la résistance

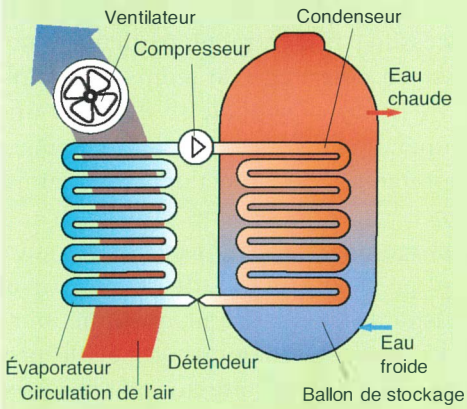
Résistance blindée



1. Alimentation électrique
2. Thermostat
3. Platine de fixation
4. Joint d'étanchéité
5. Doigt de gant du thermostat
6. Anode
7. Résistance blindée

Le chauffe-eau thermodynamique

Le principe D'après Chaffoteaux



L'air aspiré transmet ses calories au fluide frigorigène dans l'évaporateur. Le compresseur comprime le fluide et augmente ainsi sa température. En passant dans le condenseur, le fluide chaud transmet ses calories à l'eau du ballon.
En passant dans le détendeur, le fluide est refroidi et le cycle recommence.

Exemple d'appareil D'après Steibel Eltron

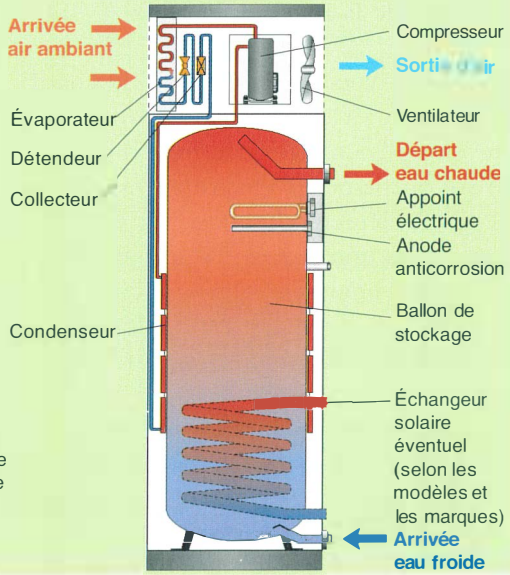


Figure 72 : Les chauffe-eau

Choix de la capacité d'un chauffe-eau électrique

Équipement / Chauffe-eau					
Chauffe-eau en fonctionnement permanent	15 - 30 l	30 - 75 l	75 l	100 - 150 l	150 - 250 l
Chauffe-eau fonctionnant en heures creuses	Déconseillé	Déconseillé	100 l	150 - 200 l	200 - 300 l

Choix de la capacité d'un chauffe-eau électrique pour l'obtention de labels PROMOTELEC

Type de chauffe-eau	Type de logement					Certification des appareils
	Chambre individuelle ou studio	2 pièces	3 pièces	4 pièces	5 pièces et plus	
Vertical	100 l	150 l	200 l	250 l	300 l	NF ELECTRICITE performance Cat. C
Horizontal	100 l	150 l	200 l	-	-	
Thermodynamique	-	-	-	250 l	300 l	
Double puissance	75 l	100 l	125 l	150 l	150 ou 200 l	

Figure 73 : Le choix de la capacité d'un chauffe-eau

de prévoir plusieurs chauffe-eau (un chauffe-eau de 15 ou 30 l, par exemple, peut être placé sous un évier). Le défaut de ce système est peut-être sa taille, car il faudra lui trouver un emplacement judicieux qui permette de le dissimuler, tout en laissant le maximum d'accessibilité en vue d'une réparation ou d'un remplacement. L'installation dans le volume chauffé de l'habitation est préférable en termes de déperditions thermiques. Choisissez toujours des modèles performants. Préférez, dans la mesure du possible, un modèle vertical à un modèle horizontal. Il sera beaucoup moins sensible à l'entartrage et délivrera plus d'eau chaude en fin de réserve (la surface de mélange eau chaude/eau froide étant moins importante). Le tableau de la figure 73 présente les types d'appareils et leur capacité en fonction de vos besoins et du type de logement.

Il existe des chauffe-eau électriques instantanés qui s'installent directement au point de puisage, par exemple dans la douche. Ils sont pratiques en rénovation, mais présentent l'inconvénient de consommer énormément d'énergie et d'être sensibles à l'entartrage.

L'électricité peut aussi servir d'énergie complémentaire dans le cas d'un chauffe-eau solaire. Elle permet de délivrer le complément nécessaire lorsque les panneaux solaires thermiques ne produisent pas suffisamment d'eau chaude. Cette solution beaucoup plus chère est néanmoins très intéressante en termes de rendement, l'énergie solaire pouvant assurer

facilement plus de 60 % de la chauffe. Il existe également des chauffe-eau à accumulation thermodynamiques. Il s'agit d'un chauffe-eau couplé à une petite pompe à chaleur qui puise de l'énergie dans l'air ambiant et la transforme en chaleur (aérothermie). L'air peut être puisé à l'extérieur, dans l'air ambiant ou extrait d'une VMC. L'appoint est assuré par une résistance électrique. Les fabricants annoncent des économies de l'ordre de 70 % par rapport à un chauffe-eau à accumulation classique. La pompe à chaleur est généralement efficace pour une plage de température allant de –5 à + 35 °C. Un volume de local minimal est requis pour l'installation de ces appareils, sinon il faut prélever l'air extérieur. Le fonctionnement de la pompe à chaleur diminue la température du local. De plus, il est à noter que certains appareils peuvent se révéler bruyants.

Isoler pour réduire les dépenses énergétiques

Un chauffage électrique efficace et rentable n'est possible que lorsque certaines conditions sont remplies : une isolation thermique performante, des puissances installées adaptées aux locaux et un système de régulation adéquat.

L'isolation thermique est indispensable lors de la réalisation d'un chauffage électrique et pour respecter la réglementation thermique. Elle permet de mieux maîtriser les dépenses de chauffage, d'améliorer le confort en supprimant les parois froides et les condensations. L'isolation thermique peut également apporter une meilleure isolation acoustique. L'isolation thermique sera réalisée au niveau de la toiture, des sols et des murs. Il sera également nécessaire de prévoir l'amélioration des fenêtres et portes (doubles vitrages, joints d'isolation) et l'installation d'un bon système de ventilation, comme nous l'avons vu précédemment.

L'isolation est un travail qui doit être réalisé avec soin. Un isolant inadapté ou mal posé, une paroi non traitée affaiblissent les performances de l'ensemble de l'isolation.
L'isolation concerne les murs extérieurs, les combles et le sol mais aussi les parois (mur, cloison) ou le plancher en contact avec une cave, un garage ou un escalier desservant ces locaux. En règle générale, on doit isoler toutes les parois en contact avec l'extérieur ou des locaux non chauffés. Pour un appartement en immeuble collectif, les murs en contact avec des circulations communes non chauffées sont aussi pris en compte. Tout l'espace habitable doit constituer un ensemble isolé, indépendamment des autres locaux. Si on le désire, la cave et le garage peuvent aussi être isolés en cas d'occupation régulière de ces locaux en période froide (atelier dans le garage par exemple).
L'isolation des sols sur terre-plein peut poser un problème dans un projet de rénovation. En effet, la seule possibilité d'isolation implique une réfection de ce sol et la pose d'un isolant sous la chape. Les déperditions par le sol représentent à peu près 15 % des déperditions totales de l'habitation. Il est donc utile de comparer le surcoût occasionné par la réfection du sol par rapport au coût des déperditions.
On dispose sur le marché d'une large gamme de produits adaptés à toutes les situations (figure 74).

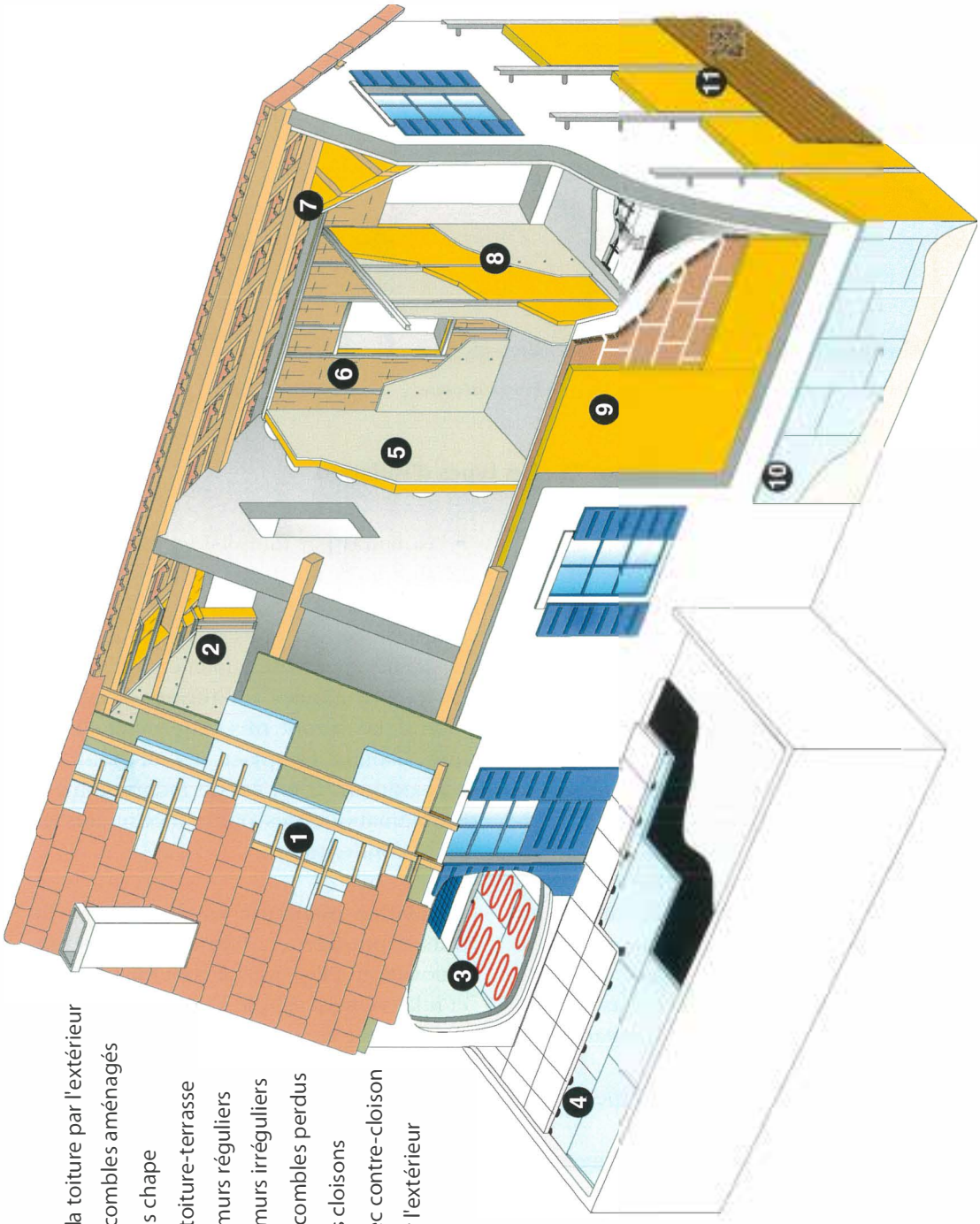


Figure 74 :
Les procédés d'isolation

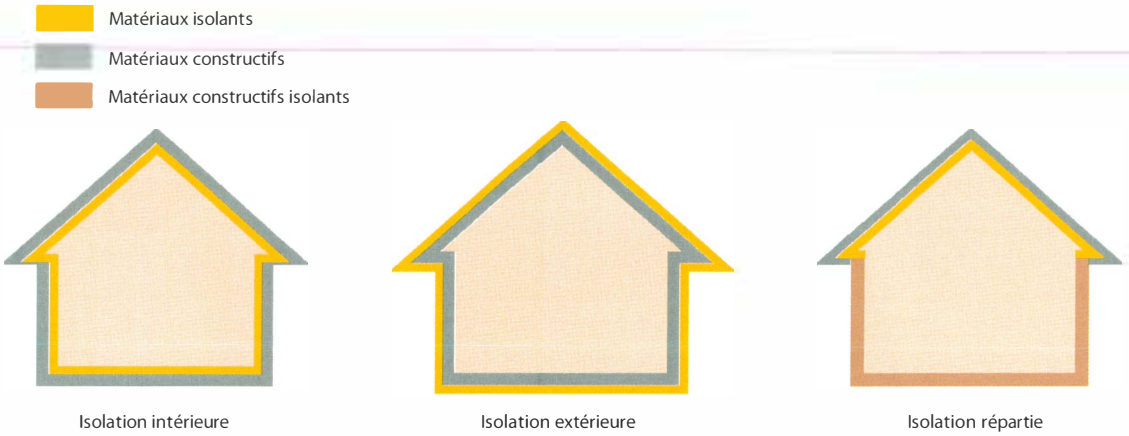


Figure 75 : Les types d'isolation

Les matériaux d'isolation se présentent généralement sous forme :

- de rouleaux ou de panneaux pour les isolants fibreux ;
- de plaques pour le polystyrène et le polyuréthane ;
- de flocons ou granulats (laine de roche, vermiculite, verre) ;
- de matériaux de construction (béton cellulaire, briques à alvéoles multiples) ;
- de panneaux de doublage constitués d'une plaque de plâtre cartonnée sur laquelle est collé un isolant (laine minérale, polystyrène ou autre). Ce type d'isolant est désigné sous l'appellation 10 + épaisseur de l'isolant.

Il existe quatre grands principes d'isolation :

- l'isolation intérieure : pose de matériaux isolants à l'intérieur du local ;
- l'isolation extérieure : pose de matériaux isolants sur les murs de la construction (par l'extérieur) ;
- l'isolation répartie : le matériau utilisé pour la construction des parois est isolant ;
- l'isolation par remplissage d'ossature.

La figure 75 illustre ces différents procédés. Quelle que soit la position du matériau isolant dans la paroi, la résistance thermique est la même. Cependant, les performances en termes d'inertie thermique seront très différentes selon que l'isolant est placé à l'intérieur ou à l'extérieur. Il en est de même pour la problématique des ponts thermiques et de la condensation.

L'isolation intérieure est la solution la plus répandue en France, surtout en rénovation. Elle est d'un coût raisonnable et relativement simple à mettre en œuvre (à la portée de tout bon bricoleur).
La pose des isolants est réalisée par l'intérieur de l'habitation au niveau des murs extérieurs, des combles et des sols. Cette solution présente de nombreux inconvénients. L'épaisseur des isolants peut diminuer sensiblement la surface habitable. L'inertie thermique du mur n'est pas mise à profit. Les ponts thermiques sont nombreux et difficiles voire impossibles à éliminer, avec des risques de condensation au cœur des parois.

En revanche, ce type d'isolation permet d'obtenir un habillage impeccable de la paroi intérieure, quel que soit l'état du mur d'origine.

L'isolation extérieure est réalisée par un isolant posé sur tous les murs extérieurs, recouvert d'un enduit ou d'un bardage. La toiture peut également être isolée par le même procédé.
La mise en œuvre de cette isolation est délicate parce qu'il faut assurer l'étanchéité de la façade et installer un échafaudage : elle sera confiée de préférence à un professionnel.
Une telle solution est envisageable si le ravalement de l'habitation nécessite une réfection. Il en est de même pour la toiture, ce type d'isolation ne pouvant être réalisé sur une toiture existante. Ce procédé est de loin le plus performant puisqu'il supprime de fait pratiquement tous les ponts thermiques. Le confort intérieur est amélioré grâce à l'inertie thermique. La maçonnerie est protégée des intempéries et des variations de tem-

Comparaison des différents principes d'isolation thermique

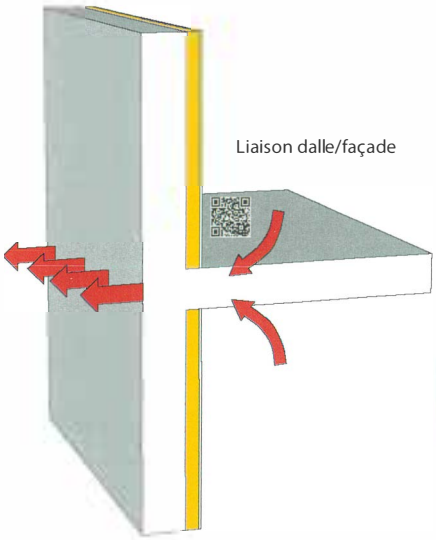
Critères techniques	Isolation intérieure	Isolation extérieure (finition crépi ou bardage)	Isolation répartie (monomurs, doubles murs)
Inertie thermique	L'inertie thermique du mur n'est pas utilisable.	Le confort intérieur est amélioré par la capacité d'accumulation de chaleur des murs.	Le confort intérieur est amélioré par la capacité d'accumulation de chaleur des murs.
Ponts thermiques	Il est difficile d'éviter les ponts thermiques.	Les ponts thermiques sont pratiquement inexistants (à soigner au niveau des fondations).	Solution satisfaisante dans la plupart des cas. Soigner les détails pour éviter les ponts thermiques.
Protection contre la pluie battante	La paroi extérieure ne doit pas permettre à l'eau d'atteindre l'isolant.	La peau extérieure assure une bonne protection contre la pluie.	Le problème de pénétration de la pluie battante doit être résolu.
Séchage du mur extérieur	Le mur extérieur sèche plus lentement en hiver et l'humidité pénètre plus profondément.	Le mur est protégé de la pluie et sa température reste constante.	Dépend du type de mur, de son orientation et de sa ventilation.
Protection contre le gel et les écarts de température	La paroi extérieure est sujette à toutes les variations extérieures (risques de fissures).	L'isolation extérieure protège du gel et des écarts de température trop importants.	Dépend de la composition et de la perméabilité de la paroi.
Humidité	L'isolant doit disposer d'un pare-vapeur efficace pour éviter tout risque de condensation.	La vapeur d'eau doit pouvoir migrer de l'intérieur vers l'extérieur à travers le revêtement extérieur.	La vapeur d'eau doit pouvoir migrer de l'intérieur vers l'extérieur à travers le revêtement extérieur.
Contraintes liées à la position de l'isolant	L'isolant doit être recouvert d'une peau intérieure (plaque de plâtre, lambris, contre-cloison).	L'isolant doit être protégé par une peau extérieure pour éviter sa dégradation.	Cette solution est la plus durable si les conditions de mise en œuvre ont été bien respectées.
Entretien	Ave une finition bien réalisée, ne nécessite qu'un entretien courant du revêtement intérieur.	Par nature, la peau extérieure peut nécessiter un entretien régulier.	L'entretien dépend de la nature et de la texture du revêtement ou du matériau extérieur (mur double).

D'après : La conception globale de l'enveloppe et l'énergie. Guide pratique pour architectes. Université de Liège

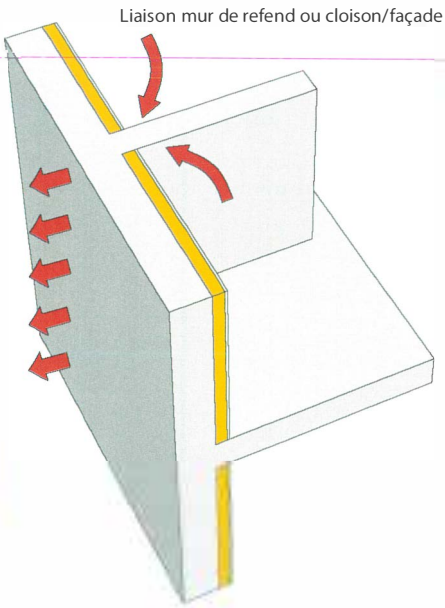
Figure 76 : Les principes d'isolation thermique

Les types de ponts thermiques

Exemples de ponts thermiques linéaires PTL

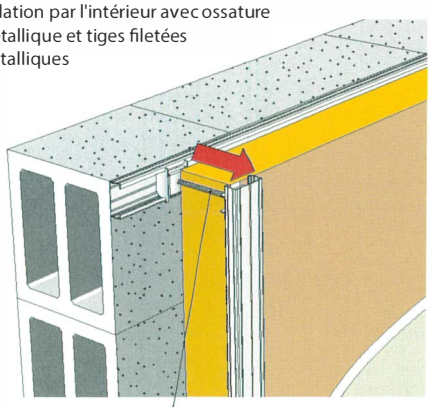


Unité (psi) ψ en W/(m.K)

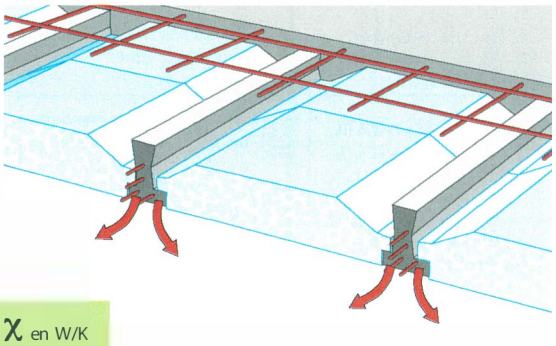


Exemples de ponts thermiques intégrés PTI (ou ponctuels)

Isolation par l'intérieur avec ossature métallique et tiges filetées métalliques

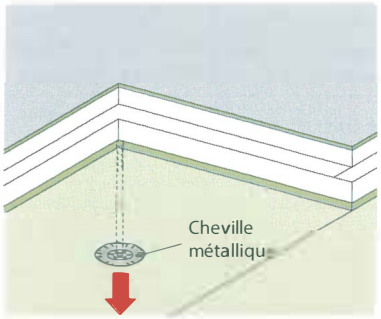


Utilisation de hourdis isolants sans languette de recouvrement



Unité (khi) χ en W/K

Isolation en sous-face avec panneaux composites fixés par des chevilles métalliques



Isolation extérieure avec des chevilles à axe métallique

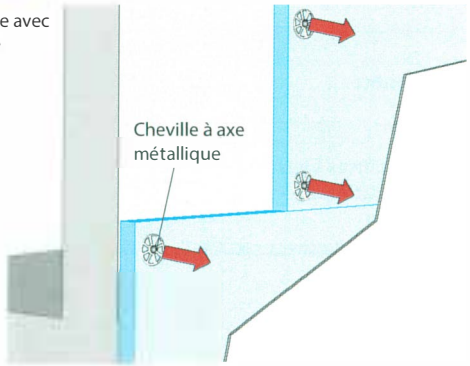


Figure 77 : Les types de ponts thermiques

pérature, ce qui augmente sa pérennité. La fragilité accrue de la façade peut être considérée comme un inconvénient avec ce type d'isolation. L'entretien peut également être plus important, par exemple avec des bardeaux en bois.

L'isolation répartie concerne les matériaux de construction de l'habitation. Elle comprend la construction des murs extérieurs en matériaux isolants (monomurs terre cuite, béton cellulaire ou autres). L'isolation des combles est exécutée en isolation intérieure ou extérieure, l'isolation des sols en isolation intérieure. L'isolation répartie peut être adoptée en rénovation en cas de création d'un niveau ou surélévation de la maison. La figure 76 présente un comparatif des diverses solutions d'isolation thermique.

Les ponts thermiques

L'architecture d'une construction comporte des points où l'isolation présente des faiblesses ou même s'avère inexistante. Ces points se situent généralement au niveau des changements de plan (vertical/horizontal) ou des changements de paroi (mur/toiture ou mur/fenêtre). On appelle ces points faibles ponts thermiques linéaires (figure 77).

Un autre type de ponts thermiques, dits intégrés ou ponctuels, est souvent généré par les éléments de fixation des isolants ou par des ossatures secondaires (ossature métallique d'une isolation par l'intérieur, poutrelle en béton d'un plancher à hourdis, chevilles de fixation métalliques). Ils doivent être pris en compte pour le calcul du coefficient de transmission thermique U de la paroi.
Les ponts thermiques linéaires sont quantifiés par le coefficient linéique Ψ (psi) exprimé en W/m.K. Les ponts thermiques intégrés sont caractérisés par le coefficient χ (khi) exprimé en W/K.
La conséquence des ponts thermiques est double. Ils sont une source importante de perte de chaleur (jusqu'à 40 %) et peuvent engendrer des désordres dus à la condensation (figure 78).

La réglementation thermique et les labels indiquent des valeurs de ponts thermiques à ne pas dépasser.
Pour comprendre l'importance des ponts thermiques et la nécessité de les traiter ou de veiller à ne pas en créer, on peut

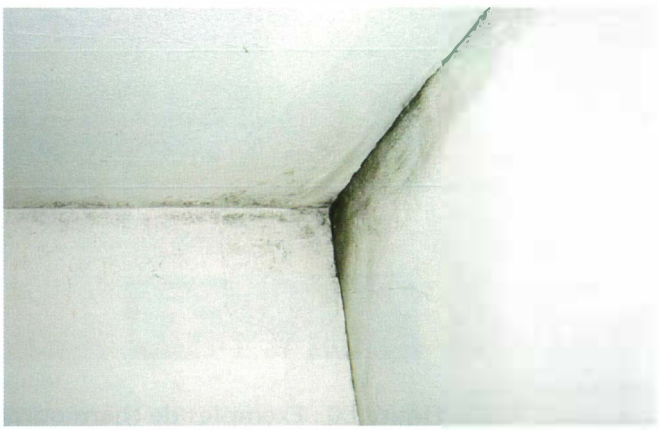


Figure 78 : Exemple de dégradation due à un pont thermique

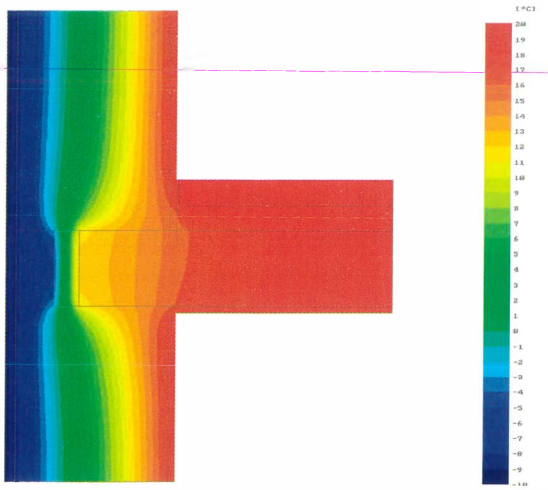


Figure 79 :
Exemple de diagramme thermique d'un mur

les considérer comme de véritables fuites. Un récipient aux parois étanches présente peu d'intérêt pour contenir un liquide s'il est percé d'un trou, même infime. Si l'on considère une habitation comme un récipient dans lequel on voudrait conserver non pas un liquide mais de la chaleur, les ponts thermiques constitueraient autant de trous qui entraîneraient des fuites de chaleur. Cela signifie aussi, en pratique, qu'il est inutile de surisoler une partie du logement ou d'une pièce, par exemple en laissant une paroi non traitée. En isolant la moitié des murs, on n'obtiendrait pas une isolation à moitié efficace, mais simplement des performances très localisées et globalement pratiquement nulles, avec en prime des désagréments.

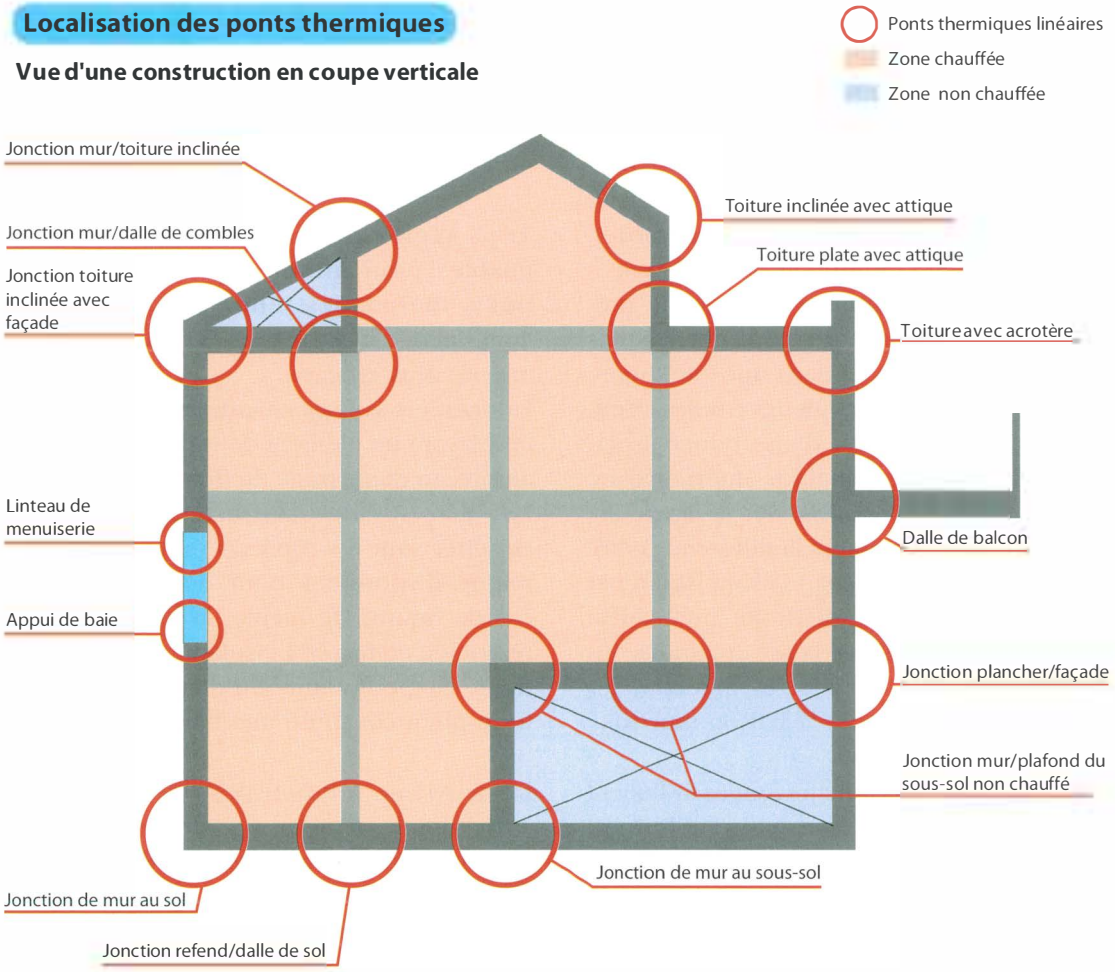
Tel un liquide, la chaleur emprunte la voie la plus facile pour traverser les matériaux, c'est-à-dire la moins isolée. Par exemple, le diagramme thermique d'une dalle béton reprise dans un mur en béton cellulaire (figure 79) montre le comportement du flux thermique. La cha-



Figure 80 : Exemples de thermogrammes

Localisation des ponts thermiques

Vue d'une construction en coupe verticale



Vue d'une construction en coupe horizontale

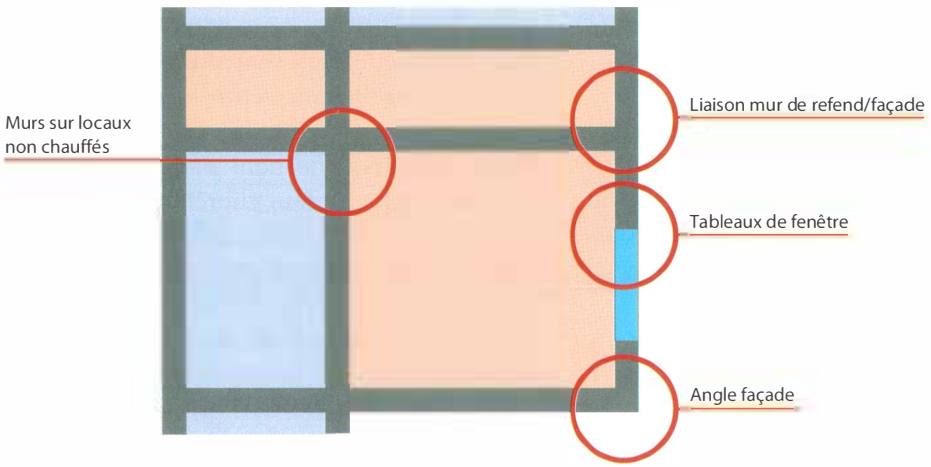


Figure 81 : La localisation des ponts thermiques

leur tente de s'échapper par la dalle vers l'extérieur. Elle est freinée par l'isolant et la planelle en bout de dalle.

À l'échelle d'une habitation, il est possible, et parfois surprenant, de réaliser un thermogramme (figure 80), au moyen d'une caméra infrarouge. Les différences de couleur montrent clairement la présence et l'intensité des ponts thermiques qui peuvent exister dans une habitation. À l'extérieur, les couleurs froides (vert, bleu) sont le signe d'une bonne isolation puisque la chaleur intérieure ne traverse pas les parois. Sur la figure 80, on constate nettement la différence entre la partie gauche de la maison, isolée par l'extérieur, et la partie droite, non isolée. La façade non isolée laisse apparaître les points faibles comme les linteaux, les appuis de fenêtre et la liaison mur/toit.

À l'intérieur, les couleurs froides indiquent un manque d'isolation, puisque le froid pénètre dans l'habitation. On constate que les ouvrants sont des points faibles, comme le montre la fenêtre de toit, ainsi que les planchers et les changements de paroi. Ils peuvent être dus également au manque de soin à la mise en œuvre, entraînant un mauvais positionnement et des fuites d'air.

Les ponts thermiques se produisent donc en divers points de la construction dans les parois en contact avec l'extérieur ou avec des locaux non chauffés. Les plus courants se situent à la jonction entre la façade et (figure 81)
- le plancher bas ;
- le plancher intermédiaire ;
- la dalle de balcon ;
- la toiture (en pente ou en terrasse) ;
- les murs de refend ;
- les ouvrants.

Les ponts thermiques ont une intensité plus ou moins importante selon le type de construction ou le principe d'isolation choisis. Leur traitement doit être adapté en conséquence (figure 82).

Trois règles principales sont envisageables pour annuler ou réduire les ponts thermiques. Elles peuvent être combinées entre elles pour un résultat encore plus efficace.
La première consiste à créer une barrière en plaçant un élément de rupture isolant au niveau du passage du flux de chaleur. Les éléments de construction prévus à cet effet sont les rupteurs de pont thermique disponibles pour de nombreux cas de figure. De même, la pose d'une remontée en matériau isolant tout autour d'une chape flottante ou d'une dalle sur terre-plein constitue une barrière.

La deuxième solution possible consiste à réduire la section du passage de la chaleur. Par exemple, en réalisant un plancher sur entrevous isolants, on limite le passage de la chaleur à la dalle de compression et non plus sur toute l'épaisseur du plancher. En utilisant des limiteurs de pont thermique, il est possible d'améliorer encore cette solution. Grâce à ce système, le flux sera alors limité aux seules poutrelles en béton.

Enfin, lorsqu'on ne peut pas arrêter un flux thermique, il faut chercher à rallonger son parcours. C'est pourquoi il est utile, par exemple, de placer des planelles isolantes en about de dalle. Si le mur est épais (monomur de 30 cm ou plus), il est possible de placer un élément isolant supplémentaire derrière la planelle (système de double planelle).
Pour une construction classique en parpaings ou en briques avec isolation

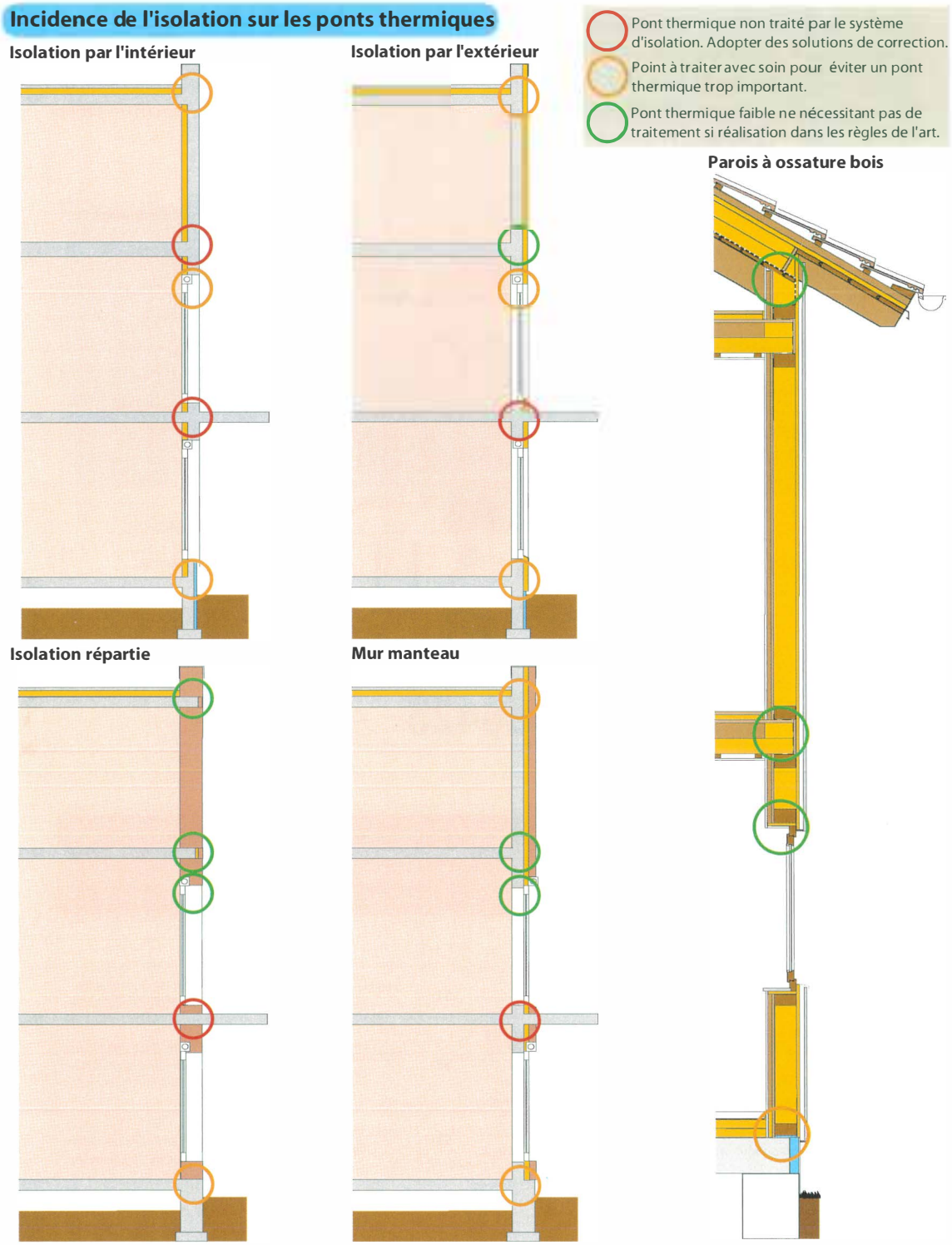
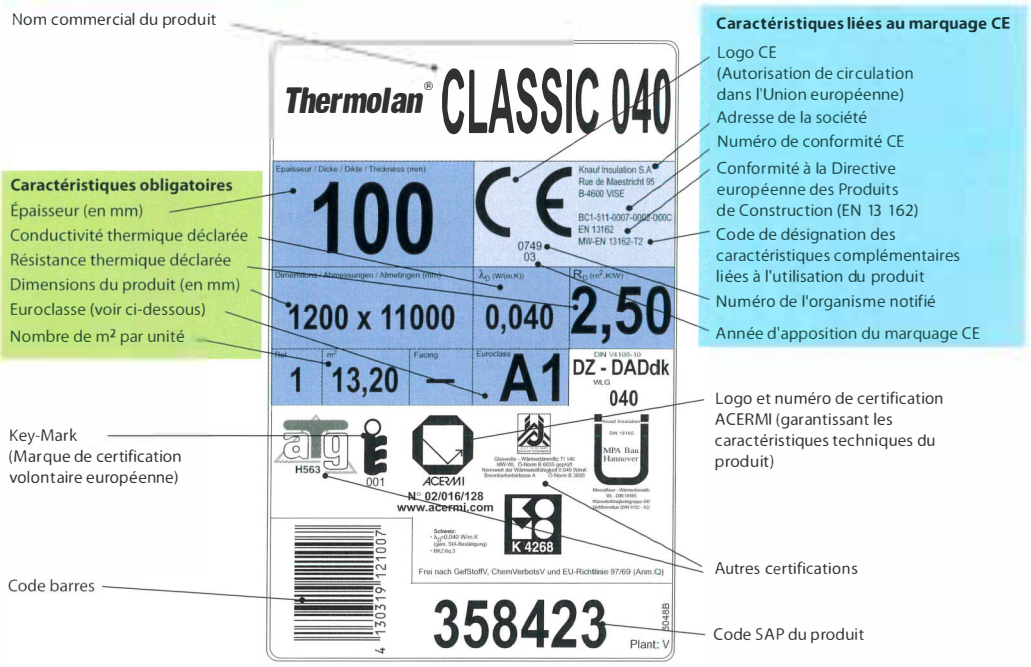


Figure 82 : L'incidence de l'isolation sur les ponts thermiques

par l'intérieur, les principaux ponts thermiques sont localisés à la liaison entre la façade et la toiture, au niveau des planchers intermédiaires, des murs de refend, des dalles de balcon et de la jonction entre la façade et le plancher bas. Avec une isolation par l'extérieur, la principale source de ponts ther-

Étiquette CE des isolants



Euroclasses (réaction au feu)					
Classe	Contribution énergétique à la propagation d'un incendie	Classification complémentaire			
		Production de fumée		Chute de gouttes et débris enflammés	
A1	Incombustible	-	-	-	-
A2	Pratiquement incombustible	S1	Faible production de fumée	d0	Pas de gouttelettes/ particules enflammées
B	Résiste à une attaque prolongée des flammes et d'un objet isolé ardent tout en limitant la propagation de la flamme	S2	Production moyenne de fumée	d1	Gouttelettes/particules enflammées persistant moins de 10 secondes
C	Résiste à une attaque brève des flammes et d'un objet isolé ardent tout en limitant la propagation de la flamme				
D	Résiste à une attaque brève de petites flammes tout en limitant la propagation de la flamme et d'un objet isolé ardent	S3	Production importante de fumée	d2	Gouttelettes/particules enflammées persistant plus de 10 secondes
E	Résiste à une attaque brève de petites flammes en limitant la propagation de la flamme				
F	Aucune performance déterminée				

Figure 83 : Exemple d'étiquette CE pour un isolant

miques se situe au niveau de la dalle de balcon. Il faut des dispositions spécifiques et complexes à mettre en œuvre pour éliminer les ponts thermiques à cet endroit. Il convient également de traiter avec soin les jonctions entre la façade, le plancher bas et la toiture. Pour une construction en isolation répartie, le principal point noir reste la dalle de balcon. La liaison entre la façade et le plancher bas reste problématique et nécessite un traitement. Il en va de même pour les constructions avec mur manteau ou double mur. Les constructions en bois ne présentent pratiquement pas de ponts thermiques. Seule la liaison entre le plancher bas et la façade est à traiter.
Une fois que les ponts thermiques sont identifiés, il convient de les traiter pour tenter de les éliminer ou de les réduire de façon sensible.

La certification et les labels des isolants

Avant de choisir un isolant, il est indispensable de connaître ses caractéristiques thermiques (coefficient de conductivité thermique λ et résistance thermique) et environnementales.

La certification des performances

Les produits isolants mis sur le marché européen disposent d'une étiquette CE (figure 83). Elle concerne les principales familles d'isolants manufacturés pour le bâtiment répondant aux normes européennes. Il s'agit des laines minérales, des polystyrènes expansés et extrudés, du polyuréthane, du verre cellulaire, des laines et des fibres de bois, de la perlite et du liège expansé. Tous les produits isolants seront peu à peu concernés.

Les matériaux d'isolation porteurs tels que le béton cellulaire ou les briques monomur bénéficient d'une certification NF ou CSTB *certified*. La résistance thermique de la paroi, y compris le joint, est évaluée et certifiée.

Types d'isolant	Conductivité thermique (W/m.K)
Produits alvéolaires	
Matières plastiques alvéolaires	
Polystyrène expansé (PSE)	0,032 à 0,038
Polystyrène extrudé (XPS)	0,029 à 0,037
Mousse de polyuréthane (PUR)	0,022 à 0,027
Complexe de doublage (plâtre + PSE)	0,032 à 0,038
Complexe de doublage (plâtre + XPS)	0,029
Complexe de doublage (plâtre + PUR)	0,023
Verre cellulaire	0,038 à 0,055
Isolants minéraux	
Laine de roche	0,032 à 0,040
Laine de verre	0,030 à 0,040
Laine de verre à souffler	0,050
Complexe de doublage (plâtre + laine de verre)	0,034 à 0,035
Complexe de doublage (plâtre + laine de roche)	0,034 à 0,035
Argile expansée	0,10 à 0,16
Perlite	0,050 à 0,060
Vermiculite	0,060 à 0,080
Isolants à base végétale ou animale	
Chanvre	0,039 à 0,042
Lin	0,037 à 0,038
Liège expansé	0,032 à 0,045
Laine de mouton	0,035 à 0,042
Ouate de cellulose	0,035 à 0,045
Plumes de canard	0,033 à 0,042
Fibres de bois	0,035 à 0,049
Fibres de coco	0,037 à 0,040
Fibragglos	0,09 à 0,10
Laine de coton	0,037 à 0,040
Laine de bois	0,040 à 0,050
Paille	0,055
Eléments constructifs monomur	
Blocs de béton cellulaire	0,08 à 0,11
Blocs de terre cuite à alvéoles verticales vides	0,12 à 0,18
Blocs de terre cuite à alvéoles verticales isolées	0,08 à 0,09
Blocs de pierre ponce	0,09 à 0,18
Isolants à base d'aérogel	
Matelas d'aérogel	0,013
Panneaux isolants sous vide (PIV)	0,004 à 0,005

Figure 84 :
La conductivité thermique des produits isolants

Outre la désignation du produit, la marque et les données fabricant, le marquage CE indique la résistance thermique et le λ déclarés, les dimensions, la tolérance d'épaisseur et la classe de réaction au feu. D'autres mentions peuvent apparaître selon les types de produits comme les résistances à la compression, à la traction,

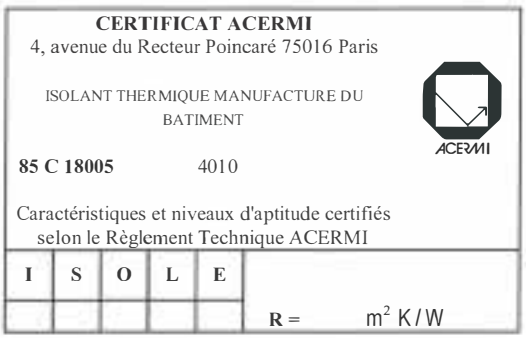


Figure 85 : Exemple d'étiquette ACERMI

Classement ISOLE des isolants	
I = Incompressibilité	
Niveau	Domaine d'emploi
I1	Isolation non soumise à des charges
I2	CIII* sous chape ou dalle flottante, fond de coffrage, soubassement
I3	CII* sous chape ou dalle, terre-plein
I4	CI* sous chape ou dalle, lambourde
I5	Pose directe de carrelage
S = Stabilité dimensionnelle	
Niveau	Domaine d'emploi
S1	Isolation non enduite, non contre-collée
S2	Complexe de doublage
S3	Support d'enduit
S4	Support d'enduit
O = Comportement à l'eau	
Niveau	Domaine d'emploi
O1	Combles et sous-faces de planchers
O2	Parois verticales et sols
O3	Support d'enduit
L = Limite des performances en traction	
Niveau	Domaine d'emploi
L1	Tous les ouvrages
L2	Parois verticales et soubassements
L3	Complexes de doublage
L4	Support d'enduit
E = Comportement aux transferts de vapeur d'eau	
Niveau	Domaine d'emploi
E1	Isolation extérieure, plancher de combles
E2	Rampant, mur par l'intérieur
E3	Rampant, mur par l'intérieur
E4	Isolation intérieure en zone froide
E5	Sandwiches
* : Les niveaux de compressibilité sont conformes aux DTU 26.1, 52.1 et 51.3	

au passage de l'air et l'absorption d'eau. Ces valeurs sont déclaratives, c'est-à-dire fournies par le fabricant sous sa responsabilité. Pour être sûr des performances d'un isolant, vérifiez également la présence sur l'étiquette de la certification ACERMI (Association pour la certification des matériaux isolants) ou Key-Mark (Europe). Ces marquages sont l'aboutissement de contrôles, par un organisme tiers, destinés à certifier les performances réelles du produit.
Les contrôles sont réalisés périodiquement sur des prélèvements effectués en usine. La certification ACERMI porte sur le pouvoir isolant caractérisé par la résistance thermique R. Celle-ci dépend du coefficient de conductivité du matériau λ (en W/m.K, figure 84) et de l'épaisseur de l'isolant e (en m) : $R = e/\lambda$

Les caractéristiques qui déterminent l'aptitude à l'emploi d'un isolant portent sur cinq critères regroupés dans le terme ISOLE (figure 85) :
I : incompressibilité, classée de 1 à 5, ce dernier niveau étant le plus performant ;
S : stabilité dimensionnelle, classée de 1 à 4 ; les produits en vente sur le marché ont généralement une stabilité S3 ou S4 ;
O : comportement à l'eau, classé de 1 à 3 ;
L : limite des performances mécaniques à la traction, classée de 1 à 4 ;
E : comportement aux transferts de vapeur d'eau, classé de 1 à 5.

Ce classement ne tient pas compte de la tenue au feu du produit. Le classement ACERMI permet de déterminer aisément le domaine d'emploi des isolants (figure 86).

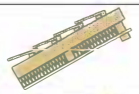
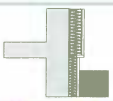
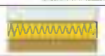
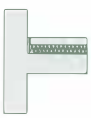
Exemple :
- Cas d'une isolation intérieure de paroi lourde, avec protection par une contre-cloison : I1 – S1 – O2 – L2 – E3 ;
- Isolation extérieure de paroi lourde, protégée par un bardage rapporté : I1 – S1 – O2 – L2 – E1 ;
- Isolation fixée sur chevrons ou ossatures en rampant :
  - 1re couche : I1 – S1 – O1 – L1 – E1,
  - 2e couche avec pare-vapeur : I1 – S1 – O1 – L1 – E3 ;
- Isolation sous dallage, sur terre-plein compacté : I4 – S1 – O2 – L2 – E1.

Les matériaux constructifs à caractère innovant ne rentrant pas dans le cadre d'une certification existante ou d'un DTU (document technique unifié) doivent faire l'objet d'un Avis Technique délivré par le CSTB (Centre technique et scientifique du bâtiment), à la demande du fabricant, pour un produit donné. Cet avis prend en compte les exigences réglementaires françaises ainsi que les objectifs de performance et de durabilité. Il indique également les conditions de mise en œuvre. Il existe également un agrément technique européen (ATE) pour les produits ne bénéficiant pas de norme harmonisée, pour un usage déterminé et valable cinq ans.

Les performances thermiques des matériaux

Avant de traiter de l'isolation, des produits et des procédés de mise en œuvre, il est important de s'attarder sur quelques notions physiques concernant la thermique.
Dans un bâtiment comme dans tout corps solide, la chaleur se propage de trois façons différentes : par conduction, par convection ou par rayonnement (figure 87). Cela a des incidences directes sur la façon dont il faut concevoir un bâtiment et avec quels matériaux.

Choix des isolants selon les applications et leur certification Acermi

Technique d'isolation	Schéma	Caractéristiques d'emploi et de la paroi	I	S	O	L	SC
Murs et parois verticales							
Isolation intérieure de parois lourdes		Mur de type II ou III avec isolant et contre-cloison	1	1	2	2	
		Mur de type I ou IV avec isolant et contre-cloison	1	1	1	2	
		Mur avec complexe isolant collé sur une plaque de plâtre	1	2	2	3	
		Mur avec autre complexe	1	2	2	3	
Isolation extérieure de parois lourdes		Isolant inséré dans un bardage rapporté, traditionnel	1	1	2	2	
		Isolant pour vêtures	2	4	3	4	
		Isolant pour vêtages	3	1	2	2	
		Isolant collé recouvert d'un enduit hydraulique mince armé	2	4	3	4	
		Isolant fixé mécaniquement et enduit mince armé	2	5	3	5	
Isolation incorporée de parois verticales		Isolant intégré dans un mur double	1	1	2	2	
		Isolant entre ossatures bois et parois légères	1	1 à 4	2	2	
		Isolant inséré dans un bardage double peau	1	1	2	2	
Toitures et combles							
Isolation en plancher de combles perdus		Isolant non recouvert posé sur un plancher de comble	1	1	1	1	
		Isolant recouvert par un plancher bois sur solives	1	1	1	1	
		Isolant posé sur un plancher lourd et recouvert de panneaux de répartition des charges	3	1	1	1	
		Isolant posé sur un plancher léger et recouvert de panneaux de répartition des charges	3	1	1	1	
Isolation en toiture inclinée ou plafond		Isolant en rampant sous petits éléments de couverture	1	1	1	1	
		Isolant en rampant sous couverture continue	1	1	1	1	
		Isolant rapporté sur toiture inclinée lourde	1	1	1	1	
		Isolant sur plafonds suspendus	1	1	1	1	
Planchers et soubassements							
Plancher sur terre-plein		Isolation verticale de fondations ou murs enterrés à la périphérie de terre-plein ; isolation intérieure ou extérieure utilisée en coffrage ou rapportée	2	1	3	3	
		Isolation de dallage sur terre-plein de maisons individuelles	3	1	2	2	
Plancher sur cave ou vide sanitaire		Isolation périphérique extérieure de soubassement	3	1	3	3	
		Isolation en sous-face de plancher fixée mécaniquement	1	1	1	2	
		Plancher sur vide sanitaire - isolation des murs par l'extérieur	2	1	3	3	
		Plancher sur vide sanitaire - isolation des murs par l'intérieur	2	1	3	3	
Chapes ou dalles		Revêtement de sol scellé avec mortier de pose mis en œuvre directement sur l'isolant					
		Sous charge d'exploitation ≤ 500 kg/m²	5	1	2	2	SC1a
		Sous charge d'exploitation ≤ 200 kg/m²	4	1	2	2	SC1b
		Chape ou dalle					
		Sous charge d'exploitation ≤ 500 kg/m²	3	1	2	2	SC2a
		Sous charge d'exploitation ≤ 200 kg/m²	2	1	2	2	SC2b
		Plancher chauffant à eau basse température	3	1	2	2	SC2a
		Plancher rayonnant électrique					
		Isolant plastique alvéolaire	4	1	2	2	
		Isolant laine minérale	3	1	2	2	

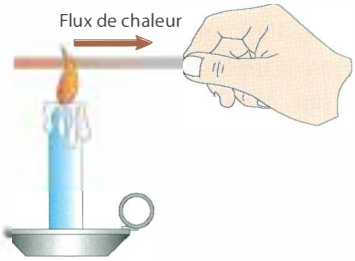
SC : classe de compressibilité des sous-couches isolantes.

Figure 86 : Le choix des isolants selon leur certification

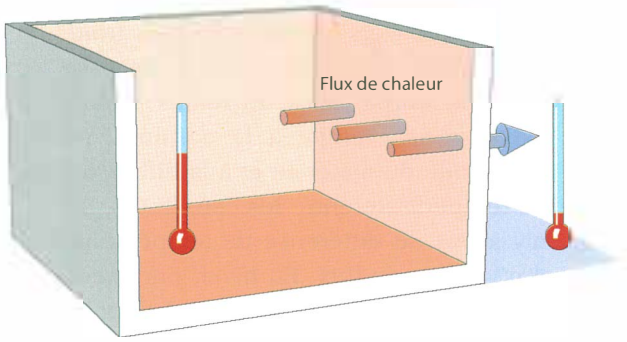
Les transferts de chaleur

La conduction

Principe



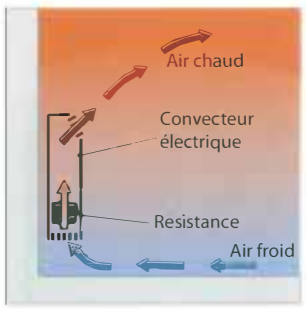
Au niveau d'une paroi



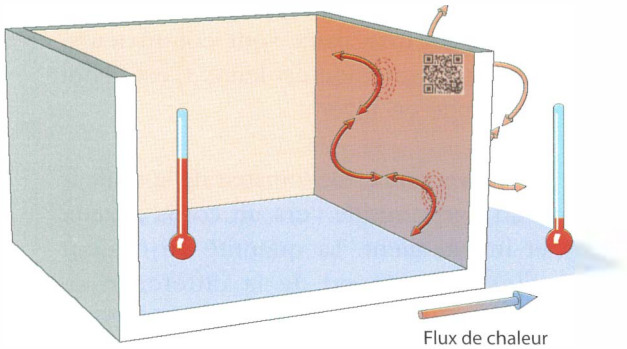
Flux de chaleur à travers une paroi d'un local chauffé vers l'extérieur

La convection

Principe



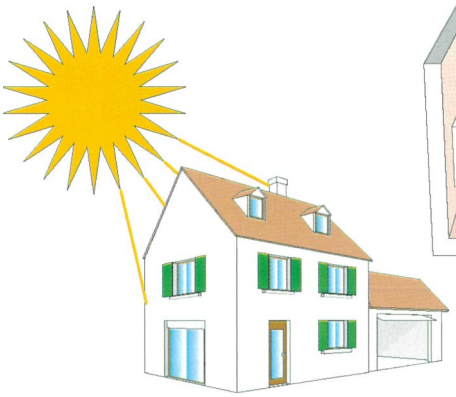
Au niveau d'une paroi



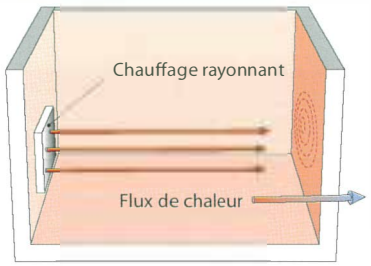
Échange thermique au niveau d'une paroi de température différente de celle de la pièce

Le rayonnement

Principe



Au niveau d'une paroi



Au niveau d'une habitation

Apports solaires en hiver, surchauffe en été, inertie thermique

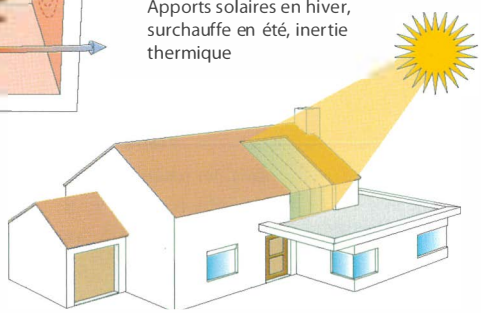


Figure 87 : Les modes de transfert de la chaleur

La conduction est la propagation de la chaleur à travers un ou plusieurs éléments en contact direct. Le sens du flux thermique va toujours de l'élément le plus chaud vers l'élément le plus froid. La quantité de chaleur qui se propage dans un corps, dans un temps donné, est proportionnelle à la conductivité thermique du matériau et à la différence de température entre les deux faces. S'il n'y a pas de différence de température, il n'y a pas de flux. En hiver, par exemple, dans un mur, le flux de chaleur va pénétrer dans la paroi à partir de l'intérieur, traverser les différentes couches de matériaux, à différentes vitesses selon leur nature, et se propager à l'extérieur. Moins les matériaux sont conducteurs, plus la progression est lente. C'est l'effet recherché en hiver.

La convection est le transfert de la chaleur d'un corps solide vers un corps gazeux et inversement. La quantité de chaleur transmise dépend de la différence de température entre les éléments, de la vitesse de l'air et de la surface de contact. Par exemple, une paroi exposée à un vent froid et puissant se refroidira très rapidement.

Le rayonnement est le transfert de chaleur à travers un gaz ou le vide par rayonnement infrarouge.
Dans un bâtiment, les modes de transmission se combinent. La transmission de la chaleur de l'air ambiant à une paroi s'effectue en partie par rayonnement et en partie par convection. À l'intérieur de la paroi, la chaleur progresse par conduction.

Chaque matériau possède une **conductivité thermique** propre. Pour classer les matériaux selon ce critère, on utilise le coefficient lambda (λ). Il s'exprime en watts par mètre kelvin (W/m.K, ou parfois en W/m.°C) et représente la quantité de chaleur traversant un mètre carré de matériau d'une épaisseur d'un mètre, soit un mètre cube, avec une différence de température d'un degré entre les deux faces, dans un temps donné. C'est une caractéristique constante et propre à chaque matériau. En notant le score obtenu par un mètre cube de chacun des matériaux du bâtiment, on est sûr d'avoir une base de comparaison équitable permettant un classement objectif. C'est le rôle du coefficient lambda. Plus la valeur de ce coefficient est faible,

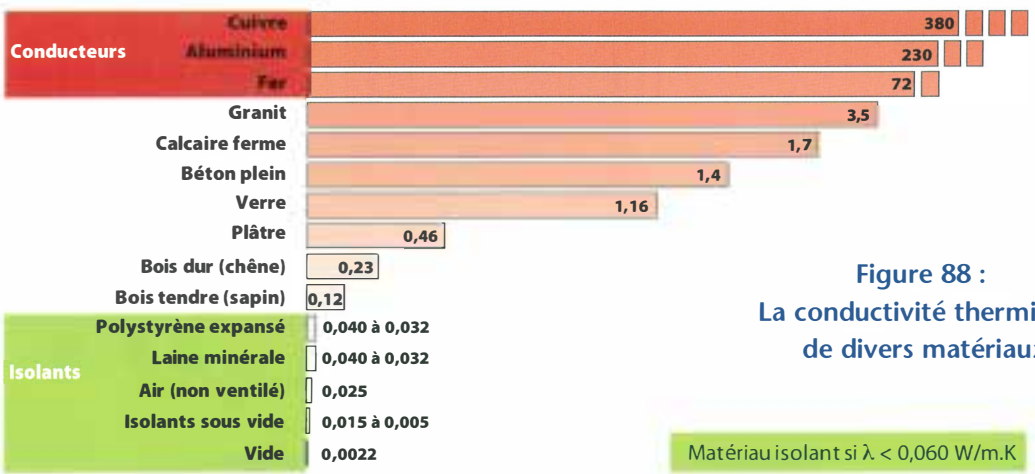


Figure 88 :
La conductivité thermique de divers matériaux

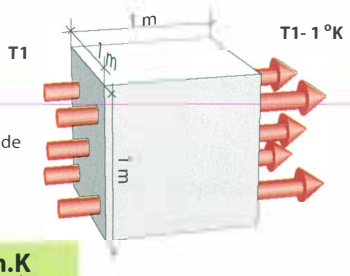
plus le matériau est isolant. Un matériau est considéré comme isolant si son coefficient lambda est inférieur à 0,06 W/m.K. La figure 88 indique la conductivité thermique de différents matériaux de construction.

Il est intéressant de noter que la conductivité de l'air est de 0,02 W/m.K et que celle de l'eau est de 0,56 W/m.K. Par conséquent, un même matériau présentera des valeurs totalement différentes selon qu'il est sec ou humide. C'est pourquoi, avant d'isoler un mur humide, il convient de l'assécher ou de stopper la source d'humidité. De même, un isolant hydrophile en contact avec une fuite ou une infiltration perdra la majeure partie de sa capacité d'isolation. Pour les calculs thermiques, sont retenues les valeurs utiles de conductivité thermique qui tiennent compte de l'influence de l'humidité. Cette valeur apparaît sur les étiquettes des produits isolants et doit faire l'objet d'une certification.
Pour tous les isolants, ce coefficient doit être indiqué par son fabricant et le sera dans la suite de cet ouvrage pour chaque isolant présenté. Rappelez-vous, plus le coefficient λ d'un matériau est petit, plus grand est son pouvoir isolant.
Grâce à ce coefficient, on peut calculer d'autres caractéristiques, comme la résistance thermique d'une paroi homogène d'épaisseur donnée.

La résistance thermique d'un matériau est sa capacité à freiner le flux de chaleur qui le traverse. Pour les matériaux homogènes, la résistance thermique est égale au rapport de l'épaisseur du matériau en mètres (e) par sa conductivité thermique λ ($R = e/\lambda$). L'intérêt est que la valeur obtenue dépend de l'épaisseur du matériau, alors que le coefficient λ est toujours exprimé pour une épaisseur fixe d'un mètre. La résistance R s'exprime en $m^2.K/W$. Plus la résistance thermique d'un matériau est élevée, plus le flux de chaleur est diminué. La valeur R doit apparaître sur l'étiquette produit du matériau et être certifiée.
Par exemple, le polystyrène expansé possède un λ de 0,032 W/m.K. Un bloc de polystyrène de 16 cm d'épaisseur a donc une résistance thermique de
$R = 0,16\ m/0,032 = 5\ m^2.K/W$
La valeur R est utile pour connaître l'épaisseur d'isolant souhaitée ou l'épaisseur nécessaire pour obtenir une même isolation avec différents matériaux. Par exemple, pour obtenir une valeur R = 5 avec du granit, dont le coefficient λ est de 3,5 W/m.K, il faudrait :
$e = \lambda \times R$
$e = 3,5 \times 5 = 17,5$
La valeur e étant exprimée en mètres, il faut par conséquent 17,5 m de granit pour obtenir une isolation équivalente à 16 cm de polystyrène !
La résistance exprimée par R ne permet cependant pas de connaître la résistance d'une paroi. En effet, nous avons vu que les échanges thermiques ne sont pas les mêmes en surface qu'à l'intérieur d'un matériau. C'est pourquoi, pour déterminer la résistance réelle d'une paroi, il faut également prendre en compte sa **résistance thermique superficielle**. Celle-ci est due au barrage rencontré par le flux thermique pour passer de la convection (air) à la conduction (paroi opaque). La résistance opposée au passage du flux thermique de l'air ambiant intérieur à la paroi est notée Rsi (résistance superficielle intérieure).
La résistance de la paroi vers l'air extérieur est notée Rse (résistance superficielle extérieure). La résistance superficielle s'exprime, comme R, en $m^2.K/W$ et varie

Les performances thermiques des matériaux

Le coefficient de conductivité thermique λ



Le coefficient de conductivité thermique représente le flux de chaleur par mètre carré traversant 1 m de matériau homogène, pour une différence de température de 1 degré entre les deux faces.
Les matériaux isolants sont caractérisés par une conductivité thermique faible.
Ce coefficient n'est jamais égal à 0, il y a toujours un tansfert de chaleur.

Coefficient de conductivité thermique : λ (lambda) - exprimé en **W/m.K**

Plus λ est **faible**, plus le matériau est **isolant**.

watt / mètre / degré Kelvin

La résistance thermique R

Elle caractérise la capacité d'une paroi à s'opposer au passage de chaleur.
Pour les matériaux homogènes, elle est égale au rapport de l'épaisseur du matériau en mètres par sa conductivité thermique.

Résistance thermique : R - exprimé en **m².K/W**

Plus **R** est **important**, plus la paroi est **isolante**.

On peut augmenter **R** en augmentant l'épaisseur du matériau.

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

e : épaisseur en m ; λ : en W/m.K

La résistance thermique superficielle R_S

Résistances superficielles (en m².K/W)

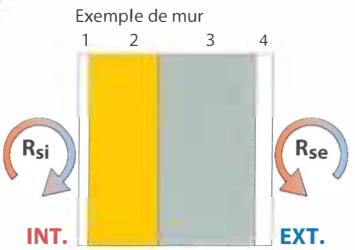
Sens du flux	Paroi donnant sur l'extérieur			Paroi donnant sur un local non chauffé		
	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$
Horizontal	0,13	0,04	0,17	0,13	0,13	0,26
Ascendant	0,10	0,04	0,14	0,10	0,10	0,20
Descendant	0,17	0,04	0,21	0,17	0,17	0,34

La résistance thermique superficielle **R_S** représente la résistance au passage de chaleur de l'air. Il existe deux types de résistances superficielles : de l'air intérieur au matériau de construction **R_{si}** et de l'élément de construction à l'air extérieur **R_{se}**. Les valeurs de ces résistances superficielles sont indiquées dans le tableau ci-contre.

La résistance thermique d'une paroi hétérogène

La résistance thermique de la paroi R_{totale} est égale à la somme des résistances thermiques de chaque composant et des résistances superficielles.

$$R_{totale} = R_{si} + R1 + R2 + R3 + R4 + R_{se}$$



1 : plaque de plâtre
2 : laine minérale
3 : mur en béton
4 : enduit extérieur

Le coefficient de transmission surfacique U

Le coefficient de transmission surfacique est la quantité de chaleur qui traverse 1 m² de paroi pour une différence de 1 degré entre les ambiances. C'est cette valeur utilisée internationalement que nous utiliserons.

Coefficient de transmission surfacique : U - exprimé en **W/m².K**

Plus **U** est **faible**, plus la paroi est **performante**.

Up = U paroi

$$U_p = \frac{1}{R_{totale}}$$

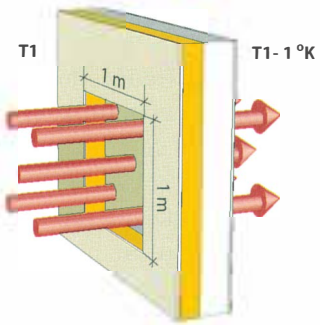


Figure 89 : Les performances thermiques des matériaux

en fonction du sens du flux thermique (ascendant, descendant ou horizontal). La figure 89, qui récapitule les différents critères de performances thermiques des matériaux, présente également les valeurs de résistance superficielle définies par la réglementation thermique.

Grâce à toutes ces valeurs, il est possible de calculer la résistance thermique totale d'une paroi composée de plusieurs matériaux, comme c'est souvent le cas dans un bâtiment. Il suffit d'additionner les résistances de chacun des matériaux constituant la paroi et les résistances thermiques superficielles. Par exemple, la résistance totale d'un mur en béton de 14 cm d'épaisseur avec un isolant en laine minérale de 10 cm plus plaque de plâtre est la suivante (en partant de l'intérieur) :

R_{totale} = Rsi + R plâtre + R isolant + R béton + Rse

R_{totale} = 0,13 + 0,021 + 2,5 + 0,082 + 0,04 = 2,773

La résistance R totale de la paroi est de 2,77 m^2.K/W.

Parfois, une paroi comporte des lames d'air non ventilées. Celles-ci ont une influence directe sur la résistance totale. Dans ce cas, il est normal et même nécessaire de les prendre en compte dans le calcul de la résistance totale. Dans le tableau de la figure 90 sont indiquées les valeurs de R des lames d'air, en fonction du sens du flux thermique, qui peut être horizontal, ascendant ou descendant et selon l'épaisseur de la lame d'air. Celle-ci doit naturellement être parfaitement étanche. Tout mouvement ou courant d'air détériorerait considérablement les valeurs indiquées dans ce tableau et fausserait le résultat final. Par exemple, dans une paroi verticale, une lame d'air immobile de 7 cm offre une résistance thermique de 0,15 m^2.K/W, ce qui est un complément important pour la performance globale de la paroi.

Le coefficient lambda indique la quantité de chaleur traversant un mètre cube de matériau homogène, ce qui permet de classer, par exemple, les matériaux entre eux. Grâce à ce coefficient, il est également possible de calculer la résistance R totale d'une paroi en fonction de son épaisseur, ou inversement de déterminer l'épaisseur de la paroi désirée en fonction de la résistance à atteindre.

Il serait intéressant de connaître le coefficient lambda des parois pour pouvoir effectuer un classement, notamment, selon les principes constructifs. Un tel classement permettrait d'avoir des données chiffrées pour faire son choix, par exemple, entre des constructions en parpaings, en béton, en briques ou en béton cellulaire. Cependant, toutes les parois ne sont pas homogènes et ne font pas un mètre d'épaisseur, c'est même extrêmement rare. Or, nous savons que le coefficient lambda, qui permet de classer les matériaux entre eux, exige de telles conditions pour être calculé. Le lambda ne peut pas être donné pour un mur, puisqu'en pratique celui-ci est toujours constitué de divers matériaux de différentes épaisseurs.

C'est pourquoi on a recours à un troisième critère pour définir les performances thermiques dans le bâtiment. C'est un coefficient qui permet d'évaluer la quantité de chaleur traversant une paroi hétérogène, à la manière du coefficient lambda, mais sans ses contraintes. Il s'agit du **coefficient de transmission surfacique U**. Il s'exprime en W/m^2.K et représente la quantité de chaleur traversant un mètre carré de paroi pour une

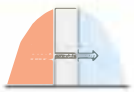
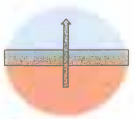
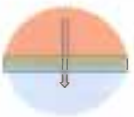
Sens du flux de chaleur	Épaisseur de la lame d'air en mm							
	5	7	10	15	25	50	100	300
 Horizontal	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18
 Ascendant	0,11	0,13	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
 Descendant	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22	0,23

Figure 90 : La résistance thermique des lames d'air non ventilées

différence de température d'un degré entre les deux faces. U est un coefficient égal au rapport de 1 sur la résistance totale de la paroi ($U = 1/R_{totale}$). Plus U est faible, moins il y a de déperditions. U est une valeur utilisée internationalement (anciennement appelée K dans certains calculs thermiques).

Par exemple, pour un mur en béton de 14 cm d'épaisseur, la résistance R_{totale} est de 0,25 m^2.K/W. U est égal à 1/0,25 = 4 W/m^2.K. Si l'on considère une différence de température de 10 °C entre les deux faces d'un mur en béton d'une surface de 50 m^2, les déperditions seront de :
4 W/m^2.K × 50 m^2 × 10 K = 2000 W
En ne tenant pas compte des résistances superficielles, la valeur U d'une hypothétique paroi homogène d'un mètre d'épaisseur correspondrait à la valeur du coefficient lambda du matériau de cette paroi.
Le coefficient U est utilisé également pour caractériser les performances des parois vitrées. Dans ce cas, il sera noté Uw (pour *window* : fenêtre en anglais).
En conclusion, il est utile de retenir que le coefficient lambda (λ) est une valeur qui caractérise des matériaux homogènes. On l'utilise notamment pour indiquer les performances des isolants. Plus il est petit, meilleure est le pouvoir isolant. Par exemple, la laine de verre présente un lambda de 0,035 W/m.K environ.
La résistance R indique la capacité à freiner la chaleur d'un ensemble de matériaux différents, comme dans le cas d'une paroi, en additionnant la résistance de chaque couche de matériau. Plus R est grand, meilleure est l'isolation. Par exemple, un mur composé d'un enduit extérieur de 1,5 cm d'épaisseur, de parpaings creux de 20 cm, d'un isolant de 8 cm de laine de verre plus 1 cm de plaque de plâtre, offre une résistance totale R = 2,95 m^2.K/W.

Le coefficient U est une valeur qui peut s'appliquer à des matériaux hétérogènes,

puisqu'il est calculé à partir de R. Il permet de classer non plus des matériaux seuls, mais un ensemble de matériaux, comme une paroi. Plus il est petit, meilleure est l'isolation. Par exemple, le même mur en parpaings, plus isolant de 8 cm de laine de verre, plus 1 cm de plaque de plâtre, présente un coefficient U = 0,34 W/m^2.K.

Les solutions d'isolation et leurs performances

Tous les matériaux présentés ne sont pas valables dans tous les cas et pour tous les types de parois. Certaines solutions sont indispensables pour une configuration donnée, alors que d'autres sont inutiles voire déconseillées. En fonction de la nature des travaux, les matériaux mis en œuvre peuvent également différer : certains peuvent être appliqués à la rénovation, d'autres uniquement à un projet de construction neuve, dans le cas d'un agrandissement ou d'une surélévation d'un bâtiment existant. Nous allons passer en revue les différentes solutions techniques d'isolation thermique pour vous permettre de choisir celle qui convient le mieux au projet souhaité.

Pour chaque solution proposée, les valeurs U des parois sont indiquées en W/m^2.K. En effet, divers systèmes constructifs et isolants manufacturés, avec des caractéristiques thermiques certifiées, sont possibles, notamment en ce qui concerne les parois verticales. Souvent, pour obtenir les mêmes performances avec un autre isolant, il suffit d'utiliser un produit de même résistance thermique. Vous pouvez aussi souhaiter améliorer un exemple présenté. Dans ce cas, il suffit de choisir un isolant thermique dont la résistance thermique R est plus grande et de refaire le calcul pour déterminer le nouveau coefficient de transmission surfacique U. Pour ce faire, vous pouvez utiliser les données fournies pour chaque matériau dans la première partie de l'ouvrage. Vous pouvez également utiliser les feuilles de calcul ou les logiciels gratuits ou payants disponibles sur Internet pour effectuer cette tâche automatiquement.
Quand elles sont connues, les performances acoustiques des solutions d'isolation sont présentées sous forme d'étoiles. Plus le nombre d'étoiles est important, plus le produit est performant. Notez qu'il ne s'agit que de comparaisons indicatives entre les différents systèmes. Les valeurs sont données à titre d'exemple et peuvent aussi présenter de bonnes performances acoustiques.

Pour plus d'informations sur les procédés de mise en œuvre des différentes solutions, reportez-vous à l'ouvrage « Le grand livre de l'isolation », dans la même collection.

Les valeurs de performances thermiques indiquées dans ce chapitre sont données à titre indicatif ou sont des données fabricants. Elles ont pour but de donner un ordre de grandeur des performances que vous pouvez atteindre en adoptant les solutions proposées. Pour des valeurs adaptées à chaque cas de figure, vous devez effectuer un calcul, en fonction des paramètres propres à l'habitation, pour estimer au plus juste les performances possibles ou souhaitées.

N'oubliez pas que seuls les isolants thermiques bénéficiant d'une certification indépendante (ACERMI ou autre) offrent des performances vérifiées de coefficient lambda et de résistance thermique. Ces

certifications ont un coût important que nombre de petits fabricants de produits isolants naturels ou autres n'ont pas les moyens de prendre en charge. Dans ce cas, vous devrez faire confiance aux valeurs annoncées par les fabricants ou vérifier par vous-même si elles correspondent plus ou moins à celles que nous vous indiquons. En effet, le discours commercial dépasse parfois les limites en annonçant des performances fantaisistes ou surévaluées. Attention aux arguments fallacieux, comme ceux qui consistent à évaluer les matériaux en annonçant que 2 cm de tel produit équivalent à 20 cm de tel autre de la concurrence.

La plupart des techniques présentées sont conformes aux DTU ou font l'objet d'un Avis Technique. Les solutions innovantes ou utilisées dans d'autres pays européens nécessitent une étude préalable adaptée à chaque cas particulier.

Les solutions d'isolation des parois verticales

Avant d'isoler un mur extérieur, rappelons qu'il est primordial de s'assurer qu'il est sain et ne présente pas de traces de remontées capillaires ou d'infiltrations extérieures d'humidité. En effet, outre les désagréments et dégradations dus à l'humidité, les capacités d'isolation de bon nombre d'isolants seront dégradées. Le traitement préalable des zones humides est donc indispensable avant tous travaux d'isolation. L'isolation des parois verticales peut s'effectuer de différentes manières. La plus répandue en France, à tort, est l'isolation par l'intérieur, malgré les inconvénients qu'elle comporte, notamment en ce qui concerne les ponts thermiques et les risques de condensation interne. Ce procédé offre l'avantage d'être rapide et peu onéreux.

L'isolation par l'extérieur ou ITE (isolation thermique extérieure) constitue la solution la plus efficace, mais sa mise en œuvre, délicate, exige une maîtrise technique plus avancée.
L'isolation répartie ayant recours à des éléments constructifs isolants concerne uniquement les projets neufs. Elle fait appel à la maçonnerie roulée qui n'est pas difficile à apprendre, mais qui diffère radicalement de la maçonnerie traditionnelle.

L'isolation rapportée par l'intérieur

Cette solution d'isolation est simple à mettre en œuvre. Elle consiste à installer un isolant et une finition du côté intérieur des murs en contact avec l'extérieur ou des locaux non chauffés. En plus des lacunes de cette technique en termes de ponts thermiques, il existe un autre inconvénient qui est l'emprise au sol. En effet, pour obtenir des performances correctes, la surface au sol occupée par l'isolant est importante. La surface habitable est diminuée d'autant. Par exemple, avec un isolant de 10 cm d'épaisseur, plus une plaque de plâtre de 1 cm, il est aisé de calculer le nombre de mètres carrés perdus dans les pièces isolées. L'avantage est que l'on dispose de parois finies prêtes à recevoir le revêtement intérieur (peinture, papier peint, etc.).
Un autre inconvénient est que l'isolation par l'intérieur annule les effets de l'inertie thermique initiale du mur. De plus, il faut prendre des dispositions adaptées pour les fixations d'objets lourds.

Côté extérieur, la paroi doit être en bon état et protégée contre les infiltrations

d'eau de pluie. Étant donné que les matériaux ne sont pas disposés dans l'ordre croissant de perméabilité à la vapeur d'eau, ordre qui permettrait la migration naturelle de la vapeur, il y a risque de condensation interne. C'est pourquoi un pare-vapeur s'impose dans le cas d'un isolant fibreux.
Pour diminuer les ponts thermiques au niveau des sols, dans le cas d'un plancher lourd, rappelons qu'il est judicieux de prévoir une isolation sous chape flottante. Dans le même but, prévoyez des planchers intermédiaires de préférence légers. S'ils sont lourds, réalisez une isolation des plafonds, en sous-face.
Les ponts thermiques sont importants au niveau des murs de refend lourds, ce qui implique aussi de prendre des dispositions dans ce cas.

Pour l'isolation intérieure, les principales solutions possibles sont les complexes isolants collés, l'isolation avec ossature et plaques de plâtre ou l'isolation avec contre-cloison.

Les complexes de doublage

L'utilisation de complexes isolants à coller est la technique la plus facile et la plus rapide. On l'emploie en neuf ou en rénovation lorsque le support est sain, propre et plan. Un grand choix de matériaux isolants commercialisés sous cette forme est disponible : laine de verre, laine de roche, polystyrène expansé normal ou renforcé thermique et/ou acoustique, polyuréthane… Le matériau isolant est collé sur une plaque de plâtre en usine avec éventuellement un pare-vapeur. Les plaques mesurent généralement 1,20 m en largeur et peuvent atteindre jusqu'à 3 m de hauteur, ce qui permet de couvrir la plupart des hauteurs d'étage sans raccords. La hauteur des plaques peut poser parfois des problèmes de manutention, notamment dans les maisons à étage ou en immeubles collectifs.

Les plaques sont collées à la paroi au moyen de mortier adhésif (figure 91). Elles sont plaquées contre le plafond et au mur pour parfaire leur adhérence. En partie basse, il convient de réaliser un calfeutrage au moyen de laine minérale ou de mousse de polyuréthane.

Les plaques sont pourvues de bords amincis destinés à recevoir les bandes de joint collées à l'enduit. Il s'agit de bandes de papier destinées à masquer les raccords et à éviter les fissures après séchage. La pose doit être soignée afin d'éviter toute surépaisseur.
Les plaques de plâtre ont généralement une épaisseur de 10 mm, ou 13 mm, ce qui augmente légèrement leurs performances. Les plaques de plâtre peuvent être classiques, hydrofuges, renforcées, acoustiques, ou pourvues en usine d'une couche de finition.

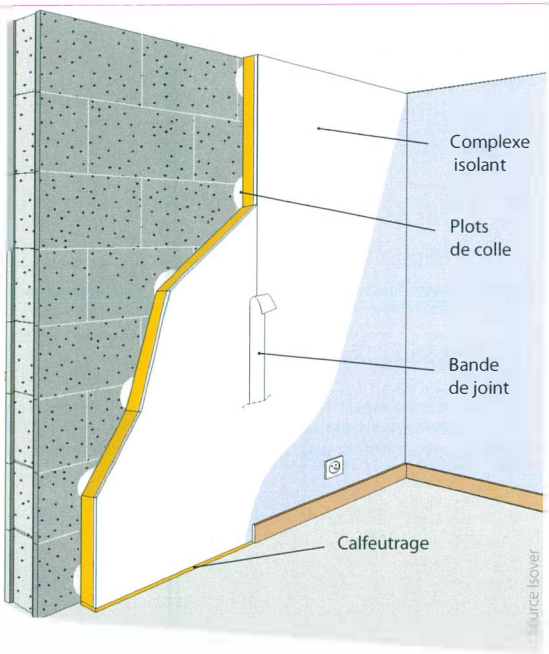
Le collage des complexes isolants ne peut se faire que sur des parois verticales planes et propres : béton, parpaings, briques de terre cuite, béton cellulaire. Il n'est pas adapté aux murs irréguliers.

L'épaisseur totale du système, non négligeable, doit être prise en compte. Le collage implique environ 1 cm d'écart par rapport au mur une fois la colle compressée. Si l'on ajoute l'épaisseur de l'isolant, comprise entre 30 et 100 mm et celle de la plaque de plâtre (10 ou 13 mm), on obtient une épaisseur totale comprise entre 50 mm pour le complexe le moins épais, et donc le moins performant, et 120 mm pour les doublages les plus épais.

Isolation avec doublages sur blocs de béton creux

Murs en blocs de béton creux de 20 cm d'épaisseur avec enduit extérieur de 15 mm (R = 0,23 m².K/W).

Isolation avec complexe de doublage



Complexe plâtre + laine minérale

Up : 0,29

Avec complexe (10 + 100 mm) :
R = 2,95 m².K/W
épaisseur isolant = 100 mm

★★★☆☆

Complexe plâtre + polystyrène expansé

Up : 0,22

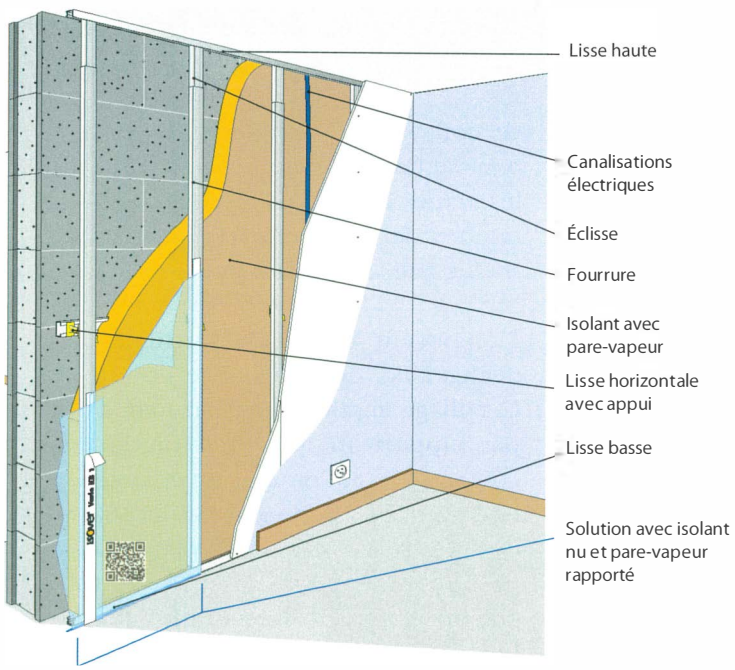
Avec complexe (10 + 130 mm) :
R = 4,10 m².K/W
épaisseur isolant (Ultra 32) = 130 mm

Up : 0,24

Avec complexe (13 + 120 mm) :
R = 3,80 m².K/W
épaisseur isolant (Ultra 32) = 120 mm

★☆☆☆☆

Isolation avec ossature métallique et plaques de plâtre



Isolant = laine minérale

Up : 0,19

Avec laine minérale :
R = 5,00 m².K/W
épaisseur = 160 mm

★★★★★

Up : 0,23

Avec laine minérale :
R = 4 m².K/W
épaisseur = 140 mm

Up : 0,27

Avec laine minérale :
R = 3,15 m².K/W
épaisseur = 130 mm

Up : 0,30

Avec laine minérale :
R = 2,85 m².K/W
épaisseur = 100 mm

★★★★☆

Figure 91 : L'isolation avec doublages sur blocs de béton creux

Des ponts thermiques ponctuels peuvent persister si la mise en œuvre n'est pas soignée au niveau des jonctions entre les plaques, des liaisons avec les menuiseries, des boîtes d'encastrement électriques ou à cause d'un mauvais calfeutrage en partie basse ou haute.
Pour le passage des canalisations des réseaux électriques ou de plomberie, derrière les complexes de doublage, il est possible d'entailler légèrement l'isolant, mais le moins possible pour ne pas amoindrir ses performances.
La pose des complexes doit être soignée pour assurer la bonne étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau par convection. Toutefois, cela n'empêche pas la migration de la vapeur par diffusion à travers les matériaux. Même si les complexes sont munis d'un pare-vapeur, la migration s'effectue par les joints entre complexes et aux jonctions avec les parois, ce qui entraîne des risques de condensation interne.
Il existe des complexes isolants dotés de rainures réalisées en usine, entre l'isolant et la plaque de plâtre, pour permettre le passage des canalisations électriques ou de plomberie.

Dans le cas où les murs sont irréguliers ou ne permettent pas le collage, il est possible de fixer les complexes par vissage sur une ossature bois.

L'isolation avec ossature

Si vos murs sont dégradés, irréguliers, en faux aplomb ou atypiques (grande hauteur), l'isolation avec ossature est une solution. Ce procédé nécessite plus de matériel que le collage. Il est par conséquent plus onéreux et plus délicat à mettre en œuvre. Avant la pose des isolants, il faudra réaliser une ossature métallique composée de lisses basses fixées au sol et de lisses hautes fixées au plafond. Les lisses servent de support aux éléments verticaux, ou fourrures, disposés à intervalles réguliers, soit généralement 0,40 ou 0,60 m, c'est-à-dire des fractions entières de largeur de plaque de plâtre. En fonction de la résistance et de la hauteur de la paroi à isoler, le renforcement de l'armature peut être nécessaire. Prévoyez alors une lisse horizontale sur laquelle seront fixés des appuis réglables à clipser dans les fourrures.
L'isolant est installé avant le montage des fourrures. Pour éviter qu'il ne se tasse, on utilise généralement des panneaux semi-rigides. Si l'isolant est perméable à la vapeur d'eau, il convient d'utiliser un pare-vapeur. Prévoyez à cet effet du ruban adhésif pare-vapeur pour joindre les lés entre eux. En revanche, l'étanchéité n'étant pas assurée aux jonctions avec le sol, le plafond et les parois latérales, il sera impossible de maîtriser le flux de vapeur d'eau par diffusion. Il est préférable d'installer directement sur l'ossature un pare-vapeur rapporté continu, hygrorégulant ou étanche.
La structure pourra recevoir les plaques de plâtre qui seront vissées sur les fourrures. Calculez le nombre de plaques et les espacements pour que les jonctions entre plaques se fassent sur une fourrure.

Les joints entre les plaques se feront également avec une bande de papier et de l'enduit, qui doivent être approvisionnés en quantité suffisante. Il en va de même pour la réalisation de l'étanchéité à l'air, qui est assurée par le colmatage de l'espace entre les plaques de plâtre et le sol.

Ce procédé présente plusieurs autres inconvénients. À l'épaisseur variable

de l'isolant, il faut ajouter celle de l'ossature métallique, de 18 à 90 mm, plus une ou deux plaques de plâtre BA 10 ou BA 13. La paroi finie n'offre pas plus de résistance aux charges lourdes que les doublages collés, d'où la nécessité de prévoir des renforts aux endroits destinés à recevoir des fixations lourdes. L'inertie thermique de la paroi est également perdue. Il faudra si possible compenser cette perte par des murs de refend ou des cloisons lourdes. Il n'est pas judicieux d'opter pour des ossatures métalliques très larges entre lesquelles on installe les lés d'isolant, car il y a création de ponts thermiques ponctuels. Pour éviter cela et utiliser l'emprise de l'ossature, il est possible de poser l'isolant en deux couches. Dans ce cas, prévoyez une première couche sans pare-vapeur entre l'ossature et le mur, puis une seconde couche pourvue d'un pare-vapeur, si nécessaire, entre les fourrures ou, mieux, un pare-vapeur rapporté.

Le système de fourrures de 18 mm avec appuis et lisse horizontale est celui qui occupe le moins d'épaisseur. C'est le plus utilisé dans le résidentiel. Il offre l'avantage que l'on peut utiliser n'importe quel type d'isolant semi-rigide, ou en panneaux classiques ou écologiques. On peut également choisir l'épaisseur selon les performances thermiques et acoustiques souhaitées. La paroi intérieure est finie et prête à recevoir un revêtement. Il existe aussi des plaques de plâtre renforcées, hydrofuges, pré-enduites ou acoustiques.

La distribution des réseaux d'eau et d'électricité est facilitée puisqu'elle peut se faire entre l'isolant et l'ossature. Les performances de l'isolation ne seront alors pas affaiblies. De même, les percements pour les boîtes d'encastrement électriques peuvent être réalisés sans endommager l'isolant.

L'isolation avec contre-cloison

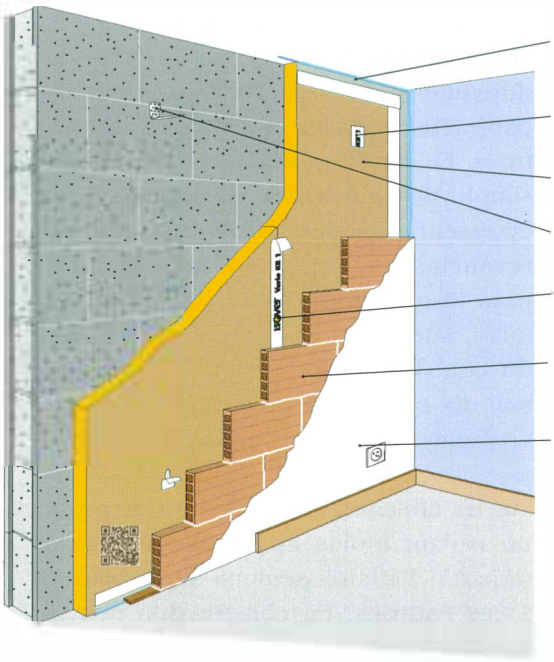
Le principe de l'isolation avec contre-cloison est simple. Il s'agit d'un isolant plaqué contre le mur et masqué par une contre-cloison. L'isolant, semi-rigide ou en panneaux, est fixé mécaniquement ou collé, comme dans le cas des isolants alvéolaires (figure 92).
Si l'isolant est perméable à la vapeur d'eau, il faut prévoir également un pare-vapeur du côté intérieur afin d'éviter tout risque de condensation interne à la paroi. L'étanchéité doit être parfaite entre les isolants et aux jonctions avec les autres parois afin d'éviter les risques de condensation interne.

La contre-cloison, dont l'épaisseur est généralement de 5 cm, peut être réalisée en divers matériaux comme des briques plâtrières, des carreaux de plâtre ou des carreaux de béton cellulaire. Pour la finition de la contre-cloison, vous pouvez envisager un enduit au plâtre dans le cas de briques plâtrières, cependant la mise en œuvre nécessite une certaine dextérité. Vous pouvez aussi opter pour des plaques de plâtre collées, plus faciles à poser. Si la contre-cloison est en béton cellulaire, un enduit pelliculaire adapté suffira. Les plaques de plâtre sont également possibles, de plus elles permettront d'améliorer encore les performances thermiques. Si la contre-cloison est en carreaux de plâtre, un enduit de finition sera nécessaire sur les joints avec un ratissage en partie courante pour éliminer les éventuelles traces d'impacts.
L'avantage de cette solution est la création d'une maçonnerie en dur côté

Isolation avec contre-cloison sur blocs de béton creux

Murs en blocs de béton creux de 20 cm d'épaisseur avec enduit extérieur de 15 mm, lame d'air de 10 mm (R = 0,23 m².K/W) et contre-cloison en briques plâtrières de 40 mm avec enduit plâtre de 10 mm.

Isolation avec contre-cloison et laine minérale



Up : 0,27

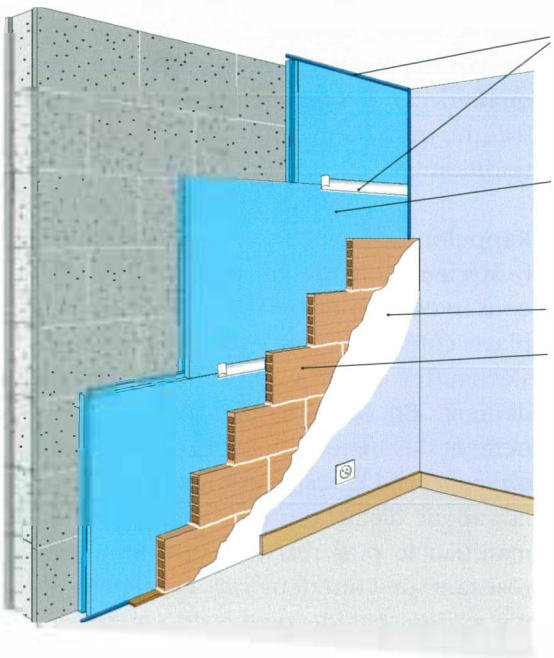
Avec laine minérale :
R = 3,15 m².K/W
épaisseur = 100 mm

Up : 0,29

Avec laine minérale :
R = 2,85 m².K/W
épaisseur = 100 mm

★★★★★

Isolation avec contre-cloison et polystyrène



Up : 0,29

Avec plaques de polystyrène expansé (Ultra) :
R = 3,05 m².K/W
épaisseur = 100 mm

Up : 0,32

Avec plaques de polystyrène expansé (Th 38) :
R = 2,60 m².K/W
épaisseur = 100 mm

★☆☆☆☆

Excepté pour le polystyrène expansé plastifié qui présente de meilleures performances acoustiques.

Figure 92 : L'isolation avec contre-cloison sur blocs de béton creux

intérieur permettant d'apporter de l'inertie thermique. De plus, les charges admissibles pour les fixations sont plus importantes que dans le cas d'une simple plaque de plâtre.

Le choix du type d'isolant et son épaisseur sont libres. L'isolant est protégé par la contre-cloison. Les réseaux électriques ou de plomberie peuvent cheminer entre l'isolant et la contre-cloison. Si elle est suffisamment épaisse et que les normes le permettent, le passage des canalisations peut aussi s'effectuer dans son épaisseur par engravement. L'isolant n'est pas entamé par les canalisations et n'est pas dégradé.
L'étanchéité à l'air est satisfaisante grâce aux propriétés des parois maçonnées.
Le principal inconvénient reste l'épaisseur d'un tel système d'isolation. Outre l'épaisseur de l'isolant choisi, il faut compter une lame d'air de 10 mm, une épaisseur de briques plâtrières de 40 mm et un enduit de 10 mm. De plus, le coût de la mise en œuvre est important.

L'isolation par l'extérieur (ITE)

Le principe de l'isolation par l'extérieur ou ITE (isolation thermique extérieure) consiste à fixer l'isolant sur le côté extérieur du mur. Il peut servir de support pour la finition ou de remplissage derrière une ossature, qui elle-même supportera la finition. Comme on ne diminue plus les surfaces intérieures, la latitude est plus grande pour la mise en œuvre et dans le choix des isolants, même épais. Cette solution est intéressante à étudier tout particulièrement dans le cadre d'un projet de rénovation, notamment lorsqu'il est problématique d'intervenir dans une habitation finie et décorée. L'un des inconvénients à considérer est la modification de l'aspect extérieur de la construction, ce qui implique une demande d'autorisation. Les éléments qui poseront le plus de difficulté et nécessiteront un soin tout particulier, sont les tableaux des ouvertures. En rénovation, il est relativement simple de choisir des isolants de forte épaisseur pour les parois opaques, en revanche cela va poser un problème pour l'isolation des tableaux des ouvertures, surtout si les châssis sont posés du côté intérieur du mur. On imagine mal dix centimètres d'isolant en recouvrement d'une partie de la menuiserie.

Sur les tableaux, il conviendra de poser un isolant moins épais, avec en contrepartie l'affaiblissement de l'isolation à ces endroits. En construction neuve, le problème est évité en posant les menuiseries du côté extérieur du mur et en prenant soin de garder le bâti en contact avec l'isolant.
Prévoyez un parement extérieur de qualité, car il sera inévitablement plus fragile que celui d'un mur maçonné traditionnel.

Rappelons que, grâce à l'isolation par l'extérieur, l'inertie du mur existant est conservée et optimisée puisque l'isolant, placé côté extérieur, évitera au mur de s'échauffer ou de se refroidir trop rapidement. En outre, l'ordre de positionnement des matériaux est respecté en ce qui concerne la résistance au transfert de la vapeur d'eau, qui doit s'effectuer du matériau le plus résistant vers le moins résistant, de l'intérieur vers l'extérieur. Il n'y a alors pas de risque de condensation interne à la paroi. C'est pourquoi le pare-vapeur n'est pas nécessaire pour les isolants fibreux.

Il en est de même avec les isolants plastique alvéolaires. En revanche, il ne doit pas exister de lame d'air entre le mur et l'isolant.

Pour réaliser une isolation par l'extérieur, plusieurs solutions sont possibles, selon le matériau du mur à isoler (maçonnerie traditionnelle ou bois) et l'aspect extérieur souhaité. Vous pouvez choisir un habillage par bardages traditionnels en bois ou dérivés, en lames ou en panneaux composites, en matières minérales, en terre cuite ou autres. Il est également tout à fait possible de réaliser un enduit mince ou un enduit hydraulique traditionnel, si vous préférez ce style de finition. Naturellement, le procédé de mise en œuvre n'est pas le même dans chaque cas. Le choix est vaste et libre, puisque les performances thermiques dépendent principalement de l'isolant et dans une moindre mesure de la paroi existante. Dans le cas d'une finition enduite, l'apport en isolation est faible, quant aux bardages, ils n'ont aucune incidence, à cause de la lame d'air ventilée qui les sépare de l'isolant.

Un autre procédé d'isolation par l'extérieur est envisageable : le double mur. Il est, en de nombreux points, similaire aux précédentes solutions, puisque son principe s'apparente à une isolation par l'extérieur. L'isolant est posé du côté extérieur du mur porteur. Le parement extérieur consiste en une paroi lourde, mais non porteuse, généralement en briques pleines de terre cuite ou de silicocalcaire.

L'isolation par l'extérieur s'exécute couramment avec un enduit. Avec ce procédé, l'isolant thermique est fixé directement sur la paroi extérieure du bâtiment (figure 93), par collage au mortier-colle ou par fixation mécanique, ou les deux. Pour le collage, un profilé de base est fixé mécaniquement sur la façade. Il est destiné à accueillir les panneaux du premier rang tout en évitant leur glissement. Pour la fixation mécanique, on a recours à des chevilles de fixation à large tête pour un bon maintien de l'isolant. Les modèles en matière plastique sont préférables afin de limiter les ponts thermiques ponctuels. Un enduit d'accrochage sera réalisé sur l'isolant dans lequel sera installé un treillis d'armature en fibres de verre. Il servira lui-même de support à une couche de fond pour égaliser la surface. L'enduit de finition pourra alors être réalisé.
Naturellement, l'isolant doit être adapté à la pose extérieure et être hydrophobe. Les matériaux courants sont le polystyrène expansé, les laines de roche compressées, les panneaux de fibres de bois, les panneaux sandwiches de fibragglos, etc.

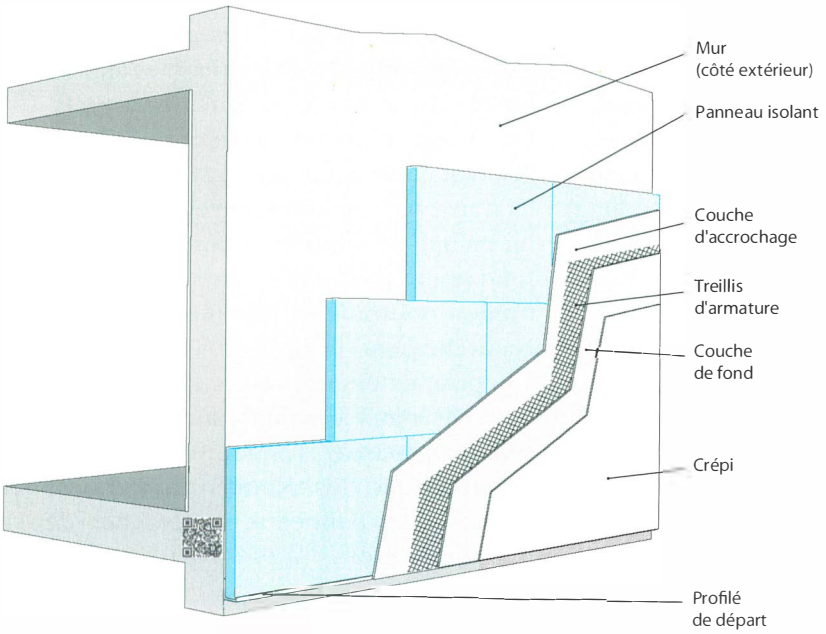
Le principal reproche fait à ce procédé d'isolation est sa fragilité aux chocs. Celle-ci, toute relative en pratique, dépend du type d'isolant utilisé et de l'emplacement de la construction. Si le polystyrène expansé est susceptible de se déformer sous un choc, il n'en est pas de même avec les panneaux de fibres de bois ou de fibragglos. Une construction qui n'a pas de façade sur la voie publique présente peu de risques. Il suffit de prendre quelques dispositions de protection dans les angles ou les points de passage.
Les performances thermiques sont intéressantes comme le montrent les exemples suivants.
Une paroi en béton banché de 15 cm avec enduit intérieur présente une

résistance thermique R de 0,08 m².K/W environ. Avec des panneaux de PSE de 110 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 2,80 m².K/W, on obtient un coefficient U paroi de 0,33 W/m².K. On peut améliorer ce coefficient avec des isolants plus épais. Avec des panneaux sandwiches de fibragglos et polystyrène

Isolation par l'extérieur - support d'enduit sur mur béton

Mur en béton banché de 15 cm d'épaisseur présentant une résistance thermique R = 0,08 m².K/W et enduit intérieur.

Avec panneaux isolants collés



Up : 0,20

Avec panneaux de fibres de bois en deux couches (fixation mécanique) :
Première couche
R = 1,43 m².K/W
épaisseur = 60 mm
Seconde couche
R = 3,18 m².K/W
épaisseur = 140 mm

Up : 0,26

Avec panneaux de laine de roche compressée pour extérieur (fixation mécanique) :
R = 3,61 m².K/W
épaisseur = 130 mm

Up : 0,27

Avec plaques sandwiches de polystyrène + Fibralith :
R = 3,38 m².K/W
épaisseur = 125 mm

Up : 0,33

Avec plaques de polystyrène (PSE) :
R = 2,80 m².K/W
épaisseur = 110 mm

Variable selon les isolants

Avec panneaux isolants fixés mécaniquement

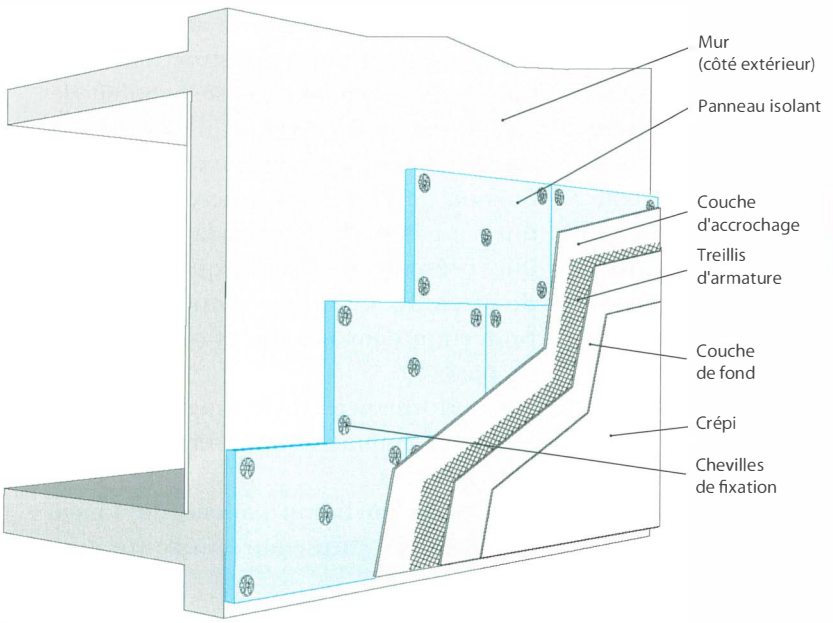


Figure 93 : L'isolation par l'extérieur d'un mur en béton

d'une épaisseur de 125 mm et une résistance thermique R de 3,38 m^2.K/W, on obtient un coefficient U de 0,27 W/m^2.K. Ce chiffre passe à 0,26 W/m^2.K avec des panneaux de laine de roche compressée pour extérieur d'une épaisseur de 130 mm et une résistance thermique R de 3,61 m^2.K/W. En augmentant fortement l'épaisseur des isolants traditionnels, on peut obtenir des performances très intéressantes. Ainsi, avec 200 mm d'isolant et cette fois deux couches de panneaux de fibres de bois (voir figure 93), il est possible d'atteindre un coefficient U de 0,20 W/m^2.K.

Les murs composés de petits éléments constructifs, comme les blocs creux de béton ou les briques creuses, offrent une résistance thermique supérieure à celle d'un mur en béton banché. Cependant, la majeure partie des gains en isolation ne peut s'obtenir qu'avec des épaisseurs conséquentes d'isolant. Les briques creuses offrent des performances meilleures que les blocs de béton. Dès lors que les éléments sont pourvus d'alvéoles verticales, les résultats sont nettement améliorés. Dans une largeur de 20 cm, ces briques offrent une résistance thermique de 0,78 m^2.K/W. Dans une épaisseur de 25 cm, la résistance thermique passe à 1,02 m^2.K/W. En comparaison, une brique de construction traditionnelle à alvéoles horizontales de 20 cm de largeur ne dépasse pas 0,47 m^2.K/W en résistance thermique.
Si l'on ajoute à la maçonnerie des plaques de polystyrène de 110 mm d'épaisseur, dont la résistance R est égale à 2,80 m^2.K/W, on obtient un coefficient U de 0,29 W/m^2.K si le mur est en briques de 20 cm (figure 94). Si le mur est en blocs de béton, le coefficient U est de 0,31 W/m^2.K.

Avec 130 mm de laine de roche compressée, on peut atteindre un coefficient U de 0,23 W/m^2.K pour un mur en briques et 0,25 W/m^2.K pour un mur en blocs de béton.
Avec 200 mm d'isolant et deux couches de panneaux de fibres de bois, le coefficient U passe à 0,19 W/m^2.K pour un mur en briques et à 0,20 W/m^2.K pour un mur en blocs de béton.

L'isolation thermique des planchers bas

Dans la majorité des cas, l'isolation thermique des planchers concerne uniquement les projets de construction ou de rénovation lourde. Les solutions rapportées sur un plancher existant sont possibles, mais généralement moins performantes. Plusieurs solutions sont possibles selon qu'il s'agit d'un plancher sur terre-plein, sur vide sanitaire ou sur sous-sol non chauffé. Il n'est pas nécessaire d'isoler thermiquement les planchers intermédiaires situés dans le volume habitable, entre deux espaces chauffés.

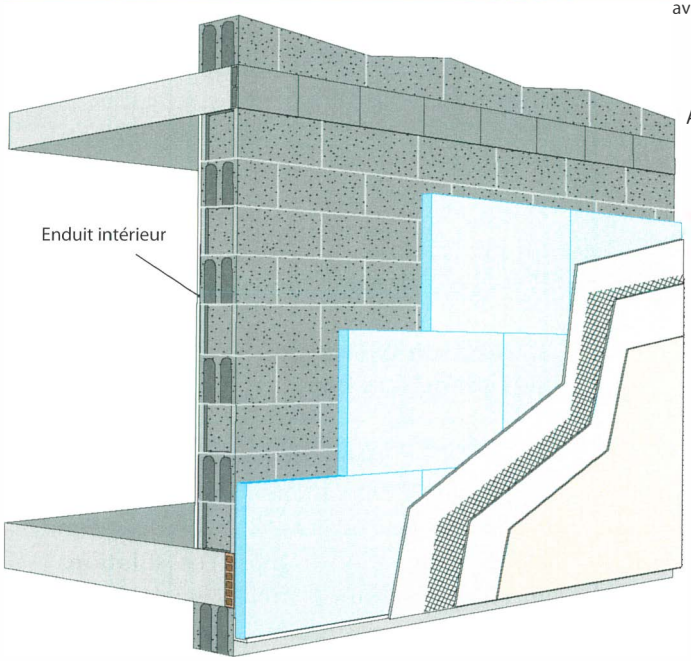
Les planchers sur terre-plein

Les solutions présentées ne sont valables que si le plancher sur terre-plein est adapté au type de construction et si, naturellement, les contraintes de terrain et autres le permettent.
La solution la plus courante consiste à couler une dalle sur un terre-plein compacté et sur la partie haute des semelles des fondations (figure 95). En partie centrale, le terre-plein consiste en un lit de pierres concassées recouvert d'une couche de sable et d'un film anticapillaire contre les remontées d'humidité. Une première couche d'isolant insensible à

Isolation par l'extérieur - support d'enduit sur mur en petits éléments

Variable selon les isolants

Performances avec un mur en blocs de béton



Mur en blocs de béton creux de 20 cm d'épaisseur avec enduit intérieur présentant une résistance thermique R = 0,23 m².K/W + enduit extérieur.

Up : 0,20

Avec panneaux de fibres de bois en deux couches :
Première couche R = 1,43 m².K/W
épaisseur = 60 mm
Seconde couche R = 3,18 m².K/W
épaisseur = 140 mm

Up : 0,25

Avec panneaux de laine de roche compressée pour extérieur :
R = 3,61 m².K/W
épaisseur = 130 mm

Up : 0,26

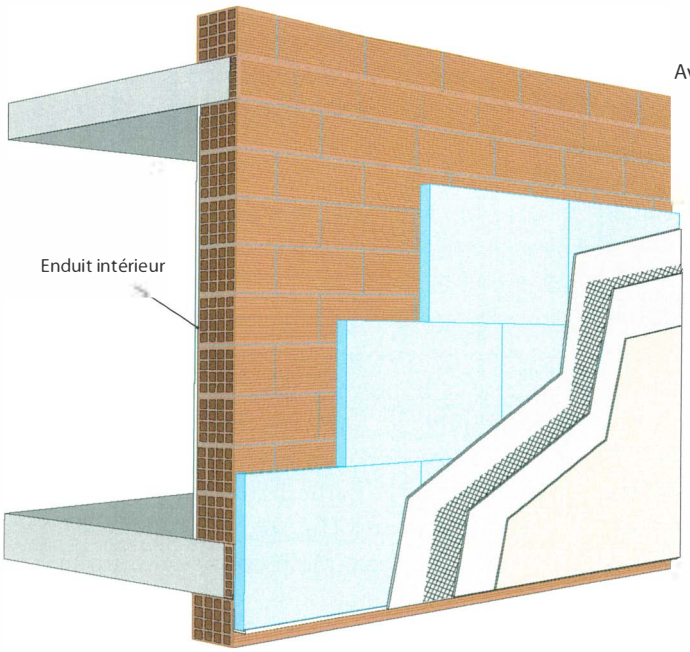
Avec plaques sandwiches de polystyrène + Fibralith : R = 3,38 m².K/W
épaisseur = 125 mm

Up : 0,31

Avec plaques de polystyrène (PSE) :
R = 2,80 m².K/W
épaisseur = 110 mm

Performances avec un mur en briques creuses

Mur en briques creuses à alvéoles horizontales de 20 cm d'épaisseur avec enduit intérieur, présentant une résistance thermique R = 0,47 m².K/W + enduit extérieur.



Up : 0,19

Avec panneaux de fibres de bois en deux couches :
Première couche R = 1,43 m².K/W
épaisseur = 60 mm
Seconde couche R = 3,18 m².K/W
épaisseur = 140 mm

Up : 0,23

Avec panneaux de laine de roche compressée pour extérieur :
R = 3,61 m².K/W
épaisseur = 130 mm

Up : 0,25

Avec plaques sandwiches de polystyrène + Fibralith : R = 3,38 m².K/W
épaisseur = 125 mm

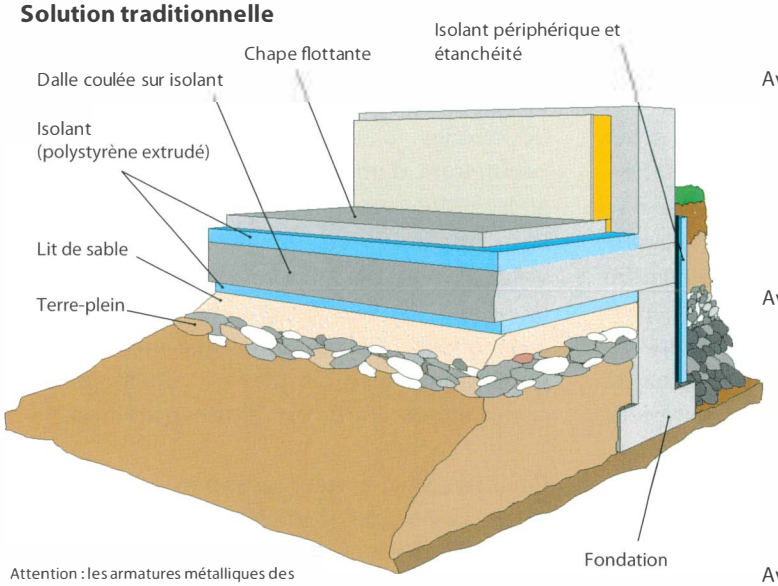
Up : 0,29

Avec plaques de polystyrène (PSE) :
R = 2,80 m².K/W
épaisseur = 110 mm

Figure 94 : L'isolation par l'extérieur d'un mur en petits éléments

Isolation d'un plancher sur terre-plein ou d'un radier

Solution traditionnelle



Attention : les armatures métalliques des ouvrages en béton ne sont pas représentées.

Dalle en béton de 140 mm et chape de 60 mm

Up : 0,22

Avec polystyrène extrudé sous la dalle :
R = 2,25 m².K/W - épaisseur = 70 mm
+
Polystyrène extrudé sous la chape :
R = 2,45 m².K/W - épaisseur = 70 mm

Up : 0,25

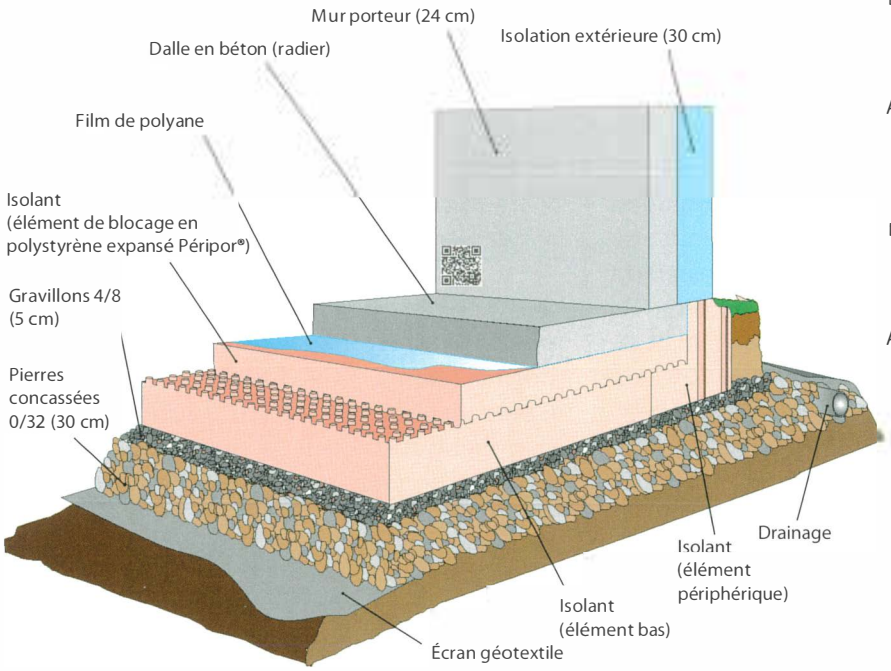
Avec polystyrène extrudé sous la dalle :
R = 2,00 m².K/W - épaisseur 61 mm
+
Polystyrène extrudé sous la chape :
R = 2,10 m².K/W - épaisseur = 60 mm

Avec isolant uniquement sous dalle et sans chape flottante

Up : 0,36

Avec polystyrène extrudé sous la dalle :
R = 2,65 m².K/W
épaisseur = 80 mm

Isolation sous radier (système Isoquick)



Dalle en béton armé de 20 cm

Up : 0,09

Avec polystyrène extrudé :
élément bas de 200 mm
et élément de
blocage de 150 mm

Dalle en béton armé de 25 cm

Up : 0,11

Avec polystyrène extrudé :
élément bas de 200 mm
et élément de
blocage de 100 mm

Figure 95 : L'isolation des planchers sur terre-plein

l'humidité et incompressible est disposée sur le lit de sable. Il peut s'agir, par exemple, de polystyrène extrudé ou de verre cellulaire. Après ferraillage et coulage de la dalle, les murs pourront être élevés en appui sur celle-ci. Pour améliorer encore les performances thermiques, vous pouvez aussi prévoir une chape flottante, sur une seconde couche d'isolant. Interviendra ensuite l'isolation par l'intérieur. Veillez à limiter le plus possible le pont thermique linéaire en about de dalle. Pour ce faire, placez un isolant périphérique du côté extérieur des soubassements.

Si le sol est assez stable, compact et n'est pas un remblai, il est également possible de créer une dalle désolidarisée. Il s'agit d'intercaler une épaisseur d'isolant périphérique entre la dalle et la partie intérieure des semelles de fondation. En prévoyant une isolation par l'intérieur qui sera posée dans le prolongement de la bande périphérique, les ponts thermiques seront diminués à la jonction mur/plancher. Le principe consiste à créer une sorte de dalle flottante.

Pour juger des performances thermiques, prenons l'exemple d'une dalle en béton de 140 mm d'épaisseur. En installant sous la dalle une couche de polystyrène extrudé d'une épaisseur de 80 mm et de résistance thermique R = 2,65 m^2.K/W, on obtient un coefficient U de 0,36 W/m^2.K, ce qui est un résultat moyen. En choisissant des panneaux de polystyrène extrudé de 70 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 2,45 m^2.K/W sous la dalle, plus une chape flottante de 60 mm avec des plaques de polystyrène extrudé de 70 mm d'épaisseur et de résistance thermique R = 2,25 m^2.K/W, on obtient un coefficient U de 0,22 W/m^2.K.

Un autre principe constructif est possible pour réaliser un plancher sur terre-plein : il s'agit du radier. Les murs sont érigés directement sur la dalle formant la base de la construction. Le radier peut être muni de bêches, c'est-à-dire d'éléments qui permettent d'ancrer la dalle dans le sol. Si le radier est plat, des systèmes isolants innovants pour les maisons individuelles existent. Sur le terrain, il faut décaisser l'emplacement de la maison et le niveler. On met en place un écran géotextile, un lit de pierres concassées compactées, puis un lit de gravillon.

On crée une forme, destinée à recevoir la dalle, qui consiste en une série d'éléments en polystyrène extrudé de nouvelle génération. Le système se compose d'éléments pourvus d'une face lisse inférieure et d'une face supérieure pourvue de tétons. D'autres éléments disposant de remontées latérales sont utilisés pour les rangs périphériques. Les éléments occupent la totalité de l'emprise au sol de la construction. Une seconde couche de plaques d'isolant, avec cette fois des tétons sur leur face inférieure, est emboîtée sur la première. Ces plaques font office d'éléments de blocage pour solidariser l'ensemble.

Sur ce socle en polystyrène, il est alors possible de ferrailler et couler la dalle normalement, puis d'ériger les murs. Grâce au débord créé par les éléments périphériques, il sera possible de créer une isolation par l'extérieur sans aucune discontinuité et, par conséquent, sans aucun pont thermique. Ce système ingénieux et totalement efficace du point de vue énergétique a été adopté pour la construction de maisons passives en Allemagne. Il permet d'obtenir des performances exceptionnelles.

Il va de soi qu'une étude préliminaire est indispensable pour déterminer si ce type de construction est adapté au projet constructif et au terrain.
En ce qui concerne les performances thermiques, avec une première couche d'éléments de 200 mm, une seconde couche de blocage de 100 mm et un radier en béton armé de 200 mm d'épaisseur, ce système permet d'atteindre un coefficient U de 0,11 W/m^2.K. Ce niveau peut encore être amélioré avec une dalle en béton de 25 cm, une première couche d'éléments de 200 mm et une couche de blocage de 150 mm. Le coefficient U atteint alors 0,09 W/m^2.K seulement.

Plus classiquement, pour créer un radier, il est aussi possible d'utiliser des granulats de verre cellulaire, en lieu et place des éléments de polystyrène. Ils sont disposés en une couche compactée sous le radier et en remontées périphériques. Avec une épaisseur de 36,5 cm de granulats, le coefficient U de cette solution est égal à 0,2 W/m^2.K. En portant la couche de granulats à 49 cm, le coefficient peut atteindre 0,15 W/m^2.K. Les granulats sont posés sur un film géotextile et compactés. La forme du radier est délimitée par des coffrages et la dalle est coulée. Il est important de prévoir un système de drainage efficace afin d'éviter les infiltrations d'eau dans les granulats, ce qui affaiblirait sensiblement leurs performances. Il ne s'agit pas non plus d'une technique constructive traditionnelle en France. Par conséquent, elle nécessite une étude préalable.

Les planchers bas sur vide sanitaire ou local non chauffé

Dans le cadre d'un projet constructif, la solution la plus souvent adoptée pour les planchers bas (figure 96) est celle des entrevous isolants en polystyrène avec poutrelles en béton précontraint et chape de compression. Ce procédé classique intègre une partie de l'isolation dans le plancher lui-même. Pour un projet de rénovation, il est rare et difficile de refaire entièrement les planchers. C'est pourquoi on préfère généralement recourir à l'isolation par le dessus ou par le dessous d'un plancher existant, ce qui implique une diminution de la hauteur des pièces. À moins d'utiliser de fortes épaisseurs d'isolant, ce qui n'est pas toujours possible, ces solutions restent moins performantes thermiquement.

Les planchers avec entrevous en polystyrène

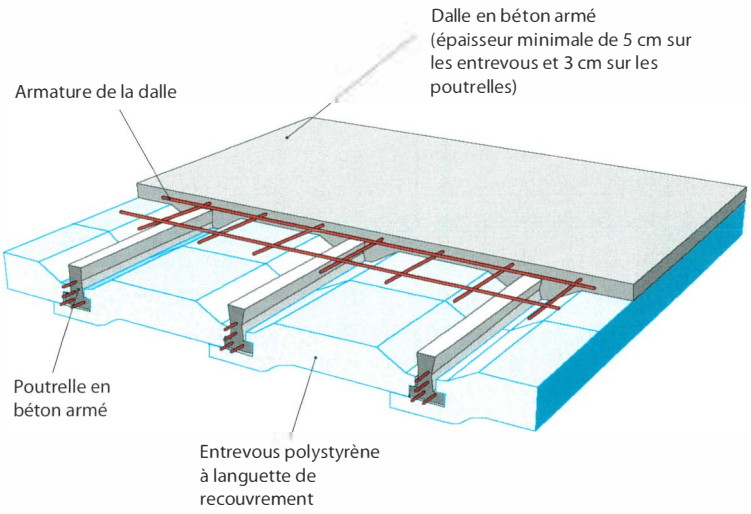
Il existe plusieurs types d'entrevous ou hourdis. Ils peuvent être en béton, en terre cuite ou en polystyrène. Ces derniers sont les plus appropriés pour renforcer les performances thermiques d'un plancher. Deux modèles sont disponibles : avec ou sans languette de recouvrement. Ceux qui ne possèdent pas de languette de recouvrement sont à proscrire, car ils engendrent des ponts thermiques importants au niveau des poutrelles en béton. Les entrevous pourvus d'une languette, dont l'épaisseur varie selon les modèles, recouvrent la partie basse des poutrelles, ce qui assure la continuité de l'isolation et limite les ponts thermiques.

L'inconvénient de ce type de plancher isolé par l'intérieur est qu'il persiste des ponts thermiques à la jonction entre la dalle de compression, les poutrelles et les murs.
Les poutrelles précontraintes sont réparties de façon régulière selon le calepinage fourni par le bureau d'études ou le fabricant et étayées là où c'est nécessaire.

Isolation intégrée au plancher

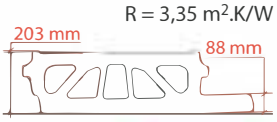
Hourdis isolants à languette de recouvrement

Exemple de plancher sur vide sanitaire



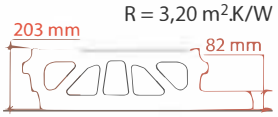
Up : 0,27

Avec entrevous en polystyrène :
R = 3,35 m².K/W



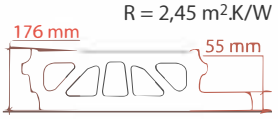
Up : 0,28

Avec entrevous en polystyrène :
R = 3,20 m².K/W



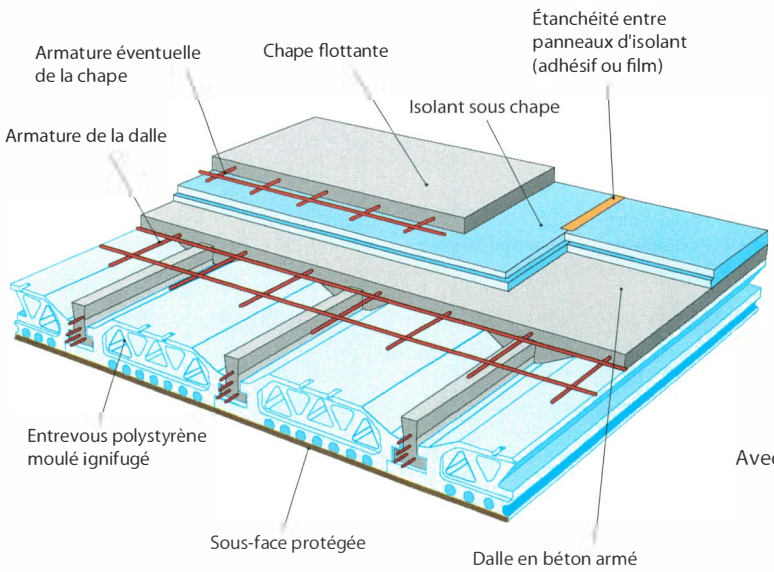
Up : 0,36

Avec entrevous en polystyrène :
R = 2,45 m².K/W



Hourdis isolants + isolation sous chape flottante

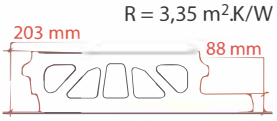
Exemple de plancher sur sous-sol non chauffé



Avec polystyrène extrudé sous la chape :
R = 2 m².K/W
épaisseur = 61 mm

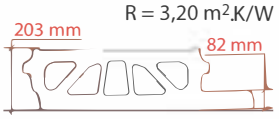
Up : 0,18

Avec entrevous en polystyrène :
R = 3,35 m².K/W



Up : 0,20

Avec entrevous en polystyrène :
R = 3,20 m².K/W



Avec polystyrène extrudé sous la chape :
R = 1 m².K/W
épaisseur = 31 mm

Up : 0,21

Avec entrevous en polystyrène :
R = 3,35 m².K/W

Figure 96 : L'isolation intégrée au plancher

Les entrevous sont placés entre les poutrelles. Le ferraillage est installé, puis la dalle de compression est coulée.
S'il y a un vide sanitaire sous le plancher, on utilise des entrevous classiques. S'il y a un sous-sol ou un local non chauffé, prévoyez des entrevous ignifugés ou protégés par une sous-face incombustible, par exemple une couche de fibragglos.

Les performances thermiques obtenues grâces aux seuls entrevous isolants sont correctes. Les languettes de recouvrement sont importantes car elles influencent sensiblement les résultats. Plus elles sont épaisses, meilleures sont les performances.
Avec des entrevous de polystyrène de 176 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 2,45 m^2.K/W et des languettes de 55 mm d'épaisseur, on obtient un coefficient U de 0,36 W/m^2.K. Ce coefficient passe à 0,28 W/m^2.K avec des entrevous de polystyrène de 203 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 3,20 m^2.K/W et des languettes de 82 mm d'épaisseur. Le coefficient U peut être légèrement amélioré à 0,27 W/m^2.K avec des entrevous de polystyrène de 203 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 3,35 m^2.K/W et des languettes de 88 mm d'épaisseur.

Pour atteindre des performances nettement plus élevées, le meilleur moyen consiste à réaliser une chape flottante sur la dalle de compression. Cette nouvelle étape permet d'intercaler une épaisseur supplémentaire d'isolant sous la dalle flottante.

Par exemple, avec des plaques de polystyrène extrudé, résistant à la compression, de 31 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 1,00 m^2.K/W et des entrevous en polystyrène de résistance thermique R = 3,35 m^2.K/W, on obtient un coefficient U de 0,21 W/m^2.K.
En augmentant l'épaisseur de l'isolant situé sous la chape flottante, on peut augmenter sensiblement les performances thermiques globales du plancher. Par exemple, avec un isolant en polystyrène extrudé de 61 mm, de résistance thermique R = 2,00 m^2.K/W, des entrevous en polystyrène de résistance thermique R = 3,35 m^2.K/W et des languettes de recouvrement de 88 mm d'épaisseur, on obtient un coefficient U de 0,18 W/m^2.K.

L'isolation thermique des planchers par une chape flottante

Le principe de la chape flottante est relativement simple à comprendre, cependant il exige une réalisation parfaite, notamment pour ne pas nuire aux performances acoustiques. Si seules les performances thermiques sont recherchées, par exemple dans le cas d'un plancher sur sous-sol ou sur local non chauffé, il est possible de choisir des isolants plastique alvéolaires comme le polystyrène extrudé ou le polyuréthane. En revanche, lorsqu'un plancher thermo-acoustique est envisagé, il est impératif de choisir un isolant adapté, c'est-à-dire fibreux. La combinaison de plusieurs isolants est possible, par exemple fibreux et plastique alvéolaire. L'isolant choisi doit présenter une résistance suffisante à la compression.
Le principe de la chape flottante est compatible avec les planchers rayonnants électriques ou à eau chaude. La chape flottante fait partie du volume chauffé de l'habitation.

Une chape flottante (figure 97) se compose d'un isolant situé sous une chape

Isolation sous chape flottante

Solution thermique (planchers bas)

Avec plancher en hourdis béton :
R = 0,15 m².K/W
sur vide sanitaire

Up : 0,32

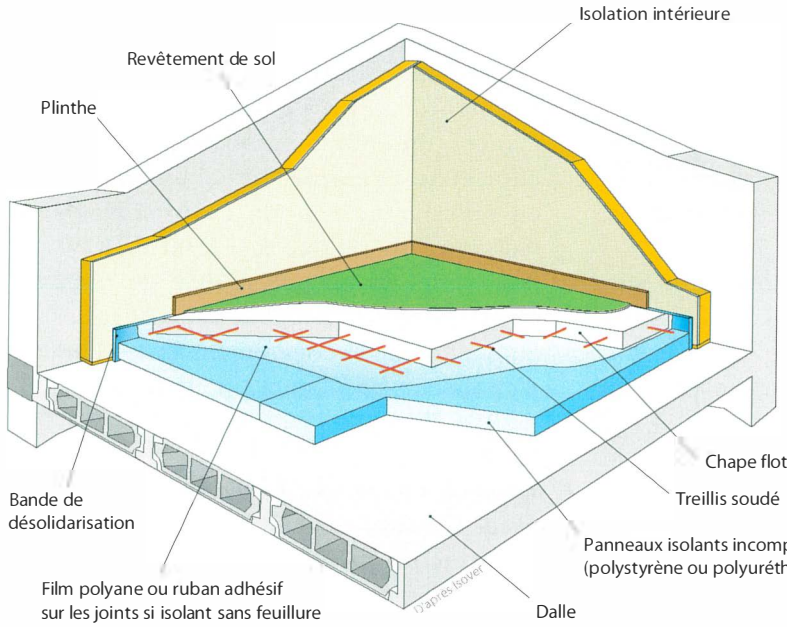
Avec plaques de polystyrène :
R = 2,65 m².K/W
épaisseur de 80 mm

Up : 0,33

Avec plaques de polystyrène :
R = 2,50 m².K/W
épaisseur de 78 mm

Up : 0,40

Avec plaques de polystyrène :
R = 2,00m².K/W
épaisseur de 60 mm



Solution thermo-acoustique (planchers d'étage)

Avec plancher en béton de 140 mm
et dalle flottante de 50 mm
sur vide sanitaire

Up : 0,33

Avec plaques de polystyrène extrudé :
R = 2,10 m².K/W
épaisseur de 60 mm
+
panneau de laine de roche :
R = 0,45 m².K/W
épaisseur de 15 mm

Avec plancher
en béton de 140 mm
et dalle flottante de 50 mm
sur l'extérieur

Up : 0,35

Avec plaques de polystyrène extrudé :
R = 2,10 m².K/W
épaisseur de 60 mm
+
panneau de laine de roche :
R = 0,45 m².K/W
épaisseur de 15 mm

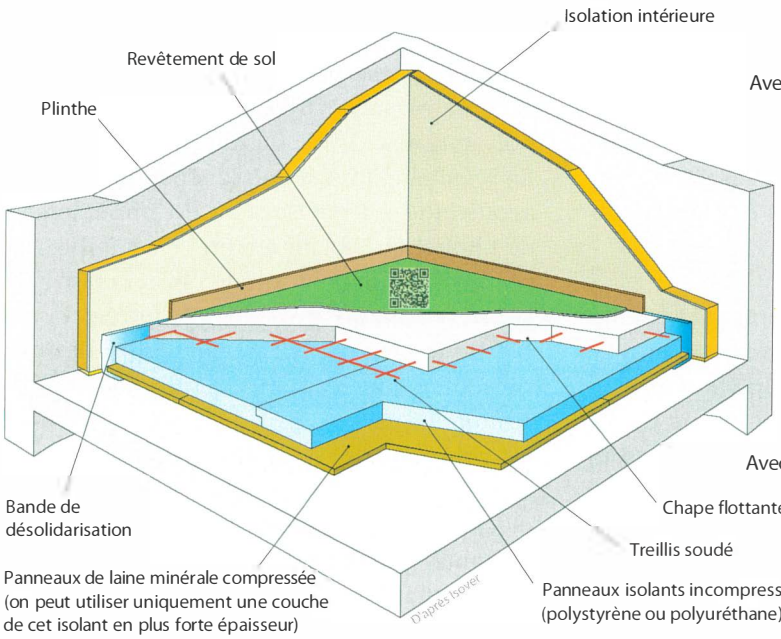


Figure 97 : L'isolation d'un plancher par le haut (chape flottante)

armée, désolidarisée des parois verticales et de tout autre élément traversant comme les canalisations, au moyen de bandes d'isolant ou de mousse.

L'un des inconvénients de cette solution est la diminution de la hauteur disponible sous plafond, ce qui peut être un handicap dans certains cas de figure. Malgré cela, c'est le meilleur moyen pour rénover et isoler par l'intérieur tout en réduisant les ponts thermiques dus aux planchers lourds. L'épaisseur étant limitée par la nécessité de respecter un certain niveau pour les sols, les performances thermiques le sont également.

Si seule l'isolation thermique est nécessaire, le polystyrène extrudé, par exemple, est un isolant envisageable pour un plancher bas à rénover.
Prévoyez une bande de désolidarisation sur le pourtour de la pièce. Les panneaux isolants seront posés directement sur la dalle de plancher, à bords jointifs, en coupe de pierre. Si les panneaux ont des bords droits, il convient de couvrir d'un film polyane. Cela vaut également pour les isolants fibreux. Sinon, on peut aussi coller du ruban adhésif sur les joints entre panneaux afin d'éviter que les laitances de ciment ne pénètrent dans les joints. Avec les plaques d'isolant en plastique alvéolaire bouvetées ou feuillurées, cette précaution n'est pas nécessaire.
Prévoyez une chape armée de faible épaisseur (≤ 50 mm), qui recouvrira l'ensemble de l'isolant.

Avec des plaques de polystyrène extrudé de 60 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 2,00 m^2.K/W, sur un plancher en hourdis béton sur vide sanitaire, de résistance thermique R = 0,15 m^2.K/W, on obtient un coefficient U de 0,40 W/m^2.K.

Le coefficient U peut être abaissé à 0,32 W/m^2.K avec des plaques de polystyrène extrudé de 80 mm d'épaisseur et de résistance thermique R = 2,65 m^2.K/W.
Pour garantir aussi de bonnes performances acoustiques, prévoyez une première couche de panneaux isolants fibreux, comme de la laine de roche compressée, par exemple. La seconde couche pourra être en polystyrène extrudé. Bien entendu, cette combinaison n'est pas obligatoire. Il est également possible de ne choisir qu'un seul isolant fibreux incompressible pour la totalité de la couche isolante.

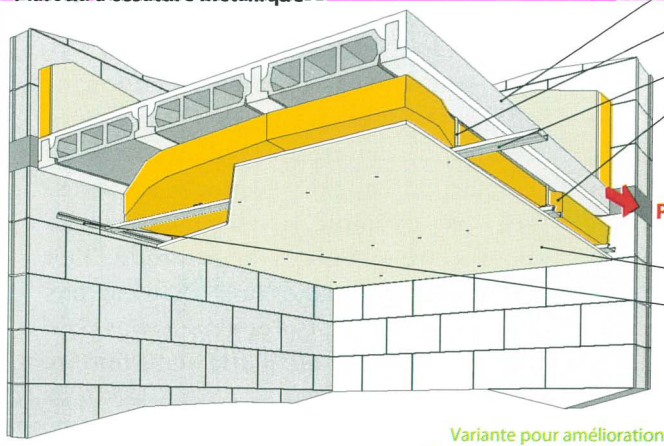
Dans l'exemple de la figure 97, le plancher se compose d'une dalle en béton de 140 mm d'épaisseur sur l'extérieur et d'une chape flottante de 50 mm. Avec des plaques de polystyrène extrudé de 60 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 2,10 m^2.K/W, plus une couche de panneaux de laine de roche de 15 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 0,45 m^2.K/W, on obtient un coefficient U de 0,35 W/m^2.K.
Avec la même configuration, mais cette fois sur un vide sanitaire, on obtient un coefficient U de 0,33 W/m^2.K.

L'isolation des planchers par le dessous

Cette solution est utile pour isoler thermiquement les planchers hauts ou les planchers bas, par exemple sur local non chauffé. Les systèmes et les procédés possibles (figure 98) diffèrent selon le type de plancher à isoler : plancher léger, dalle de béton, hourdis, etc. Le principe consiste à installer un isolant rapporté en sous-face du plancher. L'inconvénient est la diminution de la hauteur sous plafond du local inférieur, ce qui peut être problématique dans certains cas.

Isolation rapportée en sous-face des planchers

Plafond à ossature métallique

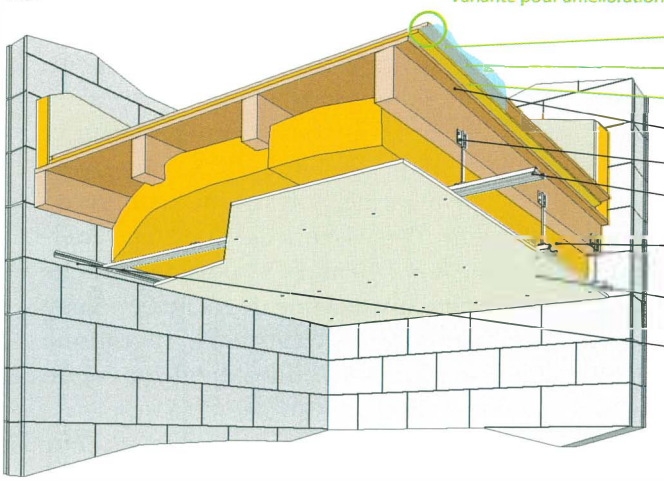


Plancher avec poutrelles et hourdis en béton

Up : 0,35

Avec laine minérale :
R = 2,50 m².K/W
épaisseur = 100 mm

Variante pour amélioration acoustique

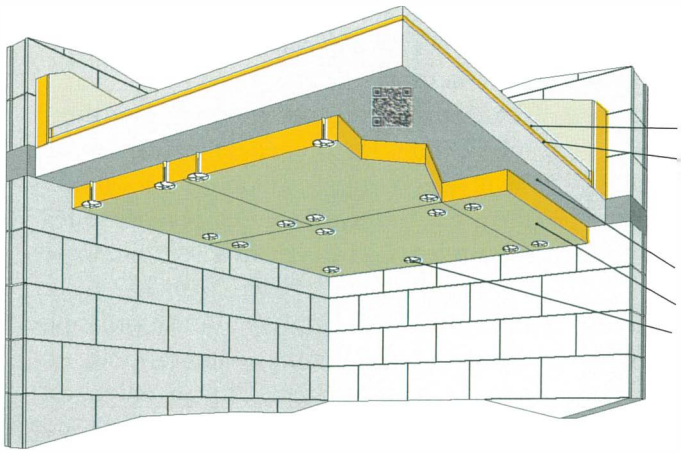


Plancher léger en bois

Up : 0,20

Avec laine minérale :
R = 5,40 m².K/W
épaisseur = 190 mm

Isolation rapportée sous dalle



Chape flottante de 4 cm
+ laine de roche compressée de 35 mm
+ dalle en béton armé de 20 cm

Up : 0,21

Avec panneaux sandwiches
de fibre de bois liée à la magnésie
et polystyrène : épaisseur = 125 mm

Up : 0,23

Avec panneaux sandwiches
de fibre de bois liée à la magnésie
et laine de roche : épaisseur = 125 mm

Plancher avec poutrelles et hourdis en béton

Up : 0,33

Avec polystyrène expansé :
R = 2,65 m².K/W
épaisseur = 85 mm

Figure 98 : L'isolation rapportée en sous-face d'un plancher

Un autre inconvénient, dans le cas d'un plancher lourd, est que cet apport d'isolation thermique par l'intérieur, ne diminue pas l'importance du pont thermique linéaire créé par la dalle.
Pour améliorer sensiblement les performances globales, il convient de prévoir également une isolation dans le local supérieur, grâce à une chape flottante, notamment.
Prenons l'exemple d'un plancher avec hourdis en béton. Un plafond rapporté, composé d'une ossature métallique et d'une plaque de plâtre, est créé. Il incorpore un isolant thermique. Avec des panneaux de laine de verre de 100 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 2,50 m^2.K/W, cette solution permet d'obtenir un coefficient U de 0,35 W/m^2.K.

On peut aussi utiliser des panneaux de polystyrène expansé fixés mécaniquement en sous-face avec des chevilles étoiles. Pour une épaisseur de 85 mm et une résistance thermique R = 2,65 m^2.K/W, on atteint dans ce cas un coefficient U de 0,33 W/m^2.K.
Il est possible d'adopter la même solution pour un plancher léger en bois, comme dans le second exemple. En partie haute, le plancher repose sur une sous-couche isolante et des plaques de sol (chape flottante sèche).

Une ossature métallique de plafond rapporté est fixée aux solives au moyen de suspentes. Le plénum accueille l'isolant thermique, mais il ne doit pas remplir tout l'espace disponible. Les plaques de plâtre pourront ensuite être fixées mécaniquement sur l'ossature. Avec des panneaux de laine minérale de 190 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 5,40 m^2.K/W, cette solution permet d'obtenir un coefficient U de 0,20 W/m^2.K.
Prenons un autre exemple : une dalle en béton de 20 cm d'épaisseur, 35 mm de laine de roche compressée et une chape flottante de 4 cm. Avec des panneaux sandwiches de fibragglos (fibres de bois liées avec de la magnésie) et de la laine de roche de 125 mm d'épaisseur, fixés mécaniquement, on obtient un coefficient U de 0,23 W/m^2.K. Pour la même épaisseur de panneau sandwich, mais intégrant cette fois du polystyrène, le coefficient U est porté à 0,21 W/m^2.K.

L'isolation des toitures inclinées

La structure porteuse des toitures inclinées est assurée par la charpente, généralement en bois. On peut distinguer deux grandes familles : les charpentes traditionnelles et les charpentes industrialisées. Leur forme dépend de différents paramètres comme l'esthétique générale du bâtiment, les spécificités régionales, les conditions climatiques et le type de couverture choisi. Ces paramètres permettent de déterminer la pente des versants et le dimensionnement des éléments devant assurer une résistance mécanique suffisante. La charpente est ancrée dans la maçonnerie pour éviter tout risque de soulèvement en cas de fort vent. Selon les contraintes et la destination des combles, plusieurs éléments de formes diverses sont disponibles. Pour les combles non habitables, on utilise des fermettes en M, en W, en E, en éventail ou en ciseaux. Pour les combles aménageables, on utilise des fermettes en A destinées à reposer sur la dalle ou à entrait porteur avec un ou deux appuis.
Par conséquent, les solutions d'isolation pour les toitures inclinées dépendent de nombreux facteurs. En effet, selon le

type de combles, l'isolation sera mise en œuvre différemment. Pour des combles perdus, elle sera réalisée au-dessus du plancher haut ou du plafond rapporté. Dans le cas de combles aménagés, elle sera intégrée à la charpente, si la couverture est existante. Elle peut être réalisée au-dessus de la charpente, dans un projet de construction ou en cas de rénovation de la couverture.
Les performances thermiques et acoustiques du toit dépendent exclusivement du type d'isolant utilisé et, par conséquent, de son épaisseur et de sa résistance thermique.

La pose d'un pare ou freine-vapeur du côté chauffé de l'habitation est nécessaire afin d'éviter la détérioration des pièces de charpente sous l'effet du transfert de vapeur d'eau. Le pare-vapeur intégré à l'isolant (papier kraft) n'est plus autorisé. Le pare ou freine-vapeur rapporté est désormais obligatoire.
Par nature, les combles ne sont pas l'endroit idéal pour créer de l'inertie thermique puisqu'ils comportent rarement des parois lourdes, ce qui est un inconvénient, notamment pour le confort d'été. De plus, cet inconvénient est amplifié par le fait que les combles sont directement soumis au rayonnement solaire. Heureusement, il existe des solutions pour améliorer l'inertie thermique des combles.
La première consiste à créer des pans de toiture lourds, sans charpente en bois. Par exemple, dans une construction en béton cellulaire, on peut utiliser des dalles de toiture également en béton cellulaire. Il s'agit de dalles armées fabriquées sur mesure, qui font office de pannes et donnent l'inclinaison de la toiture. Pour parfaire leurs performances thermiques, on les équipe d'un film pare-vapeur et on réalise une isolation complémentaire par l'extérieur. Les chevrons pourront ensuite être fixés pour recevoir les liteaux et la couverture.

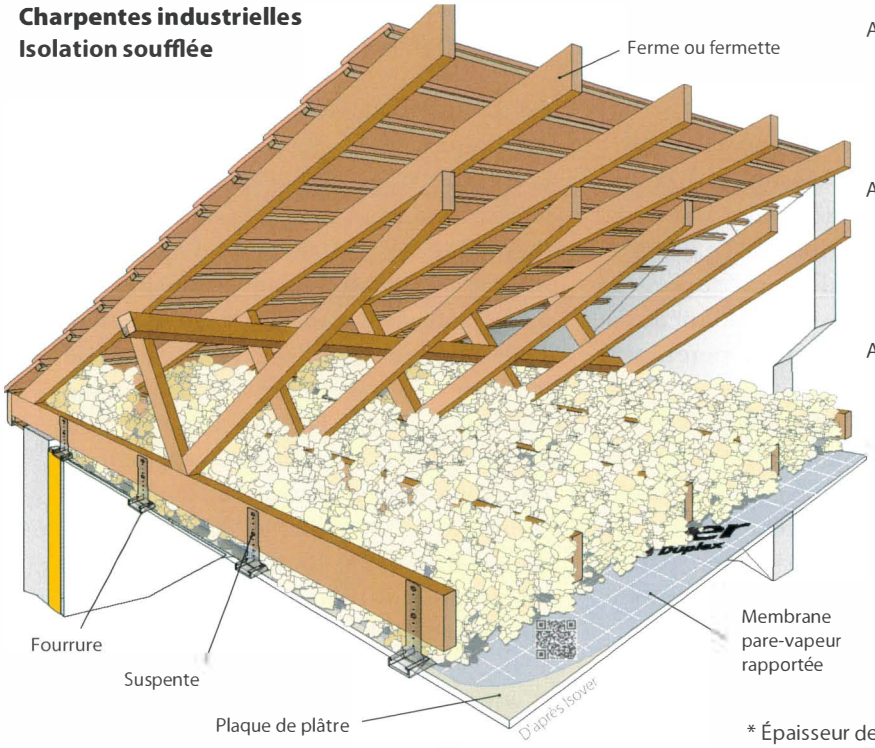
Une autre solution consiste à couler un mortier isolant allégé entre les solives, comme cela se pratique pour les mortiers de chanvre. Le mortier est disposé dans les espaces en forme de caissons matérialisés par le revêtement intérieur, les chevrons, et un habillage situé du côté extérieur.
On peut également se servir des caissons pour les remplir avec un isolant en vrac ayant une bonne inertie thermique comme la ouate de cellulose. On obtiendra également une inertie satisfaisante avec d'autres isolants comme les laines et les fibres de bois en panneaux mises en œuvre de façon classique.
Une autre possibilité consiste à installer en complément un écran sous toiture réfléchissant afin de renvoyer vers l'extérieur une partie de la chaleur due au rayonnement solaire.
Enfin, il existe une dernière solution, pratique notamment en rénovation. Elle consiste à poser des parements à base de matériaux à changement de phase (MCP) qui ont des propriétés bénéfiques, proches de la climatisation naturelle. Pour bénéficier des avantages de ces matériaux, il convient de les associer à une ventilation efficace. Seule la ventilation peut éliminer la chaleur restituée en période nocturne.

L'isolation des combles perdus

Selon le type de charpente et son accessibilité, plusieurs solutions d'isolation sont possibles dans les combles perdus. En règle générale, les performances ther-

Isolation des combles perdus avec charpente industrielle

Charpentes industrielles
Isolation soufflée



Up : 0,10

Avec laine minérale soufflée :
R = 10 m².K/W
épaisseur = 460 mm

Up : 0,14

Avec laine minérale soufflée :
R = 6,50 m².K/W
épaisseur = 300 mm

Up : 0,20

Avec laine minérale soufflée :
R = 5,00 m².K/W
épaisseur = 230 mm

ou

laine minérale à épandre :
R = 5,00 m².K/W
épaisseur = 250 mm

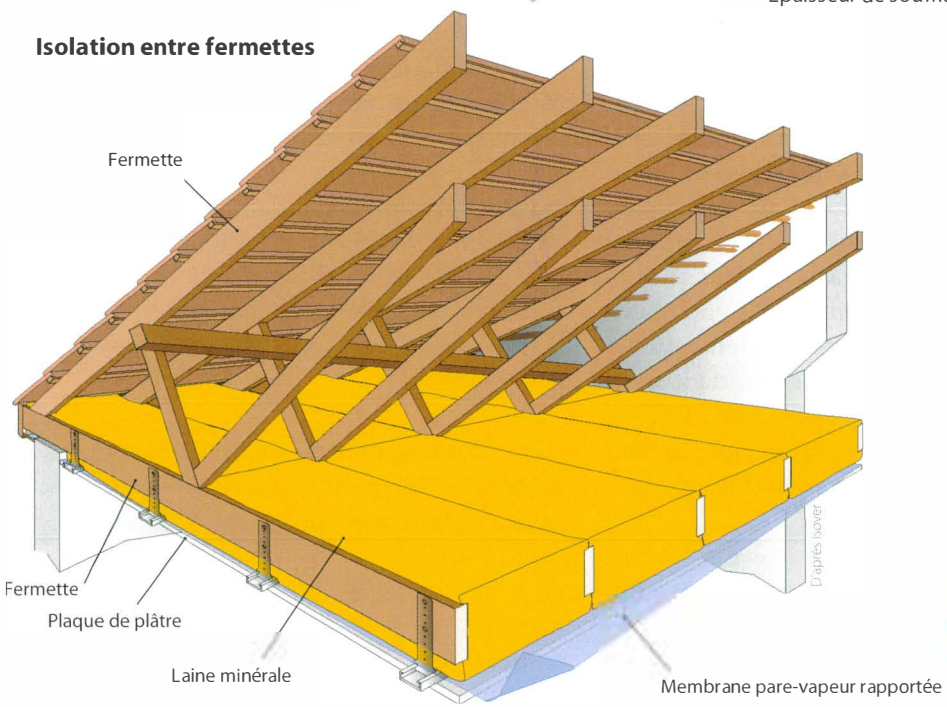
ou

ouate de cellulose projetée :
R = 5,00 m².K/W
épaisseur = 265/210 mm*

★★★★★

* Épaisseur de soufflage (après tassement).

Isolation entre fermettes



Up : 0,17

Avec laine minérale :
R = 6,50 m².K/W
épaisseur = 260 mm

Up : 0,19

Avec laine minérale :
R = 6,00 m².K/W
épaisseur = 240 mm

Up : 0,20

Avec laine minérale :
R = 5,50 m².K/W
épaisseur = 220 mm

★★★☆☆

Figure 99 : L'isolation des combles perdus avec une charpente industrialisée

miques que l'on peut atteindre dans ce cas sont très bonnes, puisqu'on n'est pas limité par l'épaisseur d'isolant à mettre en œuvre.

Afin de ne pas créer de ponts thermiques, il convient de préserver la continuité avec l'isolant des murs porteurs, surtout en cas d'isolation par l'extérieur. Il est important également de veiller à conserver la bonne ventilation de la charpente afin d'assurer sa pérennité.

Pour les **charpentes industrialisées**, deux méthodes sont couramment utilisées. On peut isoler le plancher avec un matériau en vrac, qui sera soufflé ou répandu. On peut aussi réaliser une isolation par le dessous en installant un plafond rapporté (figure 99).

L'isolation est réalisable en vrac avec des flocons de laine minérale, de la ouate de cellulose ou tout autre matériau adapté à ce mode d'application.
Le plafond rapporté est installé avec des suspentes sur les entraits des fermettes. La réalisation doit être soignée pour garantir l'étanchéité à l'air. Un pare-vapeur rapporté assurera une bonne étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau. Il subsistera néanmoins des ponts thermiques ponctuels dus aux éléments de charpente eux-mêmes, cependant leur impact reste négligeable. Les chiffres indiqués dans les exemples qui suivent tiennent compte de ces ponts thermiques.

Pour délimiter l'espace à isoler et retenir l'isolant, prévoyez des étrésillons. En cas d'isolation par l'intérieur, ils seront placés au nu intérieur des murs extérieurs. Une trappe d'accès sera aménagée. L'isolant est soufflé à la machine ou répandu. La solution par soufflage est plus performante, cependant il est préférable de confier cette opération à un professionnel.

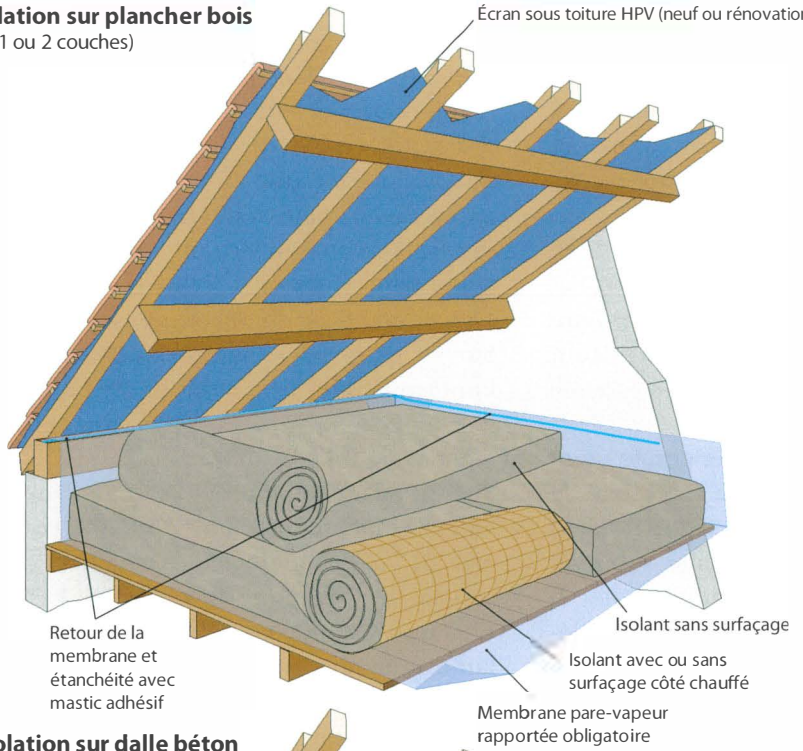
En ce qui concerne les performances thermiques, pour obtenir un coefficient U de 0,20 $W/m^2.K$, par exemple, il faut choisir une laine minérale de résistance thermique R = 5,00 $m^2.K/W$, d'une épaisseur de 250 mm si l'isolant est répandu ou de 230 mm seulement si la mise en œuvre s'effectue par soufflage. Cette méthode garantit une meilleure répartition de l'isolant, surtout dans les endroits peu accessibles. En augmentant l'épaisseur de l'isolant, on peut atteindre de hautes performances. Par exemple, avec 460 mm de laine minérale soufflée de résistance thermique R = 10 $m^2.K/W$, on obtient un coefficient U de 0,10 $W/m^2.K$.

Si vous optez pour un isolant en rouleau, la seconde solution consiste à coincer l'isolant entre les entraits des fermettes. Un plafond rapporté est installé. Il consiste en un parement en plaques de plâtre, fixé mécaniquement sur une ossature métallique. Cette solution est particulièrement utile dans certains cas, notamment les endroits difficiles d'accès par les combles. Le plafond rapporté assurera l'étanchéité à l'air de la paroi. Par conséquent, son exécution devra être soignée.

Avec des isolants efficaces d'épaisseur suffisante, les performances thermiques sont satisfaisantes. Ainsi, avec 220 mm de laine minérale de résistance thermique R = 5,50 $m^2.K/W$, on obtient un coefficient U de 0,20 $W/m^2.K$. La valeur de U peut être abaissée à 0,17 $W/m^2.K$ en portant l'épaisseur de la laine minérale à 260 mm, avec une résistance thermique R = 6,50 $m^2.K/W$.

Isolation des combles perdus avec charpente traditionnelle

Isolation sur plancher bois
(en 1 ou 2 couches)



Up : 0,10

Avec laine minérale en deux couches croisées :
couche 1
R = 5,00 m².K/W
épaisseur = 200 mm
+
couche 2
R = 5,00 m².K/W
épaisseur = 200 mm

Up : 0,14

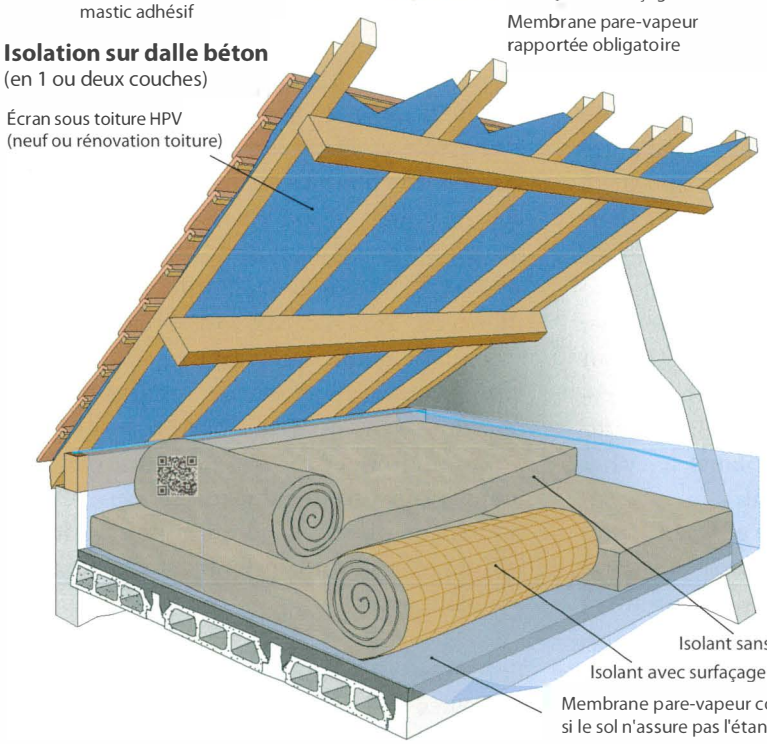
Avec laine minérale :
R = 6,50 m².K/W
épaisseur = 300 mm

Up : 0,17

Avec laine minérale :
R = 5,50 m².K/W
épaisseur = 220 mm

★★★☆☆

Isolation sur dalle béton
(en 1 ou deux couches)



Up : 0,15

Avec laine minérale :
R = 6,50 m².K/W
épaisseur = 260 mm

Up : 0,17

Avec laine minérale en deux couches croisées :
couche 1
R = 2,50 m².K/W
épaisseur = 100 mm
+
couche 2
R = 3,00 m².K/W
épaisseur = 120 mm

★★★★☆

Figure 100 : L'isolation des combles perdus avec une charpente traditionnelle

Dans le cas des **charpentes traditionnelles**, on dispose généralement d'un plancher haut qui permettra d'accueillir l'isolant (figure 100). Il suffit alors de poser des rouleaux ou des panneaux isolants dans les combles, à même le sol. Même si l'isolant dispose d'un pare-vapeur intégré, prévoyez-en un indépendant à poser avant l'isolant, ce qui constitue la meilleure solution. Les lés ou panneaux d'isolants doivent être parfaitement jointifs afin d'éviter tout pont thermique, potentiellement source de condensation.

En cas d'isolation par l'extérieur, le point important à respecter est la continuité de l'isolation. Il faut veiller à ce que l'isolant passe au-dessus de la panne sablière, pour rejoindre l'isolation du plancher. Il ne faut pas, cependant, coller aux éléments de couverture afin de préserver la ventilation de la charpente.

Un autre pont thermique devra être traité. Il se produira au niveau du pignon puisque le mur empêchera la continuité de l'isolation extérieure située de l'autre côté. Un début de solution consiste à augmenter le parcours de ce pont thermique afin de l'affaiblir. À cet effet, prévoyez une isolation également du côté intérieur du pignon, sur une hauteur de 0,90 à 1,00 m minimum, ou, mieux, sur toute la hauteur du pignon, si cela est possible techniquement et financièrement. Des complexes isolants à coller conviendront parfaitement.

Au sol, pour une meilleure efficacité, prévoyez deux couches croisées d'isolant. La seconde, posée perpendiculairement à la première, ne nécessite pas de pare-vapeur. Il n'y aura pas de ponts thermiques ponctuels.

L'inconvénient avec ce type d'isolation est que l'on condamne totalement l'usage futur du grenier.

Si le plancher supérieur est lourd (dalle béton, plancher sur hourdis en béton ou en terre cuite), l'inertie thermique sera assurée. Dans le cas d'un plancher léger, l'inertie sera insuffisante. Il est alors préférable de choisir un isolant adapté offrant une bonne inertie. Les exemples suivants retiennent la solution des isolants en rouleaux ou en panneaux, cependant, il est tout à fait possible de choisir une mise en œuvre par soufflage.

Sur un plancher léger, avec 220 mm de laine minérale de résistance thermique R = 5,50 m^2.K/W, on obtient un coefficient U de 0,17 W/m^2.K.

Sur un plancher lourd, on obtient une valeur similaire avec une première couche de 100 mm de laine minérale de résistance thermique R = 2,50 m^2.K/W, plus une seconde couche de 120 mm de laine minérale de résistance thermique R = 3,00 m^2.K/W.

Avec une laine minérale de 260 mm d'épaisseur et de résistance thermique R = 6,50 m^2.K/W, le coefficient U passe à l'excellent niveau de 0,15 W/m^2.K.

Dans le cas d'un projet neuf ou de rénovation lourde, il est également possible d'adopter la solution de l'isolation entre solives, à l'instar des charpentes industrialisées, avec un plafond rapporté sur ossature métallique (figure 101). Ce choix permet des finitions rapides, côté intérieur, sans qu'il soit besoin de créer de plancher, côté grenier. Naturellement, pour profiter du grenier ou créer un espace de stockage en appui sur les solives, il est aussi possible de réaliser un plancher.

Entre les solives, prévoyez un isolant en rouleaux. L'isolant doit être légèrement plus large que les espaces afin d'assurer une mise en place suffisamment compacte et ne pas créer de ponts thermiques

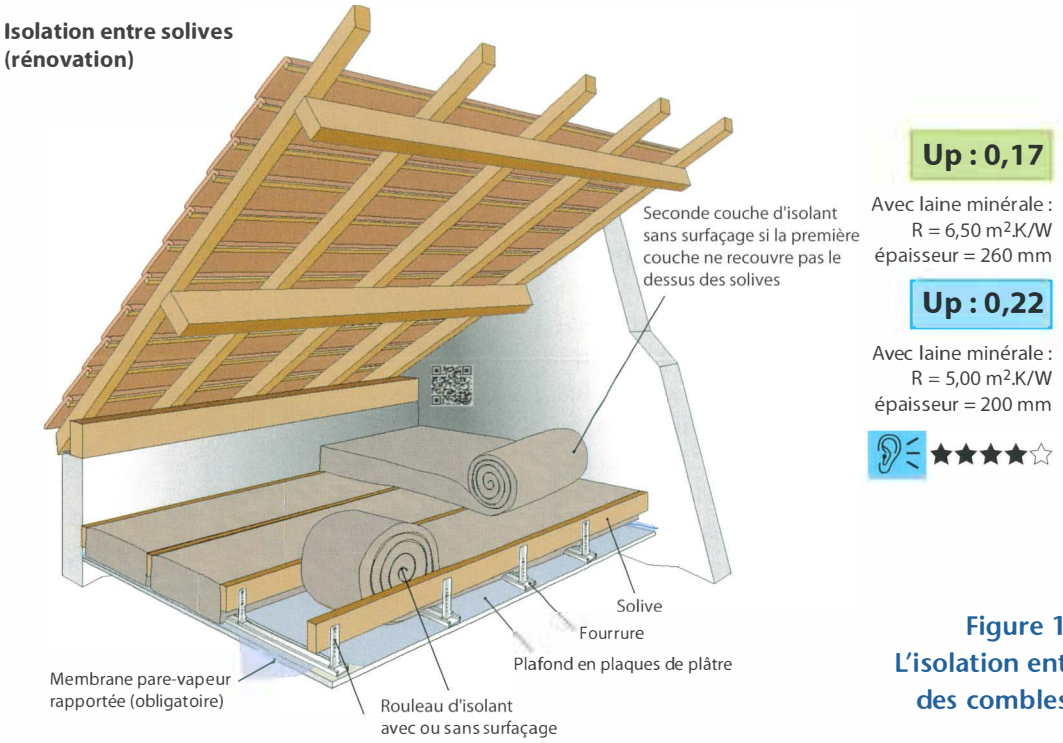


Figure 101 : L'isolation entre solives des combles perdus

supplémentaires sur les côtés. La partie supérieure des solives doit être recouverte d'isolant. S'il n'est pas assez épais, prévoyez une seconde couche. L'étanchéité à la vapeur d'eau par diffusion n'est pas assurée. Il faut pour cela un pare-vapeur rapporté.

Avec une laine minérale de 200 mm d'épaisseur de résistance thermique R = 5,00 m^2.K/W, on obtient un coefficient U de 0,22 W/m^2.K. Ce coefficient peut être diminué à 0,17 W/m^2.K en choisissant une laine minérale de 260 mm d'épaisseur et de résistance thermique R = 6,50 m^2.K/W. Pour assurer l'inertie thermique, il convient de choisir des isolants présentant cette propriété. Cela est particulièrement important pour le confort d'été. Grâce à l'isolation et à l'inertie, on met ainsi les combles à profit pour créer un espace tampon protégeant la partie habitable. La surchauffe est limitée en cas de fortes températures, ce qui est l'un des avantages des combles perdus par rapport aux combles aménageables.

L'isolation des combles aménageables

Lorsqu'on souhaite profiter des combles pour créer une nouvelle surface habitable, la principale difficulté consiste à libérer un maximum de volume intérieur, tout en assurant des performances thermiques satisfaisantes pour apporter un confort optimal. Le principe consiste à réaliser l'isolation directement au niveau des éléments de charpente. Malheureusement, isoler uniquement l'espace entre les chevrons n'est pas suffisant. Il est nécessaire d'isoler également les chevrons par le dessous ou par le dessus.

Naturellement, cette dernière option n'est envisageable qu'en cas de réfection de la toiture ou de la couverture ou bien en

cas de construction neuve. Il existe pour cela de nombreux procédés et solutions. Ils permettent de répondre à la plupart des cas de figure que l'on peut rencontrer pour isoler ses combles aménageables. Quelle que soit la solution choisie, il est un paramètre fondamental à respecter pour éviter les problèmes ultérieurs, c'est la ventilation de la toiture. En effet, l'isolant ne doit jamais être installé directement contre la couverture ou contre les liteaux qui la supportent. Il faut respecter un espace pour permettre la ventilation minimale constante qui évitera les désordres dus à la condensation. À cet effet, plusieurs cas de figure peuvent se présenter, comme illustré à la figure 102.

Dans le cas d'une isolation par l'intérieur en deux couches, soit une couche entre les chevrons et une autre sous les chevrons, il convient de respecter certaines dispositions en fonction des éléments installés. Si la toiture n'est pas équipée d'un film pare-pluie, l'isolant ne doit pas occuper toute la hauteur des chevrons. Il faut respecter un espace de ventilation minimal de 2 cm, côté toiture. Si l'on utilise un écran sous toiture imperméable à la vapeur d'eau, il faut prévoir obligatoirement un espace de ventilation au niveau des chevrons. L'écran sera installé sur les chevrons, sous la toiture. La réalisation d'un contre-chevronnage sera nécessaire. Il servira de support pour la fixation des liteaux, ce qui créera un second espace de ventilation, également de 2 cm au minimum. Il faut utiliser un pare-vapeur continu rapporté, étanche ou hygrorégulant, pour éviter tout risque de condensation interne.

Dans le cas d'une couverture réalisée sur voligeage, il convient toujours de respecter les mêmes espaces de ventilation, adaptés à la présence éventuelle d'un écran sous toiture traditionnel.
Il est à noter que des produits innovants permettent d'utiliser toute la hauteur disponible entre les chevrons, pour

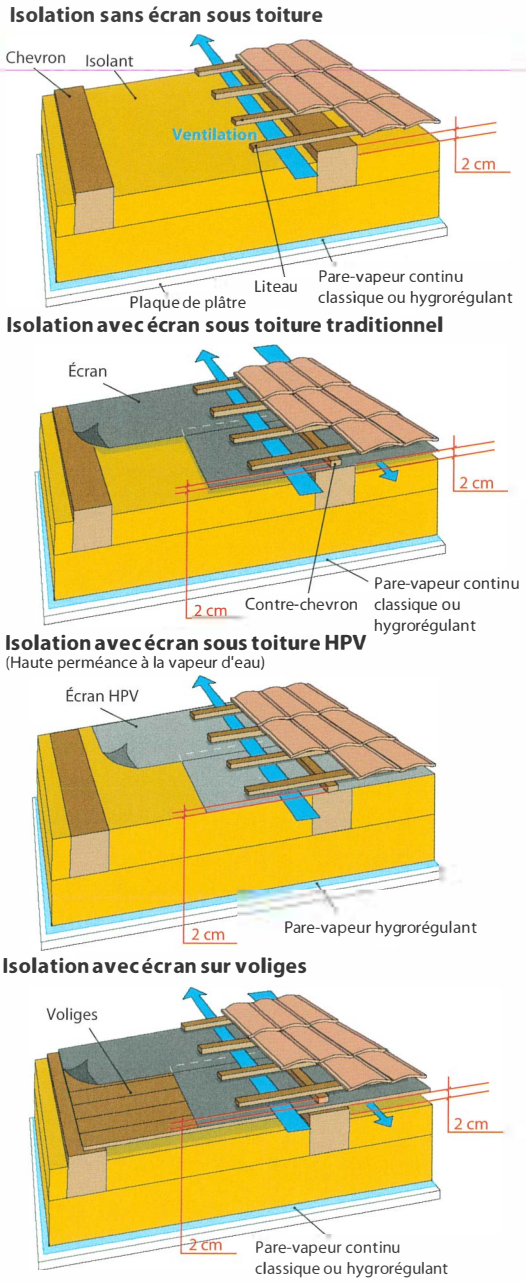


Figure 102 : La ventilation des toitures

l'isolation, sans créer d'espaces de ventilation. Le procédé est fondé sur un écran sous toiture et un pare-vapeur capable de maîtriser efficacement le transfert de la vapeur d'eau et ainsi d'éviter tout risque de condensation dans la charpente. L'écran sous toiture, dit HPV (à haute perméance à la vapeur d'eau), empêche l'eau liquide de traverser, par exemple en cas de fuite de la toiture, tout en laissant passer l'eau sous forme de vapeur. L'écran doit être installé conjointement à un pare-vapeur hygrorégulant.
La particularité de ces pare-vapeur est leur capacité à adapter leur perméance en fonction de l'humidité relative. Ils se comportent comme des pare-vapeur classiques tant que l'humidité relative est inférieure à 60 %, soit des conditions normales dans les logements en hiver. Les flux de vapeur d'eau vers la charpente et la toiture sont donc diminués. Lorsque l'humidité relative augmente, comme c'est souvent le cas en été, les pare-vapeur hygrorégulants laissent transiter la vapeur d'eau vers l'intérieur, ce qui permet l'assèchement des éléments de charpente. Le taux d'humidité dans les constructions est limité. Pendant trois ans, une étude hygrothermique a été menée par le CSTB pour calculer le taux d'humidité dans les différents éléments de la paroi (parements, bois, isolant), sous différents climats. L'étude montre que les risques de condensation à l'intérieur des matériaux sont sensiblement diminués. Il est à noter que, pour un maximum d'efficacité des échanges hygrothermiques, il est préférable de ne pas appliquer de peinture ou un film étanche à la vapeur d'eau sur l'ensemble des parois intérieures.
Les pare-vapeur hygrorégulants contribuent également à l'étanchéité à l'air de la construction.
Ils sont valables dans tous les cas de figure, en lieu et place d'un pare-vapeur traditionnel, sans écran sous toiture ou avec écran imperméable à la vapeur d'eau. Avec des pare-vapeur classiques, la ventilation de la toiture doit être respectée sur chaque pan. En partie basse, l'arrivée de la ventilation peut être directe ou assurée par des grilles placées dans les lambris de sous-face du débord de la toiture. En partie haute, elle s'effectue au moyen de tuiles chatières ou de faîtières non scellées, fixées par clipsage.

L'isolation monocouche

Dans ce cas de figure, il s'agit de poser une seule couche d'isolant sous les chevrons ou les fermettes. Celle-ci est maintenue par les suspentes et les fourrures de l'habillage rapporté, qui consiste le plus souvent en un parement de plaques de plâtre (figure 103). L'avantage de cette solution est une mise en œuvre simple et rapide, mais elle diminue la hauteur des combles. Il est obligatoire de choisir un pare-vapeur rapporté pour une meilleure étanchéité à la vapeur d'eau. Cette solution est judicieuse lorsque les chevrons sont irréguliers.

Pour une isolation par l'intérieur, l'isolant sera posé en partie verticale ou pied-droit, au niveau du pan coupé. S'il y a des fermettes, il sera posé également sur le sol. Il faudra isoler aussi les pignons selon les solutions existantes pour les parois verticales, c'est-à-dire avec des doublages collés ou une isolation sur ossature métallique.
Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, il faudra veiller à assurer la continuité entre les deux couches d'isolant, intérieure et extérieure, tout en prenant soin de réserver un espace pour la ventilation de la toiture.

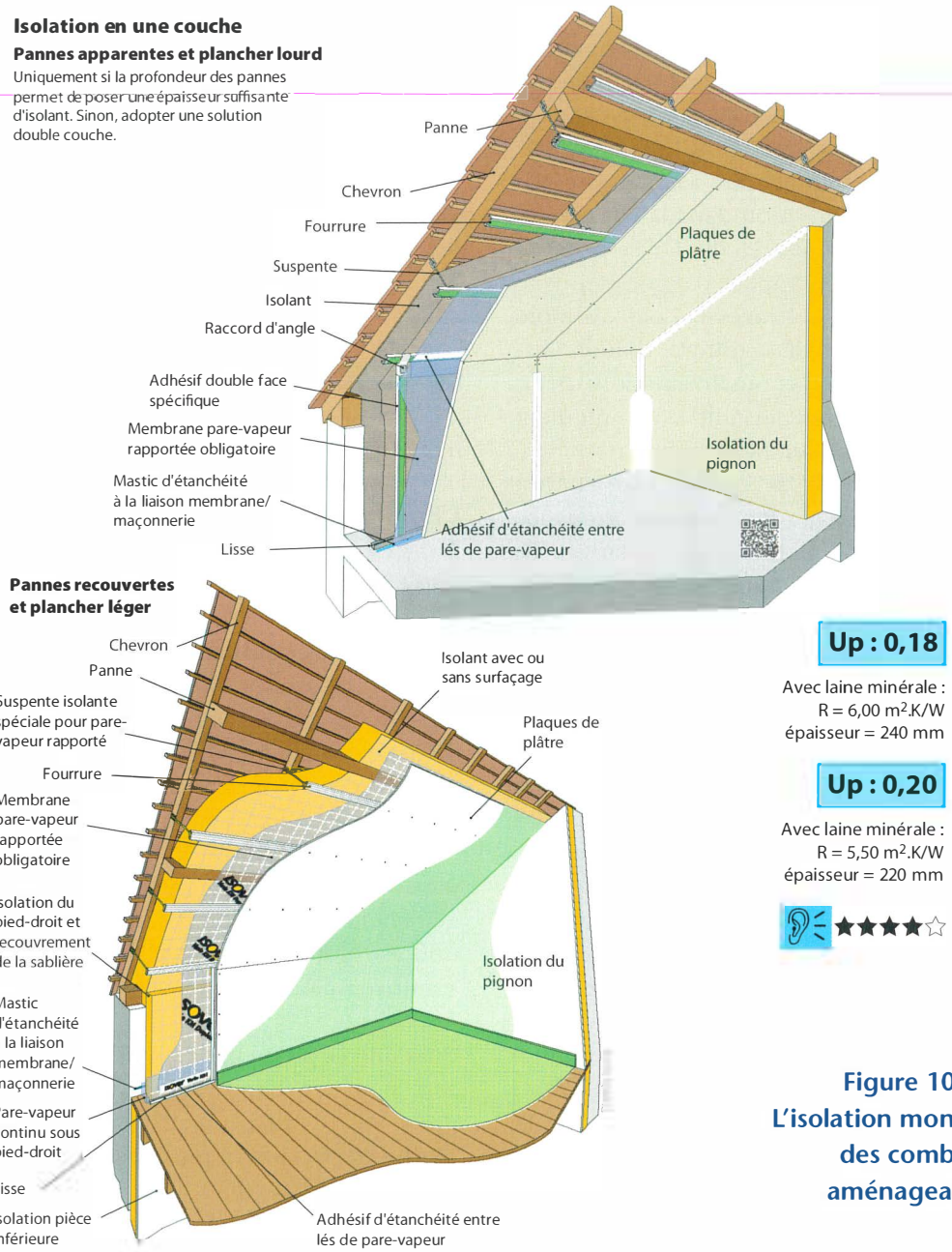


Figure 103 : L'isolation monocouche des combles aménageables

Dans le cas d'une isolation répartie, il suffit d'appliquer la même méthode que pour une isolation par l'intérieur. Le reproche que l'on peut faire à cette solution est la perte de volume qu'elle engendre dans les combles, puisque l'isolant est situé sous la structure de la charpente et, de surcroît, dans une forte épaisseur en raison des performances thermiques à atteindre. Une mise en œuvre soignée est indispensable pour assurer la meilleure étanchéité possible à l'air et à la vapeur d'eau. Si la réalisation n'est pas impeccable, des

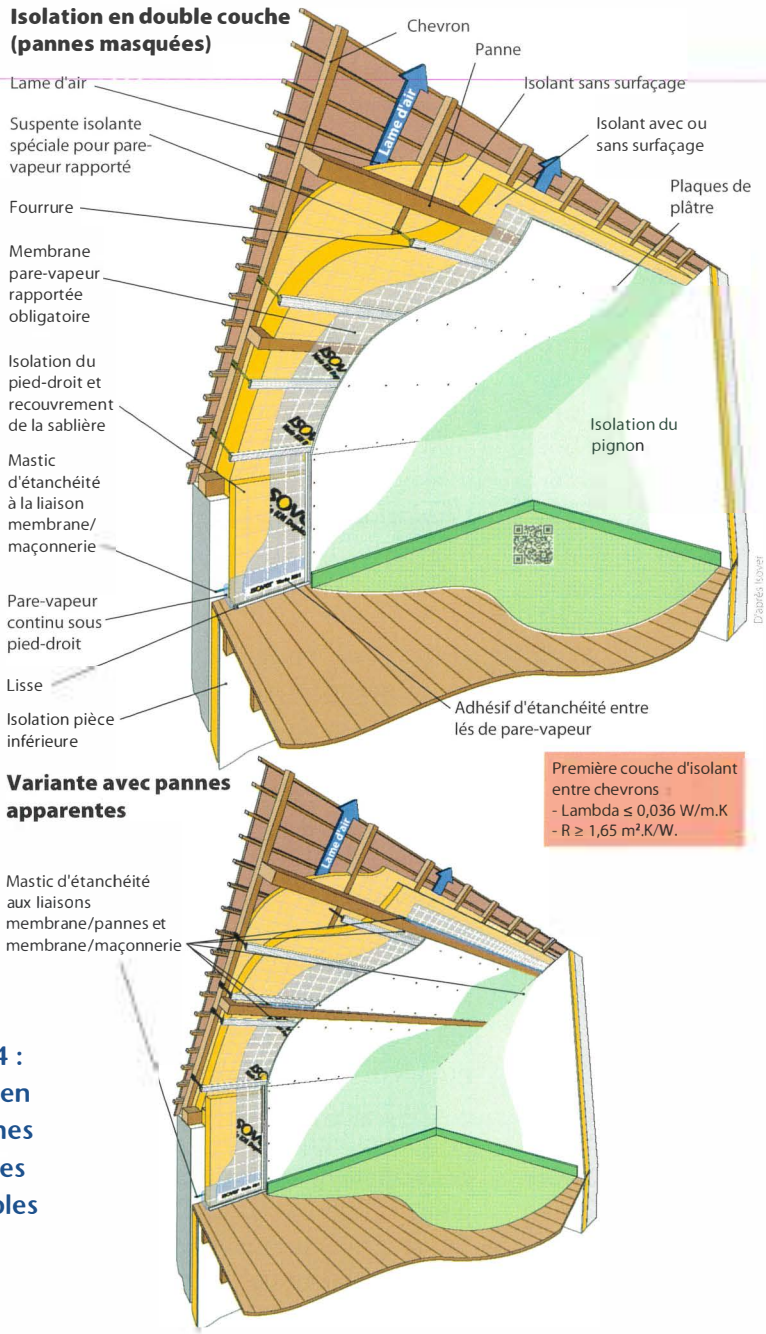
fuites d'air pourront persister au niveau du sol, des pignons et des pannes. L'unique solution consiste à choisir un pare-vapeur rapporté et à prévoir le traitement de tous les points singuliers.
Les réseaux et canalisations diverses pourront cheminer entre l'isolant et le parement. Prévoyez en outre suffisamment de mastic acrylique souple pour réaliser les raccords entre les plaques de plâtre et les pannes. Un mode de rebouchage dur créerait des fissures à ce niveau, à cause des variations dimensionnelles du bois dues à l'hygrométrie.
Dans le cas d'une charpente traditionnelle, il faudra installer la structure métallique entre les pannes, qui seront source de ponts thermiques ponctuels sur toute leur surface.
En rénovation, lorsque les pannes ne sont pas rectilignes ou si elles sont mal équarries, les opérations de découpe sont longues et délicates. Les chutes de matériau sont plus nombreuses. La coupe des plaques de plâtre est aussi plus difficile.

En ce qui concerne les performances thermiques, avec une laine minérale de 220 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 5,50 m^2.K/W, on peut obtenir un coefficient U de 0,20 W/m^2.K. Ce coefficient peut être diminué à 0,18 W/m^2.K avec une laine minérale de 240 mm d'épaisseur et de résistance thermique R = 6 m^2.K/W.
Si la structure se compose de fermettes, il n'y a plus de phénomènes de ponts thermiques au niveau des pannes, contrairement aux charpentes traditionnelles. Ceux qui subsisteront seront dus aux seules suspentes de l'ossature métallique, mais leur impact restera minime. C'est la solution la plus courante dans ce cas de figure.

En mettant en œuvre 190 mm de laine minérale de résistance thermique R = 5,40 m^2.K/W, on atteint un coefficient U de 0,20 W/m^2.K. Ce niveau peut être abaissé à 0,19 W/m^2.K avec une laine minérale de 200 mm de résistance thermique R = 5,70 m^2.K/W.
Derrière le pied-droit des fermettes, le sol du comble doit également recevoir une couche d'isolant thermique. En isolation par l'intérieur, si le plancher est lourd, il subsistera un pont thermique en about de dalle.

L'isolation en deux couches

Il s'agit de la méthode courante (figure 104). C'est le choix généralement retenu pour les charpentes traditionnelles. Une première couche d'isolant thermique sans pare-vapeur prend place entre les chevrons. Comme toujours, un espace de 2 cm est respecté du côté de la couverture pour permettre la ventilation. Par conséquent, c'est l'épaisseur des chevrons qui détermine l'épaisseur maximale de la première couche d'isolant à mettre en œuvre.
La seconde couche d'isolant doit être recouverte d'un pare-vapeur rapporté, placé du côté chauffé. Elle recouvrira la première couche et sera maintenue par les suspentes et les fourrures de l'ossature métallique. La seconde couche est généralement interrompue au niveau des pannes intermédiaires. Toutefois, si la seconde couche d'isolant est épaisse et si les pannes sont de petite section, celles-ci pourront être cachées par le parement et recouvertes par le pare-vapeur.
De plus, les systèmes d'ossature sont pratiques pour couper la pente de la toiture, en partie haute, pour créer un plafonnage horizontal.
Il est également possible de créer une ossature en bois. Il faut alors installer un contre-



Up : 0,14

Avec 1re couche de laine minérale entre chevrons (Lambda 0,035 W/m.K) : R = 1,70 m².K/W épaisseur = 60 mm

+

2e couche de laine minérale sous chevrons : R = 6,85 m².K/W épaisseur = 240 mm

★★★★★

Up : 0,18

Avec 1re couche de laine minérale entre chevrons (Lambda 0,035 W/m.K) : R = 1,70 m².K/W épaisseur = 60 mm

+

2e couche de laine minérale sous chevrons : R = 4,55 m².K/W épaisseur = 160 mm

★★★★☆

Figure 104 : L'isolation en deux couches des combles aménageables

chevronnage fixé perpendiculairement aux chevrons pour une solidité parfaite.

Sur les contre-chevrons, agrafez un pare-vapeur continu (film PE, PP ou hygrorégulant). Agrafez les joints entre les lés en recouvrement sur l'ossature et renforcez l'étanchéité avec du ruban adhésif pare-vapeur. Réalisez les joints périphériques avec du mastic d'étanchéité.

Clouez des tasseaux sur les contre-chevrons, comme supports des plaques de plâtre. Réservez un vide technique pour permettre le passage des canalisations électriques. De plus, le pare-vapeur se trouvant en retrait du parement, vous limitez les risques de perforation accidentelle.
Cette solution autorise la pose de lambris, cloués sur les tasseaux.
Les solutions sur contre-chevronnage sont très utilisées dans les pays d'Europe du Nord.
Dans les solutions traditionnelles avec pare-vapeur rapporté, choisissez des suspentes isolantes spécifiques. Elles permettent de maintenir l'isolant en assurant la fixation du pare-vapeur. Les fourrures de support des plaques de plâtre sont ainsi placées par-dessus le pare-vapeur et ménagent un vide qui peut servir pour passer les canalisations électriques tout en limitant les risque de percement de la membrane. En cas de plancher léger, placez le pare-vapeur sous l'isolant du pied-droit.
Les ponts thermiques ponctuels créés par les pannes restent faibles, puisque la première couche d'isolant entre les chevrons les isole un peu de l'extérieur.

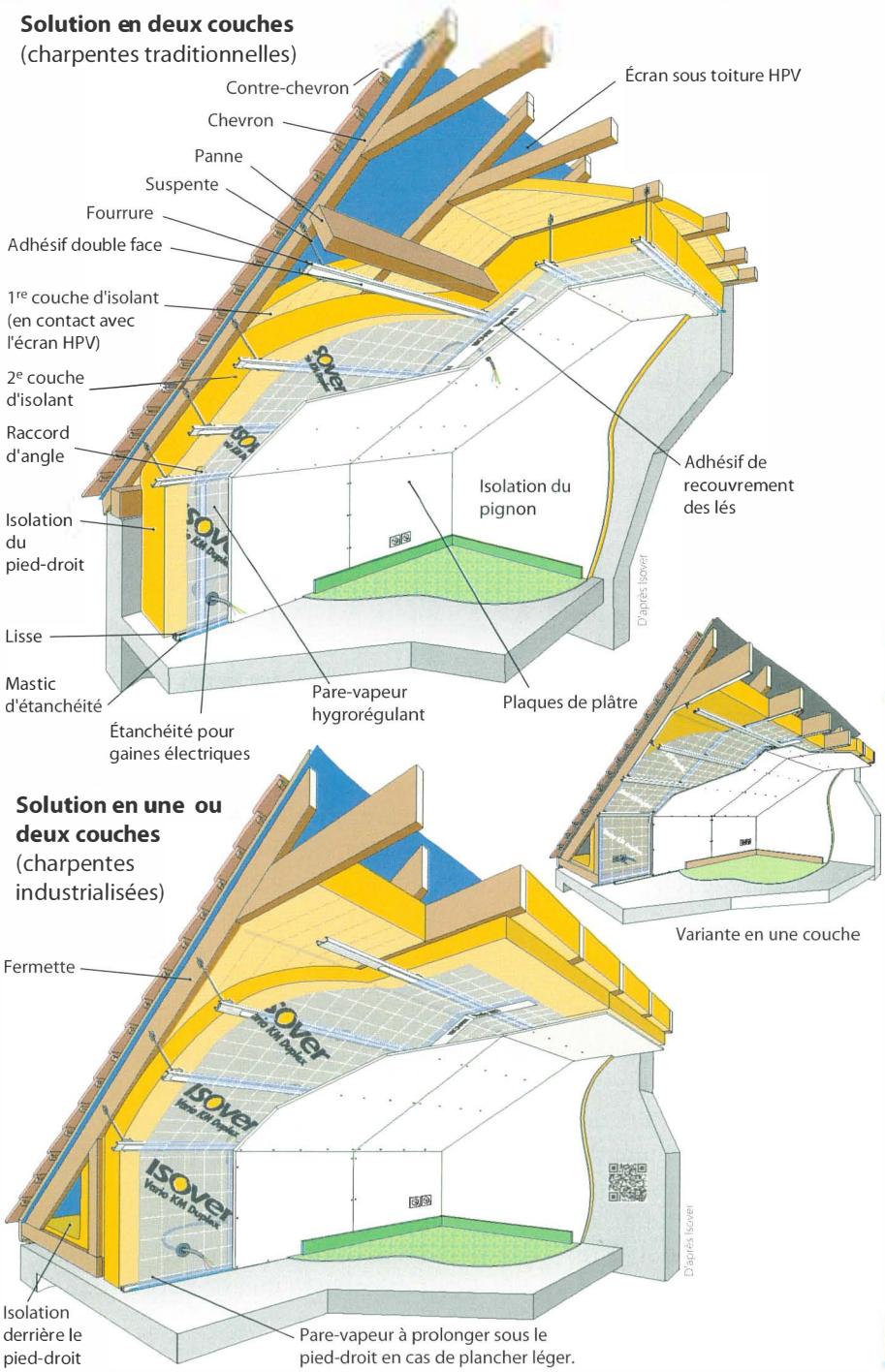
Comme dans le cas d'une charpente traditionnelle, en isolation par l'intérieur, il est nécessaire d'isoler également le pied-droit et la partie du sol située derrière, le cas échéant. En isolation par l'extérieur, il faudra veiller à assurer la continuité de l'isolation entre les deux côtés des murs. De même, il ne faut pas négliger la continuité du pare-vapeur, qui doit être assurée avec des bandes de ruban adhésif collées entre les lés. Les bords de l'isolant devront être parfaitement jointifs pour ne pas dégrader les performances. Les réseaux domestiques pourront passer entre l'isolant et la plaque de plâtre. Pour ce mode d'installation, on peut choisir parmi les nombreux types d'isolants adaptés. Les performances sont légèrement supérieures à celles que l'on peut atteindre avec une isolation monocouche, sans perte de volume inutile du comble. Pour les performances thermiques, avec une première couche de laine minérale entre chevrons de 60 mm de résistance thermique R = 1,70 m^2.K/W, puis une seconde couche sous chevrons de 160 mm (R = 4,55 m^2.K/W), on obtient un coefficient U de 0,18 W/m^2.K. Ce coefficient peut être diminué à 0,14 W/m^2.K avec une première couche de laine minérale entre chevrons de 60 mm, de résistance thermique R = 1,70 m^2.K/W, puis une seconde couche sous chevrons de 240 mm avec une résistance thermique R = 6,85 m^2.K/W.

L'isolation des combles neufs aménageables avec pare-vapeur hygrorégulant

L'utilisation d'un pare-vapeur hygrorégulant, comme indiqué précédemment (voir figure 102), est une solution adaptée pour l'isolation des combles aménageables aussi bien en monocouche qu'en deux couches (figure 105), dans le neuf. Il s'agit de la meilleure solution pour assurer la parfaite étanchéité à l'air, et à la vapeur d'eau par convection, de cette partie de l'habitation. Peu importe que l'isolant thermique soit posé en une ou deux couches. Le pare-vapeur est indépendant et il s'installe avant le parement. Il est installé conjointement à un écran sous toiture HPV, on maîtrise ainsi parfaitement le flux de vapeur dans la charpente.

Les réseaux et canalisations pourront passer entre l'isolant thermique et le

Isolation avec pare-vapeur indépendant hygrorégulant et écran HPV



Up : 0,14

Avec 1re couche de laine minérale entre chevrons :
R = 2,25 m².K/W
épaisseur = 80 mm
+
2e couche de laine minérale sous chevrons :
R = 6,25 m².K/W
épaisseur = 220 mm

Up : 0,17

Avec 1re couche de laine minérale entre chevrons :
R = 2,25 m².K/W
épaisseur = 80 mm
+
2e couche de laine minérale sous chevrons :
R = 4,55 m².K/W
épaisseur = 160 mm

★★★★☆

Up : 0,12

Avec 1re couche de laine minérale entre fermettes :
R = 6,25 m².K/W
épaisseur = 220 mm
+
2e couche de laine minérale sous fermettes :
R = 2,25 m².K/W
épaisseur = 80 mm

Up : 0,17

Avec laine minérale en une couche :
R = 6,25 m².K/W
épaisseur = 220 mm

★★★★☆

Figure 105 : L'isolation des combles avec pare-vapeur hygrorégulant

pare-vapeur. Le film sera par conséquent immanquablement percé en divers endroits, aussi il est important de veiller à rétablir l'étanchéité à l'air partout où cela est nécessaire, au moyen de rosaces adhésives spécifiques. Il en sera de même pour tous les conduits traversant le pare-vapeur (gaines de VMC, etc.).
Pour solidariser le pare-vapeur à l'ossature métallique, on colle de l'adhésif double face sur les fourrures. Les lés doivent se chevaucher et leurs jonctions doivent également être étanchéifiées au moyen de ruban adhésif. Enfin, les raccords situés au niveau des pannes, des pignons et du sol doivent être collés avec un cordon de mastic spécifique. De même, la lisse basse de l'ossature des pieds-droits sera posée sur un cordon de mastic d'étanchéité. Le parement, classiquement des plaques de plâtre, est fixé mécaniquement à l'ossature comme dans les solutions précédentes.
L'avantage de ce procédé est aussi de pouvoir disposer de la totalité de la hauteur des chevrons ou des fermettes, ce qui permet de profiter au maximum du volume intérieur des combles.
En ce qui concerne les performances thermiques, pour une isolation en deux couches sur charpente traditionnelle, avec une première couche de laine minérale entre chevrons de 80 mm, de résistance thermique R = 2,25 m^2.K/W et une seconde couche sans pare-vapeur de 160 mm (R = 4,55 m^2.K/W), on obtient un coefficient U de 0,17 W/m^2.K. Ce coefficient peut être porté à 0,14 W/m^2.K avec une première couche de laine minérale entre chevrons de 80 mm, de résistance thermique R = 2,25 m^2.K/W et une seconde couche sans pare-vapeur de 220 mm (R = 6,25 m^2.K/W).
Dans le cas de fermettes, en isolation monocouche, avec une laine minérale de 220 mm, de résistance thermique R = 6,25 m^2.K/W, on obtient un coefficient U de 0,17 W/m^2.K. En ajoutant une seconde couche de laine minérale de 80 mm, de résistance thermique R = 2,25 m^2.K/W, le coefficient U descend à 0,12 W/m^2.K.

Les menuiseries extérieures

Les chapitres précédents ont montré que les solutions et les produits d'isolation pour les parois opaques sont nombreux. Pour parvenir aux performances souhaitées, que ce soit pour respecter strictement la réglementation ou pour atteindre un niveau d'isolation encore plus élevé, il suffit de faire son choix parmi la multitude de matériaux, d'épaisseurs et de modes de mise en œuvre. Tous les niveaux de performance sont accessibles selon le soin et le budget que l'on souhaite consacrer à l'isolation.

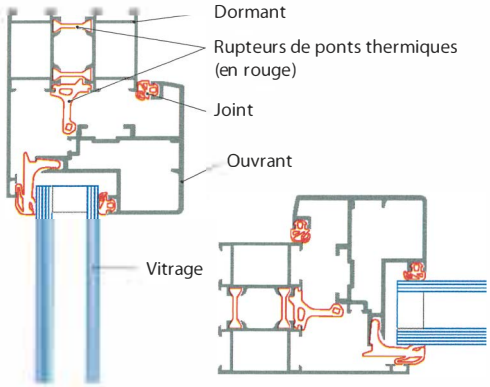
Ce qui est vrai pour les parois opaques se révèle bien plus compliqué pour les parois vitrées. En matière d'isolation thermique, elles demeurent le principal point faible de nos maisons. Leur rôle étant avant tout de faire pénétrer la lumière du jour dans les pièces, nous ne pouvons pas nous en passer. Le principal inconvénient des parois vitrées est la difficulté à concilier transparence et isolation thermique. C'est une gageure pour la recherche qui n'a pas encore trouvé la solution idéale, à des coûts raisonnables.
Pour donner un ordre de grandeur, nous avons vu qu'il était possible d'atteindre, pour une paroi opaque, un coefficient U inférieur à 0,15 W/m^2.K, soit le niveau exigé pour les maisons passives. Or, dans le domaine des parois vitrées, ce coeffi-

Performances des menuiseries

Exemples de performances de doubles vitrages

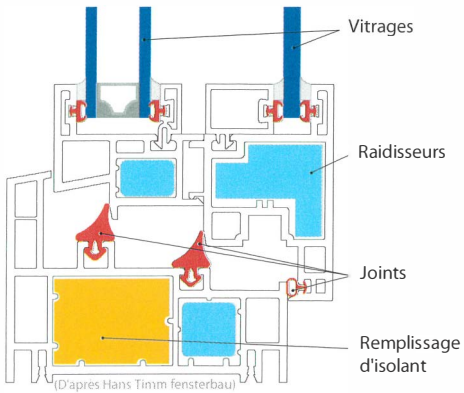
Type de vitrage	Coefficient Ug (W/m².K)
Simple vitrage 6 mm	5,7
Double vitrage 4 - 12 - 4	2,9
Double vitrage 6 - 12 - 6	2,8
Double vitrage 4 - 12 - 4 lame d'air, peu émissif	1,7 à 1,9
Double vitrage 6 - 12 - 6 Lame d'air, peu émissif	1,9
Double vitrage 4 - 12 - 4 lame argon, peu émissif	1,3 à 1,7
Double vitrage 6 - 12 - 6 lame argon, peu émissif	1,6
Double vitrage 4 - 16 - 4 lame argon, peu émissif	1,1
Survitrage de 4 mm lame d'air de 12 mm (4 - 12 - 4)	3

Les menuiseries aluminium à rupteurs de ponts thermiques



Fenêtre à deux ouvrants simultanés en PVC

Performances de la fenêtre : Uw de 0,79 à 1,0 W/m².K



Exemples de performances de triples vitrages

Type de vitrage	Coefficient Ug (W/m².K)
Verre peu émissif (4 mm), argon (10 mm), verre extra clair (4 mm), argon (10 mm), verre peu émissif (4 mm)	0,8
Verre peu émissif (4 mm), argon (12 mm), verre extra clair (4 mm), argon (12 mm), verre peu émissif (4 mm)	0,7
Verre peu émissif (4 mm), argon (16 mm), verre extra clair (4 mm), argon (16 mm), verre peu émissif (4 mm)	0,6
Verre peu émissif (4 mm), krypton (12 mm), verre flotté (4 mm), krypton (12 mm), verre peu émissif (4 mm)	0,5

Exemple de double vitrage avec film de polyester métallisé

Ce type de vitrage peut atteindre un coefficient Ug de 0,6 W/m².K.



Exemple de porte pour maison passive en PVC (D'après Rehau)

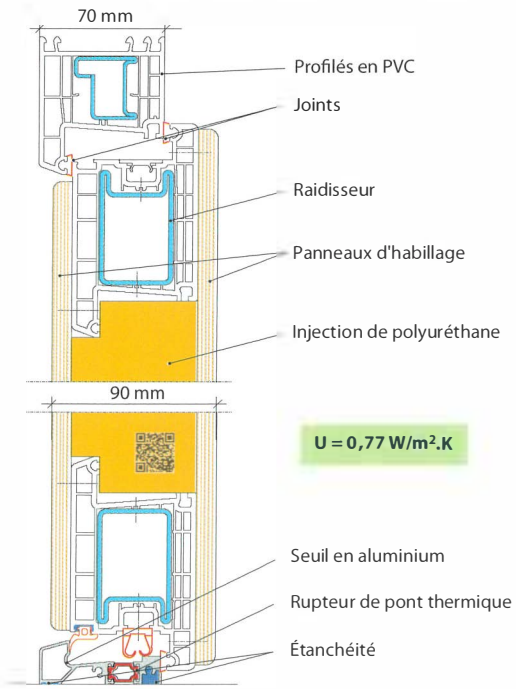


Figure 106 : Les performances des menuiseries

cient explose : un simple vitrage présente un coefficient U de 5,7 W/m^2.K. Il est aisé de comprendre que ces points particuliers de la construction devront faire l'objet d'une attention toute particulière. Il convient d'agir dès la conception, en suivant les règles de la construction bioclimatique. L'intérêt de placer peu d'ouvertures au nord pour limiter les pertes apparaît encore plus flagrant. Les ouvertures au sud, plus elles sont nombreuses ou grandes, créent aussi des déperditions. Cependant, celles-ci sont contrebalancées par les apports solaires en hiver. Les simples vitrages ne sont plus aux normes. Il est indispensable de choisir les meilleurs vitrages en comparant les performances, les caractéristiques et les prix. Un bon prix à l'achat n'est pas forcément une option judicieuse. En effet, on ne change pas régulièrement ses fenêtres. Une économie sur l'investissement de départ peut s'avérer une mauvaise idée par la suite à cause de l'énergie supplémentaire dépensée inutilement. Les menuiseries extérieures doivent être considérées comme un investissement qui exclut tout produit bas de gamme.

Il est important également de vérifier les performances thermiques et acoustiques du bâti des fenêtres. En effet, ils peuvent aussi être source de grandes disparités en termes de qualité.

Il ne faut pas non plus négliger le choix de la porte d'entrée. Outre l'esthétique et la solidité, il est important de vérifier des critères auxquels on ne pense pas forcément pour cet équipement, à savoir le niveau d'isolation thermique et acoustique. En plus d'une mise en œuvre parfaite, pour éviter tout pont thermique et pour assurer l'étanchéité à l'air et à l'eau de l'habitation, deux composants essentiels déterminent les qualités et les performances des fenêtres ou des portes-fenêtres : le vitrage et le châssis.

Les menuiseries extérieures vitrées étant composées de plusieurs éléments, il faut plusieurs valeurs pour définir leurs performances thermiques, donc plusieurs coefficients U.

Le coefficient Ug (*glass*) caractérise les performances du vitrage, qui peut être simple, double ou triple. Pour les performances du châssis, on utilise Uf (*frame*). Le coefficient Uw (*window*) indique les performances de la fenêtre dans sa totalité, c'est-à-dire vitrage plus châssis. La réglementation thermique utilise Ujn (jour/nuit), pour tenir compte, notamment, des volets, quand il y en a. En effet, lorsque les volets sont fermés, les performances des parois vitrées sont améliorées grâce à l'espace intermédiaire créé entre la fenêtre et l'extérieur.

Pour intégrer des parois vitrées directement sur l'extérieur, sans système d'ouverture, la principale valeur à retenir pour guider votre choix est Ug. Pour évaluer les performances des différents modèles proposés par les fabricants, comparez leur coefficient Uw (figure 106).

Choisir l'abonnement adapté

L'abonnement que vous allez souscrire auprès du distributeur se décompose en trois éléments principaux :

- la tension de raccordement (230 V en monophasé ou 400 V en triphasé) en fonction de vos besoins et des possibilités du distributeur ;
- la puissance de raccordement (selon vos besoins personnels) ;
- les options tarifaires qui dépendront de l'équipement prévu et de son utilisation.

La facture d'électricité qui vous sera fournie prendra en compte ces éléments. Elle se compose :

- d'une prime fixe (abonnement) déterminée en fonction de la puissance souscrite et des options tarifaires choisies ;
- du prix des kWh consommés.

Il est donc très important de choisir la solution la mieux adaptée au projet.

Les tensions de raccordement

Comme indiqué, deux types de courant sont distribués en France : le monophasé et le triphasé. Le monophasé (230 V) est le type de tension le plus répandu. Le distributeur met à la disposition du particulier une arrivée de courant en deux fils (phase et neutre).
C'est la solution la plus simple pour réaliser une installation, puisque tous les appareils fonctionnent en 230 V.
Pour le triphasé, le distributeur met à disposition quatre fils (un neutre et trois phases). Entre neutre et phase, on dispose toujours d'une tension de 230 V, mais entre deux phases, on dispose de 400 V.
Ce type de tension n'est intéressant que si vous êtes équipé d'appareils de forte puissance fonctionnant en triphasé. Un autre problème est que, étant pourvue de trois circuits en 230 V, il faut que l'installation soit répartie le mieux possible entre les trois circuits, sinon le disjoncteur risque de se déclencher intempestivement. On appelle cela l'équilibrage des phases.

Attention : pour une même puissance de raccordement, on ne dispose pas des mêmes possibilités d'utilisation en triphasé et en monophasé.
En effet, un abonnement de 9 kVA en monophasé offre une intensité maximale de 45 A (I = P / U). En triphasé, vous pouvez disposer aussi d'un abonnement de 9 kVA, mais celui-ci prend en compte les trois circuits en 230 V et offre une intensité maximale de 15 A par circuit. Vous devez donc veiller à réaliser un équilibrage parfait et ne pas surcharger les lignes. Cela complique un peu plus l'installation.

Dans la plupart des cas, le distributeur propose le monophasé, sauf en cas de contraintes liées au réseau ou si cette tension est indispensable pour certaines machines ou appareils.

La puissance de raccordement

Estimer la consommation future

Quand vous aurez déterminé vos besoins, vous pourrez faire une estimation de la puissance de raccordement nécessaire à l'installation. Il suffit d'ajouter les

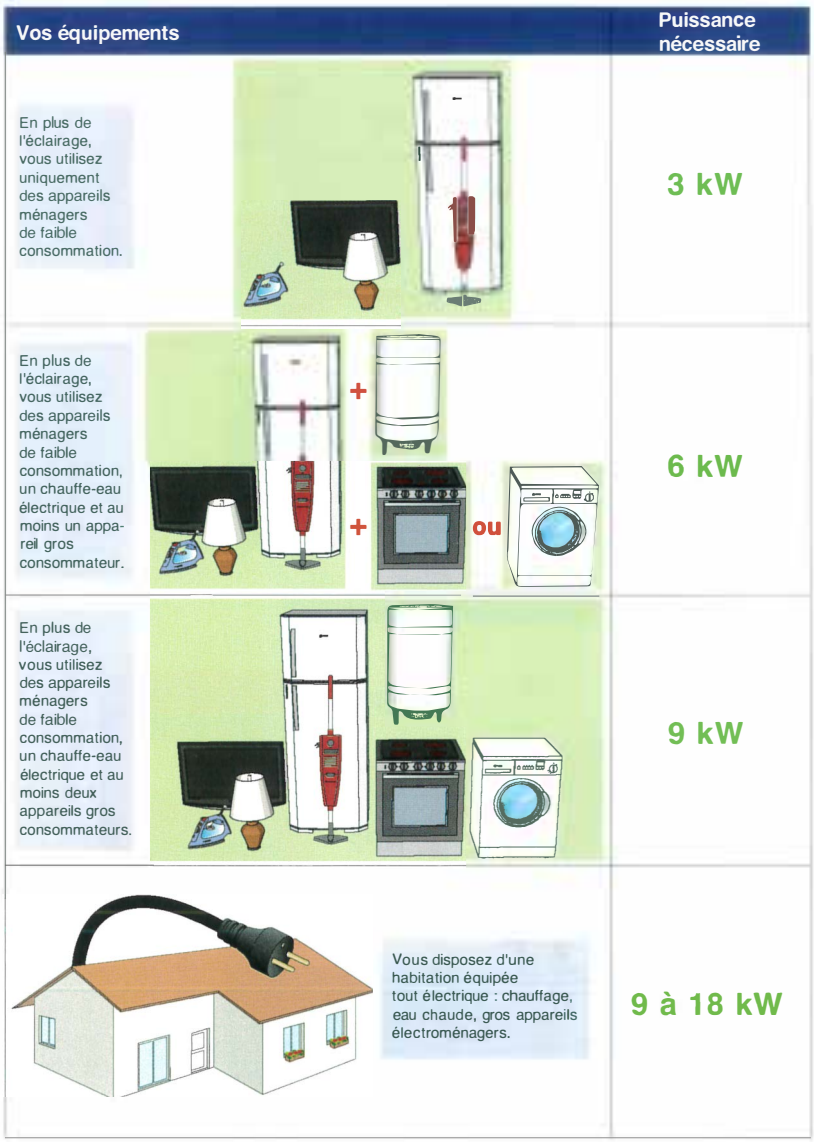


Figure 107 : Les puissances de raccordement

puissances (en kW) des appareils gros consommateurs (gros électroménager, chauffe-eau, chauffage électrique) dont vous souhaitez vous équiper pour obtenir une estimation de la puissance maximale. Il faut prendre en compte le fait que vous n'utiliserez pas tous ces appareils en même temps. Ce calcul fait, choisissez la puissance existante immédiatement supérieure à votre calcul. Le distributeur met à disposition plusieurs formules d'abonnement. Il s'agit de déterminer celle qui sera la mieux adaptée à l'habitation.

Cependant, plus le niveau de puissance choisi est élevé, plus l'abonnement sera cher. Si le niveau est trop bas, le fonctionnement simultané de plusieurs appareils provoquera le déclenchement du disjoncteur de branchement (appareil de protection installé par le distributeur). Mais,

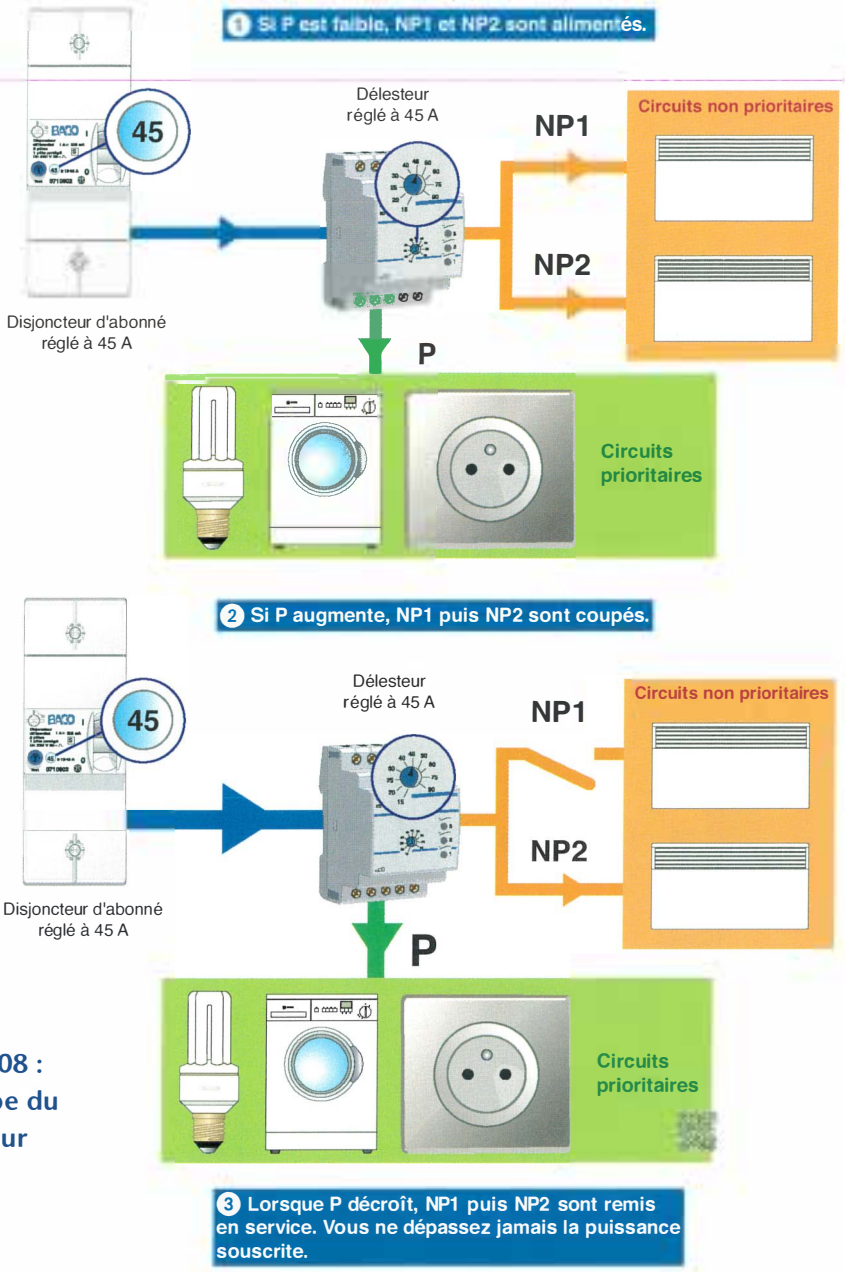


Figure 108 : Le principe du délesteur

sur simple demande, le distributeur peut augmenter la puissance de l'installation. La figure 107 présente quelques exemples pour guider votre choix. Dans le cas d'un chauffage électrique, le calcul effectué précédemment indiquera une valeur relativement élevée obligeant à choisir une puissance importante de raccordement, et donc un abonnement plus cher. Il faut tenir compte du fait que, si vous avez choisi un chauffage de type accumulation, celui-ci fonctionnera la nuit, quand vous n'utilisez pas les autres appareils. La puissance devra donc être

suffisante pour permettre le fonctionnement du chauffage ou des appareils ménagers. Choisissez dans ce cas la puissance immédiatement supérieure au total des équipements censés fonctionner simultanément. De même, lorsque vous installez une régulation pour un chauffage électrique, toutes les zones ne chauffent pas simultanément.

Le délesteur et les gestionnaires d'énergie

Dans le cas d'un chauffage électrique, il existe des appareils qui permettent de choisir une puissance inférieure à au calcul obtenu : le délesteur (figure 108) et les gestionnaires d'énergie. Réglé sur la puissance de l'abonnement, un délesteur gère la consommation. Il dispose d'un circuit prioritaire sur lequel est raccordée l'installation électrique (excepté le chauffage) et d'un ou plusieurs circuits non prioritaires réservés au chauffage électrique. Plus la consommation augmente sur le circuit prioritaire, plus le délesteur coupe les circuits de chauffage. Il les remet en service automatiquement lorsque la demande prioritaire baisse. Cet appareil présente l'avantage d'être entièrement automatique : il gère l'installation sans que vous ayez à vous en soucier. Les gestionnaires d'énergie fonctionnent sur le même principe, avec une programmation pour le chauffage. Ils se composent d'un délesteur placé dans le tableau électrique et d'un module de programmation et de contrôle installé en ambiance. Les plus évolués permettent de gérer également la production d'eau chaude sanitaire. Ils sont raccordés directement au compteur électronique afin d'analyser les paramètres de consommation en temps réel. Ces systèmes permettent donc de minimiser la puissance de raccordement, tout en assurant automatiquement la gestion de la consommation de l'installation électrique, sans jamais dépasser la puissance souscrite.
En général, pour une maison individuelle correctement isolée, avec un chauffage électrique doté d'une bonne programmation, une puissance d'abonnement maximale de 12 kVA en monophasé répond à la plupart des besoins.

Les options tarifaires

Après avoir déterminé la puissance à souscrire pour l'installation, vous pourrez choisir l'option tarifaire la mieux adaptée. Les options tarifaires varient selon la puissance souscrite et l'offre du distributeur.

Puissance souscrite	Type d'abonnement			Courant	Intensité disponible (A)	
	Base	HC	Tempo		Monophasé 230 V	Triphasé 400 V
3 kW	●			Monophasé	15	
6 kW	●	●		Monophasé ou triphasé	30	3 × 10
9 kW	●	●	●		45	3 × 15
12 kW	●	●	●		60	3 × 20
15 kW	●	●	●		75	3 × 25
18 kW	●	●	●		90	3 × 30

Figure 109 : Les abonnements

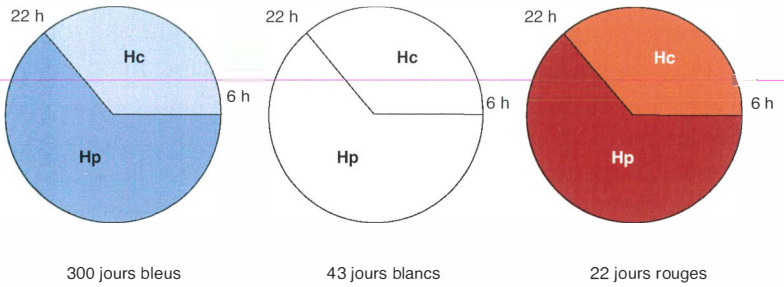


Figure 110 : L'option Tempo (EDF)

La figure 109 présente les options possibles selon les puissances de raccordement.

Le tarif option de base

La consommation est facturée sur le tarif de base de la puissance, quelle que soit l'heure de la journée. Le prix de l'abonnement est moins élevé, mais vous payez le kilowattheure à un prix élevé.

Le tarif option heures creuses

Le double tarif ou tarif de nuit est un type d'abonnement qui permet de bénéficier d'un prix avantageux du kilowattheure (environ 40 % de moins que le tarif de base) pendant certaines heures. Généralement, ce créneau horaire se situe la nuit (entre 23 h 00 et 7 h 00), période où la consommation générale baisse. Mais, selon les régions et les distributeurs, celui-ci peut être quelque peu différent et offrir également un passage en heures creuses dans l'après-midi.

Cette option est payante et augmente le prix de l'abonnement classique. Elle ne sera donc choisie que pour des installations comportant des appareils susceptibles de fonctionner la nuit (chauffe-eau, chauffage à accumulation, chauffage électrique). Il faut que la différence de prix de l'abonnement soit compensée par une forte consommation pendant les heures creuses. Mais rien ne vous empêche, pour les gros appareils ménagers comme les lave-linge, sèche-linge ou lave-vaisselle, de les faire fonctionner également à ces heures-là. Il existe de nombreux modèles que l'on peut programmer en départ différé. Prenez vos précautions en appartement, si vous ne voulez pas vous fâcher avec vos voisins ! Si vous disposez d'une habitation tout électrique, le double tarif est indispensable. Dans les autres cas, faites une estimation.

Le tarif option Tempo (EDF)

Cette option (figure 110), disponible pour les compteurs électroniques, découpe l'année en trois périodes tarifaires, elles-mêmes divisées en heures creuses et en heures pleines, ce qui donne en tout six créneaux différents de tarification.

Les jours sont répartis par couleur :
- 300 jours bleus (prix bas) ;
- 43 jours blancs (prix semblable à l'option heures creuses) ;
- 22 jours rouges (prix élevé).

La couleur du jour et celle du lendemain (après 20 h) sont signalées sur le compteur, le boîtier du distributeur ou sur Internet.

Chaque période est également partagée en heures creuses et en heures pleines.

Si cette option paraît intéressante, il faut néanmoins constater qu'en période de forte demande, le prix du kilowattheure est très élevé. Les pointes correspondent généralement aux périodes de grand froid lorsque le chauffage électrique est très sollicité.

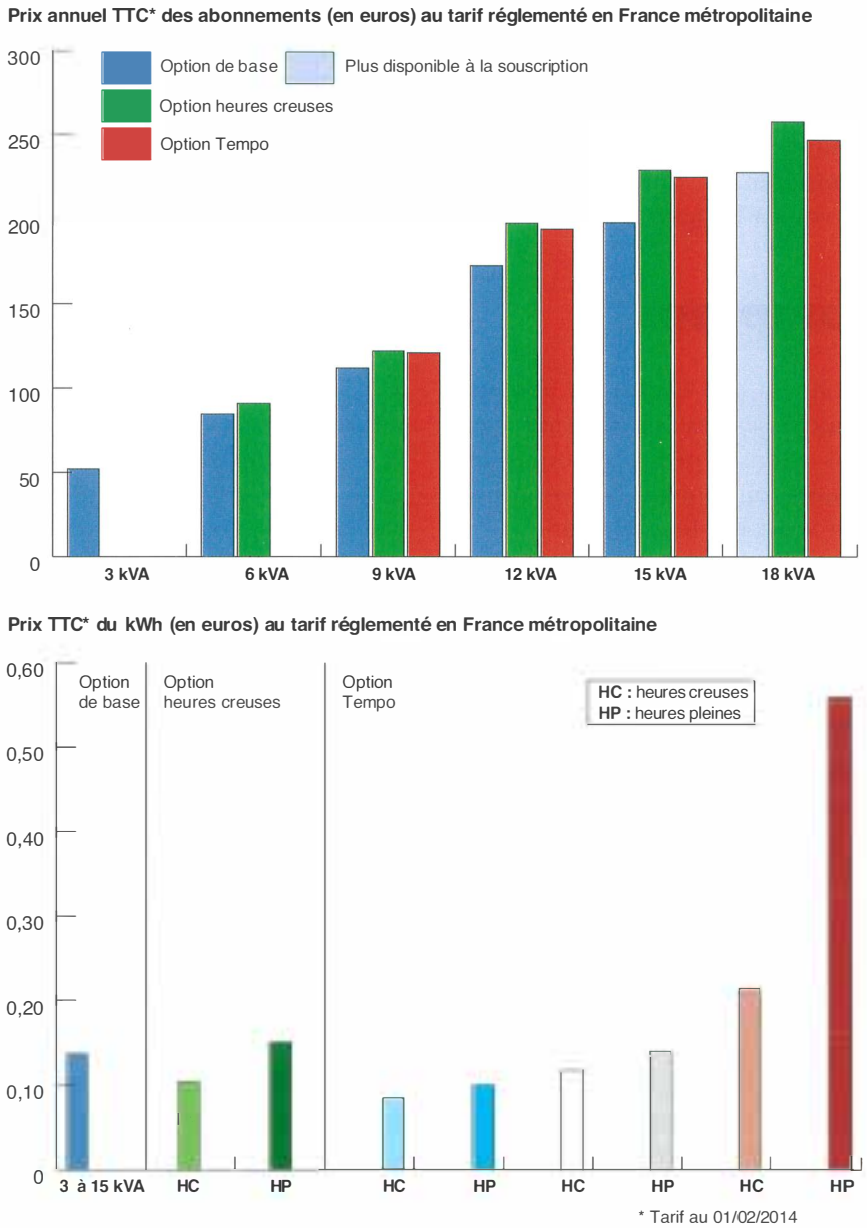


Figure 111 : Le coût des abonnements et des options tarifaires

Les constructeurs de matériel électrique proposent des centrales de gestion de ce tarif qui prennent directement en compte les informations transmises par le compteur et gèrent automatiquement toute l'installation. Mais pendant la période rouge, elles interdisent ou diminuent autant que possible l'usage des appareils gros consommateurs d'énergie. Pendant les périodes rouges, il est vivement conseillé de disposer d'un mode de chauffage autre que l'électricité (par exemple, une cheminée avec insert ou un poêle). Pour comparer les options tarifaires, reportez-vous à la figure 111.

Le compteur

Nous avons vu que choisir un abonnement adapté à ses besoins méritait réflexion. Nous allons à présent évoquer les cas auxquels vous pouvez être confronté en ce qui concerne le compteur.

En cas de comptage existant

Dans le cas où l'habitation est déjà occupée, pour connaître le type d'abonnement et la puissance disponible, consultez simplement la dernière facture du distributeur, où tous ces renseignements sont indiqués.
S'il s'agit d'une habitation que vous venez d'acquérir, il faut examiner le panneau de comptage ou panneau de contrôle (figure 112) afin de définir ce dont vous disposez. Les anciens panneaux consistent en un tableau en bois sur lequel sont fixés plusieurs appareils : le compteur, le disjoncteur et autres modules selon les cas. Dans les installations récentes, le compteur est situé dans la GTL (gaine technique de logement) où arrivent toutes les canalisations électriques et de communication. Il se peut que seul le disjoncteur de branchement soit installé à l'intérieur de l'habitation. Dans certains cas (habitations éloignées de la voie publique), compteur et disjoncteur peuvent être installés dans un coffret à la limite de la propriété.
Dans le cas d'un immeuble collectif, si le compteur n'est pas placé à l'intérieur du logement avec le disjoncteur, il doit être placé dans une gaine technique sur le palier ou regroupé avec d'autres dans un local spécialement prévu à cet effet (figure 113).

À présent, examinons le compteur et le disjoncteur afin que vous puissiez savoir ce dont vous disposez (figure 113). Sur le compteur apparaissent diverses informations comme le type de courant et la tension délivrés, la consommation et éventuellement la tarification heures creuses. Deux types de compteurs cohabitent actuellement : les compteurs électromécaniques et les compteurs électroniques. Les compteurs électromécaniques sont ceux que l'on appelait couramment les « compteurs bleus ». Les compteurs électroniques, quant à eux, disposent de touches donnant accès à diverses informations qui s'affichent sur l'écran de l'appareil (consommation, type d'abonnement, période tarifaire en cours, etc.). Les compteurs électroniques permettent de gérer tous les types d'abonnement. Il n'est pas nécessaire d'en changer quand vous optez pour un autre abonnement, comme c'était le cas avec les compteurs électromécaniques. Ils sont pourvus systématiquement d'un contact heures creuses et d'un bus de téléinformation (TIC : téléinformation client) qui permet de les relier à un gestionnaire d'énergie. Ils peuvent égale-

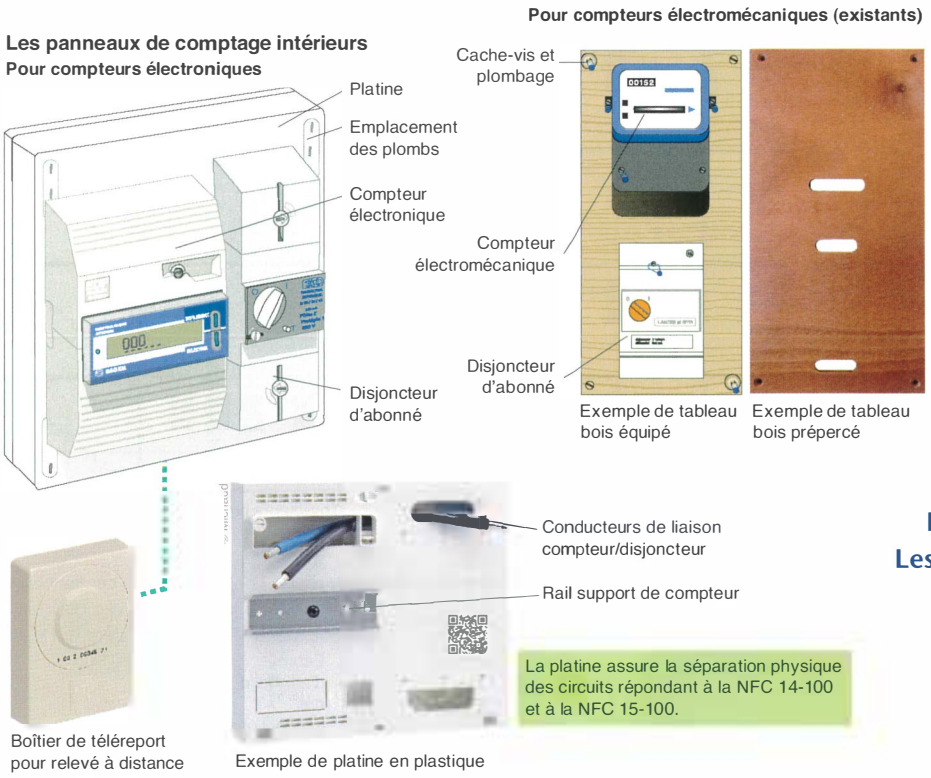
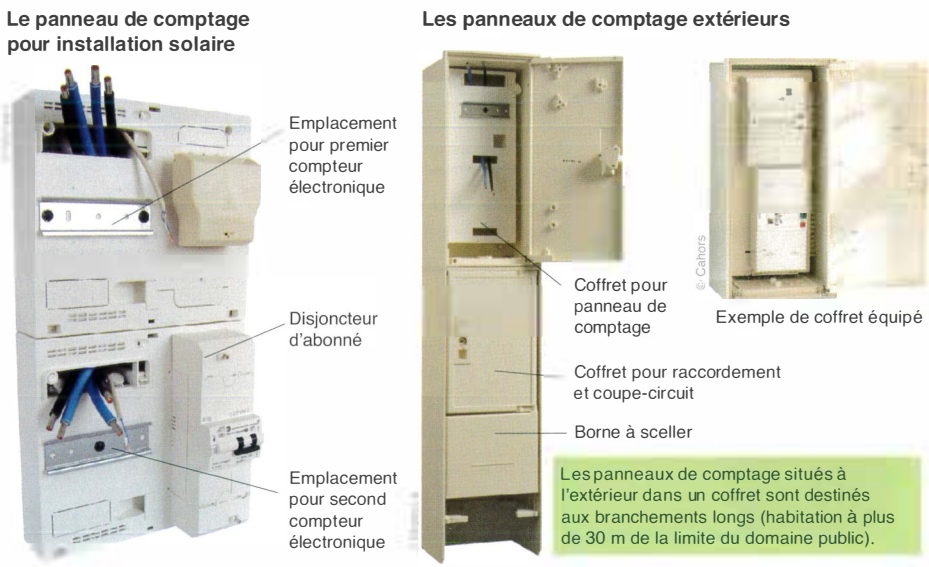


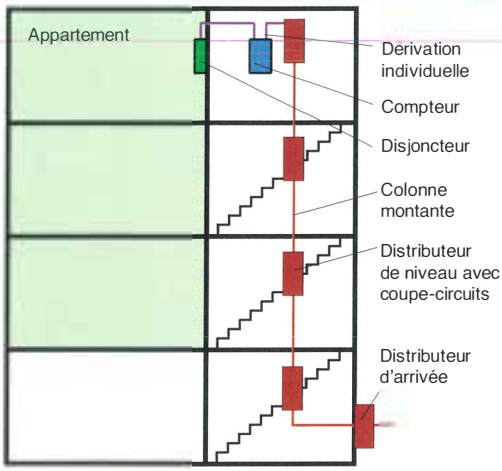
Figure 112 : Les panneaux de comptage



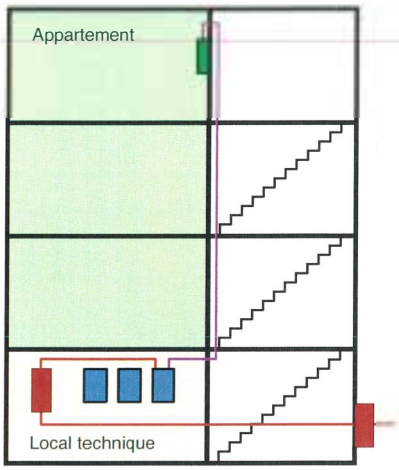
ment être équipés d'une prise de relevé à distance qui vous dispense d'être présent lors des relevés de consommation par le distributeur.

Tous ces types de compteurs vont faire place a un nouveau compteur dit « communicant » Linky. Il s'agit du projet AMM (*automated meter management*). C'est

Emplacements des compteurs dans le collectif



Compteur sur le palier ou en gaine technique



Compteurs regroupés en local technique

Les types de compteurs

Compteur électromagnétique simple tarif monophasé



Compteur électronique monophasé



Compteur « communicant »



Compteur basé sur le dispositif AMM (*Automated meter management*) qui permet l'automatisation des prestations techniques manuelles (mise en service, coupure, type d'abonnement, changement de puissance…). Ce nouveau type de compteur comporte également un contact pour les heures creuses et un TIC (Télé-information client) qui permet de raccorder un gestionnaire d'énergie, par exemple. Ce type de compteur doit à terme remplacer tous les autres modèles.

Compteur électromagnétique double tarif avec asservissement



Compteur électronique triphasé



Figure 113 : Les compteurs

un projet qui se développe en Europe et aux États-Unis. Ce nouveau système est appelé à se généraliser en remplacement de tous les compteurs existants. Le compteur communique en permanence des informations au gestionnaire de réseau par courant porteur à longue distance. Pour le consommateur, l'avantage est de pouvoir accéder aux informations sur sa consommation en temps réel,

Les disjoncteurs de branchement

Exemples de disjoncteurs

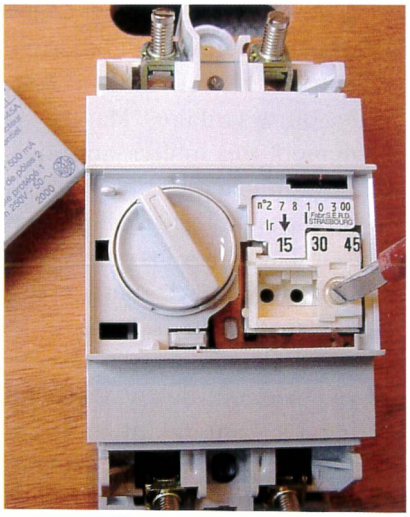


Disjoncteur monophasé



Disjoncteur triphasé

Réglage du calibre



Cette opération ne peut être exécutée que par un professionnel agréé ou par un technicien d'ERDF.

Le disjoncteur en détail



S Appareil sélectif, obligatoire pour le respect de la norme. Il se déclenche avec un retard de 40 ms, laissant les dispositifs différentiels haute sensibilité (30 mA) couper le circuit en défaut en premier. Si l'appareil ne porte pas ce sigle, il est à déclenchement instantané.



1. Boutons ou manette de commande (marche/arrêt)
2. Bouton de test de la fonction différentielle
3. Indication de l'intensité de réglage (en fonction de l'abonnement)
4. Indication de la plage de réglage (ici de 15 à 45 A)
5. Indication de la fonction différentielle
6. Sensibilité de la fonction différentielle (500 mA pour les disjoncteurs de branchement)
7. Nombre de pôles : 2 (indication du courant monophasé), 4 pour le triphasé
8. Tension nominale
9. L'appareil est certifié NF USE ou NF.

Figure 114 : Les disjoncteurs de branchement

d'être facturé selon l'énergie réellement consommée, de permettre des actions à distance sans être présent (relevé, modification d'un contrat, coupure et remise en route à distance) et l'accès à de nouvelles offres tarifaires. Mais ce système est également très intéressant pour le distributeur, qui n'a plus besoin d'envoyer ses techniciens pour de multiples opérations. Il pourra anticiper les pointes de consommation, limiter les fraudes et proposer des offres adaptées selon les habitudes des consommateurs. Il pourra également gérer à distance des systèmes de contrats prépayés. Cependant, ce système fait polémique car il est intrusif et permet de connaître de multiples informations sur vos habitudes de vie.

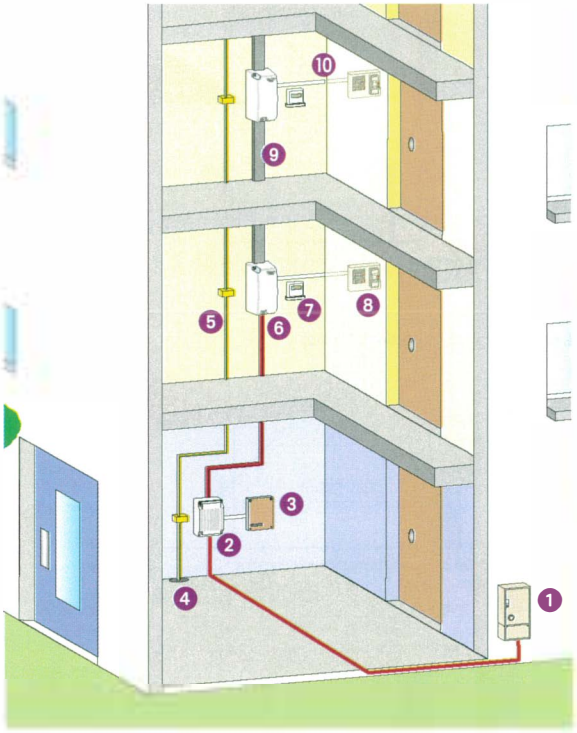
Le disjoncteur de branchement ou AGCP (appareil général de commande et protection) représente le point de livraison du distributeur (figure 114). L'installation électrique domestique débute après l'AGCP. L'alimentation du tableau de répartition y sera raccordée. L'ampérage maximal disponible y est indiqué. Il permet de déterminer la puissance souscrite (par exemple, 45 A en monophasé correspondent à 9 kVA). Vous y trouverez également la sensibilité de la fonction différentielle (généralement 500 mA), ainsi que le nombre de pôles (2 pôles, vous êtes en monophasé, 4 pôles, en triphasé). L'appareil, comme le compteur, est protégé par des plombages qu'il est interdit de retirer pour accéder aux branchements internes. Cela est réservé au distributeur. Le disjoncteur permet la mise hors tension de toute l'installation en cas d'urgence, c'est pourquoi il doit en permanence être accessible. Pour une installation conforme à la norme, l'AGCP doit être de type S (appareil sélectif). Si le disjoncteur est installé dans un coffret en limite de propriété, il peut être non différentiel, comme expliqué plus loin.
À ce stade, vous connaissez la tension et la puissance dont vous disposez. Si l'une ou l'autre ne vous convient pas, contactez le distributeur.

Peut-être l'emplacement où est situé le comptage ne vous satisfait-il pas. Dans ce cas, il faudra également examiner le problème avec le distributeur.
Mais attention, ne prévoyez pas de l'installer n'importe où. Des règles très strictes sont à respecter. Il est interdit de poser le disjoncteur dans un local humide (WC, salle de bains, trop près d'un point d'eau), dans les endroits difficilement accessibles (pièce indépendante ne communiquant pas directement avec le logement), dans un escalier, sur une cloison légère. Évitez les chambres et l'exposition à la chaleur, par exemple au-dessus d'un radiateur ou d'un appareil de cuisson. Dans tous les cas, l'avis du distributeur sera primordial. Dans le cas d'une construction neuve ou d'une rénovation avec remaniement des cloisons, le panneau de comptage doit être installé dans la gaine technique de logement.

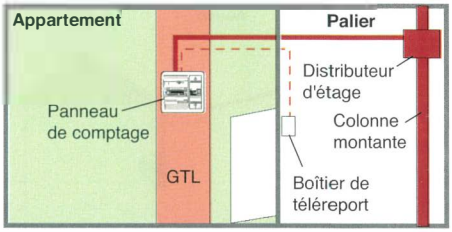
En cas d'absence de comptage

Si vous n'avez pas encore déterminé l'emplacement du comptage ou que vous prévoyez des travaux de maçonnerie (doublage des murs, par exemple) vous empêchant de le faire installer rapidement, vous pouvez demander une installation provisoire. À la fin des travaux, vous devrez présenter au distributeur l'attestation de conformité établie par le Consuel pour pouvoir être raccordé définitivement au réseau.

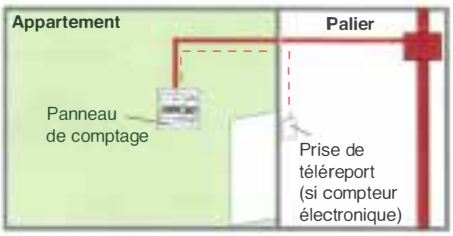
Le principe de distribution



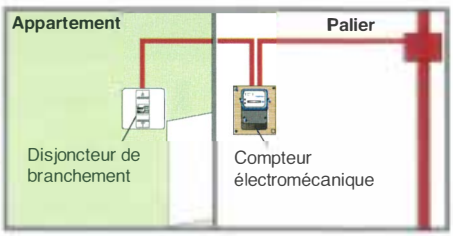
Exemples de raccordement



Appartement neuf ou après rénovation lourde (remaniement des cloisons) avec compteur électronique.



Appartement rénové sans remaniement des cloisons.



Idem ci-dessus avec compteur électromécanique et palier de surface suffisante.

Figure 115 : Les immeubles collectifs

Dans le cas d'un appartement, vous devez contacter le distributeur, qui établira un devis de raccordement au réseau, et qui exécutera les travaux ou les fera exécuter par une entreprise agréée. En immeuble collectif, une canalisation distribue l'électricité à tous les niveaux : la colonne montante. Chaque logement est raccordé à cette colonne au niveau d'un coffret de distribution d'étage. Généralement, la dérivation consiste en un câble, posé ou non sous gaine, reliant le panneau de comptage à la dérivation sur le palier (figure 115).

Dans le cas d'un compteur électromécanique et si le palier est assez vaste, il est possible de faire poser le compteur à l'extérieur et le disjoncteur à l'intérieur. Cette solution présente l'avantage de ne pas nécessiter la présence des occupants pour les relevés. Dans le cas d'un compteur électronique, le relevé pourra se faire sur le palier grâce à la prise de téléreport. En cas de rénovation de l'installation électrique, le panneau de comptage sera installé obligatoirement dans la GTL.

En maison individuelle, le raccordement est quelque peu différent. Une partie des travaux vous incombe, celle du domaine privatif, l'autre sera réalisée par le distributeur sur devis. Plusieurs cas de figure sont possibles. Le compteur peut se situer dans un coffret extérieur

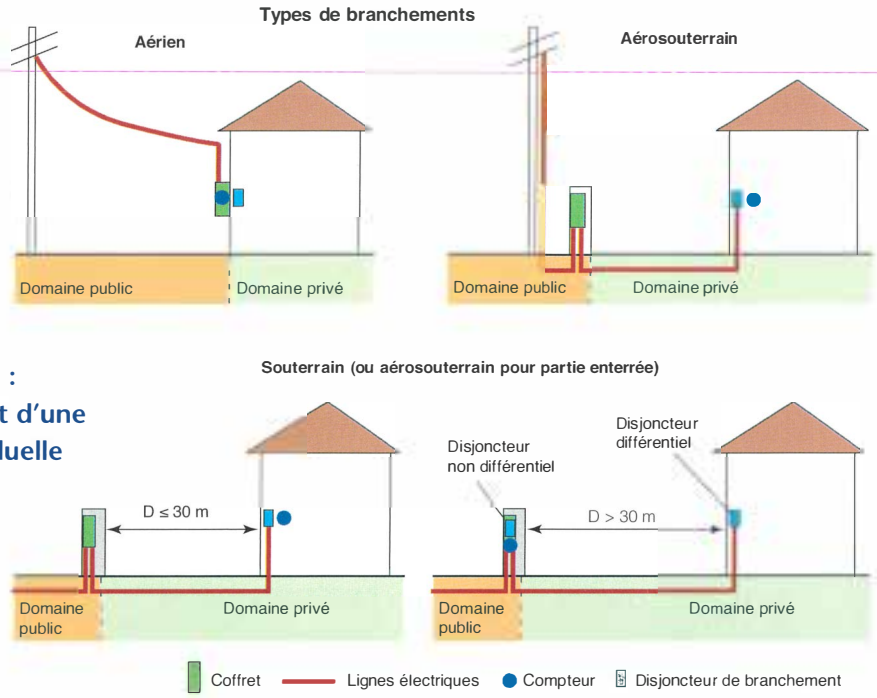


Figure 116 : Le raccordement d'une maison individuelle

spécialement prévu à cet effet, dont les références vous seront communiquées par le distributeur. Il doit être placé en limite de la voie publique afin que les agents du distributeur puissent y accéder sans avoir à pénétrer dans la propriété.

Le coffret peut être encastré dans un mur de clôture ou dans le mur même de l'habitation, si celle-ci jouxte la voie publique.
Le disjoncteur sera placé à l'intérieur de l'habitation. La liaison entre le coffret de comptage et le disjoncteur se fait sous terre (pour plus de détails sur les règles à respecter pour cette installation, voir page 356).
Si vous avez opté pour le double tarif, les conducteurs requis devront être passés en même temps.

En cas de nécessité, il est également possible de placer le compteur à l'intérieur de l'habitation avec l'AGCP, si la distance de raccordement avec le coffret extérieur est inférieure à 30 m (figure 116).
Au-delà de 30 m, le compteur doit être placé à l'extérieur avec un disjoncteur de branchement non différentiel. Un autre système de coupure sera placé à l'intérieur de l'habitation et fera office d'AGCP.

Réaliser le plan de l'installation

À ce stade, il est nécessaire de traduire les souhaits et les besoins des occupants sur un plan, en tenant compte des exigences de la norme. Pour ce faire, vous allez utiliser le plan architectural de l'habitation (des copies, naturellement) et y implanter les divers appareillages avec leurs liaisons d'interdépendance

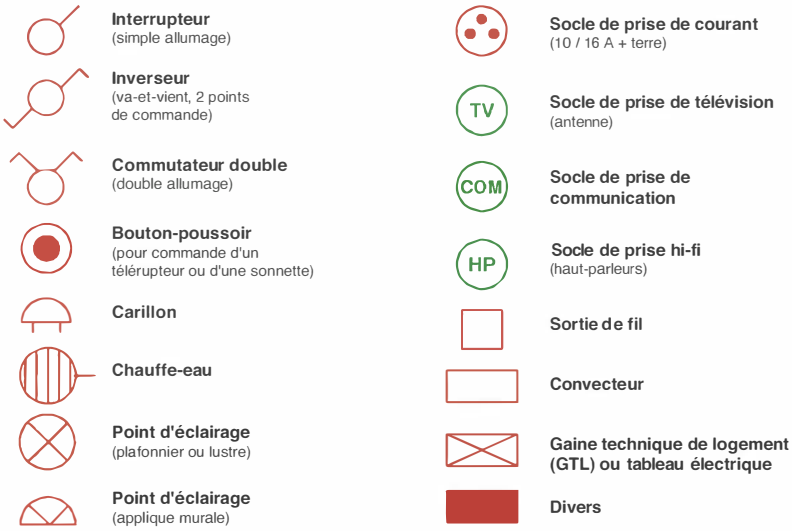


Figure 117 : Les symboles simplifiés pour le plan

(schématisées par des lignes en pointillé). Vous pouvez utiliser les symboles que nous vous proposons (figure 117) ou d'autres à votre convenance, si vous ne les trouvez pas suffisamment significatifs.

Le rappel des fonctions des appareillages

L'interrupteur : c'est un mécanisme qui permet de commander un point d'éclairage ou une prise de courant. L'inverseur (ou va-et-vient) : toujours utilisé par paire, il permet la commande à partir de deux endroits différents.
Le commutateur double (ou double allumage) : il permet deux commandes différentes à partir du même mécanisme.
Le bouton-poussoir : utilisé seul, il peut commander une sonnette ou un carillon de porte d'entrée. Utilisé en association avec un télérupteur, il permet de commander un point d'éclairage par autant de boutons qu'on le désire. Associé à un télévariateur, il permet la commande et la variation d'un point d'éclairage à partir de plusieurs boutons.
Vous définirez l'emplacement des points d'éclairage, des prises de courant, des prises de communication, de télévision, ainsi que des appareils fixes comme les convecteurs, le chauffe-eau, la gaine technique de logement ou l'emplacement d'un tableau électrique divisionnaire, etc.

Il est conseillé d'apporter le maximum d'attention au plan, car vous devrez le suivre pendant toute la réalisation de l'installation. Il vous évitera d'oublier certains montages en cours de travaux.
Pour vous aider, nous effectuerons une étude pièce par pièce en vous proposant diverses solutions pour chacune. À vous de choisir et d'adapter des solutions au projet de construction. Le rappel des normes pour les pièces à risques et le niveau d'équipement minimal est indiqué pour chaque pièce.

Pour mieux vous guider sur un plan d'ensemble, nous travaillerons sur un exemple : une maison de plain-pied avec sous-sol (figure 118).

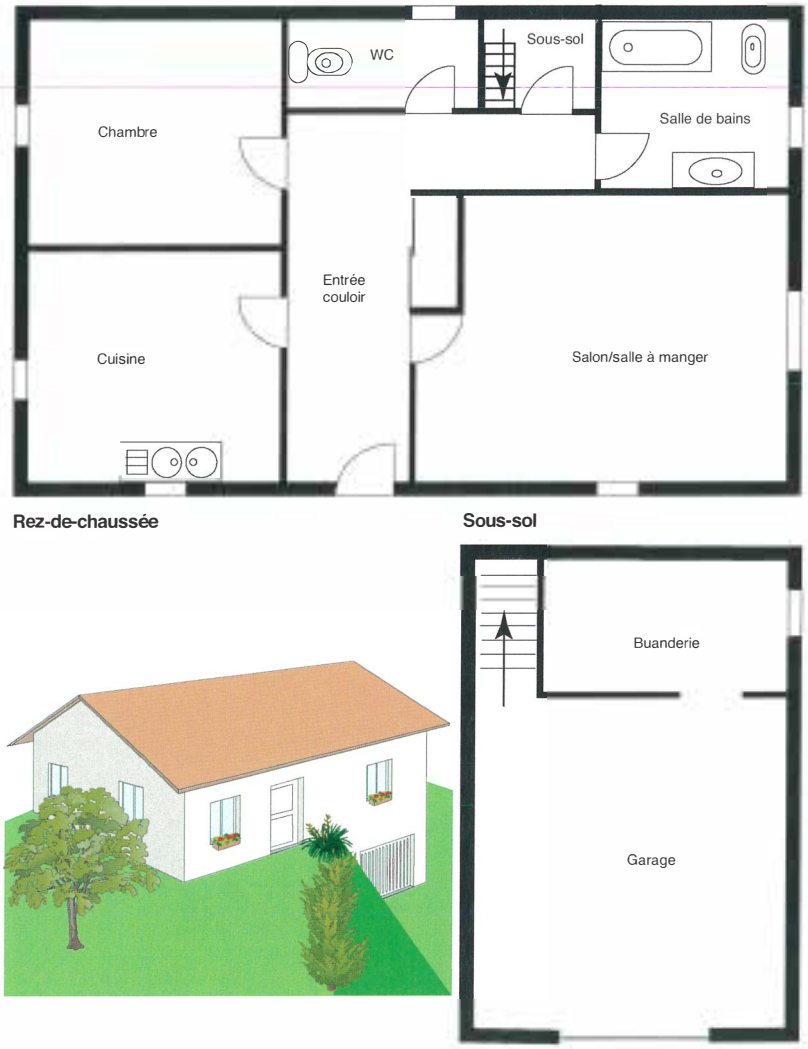
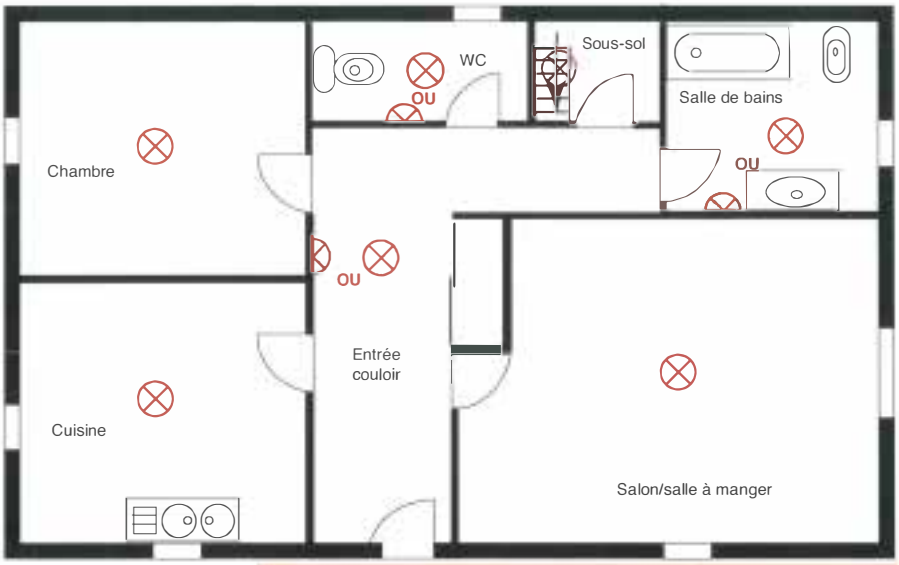


Figure 118 : Exemple de plan architectural

Les pièces

Afin de réaliser une installation dans le respect de la norme et offrant un degré suffisant de confort, voici quelques règles que nous appliquerons à notre exemple.
Un point d'éclairage doit pouvoir être commandé à partir de chaque issue de la pièce concernée. Il est généralement placé du côté de l'ouvrant, à portée de main, à une hauteur du sol fini comprise entre 0,90 et 1,30 m. Au-delà de deux points de commande, l'utilisation d'un télérupteur est recommandée.

Une prise de courant doit être installée à proximité de chaque prise de communication et de télévision.
Il est judicieux de prévoir une prise de courant à l'entrée de chaque pièce pour l'utilisation de l'aspirateur.
Dans le cas d'une maison individuelle, prévoyez un éclairage extérieur à chaque entrée principale ou de service. Un ou plusieurs de ces éclairages peuvent être commandés automatiquement par détection de présence.
L'installation de chauffage doit être pilotée par une régulation permettant



Applique murale

Point de centre en plafond

Dans les pièces principales, lorsque le plafond est constitué d'une dalle pleine, préfabriquée ou en poutrelles et hourdis, un point d'éclairage en plafond est obligatoire. En cas de rénovation, s'il n'est pas possible d'installer un point d'éclairage en plafond, il peut être remplacé par un ou des points d'éclairage muraux et/ou une ou plusieurs prises commandées (ces dernières sont interdites dans les WC et la salle de bains).

Ces recommandations constituent un équipement minimal. Selon la taille de la pièce et le niveau de confort recherché, un point de centre peut être complété par une ou plusieurs appliques murales ou des prises commandées.

Figure 119 : Les points d'éclairage

l'abaissement de température sur au moins deux zones (pour un studio ou un deux pièces, une seule zone).

Prévoyez une prise de communication par pièce principale et dans la cuisine. Celle de la salle de séjour doit être située près de la prise de télévision et d'une prise de courant, dans un emplacement non occulté par une porte. L'équipement minimal exigé par la norme est un socle de prise de communication par pièce principale (chambre, séjour, bureau, etc.). Il est admis de n'équiper le logement que de deux socles, à condition que chaque pièce principale soit desservie par un câble de communication depuis le tableau de communication et mis en attente dans une boîte.

Si les prises de communication n'assurent pas la distribution de la télévision, l'équipement minimal doit être de deux prises coaxiales pour les logements jusqu'à 100 m^2 et trois prises au-delà.

La norme prévoit un nombre minimum de points d'éclairage et leur emplacement (figure 119). Dans les chambres, séjour et cuisine, quand le plafond est constitué d'une dalle pleine, d'éléments de prédalle ou de hourdis avec dalle de compression, le point d'éclairage doit être situé au plafond. S'il n'est pas utilisé, il pourra être complètement dissimulé. L'éclairage peut être complété par une ou plusieurs appliques ou prises de courant commandées. En cas de rénovation totale, ou si des impossibilités techniques ne permettent pas de réaliser ces points d'éclairage en plafond, il peut être assuré par deux points en applique ou deux socles de prises de courant commandées.

Dans les toilettes, salles de bains, circulations et autres pièces, le point d'éclairage est possible au plafond ou en applique. Dans les logements de 35 m^2 et plus, il faut au minimum deux circuits d'éclairage.

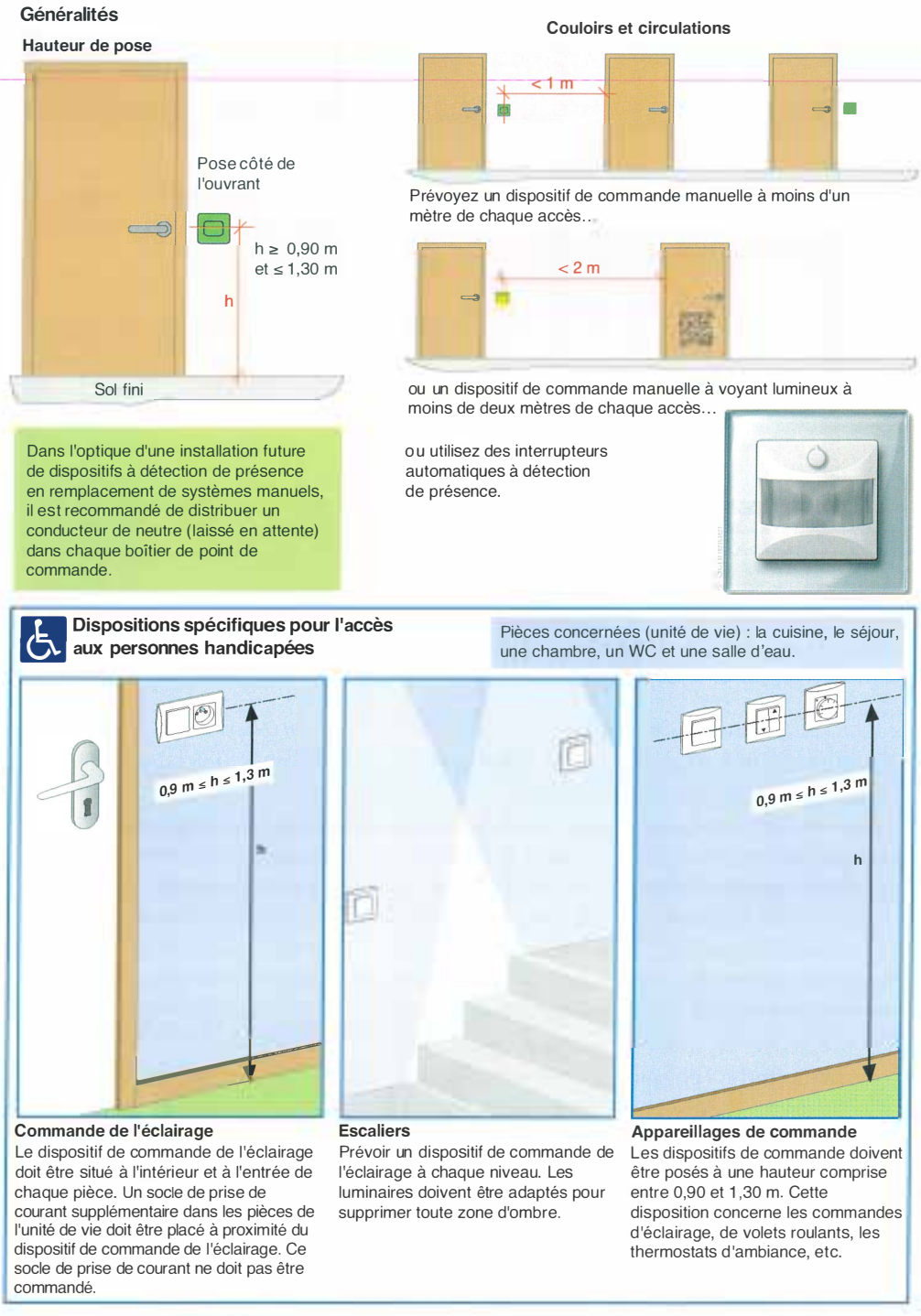


Figure 120 : Les dispositifs de commande dans les circulations

Ces dispositions ne s'appliquent pas aux annexes non attenantes comme un abri de jardin ou un garage.

L'installation des points d'éclairage s'effectue obligatoirement sur un boîtier équipé d'un DCL (dispositif de

connexion pour luminaire) permettant de brancher-débrancher le luminaire sans accès possible aux conducteurs de l'installation. Cette disposition ne concerne pas l'alimentation des spots encastrés dans un faux-plafond, par exemple, ni les luminaires prévus pour un raccordement direct dans certaines conditions d'influence externe (en extérieur, réglettes fluorescentes étanches dans un sous-sol ou un garage…).

Dans le cas d'un point de centre à allumage multiple, il est admis de ne pas installer de boîtier DCL. En effet, ces boîtiers ne permettent qu'un allumage simple. Le nombre de points d'éclairage sur un même circuit est limité à huit. Dans le cas de spots ou de bandeaux lumineux, on compte un point d'éclairage par tranche de 300 VA dans la même pièce.

Pour l'extérieur, prévoyez un point d'éclairage au niveau de la porte d'entrée ou de service, ainsi qu'à proximité de la porte de garage.

Le nombre minimal de prises de courant est également prévu par la norme. Il sera indiqué pour chaque pièce dans les paragraphes qui leur sont consacrés.

Pour les logements concernés par l'accessibilité aux personnes handicapées, le dispositif de commande de l'éclairage doit être situé à l'intérieur et à l'entrée de chaque pièce de l'unité de vie, à une hauteur comprise entre 0,90 et 1,30 m. Il est obligatoire de prévoir également un socle de prise supplémentaire (non commandé) à proximité immédiate du dispositif de commande de l'éclairage (à côté ou en dessous). Cette prise peut ne pas être considérée comme supplémentaire dans la cuisine ou le salon.

Pour les logements sur plusieurs niveaux, tout escalier doit comporter un dispositif d'éclairage supprimant toute zone d'ombre, commandé à chaque niveau desservi.

Les couloirs et circulations

L'équipement minimal imposé par la norme n'est pas restrictif et l'on peut envisager des solutions plus confortables. Il faut au minimum un point d'éclairage au plafond ou en applique, commandé soit par un dispositif de commande manuelle sans voyant lumineux situé à moins d'un mètre de chaque accès, soit à l'aide d'un dispositif de commande manuelle à voyant lumineux placé à moins de deux mètres de chaque accès, soit par un système automatique à détection de présence (figure 120).

Prévoyez également un conducteur de neutre au niveau de chaque boîtier d'appareillage de commande pour un raccordement ultérieur de dispositifs à détection automatique.

En ce qui concerne les prises de courant, la norme prévoit un minimum d'une prise pour tout local de plus de 4 m² et dans chaque circulation.

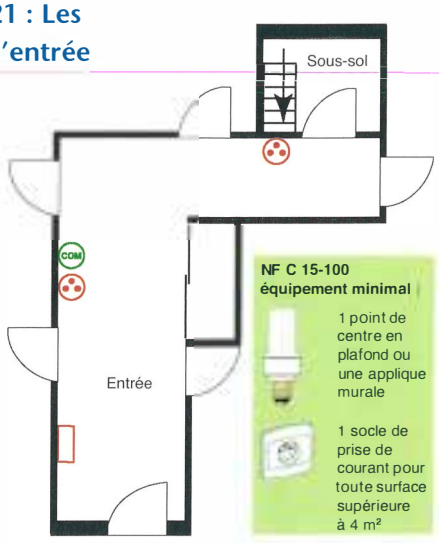
Les prises

Dans cet exemple (figure 121), on peut envisager au moins deux prises de courant, une prise de communication (placée à côté d'une prise de courant pour brancher un combiné de téléphone sans fil, par exemple) et éventuellement une alimentation pour un convecteur électrique (selon le type de chauffage prévu).

L'éclairage

Exemple 1 (figure 122) : l'architecture du couloir avec un retour nécessite au moins deux points d'éclairage. Ils sont commandés avec un télérupteur ou un télévariateur par l'intermédiaire de boutons-poussoirs situés au niveau des accès, dans le respect des

Figure 121 : Les prises de l'entrée



distances maximales prévues par la norme. Le télérupteur permet de commander l'allumage des points lumineux. Le télévariateur permet en plus de faire varier leur intensité lumineuse. Le va-et-vient est tout indiqué pour l'éclairage de l'escalier du sous-sol.

Dans le cas d'une maison individuelle, il convient de prévoir un éclairage extérieur au-dessus de la porte d'entrée, commandé par un interrupteur simple (un seul point d'allumage).

Exemple 2 (figure 122) : l'éclairage est réalisé avec deux détecteurs de présence qui permettront de balayer tout le couloir. Pour la descente vers le sous-sol, on adopte un système de va-et-vient comme dans le premier exemple. L'éclairage de la porte d'entrée est assuré par un interrupteur simple ou éventuellement un détecteur de présence.

Il s'agit d'exemples. Rien ne vous empêche de prévoir des appliques murales à la place des points au plafond. Si vous optez pour ces exemples, à ces points d'éclairage peuvent être raccordés de nombreux types de luminaires au goût de chacun (lustres, hublots, rails de spots, halogènes encastrés, dans le cas d'un faux-plafond).

Il est nécessaire de prévoir également tous les autres appareillages (figure 123) susceptibles d'être installés.

Par exemple, pour une maison individuelle :

- un bouton-poussoir à l'extérieur relié à la sonnette de la porte d'entrée ;

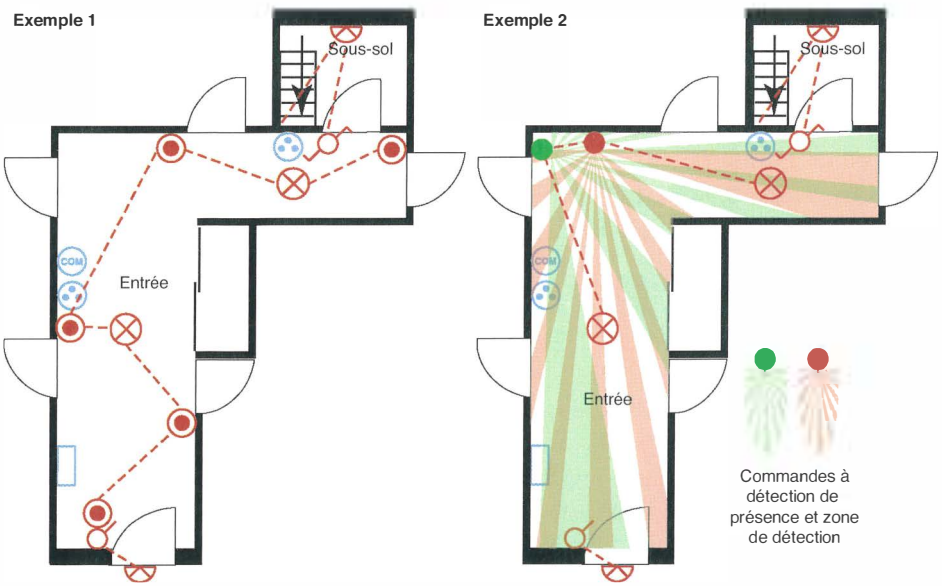


Figure 122 : Exemples de solutions d'éclairage

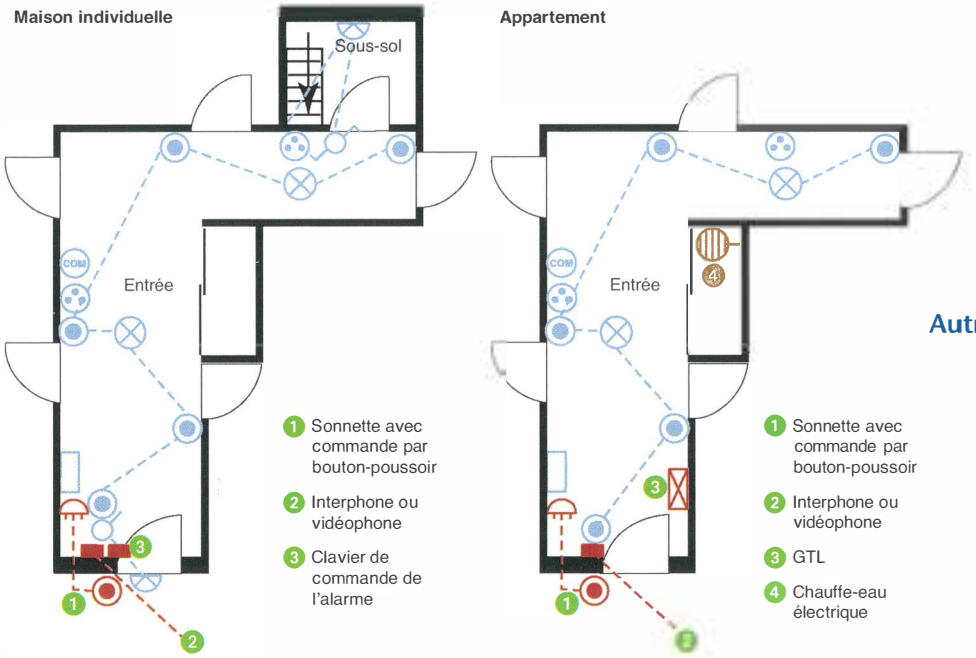


Figure 123 : Autres équipements

- un combiné d'interphone ou de vidéophone pour l'ouverture du portail ;
- éventuellement, une interface de commande pour l'alarme.

Dans le cas d'un appartement :
- un bouton-poussoir sur le palier relié à la sonnette de la porte d'entrée ;
- un combiné d'interphone ou de vidéophone (si l'immeuble est équipé) ;
- la gaine technique de logement ou le tableau de répartition dans le cas d'une rénovation légère ;
- éventuellement, un chauffe-eau électrique à accumulation dans le placard.

Après ces quelques conseils, vous pouvez établir un plan.

Les chambres

L'équipement minimal prévu par la norme est un point d'éclairage en plafond qui peut être remplacé en cas d'impossibilité par deux points en applique ou deux prises de courant commandées. La pièce doit être équipée de trois socles de prise de courant au minimum, réparties en périphérie, et d'une prise de communication. Si la télévision n'est pas distribuée par le réseau de communication, prévoyez également une prise TV située à proximité d'une prise de courant et d'une prise de communication.
Pour les habitations soumises à l'accessibilité aux personnes handicapées, prévoyez un socle de prise de courant supplémentaire à l'entrée de la pièce, côté intérieur, situé au niveau du dispositif de commande de l'éclairage à une hauteur comprise entre 0,90 et 1,30 m. Dans ce cas également, l'axe des prises de communication et TV doit être à une hauteur inférieure ou égale à 1,30 m.
Voici deux exemples types de câblage d'une chambre à coucher.

Exemple 1 (figure 124) : répartition de six prises de courant, sans oublier d'en

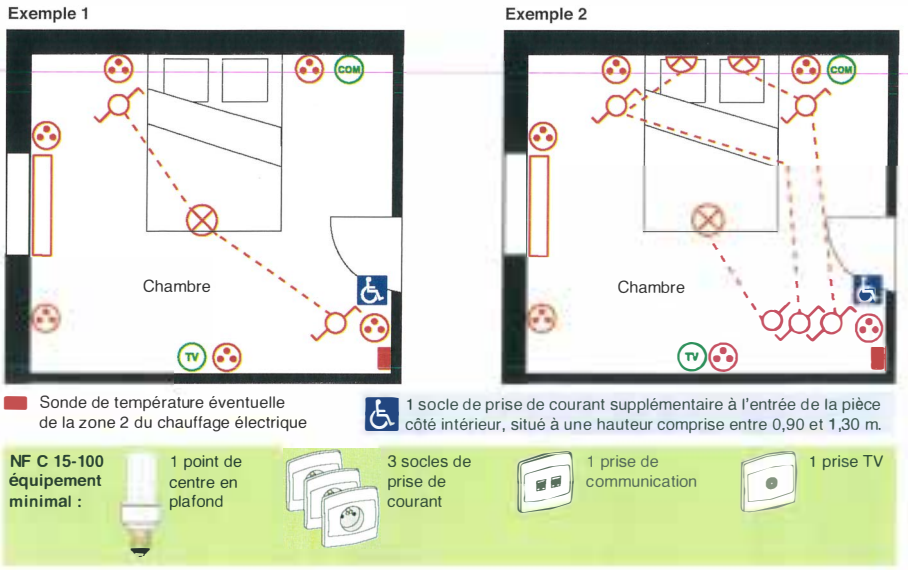


Figure 124 : Exemples d'équipement d'une chambre

prévoir une à l'entrée et une à côté des prises de communication et de télévision. Une prise de communication est prévue à côté du lit, pour le branchement du téléphone. Une prise TV sera installée en face du lit.
Si la télévision est distribuée par le réseau de communication, remplacez la prise TV par une prise de communication (RJ 45).
Prévoyez au moins une prise de courant de chaque côté du lit, afin de pouvoir brancher une lampe de chevet ou un radio-réveil.
L'éclairage, dans cet exemple, consiste en un lustre au plafond commandé en va-et-vient entre la porte d'entrée et la tête de lit.
On prévoira un convecteur sur le mur extérieur au niveau de la fenêtre et, selon le système de régulation, une sonde de température pour la zone nuit.

Exemple 2 (figure 124) : dans ce deuxième exemple, le système d'éclairage est plus élaboré. On conserve un centre lumineux commandé par un interrupteur à l'entrée, qui apportera un éclairage général. En revanche, on peut prévoir l'installation de deux points d'éclairage en applique de chaque côté du lit, commandés par leur propre système de va-et-vient. On pourra donc les commander indépendamment, à partir de chaque côté du lit ou à partir de la porte d'entrée. Pour plus de confort, on peut remplacer la commande en tête de lit par un variateur.

Le salon

La norme prévoit un minimum de socles de prises de courant non spécialisées dans le séjour.
Pour une surface inférieure ou égale à 28 m^2, prévoyez obligatoirement un socle de prise de courant par tranche de 4 m^2, répartis dans la pièce, avec un minimum de 5 socles. Pour une pièce de 26 m^2, par exemple, il faut au minimum 7 socles de prises de courant.
Pour un séjour d'une surface supérieure à 28 m^2, le nombre de socles est défini avec le maître d'ouvrage et/ou l'usager, avec un minimum de 7 socles.

Pour les points d'éclairage, la norme précise que dans les pièces principales, lorsque le plafond est constitué d'une dalle pleine préfabriquée ou en poutrelles et hourdis, un point d'éclairage au plafond est obligatoire (installé lors de la construction). En cas de rénovation, s'il n'est pas possible d'installer un point d'éclairage au plafond, il peut être remplacé par un ou des points d'éclairage muraux et/ou une ou plusieurs prises commandées.

Quand la cuisine est ouverte sur le séjour (cuisine américaine), la surface du séjour à prendre en compte est égale à la surface totale de l'ensemble moins 8 m^2.

Pour les habitations soumises à l'accessibilité aux personnes handicapées, prévoyez un socle de prise de courant supplémentaire à l'entrée de la pièce, côté intérieur, situé au niveau du dispositif de commande de l'éclairage à une hauteur comprise entre 0,90 et 1,30 m.

Il faut au minimum une prise de communication à proximité d'une prise de courant et d'une prise de télévision, dans un emplacement non occulté par une porte.

Si la télévision n'est pas distribuée par le réseau de communication, prévoyez une prise coaxiale à proximité d'une prise de courant. Dans le cas contraire, vous pouvez rajouter une prise de communication ou utiliser un socle RJ 45 double ou triple.

Dans l'exemple (figure 125), la distribution de prises de courant a été prévue en nombre suffisant, réparties sur toutes les parois.

L'éclairage est distribué ainsi :

- un point d'éclairage au-dessus de la table de la partie salle à manger, commandé par un interrupteur à l'entrée ;
- deux points en applique au niveau du coin salon, commandés par un système de télévariateur (un poussoir à l'entrée et un autre au niveau du canapé) ou par un variateur et un va-et-vient ;
- une commande pour l'éclairage du jardin ou de la terrasse à partir de la porte-fenêtre.

Pour le chauffage, si vous avez opté pour l'énergie électrique, prévoyez un ou deux convecteurs et une sonde de température (dans le cas d'un programmateur deux zones nécessitant ce type de capteur). La pièce étant assez vaste, deux convecteurs peuvent être nécessaires. Ils peuvent être alimentés par la même ligne.

Cela n'est toujours qu'un exemple, et vous pouvez, naturellement, laisser libre cours à votre imagination.

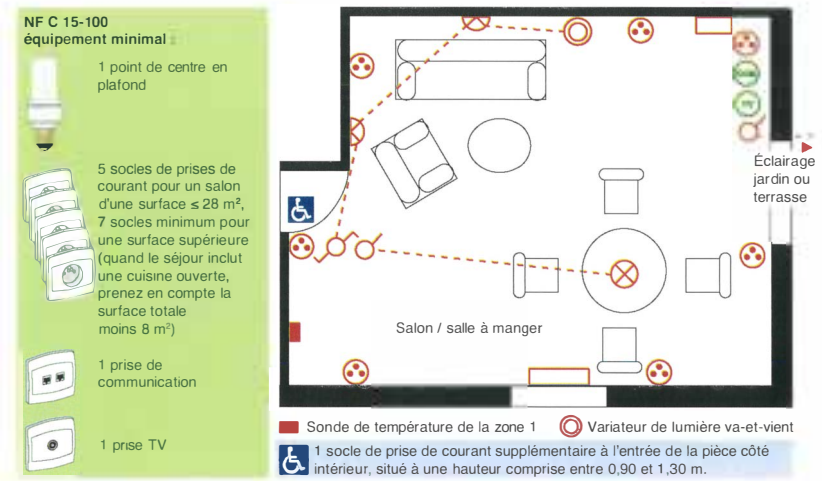


Figure 125 : Exemple d'équipement du salon

La cuisine

Du fait de la présence d'eau, la cuisine est une pièce à risques. Comme les appareils électroménagers y sont nombreux, elle nécessite un équipement adapté et plus important que les autres pièces. La norme prévoit un équipement minimal comprenant au moins un point d'éclairage en plafond, qui peut être remplacé,

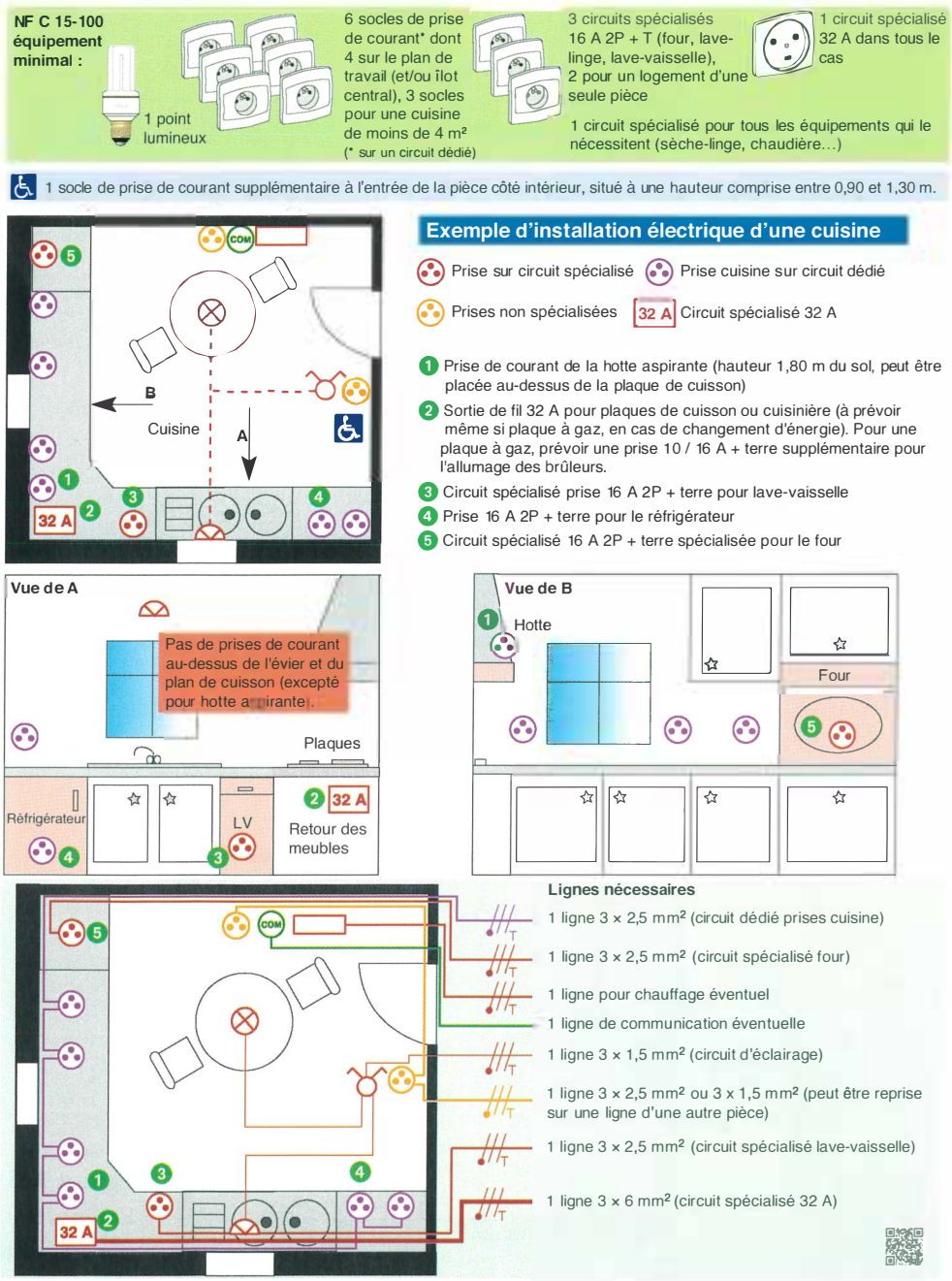


Figure 126 : Exemple d'équipement de la cuisine

en cas d'impossibilité, par deux points en applique ou deux prises de courant commandées (excepté dans le neuf avec dalle pleine ou dalle de compression sur hourdis ou prédalle). La norme prévoit un minimum de 6 socles de prises de courant 16 A 2P + T non spécialisés, mais alimentés par un circuit dédié en 2,5 mm^2, protégé par un disjoncteur divisionnaire de 20 A maximum. Ces prises doivent être réparties dans la cuisine. Il en faut au minimum 4 au-dessus des plans de travail et de l'îlot central, le cas échéant.
D'autres prises peuvent être ajoutées, reprises sur d'autres circuits de prises alimentant les pièces contigües, par exemple. L'axe des alvéoles des prises doit être au minimum à 5 cm du plan de travail. Pour une meilleure accessibilité, une hauteur comprise entre 8 et 25 cm est judicieuse. La répartition des prises doit permettre l'utilisation aisée des appareils en évitant la circulation des câbles, notamment au-dessus de l'évier et des plaques de cuisson.
Il est interdit de placer des prises de courant au-dessus des bacs de l'évier et de la table de cuisson. Néanmoins, un socle supplémentaire peut être placé au-dessus de la plaque de cuisson s'il est situé au moins à 1,80 m du sol fini et uniquement dédié à l'alimentation de la hotte aspirante.
Pour les cuisines inférieures à 4 m^2, trois socles de prise de courant seulement sont admis.

Chaque appareil électroménager de forte puissance doit être alimenté par un circuit spécialisé, c'est-à-dire une ligne indépendante provenant directement du tableau de répartition. La norme prévoit un minimum de quatre circuits spécialisés (ou plus si vous connaissez l'emplacement définitif des appareils), dont un pour les plaques de cuisson ou la cuisinière électrique (à prévoir même si vous utilisez une autre énergie). Cette ligne aboutit à une boîte de sortie de fil ou à un socle de prise de courant de 32 A en monophasé ou 20 A en triphasé. Préférez une sortie de fil qui prend moins de place derrière les meubles et reste plus discrète si elle n'est pas utilisée. De plus, le raccordement est plus direct (câble de l'appareil directement dans la boîte). Les trois autres circuits seront réservés à l'alimentation d'au moins trois des appareils suivants :

- le lave-linge ;
- le lave-vaisselle ;
- le sèche-linge ;
- le four (si indépendant) ;
- le congélateur.

Pour le lave-linge et le lave-vaisselle, il est conseillé d'installer les socles de prise de courant à proximité de leurs arrivée et évacuation d'eau. Si l'emplacement du congélateur est défini, il convient de prévoir un circuit spécialisé protégé par un dispositif différentiel 30 mA spécifique à immunité renforcée, afin d'éviter les coupures indésirables. Il est également judicieux de prévoir un système d'alarme si l'appareil n'est pas situé dans la zone de vie.
Dans les logements T1, trois circuits spécialisés seulement sont admis (un circuit de 32 A et deux circuits de 16 A) si le logement n'est pas pourvu (par exemple, dans le cas d'une location vide). D'autres équipements nécessitent une ligne spécialisée comme le chauffe-eau électrique, la chaudière, les appareils de chauffage électrique, les volets roulants, la climatisation, etc.
Les prises de communication ne sont pas autorisées au-dessus de l'évier et de la

table de cuisson. Elles peuvent être installées au niveau du plan de travail, prévoyez-les à une hauteur minimale de 8 cm. Pour les habitations soumises à l'accessibilité aux personnes handicapées, prévoyez un socle de prise de courant supplémentaire à l'entrée de la pièce, côté intérieur, situé au niveau du dispositif de commande de l'éclairage à une hauteur comprise entre 0,90 et 1,30 m. Dans ce cas également, l'axe des prises de communication et TV doit être à une

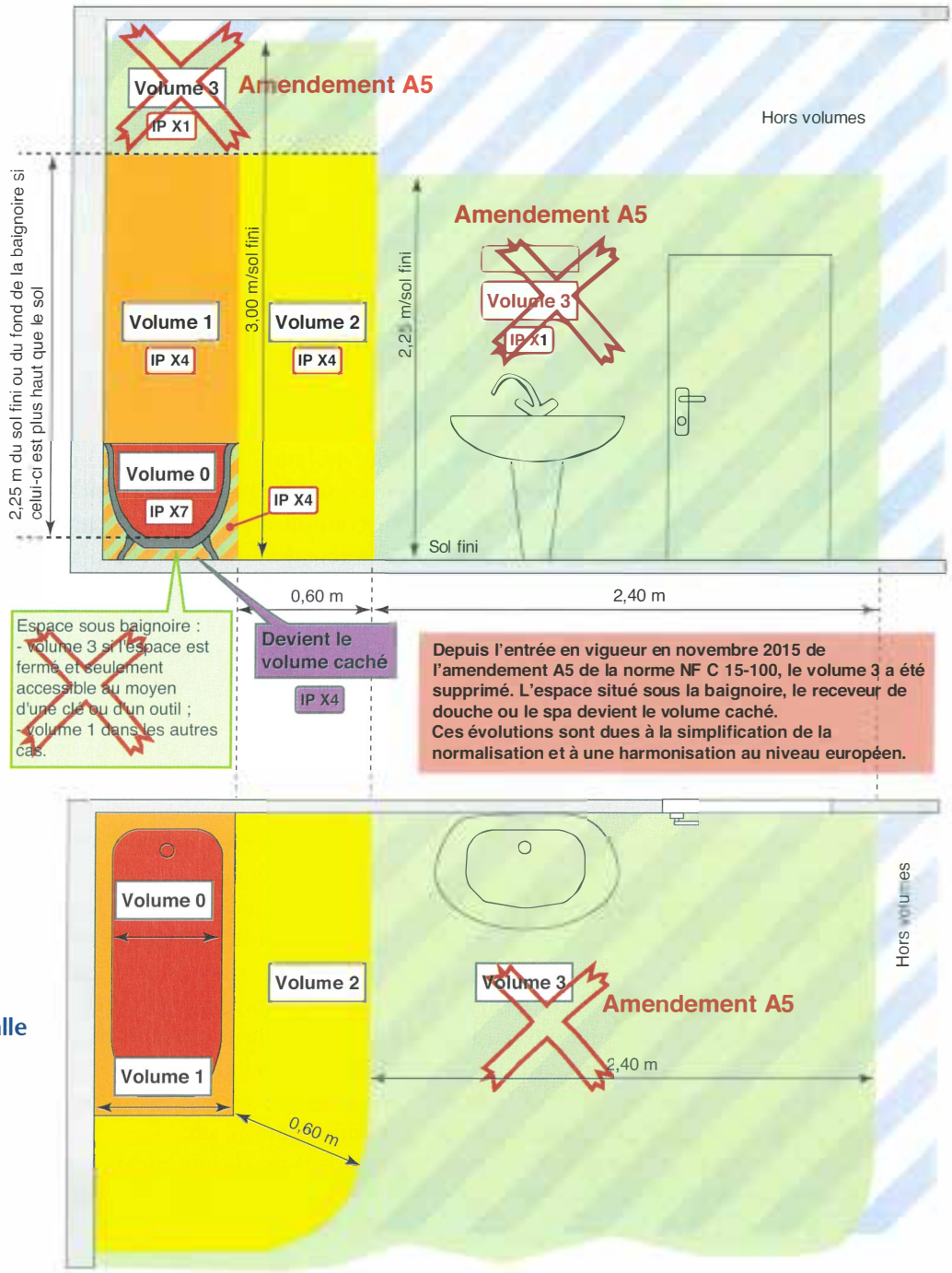


Figure 127 : Les anciens volumes de la salle de bains

hauteur inférieure ou égale à 1,30 m. Dans la plupart des cas, la cuisine est équipée. Il est donc nécessaire d'en faire le plan afin de pouvoir définir précisément l'emplacement des alimentations électriques. Pour les gros appareils qui seront encastrés, il est judicieux de placer la prise non pas directement derrière l'appareil, mais au niveau du meuble juste à côté. Cela vous permettra, en cas de problème, de pouvoir débrancher l'appareil sans avoir à le déplacer (une découpe dans le fond du meuble offrira un accès facile à la prise). Si vous n'avez pas encore défini la cuisine et que vous envisagez sa réalisation ultérieurement, il est possible de passer une ligne de grosse section (conducteurs de 10 mm^2) depuis le tableau de répartition de la GTL pour alimenter un tableau divisionnaire placé dans la cuisine et destiné à elle seule.
Dans notre exemple (figure 126), l'éclairage est composé de deux points lumineux (un au-dessus de la table et un autre au-dessus de l'évier) commandés par un commutateur double allumage. On peut également prévoir une alimentation pour la pose d'éclairages sous les meubles hauts. Les prises de courant sont réparties au niveau du plan de travail et à divers endroits de la pièce. Les gros appareils ménagers (lave-vaisselle, four et plaques de cuisson) disposent tous d'une alimentation spécifique.

Les salles d'eau

Il s'agit des pièces présentant le plus de risques dans la maison. Chacun sait que l'eau, très conductrice, ne fait pas bon ménage avec l'électricité et que le corps humain immergé est lui aussi très conducteur. L'amendement A5 de la norme a redéfini les volumes des locaux contenant une douche ou une baignoire. On notera la disparition du volume 3 et l'apparition du volume caché (figure 127).

Les volumes

La norme a défini des volumes autour des appareils sanitaires où l'implantation des éléments électrique est très réglementée. Ces restrictions concernent tout local contenant une douche ou une baignoire, même une cabine de douche préfabriquée, placée dans une chambre, par exemple. Le local est délimité par le sol fini, les murs, la porte d'accès fermée et éventuellement des cloisons sur toute la hauteur. Les parois de douche amovibles ou les cloisons partielles (qui ne vont pas jusqu'au plafond) ne délimitent pas le local. Quatre volumes ont été définis (figure 128). Les zones situées en dehors sont dites hors volumes ; les règles y sont moins strictes. Les volumes différent selon que le sanitaire est matérialisé ou non.
Pour les baignoires et les douches avec receveur :
le volume 0 correspond à l'intérieur du receveur de douche ou de la baignoire.
Le volume 1 est défini par un plan vertical délimité par les bords extérieurs de la baignoire ou du receveur et un plan horizontal situé à 2,25 m au-dessus du sol (ou du fond de la baignoire s'il se situe plus haut que le sol fini) ou par un plan horizontal situé au-dessus du volume 0 et à 2,25 m au-dessus du bord de la baignoire quand celle-ci est au raz du sol (cas d'une baignoire encastrée dans une estrade, par exemple).
Pour les douches sans receveur (douche de plein pied ou à l'italienne), le volume 0 est délimité par le fond de la partie douche (pour le bas) et en partie haute par un plan horizontal situé à

10 cm du point le plus haut de la douche (pente d'évacuation). Latéralement, il correspond aux limites du volume 1.
Le volume 1 est défini latéralement par un cylindre d'un rayon de 1,20 m dont l'axe passe par un point de référence différent selon le type de douchette.
Dans le cas d'une douchette montée sur un flexible, le point de référence du cylindre est le point de raccordement du

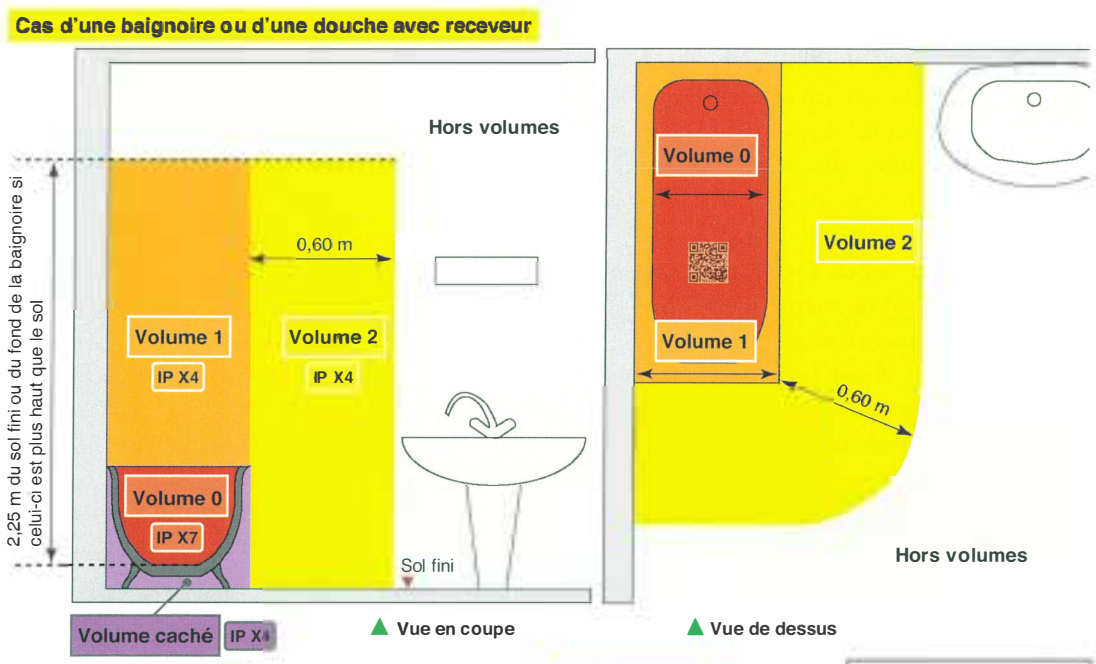
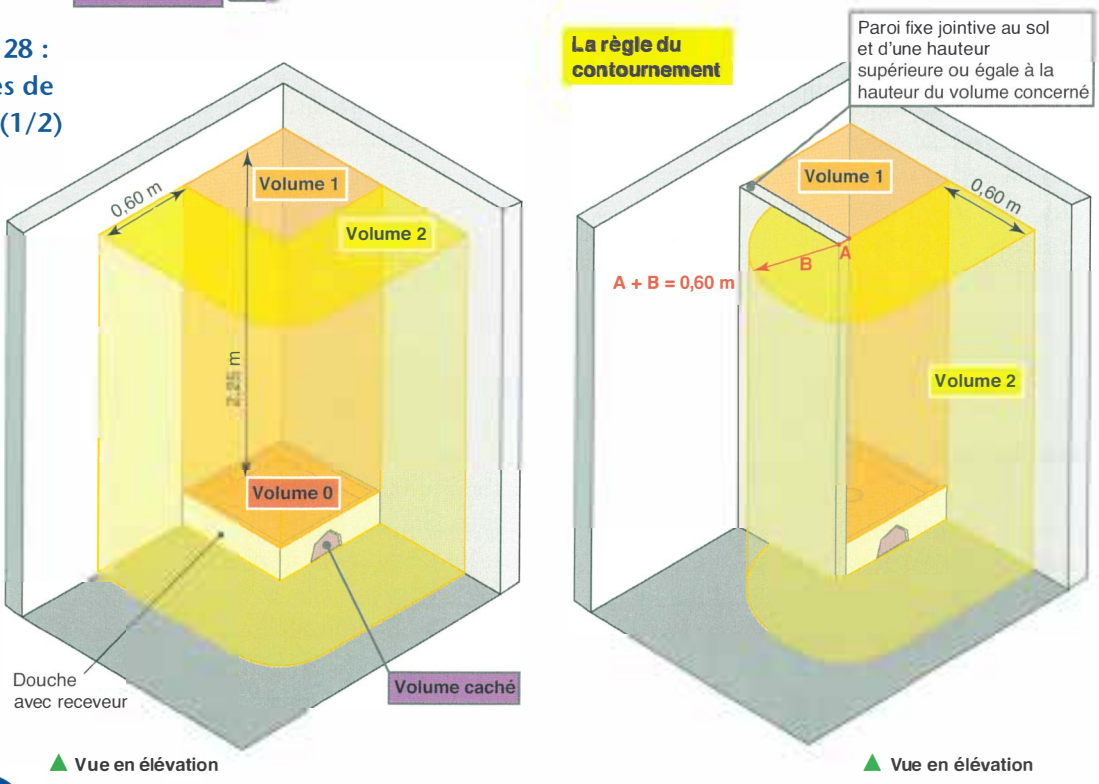


Figure 128 : Exemples de volumes (1/2)



flexible à la robinetterie. Si la douchette a une tête fixe, le point de référence est son centre. Si la douche comporte plusieurs douchettes (fixes ou de tête), les volumes 1 de chacune d'entre elles s'additionnent.

Pour une douche pluie (tête fixe de grande dimension), le rayon de 1,20 m est déterminé par les points extérieurs du périmètre de la douchette. Sur le plan horizontal, le volume 1 est

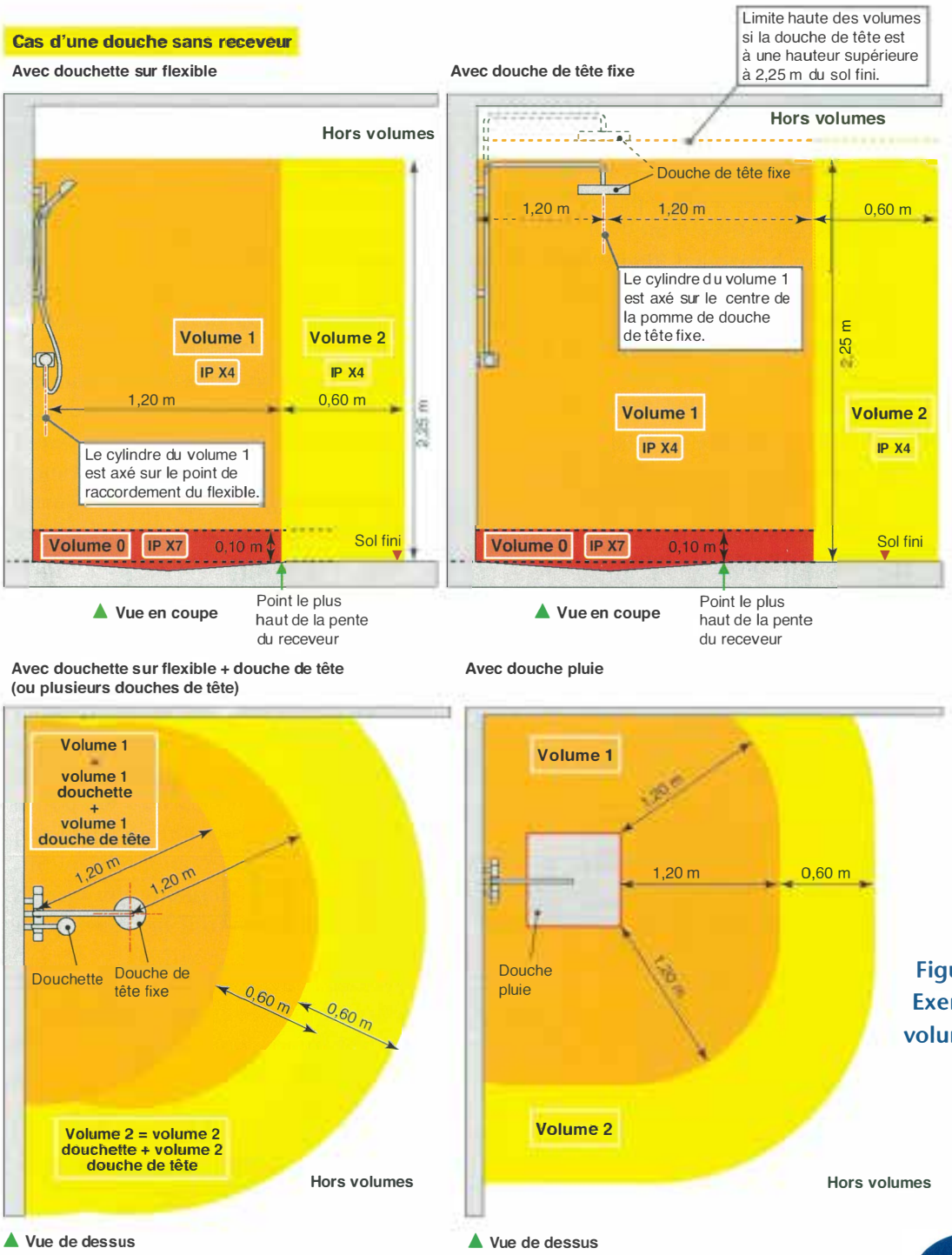


Figure 128 : Exemples de volumes (2/2)

défini en partie basse par le haut du volume 0. En partie haute, on prend en compte le plan vertical le plus élevé. Soit une hauteur de 2,25 m du sol fini ou du fond de la douche, s'il est plus élevé que le sol fini, soit en cas de pomme de douche à tête fixe située au-dessus de 2,25 m du sol fini, le plan horizontal passant par cette pomme.
Dans tous les cas, le volume 2 est délimité par :
– la surface verticale extérieure du volume 1 et une surface parallèle à celle-ci et distante de 0,60 m ;
– un plan horizontal aligné sur le haut du volume 1 et le sol fini.
Le volume caché est le volume accessible situé sous la baignoire, le spa ou la douche.

Le reste de la pièce ne faisant pas partie de ces volumes est dit hors volumes et n'est pas soumis à restrictions.
Les volumes 1 et 2 peuvent être limités par des parois fixes jointives au sol et d'une hauteur supérieure ou égale au volume. En revanche, si ces parois sont moins larges que le volume concerné, il la contourne sur le plan horizontal (règle du contournement).

Un placard de toute la hauteur fermant avec une porte (et une imposte) est considéré hors volume.
Si un matériel est placé à cheval sur deux volumes, il doit répondre aux exigences du volume le plus strict.

La sécurité

La sécurité de la salle de bains et des pièces d'eau sera assurée par l'utilisation de dispositifs différentiels à haute sensibilité (30 mA) qui coupent les circuits électriques en cas de fuite de courant, et par l'emploi d'appareillages et de matériels construits selon des normes strictes permettant leur utilisation dans les locaux humides.

La protection différentielle

Toutes les lignes alimentant la salle de bains (éclairage, prises, chauffage) doivent être protégées par un dispositif différentiel haute sensibilité (30 mA).

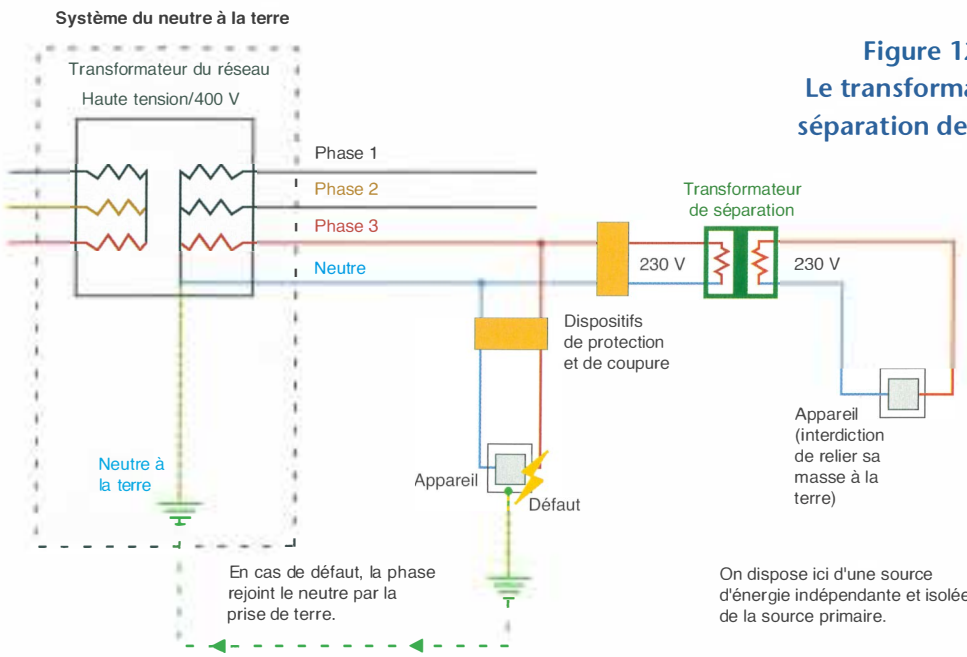


Figure 129 : Le transformateur de séparation des circuits

Le transformateur de séparation des circuits

C'est un transformateur alimenté en 230 V et qui restitue du 230 V. Il se compose de deux enroulements qui n'ont aucun point commun entre eux et il se comporte comme un générateur indépendant du réseau (figure 129).
Pour mieux comprendre, il faut savoir que le neutre sur l'alimentation de courant est relié à la terre au niveau du producteur. C'est pourquoi, lorsque vous avez un contact physique (direct ou indirect) avec la phase, le courant passe par le corps et la terre pour rejoindre le neutre et vous jouez ainsi le rôle de l'ampoule dans le circuit.
Avec ce type de transformateur, le neutre est isolé et il n'y a donc pas de possibilité de retour par la terre.
Dans ce cas, il ne faut surtout pas relier la masse de l'appareil à la terre. Le transformateur de séparation ne peut être utilisé que pour les circuits alimentant un seul appareil électrique ou une seule prise de courant. Ce système permet, par exemple, d'installer les prises de rasoirs dans le volume 2.

La très basse tension de sécurité (TBTS)

On utilise dans ce cas une tension non dangereuse de 12 V en courant alternatif ou de 30 V en courant continu. Elle est produite par un transformateur de sécurité installé hors des volumes 0 à 2. Les masses des appareils alimentés en TBTS ne doivent pas être reliées à la terre.

La classification des appareils

Il existe une classification des matériels selon leur protection contre les chocs électriques (figure 130). Cette classification est établie conformément aux procédés d'isolation des circuits électriques qui entrent dans la composition de l'appareil.

Il existe quatre types d'isolation :
- l'isolation principale : c'est l'isolation des parties actives (conductrices) dont la défaillance pourrait provoquer un risque de choc électrique (par exemple, l'isolant d'un fil électrique) ;
- l'isolation supplémentaire : c'est une isolation indépendante qui vient en complément de l'isolation principale (pour assurer la protection en cas de défaillance de l'isolation principale) ;
- la double isolation : c'est un principe de construction qui comprend à la fois une isolation principale et une isolation supplémentaire ;
- l'isolation renforcée : c'est une isolation des parties actives au moins équivalente à une double isolation.

La classification des matériels doit être indiquée par le constructeur sur leur plaque signalétique (généralement sous forme de symboles).
Il existe quatre classes de protection contre les risques de chocs électriques du matériel.

Le matériel de classe 0 (pas de symbole), n'est plus admis. Il reposait sur le principe de l'isolation principale et n'était pas prévu pour être raccordé à la terre. Il n'y avait pas d'identification sur la plaque signalétique.

Avec le matériel de classe I, la protection est assurée par une isolation principale et une protection supplémentaire par le raccordement à la terre des parties conductrices. Ces appareils doivent obligatoirement être raccordés à la prise de terre de l'installation.

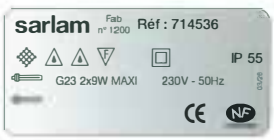
Le matériel de classe II dispose d'une protection par isolation principale à laquelle s'ajoute une double isolation

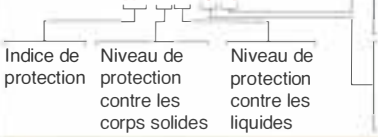
Classement des matériels électriques en fonction des influences externes

Code IP
Premier chiffre : degré de protection contre la pénétration des corps solides étrangers
Deuxième chiffre : degré de protection contre la pénétration de liquides

Code IK
Un chiffre : degré de protection contre les impacts mécaniques externes

IP - X	Tests	IP X -	Tests	IK -	Tests
IP 0 X	Pas de protection.	IP X 0	Pas de protection.	IK 00	Pas de protection.
IP 1 X	Protection contre les corps solides supérieurs à 50 mm, (par exemple, la main).	IP X 1 (2)	Protection contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation).	IK 01	Protection contre une énergie de choc de 0,15 joule.
IP 2 X	Protection contre les corps solides supérieurs à 12 mm, (par exemple, un doigt).	IP X 2	Protection contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale.	IK 02	Protection contre une énergie de choc de 0,20 joule.
IP 3 X	Protection contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm.	IP X 3 (2)	Protection contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale.	IK 03	Protection contre une énergie de choc de 0,35 joule.
IP 4 X	Protection contre les corps solides supérieurs à 1 mm.	IP X 4 (2)	Protection contre les projections d'eau de toutes directions.	IK 04	Protection contre une énergie de choc de 0,50 joule.
IP 5 X (1)	Protection contre les poussières.	IP X 5 (2)	Protection contre les jets d'eau de toutes directions à la lance.	IK 05	Protection contre une énergie de choc de 0,70 joule.
IP 6 X (1)	Protection totale contre les poussières.	IP X 6	Protection contre les jets d'eau assimilables aux paquets de mer.	IK 06	Protection contre une énergie de choc de 1 joule.
Exemple d'étiquette avec symboles		IP X 7 (2)	Protection contre les effets de l'immersion.	IK 07	Protection contre une énergie de choc de 2 joules.
		IP X 8 ...m (2)	Protection contre les effets de l'immersion permanente.	IK 08	Protection contre une énergie de choc de 5 joules.
Exemple de marquage avec codes IP/IK		Lettre optionnelle fournissant une indication supplémentaire spécifique concernant la protection du matériel (H, M, S ou W)		IK 09	Protection contre une énergie de choc de 10 joules.
		Lettre optionnelle concernant la protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses (A, B, C ou D)		IK 10	Protection contre une énergie de choc de 20 joules.





Lettres optionnelles

Première lettre	Description abrégée du degré de protection	Seconde lettre	Informations spécifiques
A	Protégé contre l'accès avec le dos de la main	H	Matériel haute tension
B	Protégé contre l'accès avec un doigt	M	En mouvement pendant l'essai à la pénétration d'eau
C	Protégé contre l'accès avec un outil	S	Stationnaire pendant l'essai à la pénétration d'eau
D	Protégé contre l'accès avec un fil	W	Utilisation aux intempéries

(1) sigles d'équivalence du code IP concernant la protection contre la pénétration des corps solides sur les plaques signalétiques des luminaires ou des appareils électrodomestiques (norme EN 60 529).
(2) sigles d'équivalence du code IP concernant la protection contre l'eau appliqués sur les plaques signalétiques des luminaires ou des appareils électrodomestiques.
Les deux marquages ne peuvent pas cohabiter sur un même appareil du fait de tests différents.

Classes de protection contre les risques de chocs électriques

Matériel de classe I	Matériel de classe II	Matériel de classe III
Matériel disposant d'une isolation principale et dont les parties métalliques doivent être reliées à la prise de terre.	Matériel dont les parties accessibles sont séparées des parties actives par une double isolation. Ne se relie pas à la terre.	Matériel protégé contre les chocs électriques grâce à une alimentation en très basse tension de sécurité.

Figure 130 : Les classements IP et IK des matériels électriques

ou une isolation renforcée. Ce type de matériel ne nécessite pas de protection par raccordement à la terre (de toute façon, il n'est pas prévu).

Le matériel de classe III est alimenté en TBTS (très basse tension de sécurité) 12 V et évite donc les risques de chocs électriques. Il ne devra pas être raccordé à la prise de terre, comme nous l'avons vu précédemment. Sur la plaque signalétique figure la valeur de la tension d'utilisation.

Les degrés ou indices de protection

Le choix des matériels électriques doit tenir compte des influences externes. Cela permet d'assurer leur fonctionnement correct et l'efficacité des protections pour la sécurité. La norme NF EN 60529 (*degré de protection des enveloppes des matériels électriques*) définit les degrés de protection qui caractérisent l'aptitude d'un matériel à supporter les deux influences externes suivantes :

- présence de corps solides ;
- présence d'eau.

Cette protection est classifiée à l'aide d'un code de deux lettres (IP) et deux chiffres, suivis éventuellement d'une lettre additionnelle. Par exemple, sur un appareil figure l'annotation IP 24.

Les lettres IP signifient indice de protection. Le premier chiffre indique l'indice de protection (de 0 à 6) contre la pénétration de corps solides et contre l'accès aux parties dangereuses. Le deuxième chiffre indique l'indice de protection (de 0 à 8) contre la pénétration de l'eau. Plus le chiffre est élevé, plus la protection est importante.
Il existe également des lettres optionnelles fournissant une indication spécifique concernant la protection du matériel (H, M, S ou W) et des lettres concernant la protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses (A, B, C ou D). Pour plus de précisions, reportez-vous au tableau de la figure 130.

Il existe également le code IK servant à définir le degré de protection contre les chocs mécaniques (norme NF EN 50102). Les indices vont de 0 (pas de protection) à 10 (protection aux chocs de 20 joules). Le tableau de la figure 130 présente les indices et les tests correspondants. Du fait que les normes relatives aux appareils électrodomestiques et aux luminaires n'utilisent pas le système IP, des équivalences avec leur marquage (gouttes d'eau) ont été définies et sont présentées dans le tableau. Le double marquage n'est pas admis, car les tests sont différents.

Toutes ces indications sont utiles pour savoir quel matériel peut être installé dans la salle d'eau ou dans d'autres situations particulières (buanderie, extérieur).

Le tableau de la figure 131 présente les degrés de protection minimaux requis selon les lieux d'installation.

La liaison équipotentielle locale

Une autre mesure de protection est obligatoire dans la salle de bains : c'est la liaison équipotentielle locale (figure 132). Elle consiste à relier entre eux tous les éléments conducteurs et toutes les masses des volumes 1 à 3, et à raccorder cette liaison à la prise de terre de l'installation. Cela a pour but de mettre au même potentiel tous les éléments conducteurs de la pièce et d'éviter ainsi tout risque de choc électrique en cas de contact direct ou indirect. Cette

Figure 131 : Le degré de protection requis selon les lieux d'installation

Caractéristiques des appareillages électriques en fonction de leur lieu d'installation		
Lieux ou emplacements d'installation	Degrés de protection minimaux requis	
	IP	IK
Locaux domestiques		
Auvents	24	07
Buanderie	23	02
Branchement eau, égout, chauffage	23	02
Cave, cellier, garage, local avec chaudière	20	02
Chambres	20	02
Couloirs de caves	20	07
Cours	24/25	02
Cuisine	20	02
Escaliers intérieurs, coursives intérieures	20	02
Escaliers extérieurs, coursives extérieures non couvertes	24	07
Coursives extérieures couvertes	21	02
Grenier (combles)	20	02
Jardins, abris de jardins	24/25	02
Lieux d'aisance (WC)	20	02
Lingerie, salle de repassage	21	02
Rampes de garage	25	07
Salles d'eau, locaux contenant une douche ou une baignoire - volume 0 - volume 1 - volume 2 - volume 3	 27 24/25 (1) 24 21	 02 02 02 02
Salles de séjour, salon, salle à manger	20	02
Séchoirs	21	02
Sous-sol	21	02
Terrasse couverte	21	02
Toilette (cabinet de)	21	02
Véranda	21	02
Vide sanitaire	21	02
Exploitations agricoles		
Bergeries fermées	35	07
Bûchers	30	10
Chais	23	07
Écuries, étables	35	07
Greniers, granges, entrepôts de fourrage et de paille	50	07
Serres	23	07
Salles de traite, poulailler, porcherie	35	07

(1) IP 25 en cas de présence de jets d'eau horizontaux (douche hydromassante, par exemple).

liaison équipotentielle est un raccordement supplémentaire, car il doit exister également une liaison équipotentielle principale. Elle est réalisée au niveau de l'immeuble, s'il est récent, ou bien vous devrez la créer si vous habitez une maison individuelle. Il faut relier toutes les conduites métalliques (à leur pénétration dans la maison pour celles qui proviennent de l'extérieur) et les éléments métalliques de la construction à la prise de terre.

La liaison équipotentielle des salles d'eau sera réalisée comme suit :

- soit par un conducteur dont la section est de 2,5 mm^2 (de type H 07V-U, R ou K), s'il est protégé mécaniquement (posé sous conduit ou goulotte) ;
- soit par un conducteur nu ou de même type que précédemment dont la section est de 4 mm^2 s'il n'est pas protégé mécaniquement et fixé directement aux parois (par exemple, au-dessus de la plinthe).

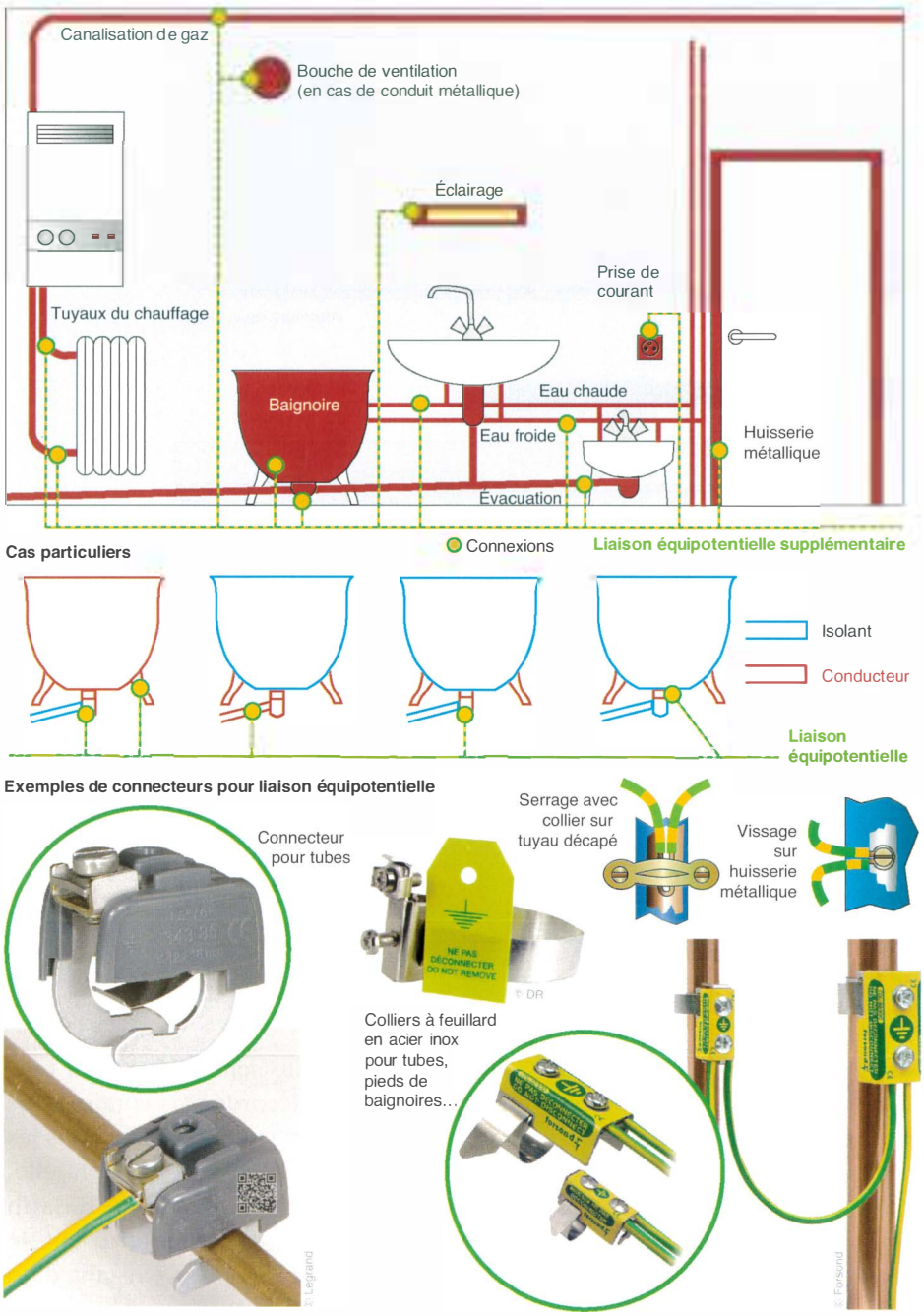
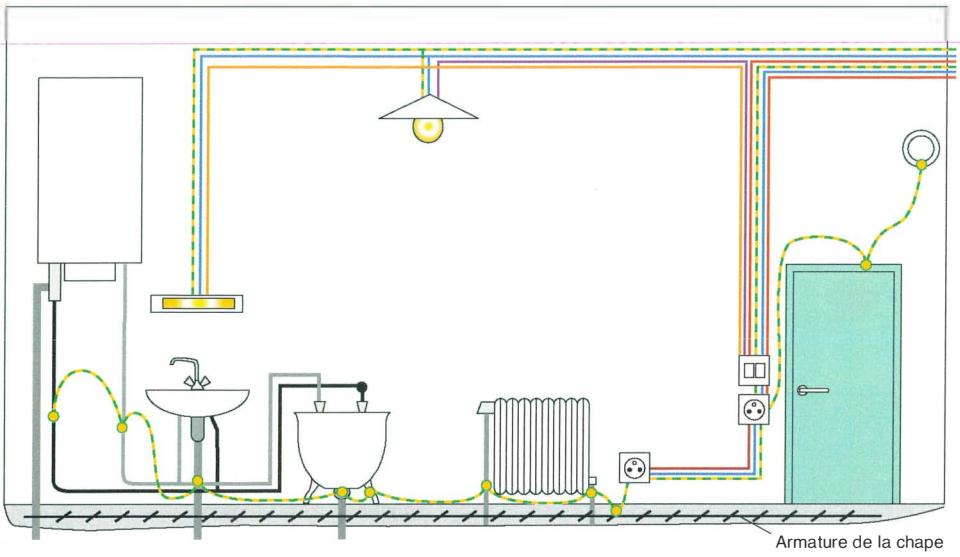


Figure 132 : La liaison équipotentielle supplémentaire des salles d'eau (1/2)

Liaison équipotentielle en série



Liaison équipotentielle avec boîte de connexion spécifique

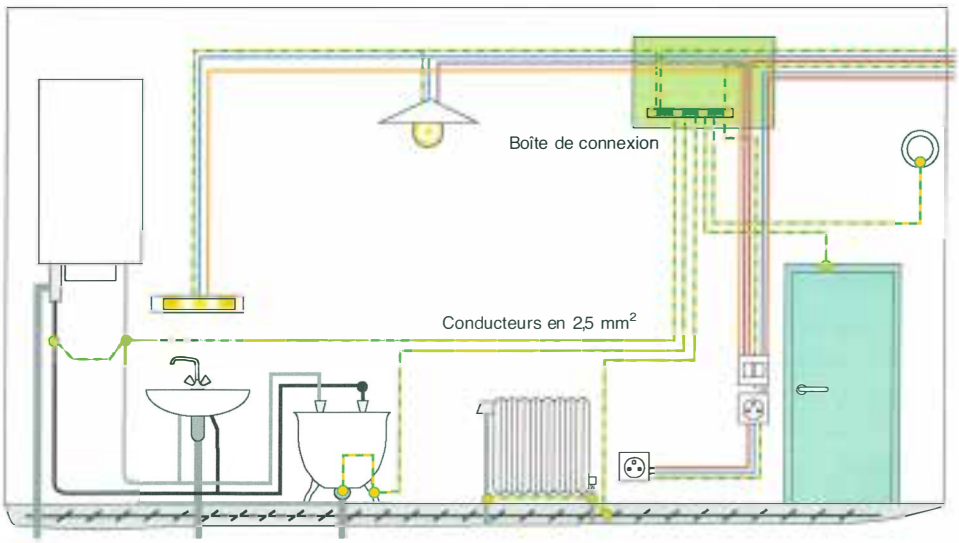


Figure 132 (2/2) : Exemples de mise en œuvre d'une liaison équipotentielle supplémentaire

Les conducteurs ne doivent pas être noyés directement dans les parois. Les conducteurs de la liaison équipotentielle peuvent être raccordés dans une boîte de connexion spécifique (figure 132), placée dans la salle d'eau ou dans un local adjacent mais sur une paroi commune. Cette boîte sera munie d'un bornier où seront raccordés les conducteurs de protection des volumes 1, 2 et tous les conducteurs de liaison équipotentielle. Il est possible de relier la liaison équipotentielle supplémentaire sur le conducteur de protection existant d'un

appareillage, si sa section n'est pas inférieure à 2,5 mm^2 (socle de prise de courant, par exemple).
Les éléments conducteurs comme les canalisations en cuivre ou les huisseries métalliques ne doivent pas servir de conducteurs de liaison équipotentielle. En effet, leur démontage éventuel provoquerait une coupure de la liaison.
Si vous disposez de plusieurs salles d'eau, chacune devra posséder sa propre liaison équipotentielle. Dans le cas d'une rénovation de logement dans un immeuble collectif non encore équipé d'une colonne de terre, vous devez réaliser une liaison équipotentielle supplémentaire en cuisine.
La liaison équipotentielle peut être réalisée en montage encastré, mais l'encastrement doit être effectué dans les parois de la salle d'eau selon les règles de pose des conduits encastrés (voir page 319).
S'il n'est pas obligatoire que la liaison soit visible dans son intégralité, il est recommandé de laisser ses connexions accessibles.

Les éléments suivants doivent être reliés à la liaison équipotentielle :
- les canalisations métalliques d'eau froide, d'eau chaude, de vidange et de gaz. Il n'est pas nécessaire de relier les robinets raccordés sur des canalisations isolantes ;
- les appareils sanitaires métalliques : d'une part le corps métallique de la baignoire, par exemple au niveau des boulons de fixation des pieds et, d'autre part, la bonde de vidange métallique ou le siphon métallique ;
- les huisseries métalliques des portes, fenêtres et baies ;
- les armatures métalliques du sol ;
- les canalisations de chauffage central ou autres éléments chauffants comme les sèche-serviettes, quelle que soit la classe des matériels. Si les canalisations sont isolantes (PER, PVC-C...), il n'est pas nécessaire de les relier ;
- les bouches de VMC si le conduit principal, le piquage ou la bouche est métallique ;
- et bien entendu les prises de courant, luminaires (même s'ils sont placés au plafond), chauffages (sauf classe II) et armoires de toilette.

L'emploi de papiers peints métalliques est déconseillé dans la salle d'eau.
Il n'est pas nécessaire de relier :
- les grilles de ventilation naturelle ;
- les accessoires métalliques tels que les porte-serviettes.

Ne négligez pas la réalisation de cette liaison, elle est très importante pour la sécurité. La figure 133 présente des exemples de réalisation d'une liaison équipotentielle supplémentaire. Les connexions peuvent être assurées par soudure, vissage ou serrage avec un collier spécial de liaison équipotentielle. Il existe des systèmes spéciaux pour les tuyaux et d'autres prévus pour de multiples usages, munis d'un feuillard en acier inoxydable.

Les règles

Selon les volumes, les matériels électriques installés doivent avoir un degré de protection minimal contre les projections d'eau. Cette caractéristique (IP XX) est indiquée sur les appareillages (figure 133).
Tout circuit électrique de la salle de bains doit être protégé en amont (dans le tableau de protection) par un ou plusieurs dispositifs différentiels haute sensibilité (interrupteur différentiel 30 mA, par exemple).

Volumes de la salle d'eau		0	1	2	Volume caché[16]
Degré de protection contre l'eau requis (IP)		7	4[4]	4[4]	4
Matériels	Protections				
Appareillage électrique					
Interrupteur	30 mA ou TRS [1]				
Interrupteur	TBTS [2] [3]				
Prise rasoir de 20 à 50 VA	TRS [1]				
Prise de courant 2 P + Terre	30 mA ou TRS				
Canalisations électriques		(6)	(5)	(5)	(5)
Boîtes de connexion				(7)	(7)
Socles DCL				(8)	
Prises de communication					
Matériels d'utilisation					
Chauffe-eau instantané	Classe I + 30 mA		(9)	(9)	
Chauffe-eau à accumulation vertical	Classe I + 30 mA[10] [11]			(12)	
Chauffe-eau à accumulation horizontal	Classe I + 30 mA[10] [11]		(12) (13)	(12)	
Appareil de chauffage	Classe I + 30 mA				
Appareil de chauffage	Classe II + 30 mA				
Chauffage par le sol	30 mA			(15)	
Éclairage	TBTS [2] [3]	(14)	(14)		
Éclairage	Classe I + 30 mA				
Éclairage	Classe II + 30 mA				
Armoire de toilette	Classe II + 30 mA + prise TRS				
Lave-linge ou sèche-linge	Classe I + 30 mA				

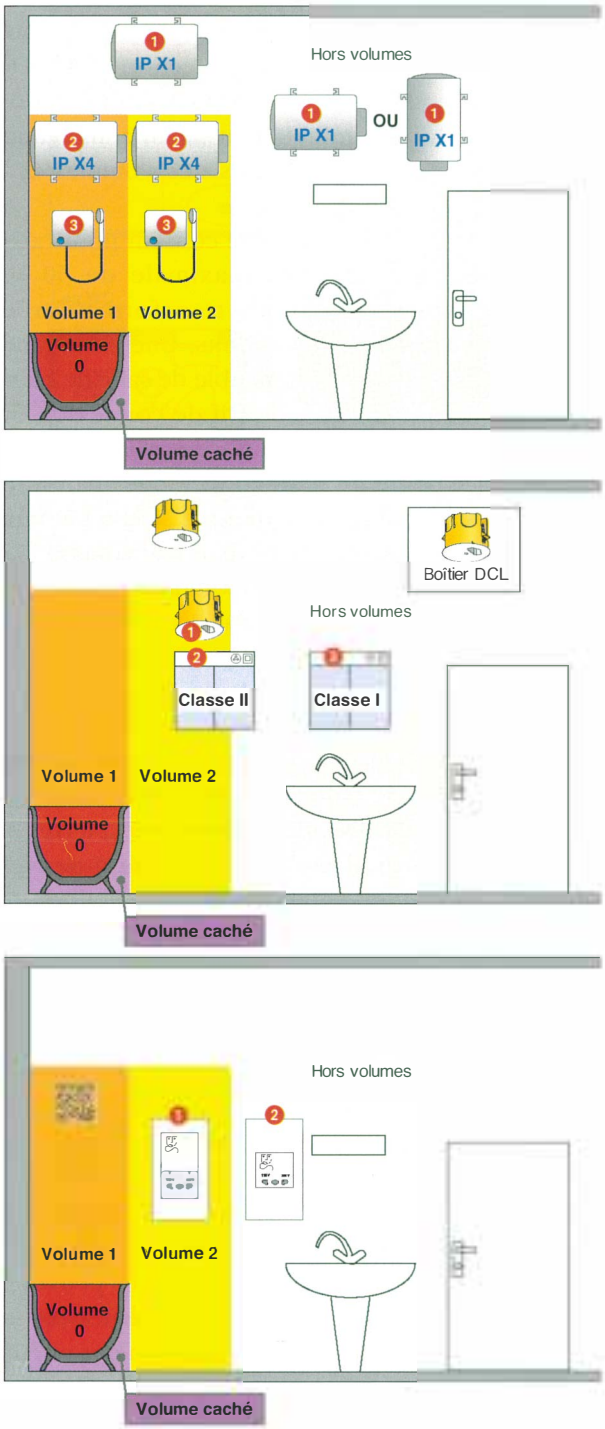
(1) TRS (transformateur de séparation des circuits) pour 1 seul point d'utilisation ou une seule prise.
(2) TBTS (très basse tension de sécurité) 12 V maximum en courant alternatif, 30 V en courant continu.
(3) Le transformateur est placé en dehors des volumes 1 et 2.
(4) IP X5 en présence de jets horizontaux d'hydrothérapie.
(5) Seules sont autorisées les canalisationsv de classe II alimentant des appareils situés dans ces volumes.
(6) Les canalisations en TBTS sont admises.
(7) Sont admises uniquement les boîtes de connexion des appareils situés en partie ou entièrement dans ce volume. Elles doivent respecter l'indice de protection (IP) du volume.
(8) L'exigence du degré de protection (IP X4) doit être respectée par la douille, un obturateur ou un luminaire.
(9) L'appareil est alimenté directement par un câble sans interposition d'une boîte de connexion.
(10) Le chauffe-eau est alimenté par une boîte de connexion répondant aux exigences du volume où elle est installée.
(11) La liaison entre le chauffe-eau et sa boîte de connexion doit être la plus courte possible.
(12) Installation autorisée uniquement si les dimensions de la salle d'eau ne permettent pas de l'installer hors volumes.
(13) L'appareil doit être installé le plus haut possible.
(14) Les appareils d'éclairage doivent être prévus pour ce type d'installation.
(15) Les éléments chauffants électriques doivent être recouverts d'un grillage métallique relié à la terre.
(16) Aucun appareillage n'est autorisé dans le volume caché. Des matériels d'utilisation peuvent être installés s'ils sont alimentés en TBTS, la source d'alimentation étant située hors volumes.
Si le volume caché est complètement fermé et ne peut être accessible qu'à l'aide d'un outil, des matériels d'utilisation peuvent être installés si
- ils sont alimentés individuellemnt par un TRS
- ils sont alimentés en TBTS
- ils sont protégés par un DDR 30 mA.

Tous les circuits situés dans des locaux accueillant une douche ou une baignoire doivent être protégés à leur origine par un ou plusieurs dispositif différentiel à courant résiduel de 30 mA.

Interdit **Autorisé**

Figure 133 : Les règles d'installation dans les salles d'eau

Matériels autorisés dans les volumes



Chauffe-eau électrique

Le chauffe-eau électrique à accumulation est alimenté par l'intermédiaire d'une boîte de connexion qui doit respecter le degré IP du volume dans lequel elle est installée. La longueur du raccordement entre le chauffe-eau et la boîte doit être la plus courte possible.

1. Les chauffe-eau à accumulation verticaux ou horizontaux doivent être installés hors volumes. Leur ligne d'alimentation doit être protégée par un DDR 30 mA.
2. Uniquement dans le cas d'une pièce trop exiguë, le chauffe-eau à accumulation peut être installé dans le volume 2 (même condition qu'en 1).
   Il peut être installé dans le volume 1 si :
   - c'est un modèle horizontal ;
   - il est installé le plus haut possible ;
   - son circuit d'alimentation est protégé par un DDR 30 mA.
   Les canalisations peuvent être métalliques ou en PER.
3. Un chauffe-eau électrique instantané peut être installé dans les volumes 1 ou 2 sous certaines conditions :
   - être alimenté directement par un câble sans boîte de connexion ;
   - être protégé par un DDR 30 mA.

Armoire de toilette et boîtes DCL

1. Un boîtier DCL peut être installé hors volumes.
   Il peut être installé en volume 2 s'il respecte les exigences de ce volume (IP X4). Sinon il peut être laissé en attente et muni d'un obturateur permettant d'obtenir un degré de protection IP X4 ou être connecté et recouvert par un luminaire présentant le degré de protection requis.
2. Une armoire de toilette avec éclairage, interrupteur et prise de courant peut être installée dans le volume 2 si elle est de classe II et que la prise de courant est placée hors volumes. À moins qu'elle ne soit alimentée par un transformateur de séparation des circuits. Les commandes intégrées à des meubles de salle de bains sont autorisées si elles respectent l'IP du volume.
3. Les armoires de toilette de classe I doivent être installées hors volumes.

Prise rasoir

1. Une prise rasoir (avec transformateur de séparation) peut être installée en volume 2 si elle dispose d'un degré de protection IP X4 et d'une puissance comprise entre 20 et 50 VA.
2. Une prise rasoir disposant d'un degré de protection inférieur doit être installée hors volume.

Figure 134 :
Les matériels autorisés dans les volumes

Dans le volume 0, le matériel doit posséder un degré de protection IP X7. Aucun appareillage n'y est autorisé. Une canalisation peut le traverser, uniquement si elle alimente un matériel situé dans ce volume et si elle est alimentée en TBTS (très basse tension de sécurité : 12 v en alternatif). Seuls les matériels d'utilisation alimentés en TBTS sont autorisés si leur alimentation est située en dehors des volumes 0, 1, 2 et caché. Les boîtes de connexion sont interdites ainsi que toute trappe pouvant donner accès à un matériel électrique.

Dans le volume 1, le matériel doit posséder un degré de protection IP X4 ou 5 (présence de jets horizontaux). Les dispositifs de commande en TBTS sont autorisés uniquement si leur alimentation est située en dehors des volumes 0, 1, 2 et caché. Une canalisation est permise, uniquement si elle alimente un appareil situé dans ce volume. Seuls les matériels d'utilisation alimentés en TBTS sont autorisés si leur alimentation est située en dehors des volumes 0, 1, 2 et caché. Les boîtes de connexion sont interdites ainsi que toute trappe pouvant donner accès à un matériel électrique. Un chauffe-eau électrique à accumulation est autorisé si les dimensions du local ne permettent pas de l'installer hors volumes (figure 134). Il doit être d'un modèle horizontal, installé le plus haut possible, être alimenté par l'intermédiaire d'une boîte de connexion respectant le degré de protection du volume et la liaison doit être la plus courte possible. Un chauffe-eau instantané est autorisé s'il est alimenté directement par un câble. Les circuits des chauffe-eau doivent être protégés en amont par un dispositif différentiel haute sensibilité. Les éléments chauffants électriques noyés dans le sol sont interdits sous le volume 1 à moins d'être alimentés en TBTS.

Dans le volume 2, le matériel doit posséder un degré de protection IP X4. Des dispositifs de commande en TBTS sont autorisés uniquement si leur alimentation est située en dehors des volumes 0, 1, 2 et caché.
Un socle de prise de courant pour rasoir d'une puissance maximale de 50 VA, alimentée par un transformateur de séparation des circuits, une commande incorporée à un meuble de salle de bains, ou un DCL (dispositif de connexion des luminaires) sont autorisés s'ils respectent le degré de protection. Une canalisation est admise, uniquement si elle alimente un appareil situé dans ce volume. Les boîtes de connexion alimentant des appareils situés dans ce volume, un chauffe-eau électrique à accumulation, les matériels de classe II ou alimentés en TBTS sont permis également. Si un chauffage au sol électrique est installé sous ce volume, il doit être recouvert d'un treillis métallique relié à la terre. Les armoires de toilette de classe II peuvent être posées dans ce volume. Si elles disposent d'une prise de courant, elle doit être située hors volumes.

Dans le volume caché, aucun appareillage n'est admis. Les boîtes de connexion alimentant les appareils situés dans ce volume et les matériels d'utilisation alimentés en TBTS sont autorisés. Si le volume caché est fermé et accessible uniquement à l'aide d'un outil de démontage, des matériels électriques peuvent y être installés s'ils sont alimentés par un transformateur de séparation des circuits ou protégés par un dispositif différentiel haute sensibilité (30 mA). Ils doivent avoir un indice de protection IP X4.

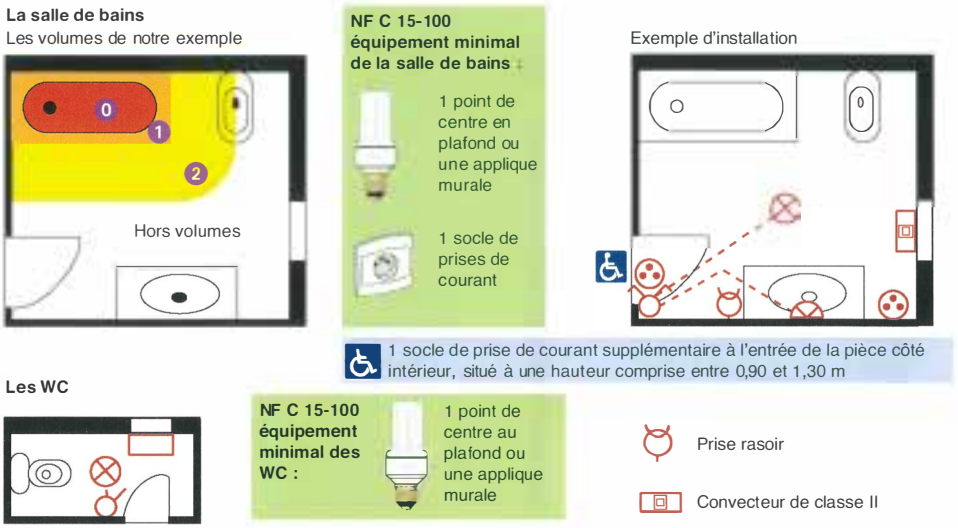


Figure 135 : Exemple d'équipement de la salle d'eau et des WC

La figure 135 présente un exemple de salle de bains et de WC conforme à la norme.

Les WC

La norme prévoit au minimum un point d'éclairage au plafond (dans le neuf) ou en applique. Les prises de courant commandées sont interdites. Si la surface est inférieure à 4 m2, une prise de courant n'est pas requise.

Pour les logements soumis à l'accessibilité des personnes handicapées, l'interrupteur de commande de l'éclairage doit être situé à une hauteur comprise entre 0,90 et 1,30 m.

Le sous-sol

Pour la sécurité, les appareils doivent avoir un indice de protection contre l'eau IP 20 à 21. Installez de préférence les prises de courant à la hauteur des interrupteurs, soit entre 1,10 et 1,20 m. Dans notre exemple (figure 136), sont prévus :

- une alimentation électrique pour le chauffe-eau à accumulation ;
- un convecteur dans la buanderie ;
- une alimentation pour un automatisme d'ouverture de la porte de garage.

L'éclairage se compose de :

- la commande en va-et-vient de l'accès au rez-de-chaussée ;
- deux points d'éclairage dans le garage commandés en va-et-vient entre l'accès au rez-de-chaussée et la porte du garage ;
- un point d'éclairage dans la buanderie commandé par un interrupteur simple ;
- un point d'éclairage en applique au niveau du coin atelier.

Dans le garage, les prises de courant ont été réparties comme suit :

- deux prises pour le coin atelier ;
- une prise pour le congélateur, alimentée par une ligne spécifique ;
- une prise supplémentaire.

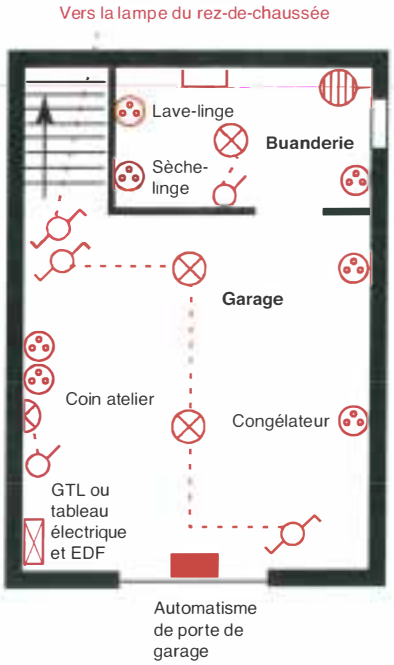


Figure 136 : Exemple d'équipement du sous-sol

Dans la buanderie :

- une prise pour le lave-linge et une prise pour le sèche-linge avec chacune leur ligne spécifique ;
- une prise pour appareils divers(fer à repasser).

On peut prévoir également l'emplacement de la gaine technique de logement (GTL) ou du tableau de répartition et du disjoncteur. Cette solution est autorisée en sous-sol dans notre cas, car il existe une porte de communication entre le sous-sol et l'habitation. Dans la GTL, prévoyez également deux prises de courant alimentées par un circuit dédié pour le raccordement futur d'équipements de communication numérique.

L'extérieur

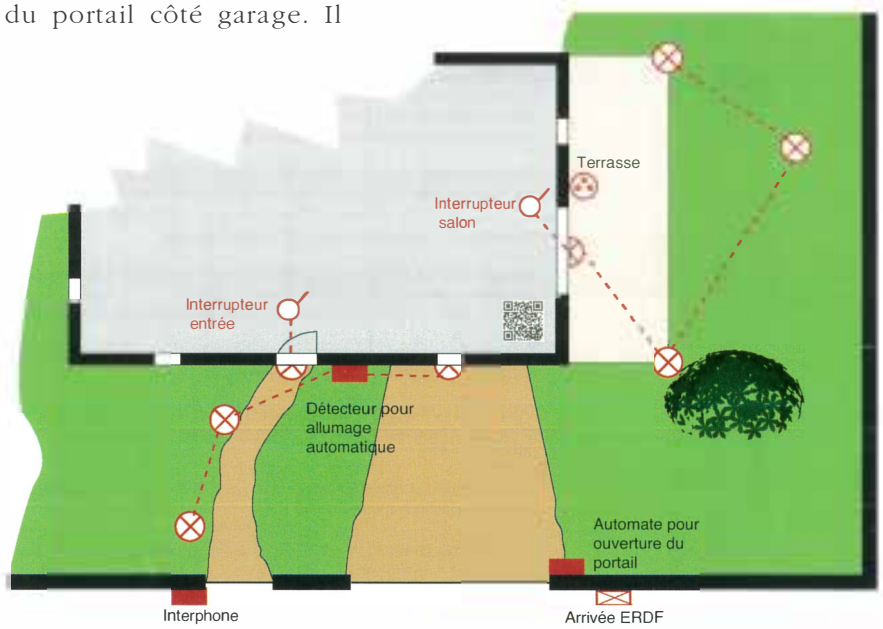
La norme prévoit un éclairage extérieur automatique, par détection de présence ou commandé, au-dessus de chaque issue principale ou secondaire communiquant directement avec le logement. Ces points d'éclairage peuvent être alimentés à partir d'un circuit d'éclairage intérieur. Il est admis que l'alimentation de la sonnette soit reprise sur un circuit d'éclairage.

Pour la sécurité, toutes les lignes extérieures doivent être protégées par un dispositif 30 mA. Le matériel doit avoir un indice de protection contre l'eau IP 24 (IP 25 s'il y a risque d'arrosage au jet d'eau). Prévoyez des circuits spécialisés pour les alimentations extérieures (éclairage, portail automatique, store banne, etc.). Les circuits extérieurs sont soumis à des risques plus importants et leur mise hors service ne doit pas affecter les circuits intérieurs. Tous les circuits d'éclairage extérieur, en attente de raccordement à un luminaire, doivent aboutir dans une boîte de connexion équipée ou non d'un socle DCL adapté aux conditions d'influence externes auxquelles il est soumis. Quand les caractéristiques du socle DCL ne permettent pas de respecter ces conditions d'influence, il faut soit le munir d'un obturateur (pour posséder un degré IP suffisant) soit le connecter et le recouvrir par le luminaire. Pour l'installation de prises de courant extérieures, respectez une hauteur minimale de 1 m. Installez un dispositif de coupure à voyant lumineux, placé à l'intérieur du logement.
Dans l'exemple ci-après (figure 137), l'éclairage se compose de :

- trois bornes de jardin et un éclairage en applique commandés par un interrupteur au niveau du salon (éclairage de la terrasse) ;
- un éclairage au-dessus de la porte d'entrée commandé par un interrupteur situé à l'intérieur ;

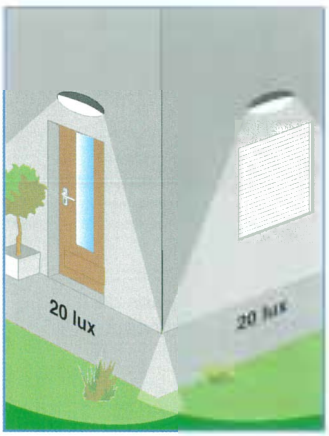
- deux bornes de passage dans l'allée et un éclairage au-dessus de la porte de garage commandés par un détecteur de présence (par souci pratique et de dissuasion).

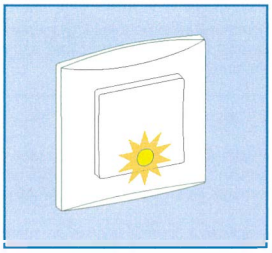
Une platine extérieure d'interphone ou de vidéophone est placée à l'extérieur au niveau du portail, côté rue. Une prise de courant sur la terrasse permet de brancher un éclairage supplémentaire ou un barbecue, par exemple.
Il est possible de prévoir également l'alimentation d'un automatisme pour l'ouverture du portail côté garage. Il sera alimenté par une ligne dédiée. Pour les habitations soumises à l'accessibilité aux personnes handicapées, les dispositifs de commande situés en extérieur au niveau des cheminements accessibles doivent être facilement repérables grâce à un éclairage ou à un contraste visuel. L'utilisation de matériel pourvu d'un voyant lumineux répond à cette exigence. Sont visés également par cette disposition les boîtes aux lettres, les systèmes de contrôle d'accès (claviers codés, interphones, vidéophones).



Dispositions spécifiques pour l'accessibilité aux personnes handicapées

Niveau d'éclairement des cheminements extérieurs
Un niveau d'éclairement d'au moins 20 lux doit être assuré en tout point d'un cheminement extérieur.





Commande de l'éclairage des cheminements extérieurs
Les dispositifs de commande doivent être repérés par un voyant lumineux.

Figure 137 : Exemple d'équipements extérieurs

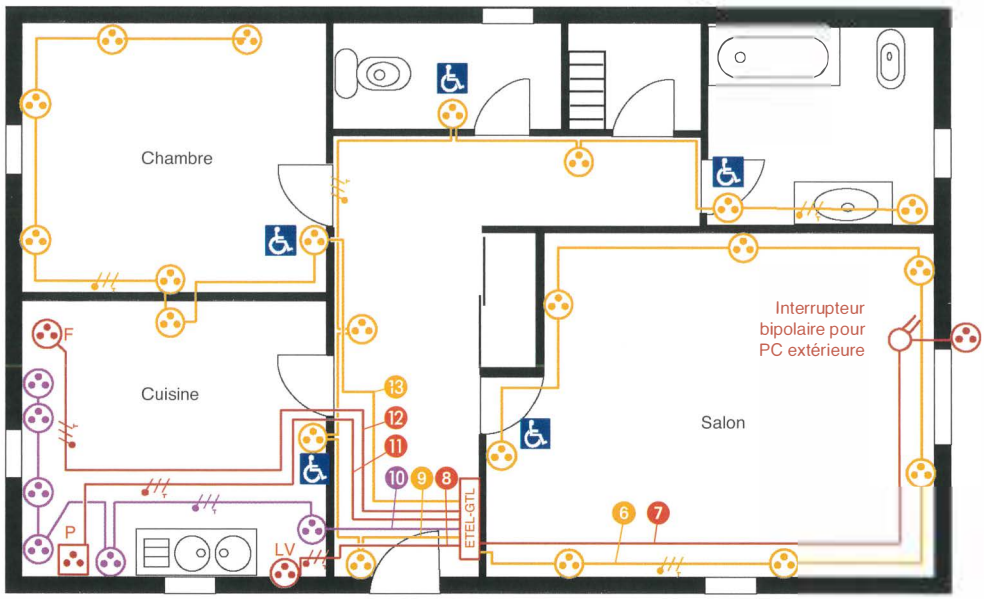
Les dispositifs d'éclairage des cheminements extérieurs doivent assurer au sol une valeur d'éclairement d'au moins 20 lux en tous points du cheminement. Les équipements et dispositifs de commande doivent être placés à plus de 0,40 m d'un angle rentrant (pour permettre un accès en fauteuil roulant) et à une hauteur comprise entre 0,90 et 1,30 m.

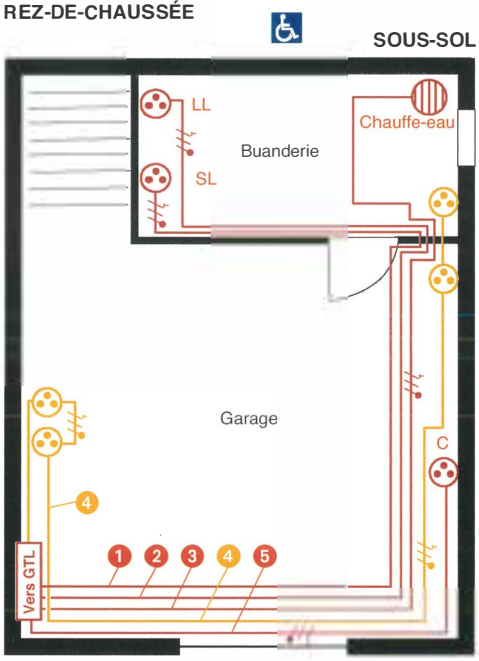
La phase de préparation du plan de l'installation est à présent terminée. Vous pouvez établir un plan pièce par pièce en suivant les prescriptions et les exemples que nous avons cités. N'hésitez pas à y consacrer du temps, car ce sera la ligne directrice de la phase pratique. Le tableau de la figure 138 résume les équipements minimaux requis par la norme NF C 15-100.

Pour vous aider à finaliser vos plans architecturaux et à déterminer les lignes nécessaires dans le respect du nombre de

Équipement minimal selon la norme NF C 15-100	
Éclairage Au minimum deux circuits d'éclairage. Un seul admis pour un logement d'une seule pièce. 8 points d'éclairage maximum par circuit.	Chaque **pièce principale** (salon, salle à manger, chambre, bureau), **de service** (cuisine, WC, salle de bains, cellier, buanderie…) ou **dégagement** (entrée, couloir, circulation…) doit disposer d'un point d'éclairage. Dans les **pièces principales**, lorsque le plafond est constitué d'une dalle pleine, préfabriquée ou en poutrelles et hourdis, un point d'éclairage en plafond est obligatoire. En cas de rénovation, s'il n'est pas possible d'installer un point d'éclairage en plafond, il peut être remplacé par un ou des points d'éclairage muraux et/ou une ou plusieurs prises commandées (ces dernières sont interdites dans les WC et la salle de bains). Pour **l'extérieur**, un point d'éclairage doit être installé au niveau de chaque entrée dans l'habitation (porte principale et de service) et au niveau de la porte de garage (recommandé).
Prises de courant 16 A 2P + T non spécialisées	**Chambres** . 3 socles de prises de courant réparties. **Séjour** : Pour un séjour d'une surface ≤ 28 m², prévoir un socle de prise de courant par 4 m² de surface, avec un minimum de 5 socles répartis. Pour un séjour d'une surface supérieure, le nombre est défini avec l'usager avec un minimum de 7 socles. Quand le séjour comprend une cuisine ouverte, la surface du salon prise en compte est la surface totale (séjour et cuisine) moins 8 m². **Cuisine** : 6 socles de prises de courant (sur un **circuit dédié**) réparties dont 4 au niveau des plans de travail et/ou îlot central. Trois socles au minimum pour une cuisine d'une surface inférieure à 4 m². **Autres pièces et dégagements** : au minimum un socle de prise de courant pour toute surface supérieure à 4 m².
Circuits spécialisés Au minimum 4 circuits spécialisés. Pour un logement d'une seule pièce principale, 3 circuits spécialisés au minimum (un circuit 32 A et deux circuits 16 A).	**1 circuit spécialisé 32 A** : boîte de connexion ou prise 32 A pour cuisinière ou plaque de cuisson (20 A en triphasé). **3 circuits 16 A 2P + T** : lave-linge, lave-vaisselle, four, sèche-linge. **Autres circuits spécialisés** (selon équipements prévus) : chauffe-eau électrique, chaudière, pompe à chaleur, climatiseur, chauffages électriques, chauffage électrique de la salle de bain prises de la GTL, piscine, circuits extérieurs (une ou plusieurs utilisations), volets roulants, store banne, VMC, tableaux divisionnaires, alarme, système de recharge des véhicules électriques et congélateur. Pour ce dernier, si son emplacement est connu, il doit disposer de son propre DDR 30 mA à immunité renforcée. Un système d'alarme en cas de coupure d'alimentation est recommandé surtout si l'appareil n'est pas dans la zone de vie.
Prises de communication Au minimum 2 socles de prises de communication.	Un socle de prise de communication par **pièce principale** avec un minimum de 2 pour les logements de deux pièces et moins. Un minimum de 2 socles de prise de communication pour les logements de 3 pièces et plus à condition que chaque pièce principale soit desservie par un câble issu du tableau de communication et laissé en attente dans une boîte.
Prises de télévision	Si le réseau de communication n'assure pas la diffusion de la télévision, il y a lieu de prévoir au minimum : - une prise de télévision pour les logements d'une seule pièce principale ; - deux prises de télévision pour les logements de 2 à 4 pièces principales ; - trois prises de télévision pour les logements de 5 pièces principales et plus. Dans le salon, la prise de télévision est placée à côté de la prise de communication et d'une prise de courant.

Figure 138 : Les équipements minimaux pour chaque pièce





Lignes nécessaires pour les prises de courant

1. 3 × 2,5 mm² pour sèche-linge (citrcuit spécialisé)
2. 3 × 2,5 mm² pour lave-linge (circuit spécialisé)
3. 3 × 2,5 mm² pour ballon d'eau chaude (circuit spécialisé)
4. 3 × 2,5 mm² ou 3 x 1,5 mm² pour PC garage
5. 3 × 2,5 mm² pour congélateur (circuit spécialisé)
6. 3 × 2,5 mm² ou 3 x 1,5 mm² pour PC salon
7. 3 × 1,5 mm² pour PC extérieure (circuit spécialisé)
8. 3 × 2,5 mm² pour lave-vaisselle (circuit spécialisé)
9. 3 × 2,5 mm² ou 3 x 1,5 mm² pour PC couloir, cuisine, et salle de bains
10. 3 × 2,5 mm² pour les 6 PC cuisine (circuit dédié)
11. 3 × 6 mm² pour plaques de cuisson (circuit spécialisé)
12. 3 × 2,5 mm² pour four (circuit spécialisé)
13. 3 × 2,5 mm² ou 3 x 1,5 mm² pour PC chambre et cuisine

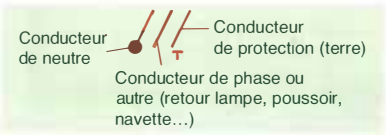
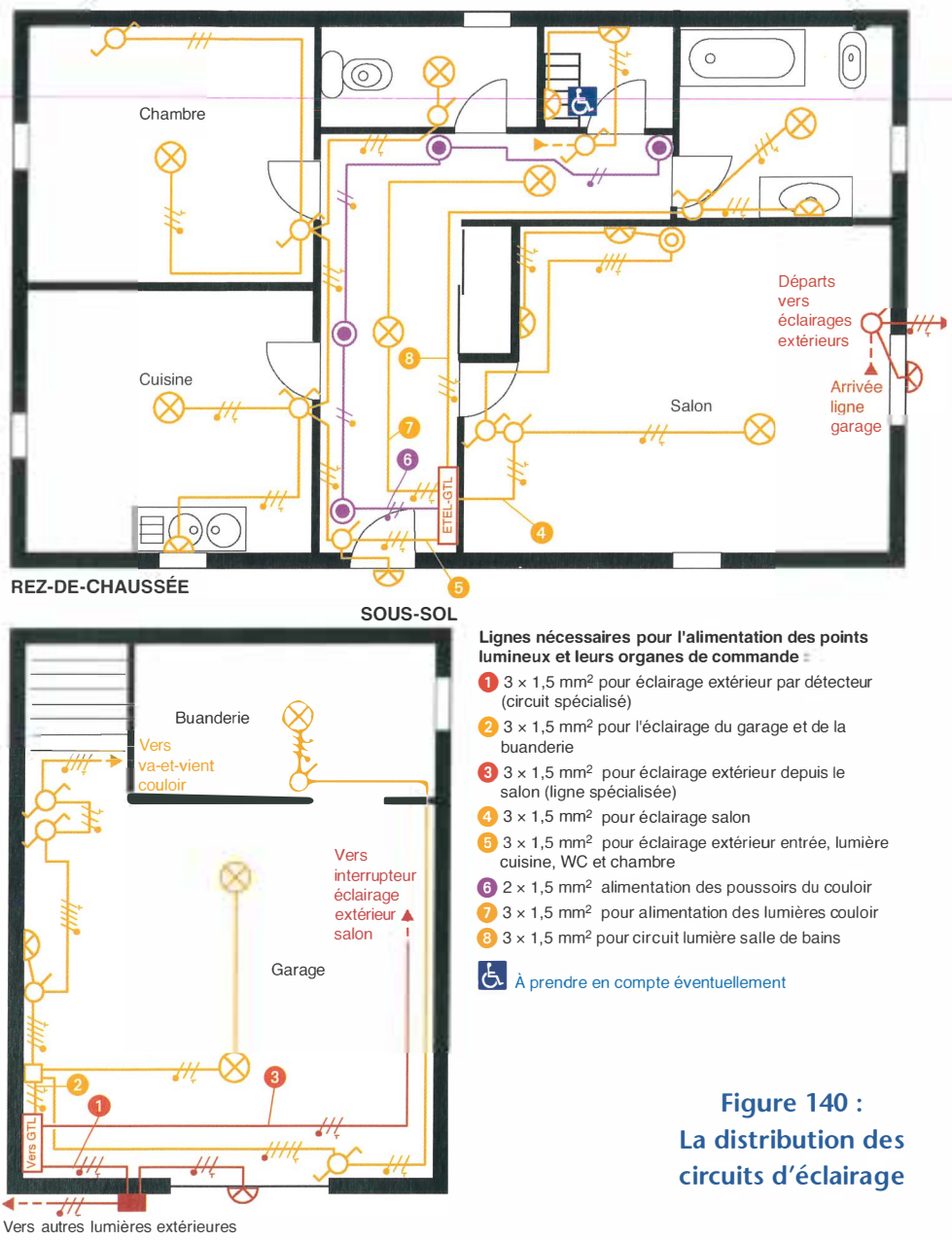


Figure 139 : La distribution des prises de courant

points d'utilisation prévu par la norme, reportez-vous aux figures 139 à 141. La figure 139 montre un exemple permettant de déterminer le nombre de lignes nécessaires pour l'alimentation des socles de prise de courant. Comme expliqué dans les prochains chapitres, les prises de courant non spécialisées peuvent être alimentées en 1,5 mm² (5 prises maximum) ou en 2,5 mm² (8 prises maximum). Un même circuit alimente plusieurs prises raccordées en parallèle. Vous devrez rechercher les passages les plus judicieux pour répartir au mieux les alimentations des prises sans être trop dispendieux en longueur de fils. Une même ligne



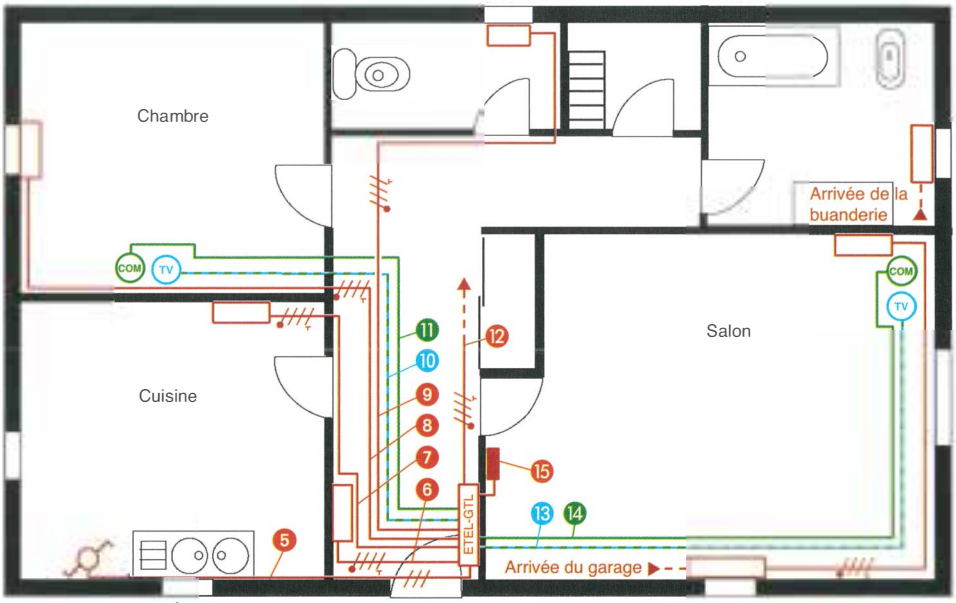
Lignes nécessaires pour l'alimentation des points lumineux et leurs organes de commande :

1. 3 × 1,5 mm² pour éclairage extérieur par détecteur (circuit spécialisé)
2. 3 × 1,5 mm² pour l'éclairage du garage et de la buanderie
3. 3 × 1,5 mm² pour éclairage extérieur depuis le salon (ligne spécialisée)
4. 3 × 1,5 mm² pour éclairage salon
5. 3 × 1,5 mm² pour éclairage extérieur entrée, lumière cuisine, WC et chambre
6. 2 × 1,5 mm² alimentation des poussoirs du couloir
7. 3 × 1,5 mm² pour alimentation des lumières couloir
8. 3 × 1,5 mm² pour circuit lumière salle de bains

À prendre en compte éventuellement

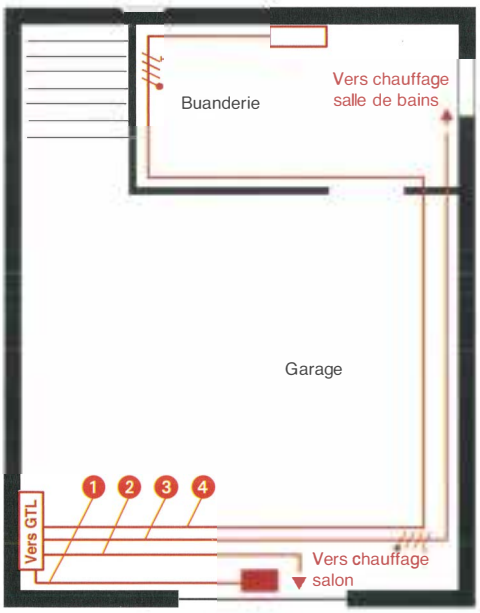
Figure 140 : La distribution des circuits d'éclairage

peut alimenter des prises situées dans des pièces différentes (prises de chaque côté d'une cloison). Les prises avec un logo de fauteuil roulant concernent les dispositifs de commande à l'entrée des pièces, pour les habitations soumises à l'accessibilité aux personnes handicapées. La figure 140 illustre une distribution type des points d'éclairage. Une même ligne peut alimenter plusieurs pièces. Dans notre exemple, les alimentations pour aller d'une pièce à l'autre sont raccordées dans les boîtiers des interrupteurs, qui font office de boîtes de connexion. Prévoyez par exemple des boîtes de connexion au niveau du cou-



REZ-DE-CHAUSSÉE

SOUS-SOL



Lignes nécessaires

1. 3 × 1,5 mm² pour automatisme porte de garage (circuit spécialisé) ;
2. 4 × 1,5 mm² (Ph + N + T + fil pilote) pour chauffages du salon (circuit spécialisé) ;
3. 4 × 1,5 mm² (Ph + N + T + fil pilote) pour chauffage de la salle de bains (circuit spécialisé) ;
4. 4 × 1,5 mm² (Ph + N + T + fil pilote) pour chauffage éventuel de la buanderie (circuit spécialisé) ;
5. 3 × 1,5 mm² pour commande vitesses VMC (circuit spécialié) ;
6. 4 × 1,5 mm² (Ph + N + T + fil pilote) pour chauffage du couloir (circuit spécialisé) ;
7. 4 × 1,5 mm² (Ph + N + T + fil pilote) pour chauffage de la cuisine (circuit spécialisé) ;
8. 4 × 1,5 mm² (Ph + N + T + fil pilote) pour chauffage de la chambre (circuit spécialisé) ;
9. 4 × 1,5 mm² (Ph + N + T + fil pilote) pour chauffage des toilettes (circuit spécialisé) ;
10. TV chambre : câble coaxial pour Grades 1 et 2, câble catégorie 6 si TV par réseau de communication et prises RJ 45 ;
11. Prise de communication chambre : câble catégorie 5e ou 6 (sans ou avec TV)
12. 4 × 1,5 mm² (N + T + vitesse 1 + vitesse 2) pour alimentation de la VMC (circuit spécialisé) ;
13. TV salon (câble coaxial ou catégorie 6) ;
14. Prise de communication salon (catégorie 5e ou 6) ;
15. Programmation chauffage.

Figure 141 : La distribution des autres alimentations

loir pour assurer cette distribution. Elles pourront être utilisées également pour le raccordement des points d'éclairage du couloir et des poussoirs de commande. Le sous-sol partiel peut être utilisé pour passer des alimentations électriques destinées aux pièces du rez-de-chaussée.

La figure 141 présente les autres circuits nécessaires (télévision, communication et chauffage). Les lignes d'alimentation des appareils de chauffage sont spécialisées et indépendantes, elles aboutissent directement dans la GTL. Une seule ligne alimente les deux appareils du salon. Ces

lignes disposent d'un conducteur supplémentaire (fil pilote) pour la régulation. Les circuits de communication et de TV sont distincts. Si le niveau d'équipement permet de distribuer la télévision sur le réseau de communication, remplacez sur le plan les prises TV par des prises de communication.

Déterminer le type de distribution

Les diverses possibilités

Avant toute réalisation, il est nécessaire de prévoir de quelle façon vous allez faire passer les lignes de l'installation. Comme indiqué précédemment, cela dépend en partie des autres travaux de rénovation que vous envisagez. Si, conjointement à la rénovation de l'installation électrique, vous ne comptez refaire que les peintures et papiers peints, il faudra choisir un type de distribution qui n'engage pas de gros travaux (distribution apparente, par exemple).

Un autre critère de choix peut être l'aspect esthétique recherché en fonction de vos goûts ou de l'architecture de l'habitation. Une installation apparente sur un mur en pierre, par exemple, ne sera pas du plus bel effet. Mais il ne faut pas non plus tomber dans l'excès inverse en prévoyant, par exemple, une distribution encastrée dans un garage ou un sous-sol. Vous devrez bien étudier les possibilités de passage des lignes avant de vous lancer, afin de choisir les solutions les plus rapides, les plus simples, les plus économiques en longueur de fils. Il peut être intéressant de combiner plusieurs types de distribution.

Nous allons donc passer en revue les types d'installation les plus utilisés en rénovation (figure 142). Les différentes techniques seront décrites en détail dans la troisième partie de l'ouvrage. Ce problème est important pour un projet de rénovation complet. Dans le neuf, on passe généralement les canalisations électriques dans les dalles avant leur réalisation, dans les plafonds ou faux-plafonds, avec des passages dans des cloisons creuses sur ossature métallique, ou derrière les doublages intérieurs.
Toutes les connexions doivent rester accessibles, vous ne devez donc pas en prévoir derrière des doublages, dans un faux-plafond non démontable, etc.

La distribution apparente

C'est le type de distribution le plus simple à réaliser et qui provoque le moins de dégâts. En revanche, pour obtenir un aspect satisfaisant, il convient d'en soigner la réalisation. Il existe plusieurs solutions pour réaliser une installation apparente.

La fixation directe sur paroi

Il s'agit, comme son nom l'indique, de fixer un câble directement sur le mur à l'aide d'attaches en plastique à pointes en acier ou de colle spéciale à chaud au pistolet. Il n'est pas admis de poser de cette façon les fils isolés (conducteurs simples), excepté éventuellement ceux destinés à réaliser la liaison équipotentielle de la salle d'eau.
Il n'est guère envisageable de réaliser toute une installation de cette façon, car il est nécessaire de passer un grand nombre de câbles, ce qui n'est pas du plus bel

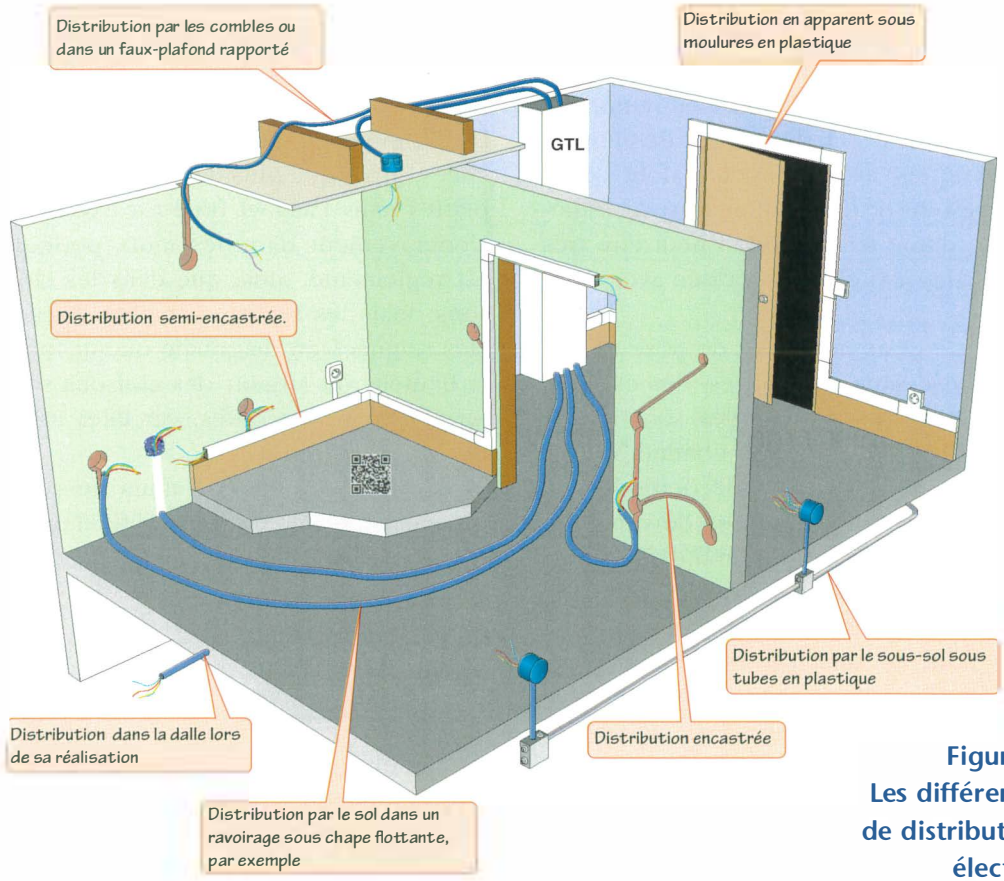


Figure 142 : Les différentes solutions de distribution des lignes électriques

effet, à moins de réaliser un faux-plafond ou un coffrage pour les dissimuler.
Cette solution peut être adoptée pour de petites extensions (ajout d'une prise de courant, par exemple).

La distribution sous conduits rigides (IRL)

Dans ce cas, les conducteurs électriques ou câbles sont passés sous un tube de plastique rigide appelé tube IRL.
Les tubes sont fixés aux parois à l'aide de supports appropriés. Il existe tout un ensemble d'accessoires (coudes, tés, manchons) pour en faciliter la pose. Ce type d'installation réalisé dans les règles de l'art présente un indice de protection correct contre les contraintes mécaniques et les projections d'eau. Le domaine d'application dans les installations domestiques de ce type de distribution est surtout réservé aux sous-sols (garage, buanderie, cave, cellier) et à quelques applications en extérieur. Vous pouvez utiliser cette solution pour distribuer des circuits depuis un sous-sol, pour alimenter des pièces situées au-dessus. Il faudra prévoir la traversée de la dalle et l'encastrement des remontées.

La distribution sous profilés

Ce type d'installation prévoit le passage des conducteurs électriques sous moulures en plastique, goulottes (moulures de

taille importante) ou plinthes électriques. Les moulures sont généralement fixées au-dessus des plinthes (ou en remplacement de celles-ci, dans le cas de plinthes électriques) et au droit du plafond selon les besoins de distribution. L'aspect esthétique d'une telle solution peut être très satisfaisant si elle est réalisée avec soin.

Il existe deux méthodes de pose :

- la pose sans accessoires : les changements de direction (angles) sont réalisés avec des coupes à 45° comme pour la pose de baguettes de décoration. Mais attention : les découpes doivent être réalisées avec le plus grand soin et ne présenter aucun jour entre les raccords afin d'assurer la parfaite protection des conducteurs électriques. Réservez cette solution à de petites rénovations, car l'emploi d'accessoires est exigé par le Consuel lors du contrôle ;
- la pose avec accessoires (systèmes de moulures) : dans ce cas, les angles, tés et coudes sont réalisés à l'aide d'accessoires ajustables qui permettent de rattraper les éventuelles irrégularités du mur. La pose est nettement facilitée et la protection contre les contraintes mécaniques est respectée. Il existe aussi des accessoires adaptés à la pose de l'appareillage (prises, interrupteurs, DCL) qui en facilitent le raccordement. Ce genre de rénovation est relativement rapide à exécuter et ne provoque pas de dégâts importants. En revanche, l'installation est visible.

La distribution encastrée dans les parois

Dans ce type d'installation, les conducteurs électriques sont placés dans des conduits cintrables encastrés dans les parois. L'encastrement direct sans gaine de protection est interdit.

Dans ce cas, la réalisation est plus difficile, puisqu'il faut réaliser des tranchées, provoque plus de dégâts (gravats, plâtre) mais l'aspect final est excellent. L'engravement dans les murs porteurs est réglementé, ainsi que dans les cloisons, mais les règles sont plus strictes. Des saignées en diagonale ou sur toute la hauteur ou largeur des cloisons sont formellement interdites, car elles affaibliraient la structure.

L'encastrement dans les murs ou planchers existants en béton est difficilement réalisable et généralement interdit.

La distribution semi-encastrée

Cette solution est la plus utilisée en rénovation par les professionnels, elle est d'un bon rapport qualité/prix et esthétique. Elle combine une installation sous moulures et encastrée. Toutes les parties disgracieuses d'une installation en saillie (baguette au plafond pour alimenter un centre lumineux, remontée au milieu d'un mur pour alimenter une applique ou encore passage d'une moulure en plafond vers une moulure en plinthe) sont réalisées en encastré. Les moulures sont placées uniquement au-dessus des plinthes, en ceinturage des portes et au droit du plafond. Tous les autres passages et les appareillages sont encastrés.

L'aspect final est très correct car, une fois peintes, les moulures se fondent dans la décoration. De plus, cette solution respecte parfaitement les règles concernant les encastrements dans les cloisons, puisque les parties encastrées sont limitées.

La distribution par le sol

Ce type de distribution n'est évidemment envisageable que si le sol est entièrement refait (chape ou dalle). Il doit être associé à un autre type de distribution pour les parties en élévation (plafonniers, interrupteurs, appliques). Cependant, cette solution convient très bien pour distribuer des prises de courant et pour passer facilement les diverses alimentations en provenance du tableau de répartition (tableau des fusibles).

Comme pour une installation encastrée en paroi, les conducteurs sont placés sous des conduits cintrables.
L'installation se fait en deux étapes : mise en place des gaines et fixation au ferraillage de la dalle puis, après le coulage du béton, suite de l'installation.
Cette solution peut même être envisagée en cas de réfection des chapes ou d'installation d'un chauffage par le sol. Il est nécessaire d'éloigner le plus possible les gaines électriques du câble chauffant. Pour ce faire, il convient de réaliser un ravoirage (couche de mortier maigre) destiné à accueillir les conduits électriques. L'isolant thermique est ensuite posé, puis la chape flottante incorporant les éléments de chauffage est réalisée.
Dans les immeubles collectifs avec des dalles en béton, les boîtes de centre des planchers servent de boîte de connexion. On prévoit également des boîtes de descente au niveau des futures cloisons.

La distribution derrière les complexes isolants

Ce type de distribution ne permet pas non plus de réaliser toute une installation car, généralement, seuls les murs porteurs en relation avec l'extérieur sont doublés.
Les conducteurs sont placés sous des conduits cintrables (comme pour la distribution encastrée) et fixés au mur avant la pose du complexe isolant.
Si le diamètre des gaines n'est pas trop important, l'épaisseur des patins de colle (pour la fixation des panneaux) permet leur passage. Si ce n'est pas le cas, il est nécessaire d'entamer légèrement l'isolant des panneaux en polystyrène afin de ne pas en gêner la pose.
Une autre solution, utilisée dans le cas de panneaux isolants de faible épaisseur ou pour éviter d'endommager l'isolant, est d'encastrer légèrement les gaines de façon qu'elles ne dépassent pas de plus d'un centimètre du mur.
L'aspect final d'une telle distribution est le même que celui d'une installation encastrée. Elle est également possible dans le cas d'une isolation par doublage sur ossature métallique ou derrière une contre-cloison. Attention, dans ce type d'installation, apportez un soin particulier à la mise en œuvre afin de ne pas créer de ponts thermiques (par exemple, comblez d'isolant l'arrière des boîtiers) et ne pas détériorer l'étanchéité à l'air des parois (installez des boîtiers étanches).

La distribution par les combles

Il s'agit également d'un type de distribution qui doit être associé à un autre. Il est bien évidemment nécessaire de disposer de combles non aménageables, car dans le cas contraire, cette installation ne pourrait subsister.

Les conducteurs sont placés sous des conduits cintrables. La mise en œuvre est sensiblement identique à celle de

la distribution par le sol. Les alimentations partent du tableau de répartition, aboutissent dans les combles, dans des boîtes de raccordement spéciales, et distribuent l'installation (plafonniers, appliques, interrupteurs) par le haut (d'où la nécessité d'un autre type de distribution pour les parties basses). Dans le même esprit, on peut également distribuer des conduits électriques dans les faux-plafonds, démontables ou non. Dans ce second cas, aucune connexion ne devra être située dans le plénum. Les lignes électriques doivent être fixées sur le plafond d'origine et non reposer sur le faux-plafond. On peut utiliser des câbles (de type U 1000 R 2V ou des conducteurs isolés sous conduit). Si la hauteur sous plafond est suffisante, il peut être intéressant de créer un faux-plafond spécialement dans le couloir, par exemple, pour distribuer rapidement et simplement les différentes pièces.

La distribution enterrée

Ce type de distribution n'est possible que dans certains cas bien précis.
On l'utilise surtout pour le raccordement au réseau entre la limite de propriété et l'habitation (cette tâche étant à la charge du propriétaire). Ou bien, dans un cas de figure similaire, pour raccorder une dépendance à l'habitation principale.
On peut également avoir recours à la distribution enterrée pour réaliser un éclairage dans le jardin. Dans ce cas, on utilise uniquement des câbles sous conduit (ou en pleine terre pour certains câbles blindés).
Il existe de nombreuses solutions pour distribuer une installation électrique et l'on peut, naturellement, avoir recours à plusieurs d'entre elles pour faciliter la réalisation. Le choix dépendra donc de plusieurs facteurs :

- des travaux annexes de rénovation que vous avez prévus (rénovation des sols, isolation thermique) ;
- du type d'habitation (maison individuelle, appartement) ;
- des matériaux de construction existants (avec du béton, pas d'engravement possible) ;
- du temps et du budget disponible ;
- de vos capacités en travaux manuels ;
- de l'esthétique recherchée (une installation invisible respecte le décor du logement).

Anticipez et étudiez la façon dont vous distribuerez les lignes en repérant les points de passage adaptés et les plus faciles à emprunter. Ne commencez pas à distribuer les lignes de l'installation au fur et à mesure, sans étude préalable, vous risquez d'aboutir à un résultat disparate et à un enchevêtrement de conduits.

La microproduction

La lutte contre l'effet de serre et la protection de l'environnement sont des enjeux importants. La production d'électricité à l'échelle industrielle pose des problèmes et suscite des débats sur les choix énergétiques à opérer à moyen terme. Dans ce contexte, le consommateur, ou l'utilisateur final, est appelé à jouer un rôle et à devenir responsable, premièrement en économisant l'énergie, ensuite en devenant lui-même producteur d'une partie de l'électricité qu'il consomme. C'est la microproduction. Elle peut s'effectuer de diverses manières pour un particulier ou une petite structure et doit son essor à des causes parfois opposées. En Europe,

la volonté politique encourage les initiatives individuelles ou collectives dans ce domaine. En Amérique du Nord, les faiblesses du réseau d'électricité conduisent certains propriétaires à devenir leur propre producteur.

Les énergies renouvelables

Les énergies renouvelables sont nombreuses. La plupart sont issues directement ou indirectement du soleil : son rayonnement réchauffe l'atmosphère terrestre, provoque les vents, les courants, le cycle de l'eau…

La chaleur peut être captée directement pour produire de l'eau chaude sanitaire par le biais d'un fluide caloporteur qui échauffe l'eau d'un ballon à travers un échangeur. C'est le chauffe-eau solaire individuel (CESI). Ces types de panneaux sont dits panneaux solaires thermiques.

L'énergie solaire peut également être exploitée par des centrales solaires héliothermiques. En 1983, la France était pionnière dans ce domaine avec la centrale Thémis de Targassonne. Elle fut abandonnée sur décision politique au profit du nucléaire et transformée récemment en centrale solaire photovoltaïque. Le principe est simple : un champ de miroirs orientables (les héliostats) focalisent le rayonnement solaire sur une chaudière parcourue par un fluide caloporteur. La chaleur permet de créer de la vapeur pour faire tourner des alternateurs produisant de l'électricité. De nombreuses centrales héliothermiques se développent dans le monde, notamment en Espagne, avec des productions allant jusqu'à 500 MW.

L'énergie solaire peut être transformée directement en énergie électrique grâce à des cellules photovoltaïques, sous forme de panneaux solaires photovoltaïques.

L'énergie éolienne permet de transformer la force du vent en énergie électrique grâce à une turbine.

L'électricité peut aussi être produite à partir de l'eau par turbinage (barrages hydroélectriques). Pour un particulier, la microhydraulique tire profit des cours et des chutes d'eau. Une quantité d'eau chutant d'une certaine hauteur, par exemple à travers une conduite, crée une force qu'il est possible d'exploiter avec des hélices ou des turbines.

L'énergie peut également être récupérée en mer, par l'exploitation des courants grâce aux hydroliennes ou de la force des vagues (énergie houlomotrice).

Le bois est également une énergie renouvelable. Les arbres constituent des réserves naturelles de carbone. La combustion de bois issu de forêts gérées durablement ne contribue pas à l'effet de serre puisqu'elle s'inscrit dans un cycle naturel (les arbres en croissance absorbent le carbone de l'atmosphère).

Le biogaz est produit par la méthanisation des déchets. Tout corps ou matière biologique produit du gaz en se décomposant. Ce gaz peut être récupéré pour produire de la vapeur, donc du chauffage ou de l'électricité.

La géothermie permet de récupérer l'énergie accumulée dans le sol par le rayonnement solaire, la pluie ou le vent, ou d'exploiter la chaleur des profondeurs de la terre. Elle permet également de récupérer des calories dans l'air ambiant (systèmes air/air, moins performants). Cependant, ces systèmes consomment de l'électricité pour la pompe à chaleur.

On constate que de multiples solutions permettent de produire de l'électricité à partir de sources renouvelables. Développer et multiplier ces moyens garan-

tirait à long terme une indépendance énergétique, mais ces solutions doivent être encouragées par les pouvoirs publics et une volonté politique.

La cogénération

La cogénération consiste à produire de la chaleur et de l'électricité à partir d'une énergie primaire, qui peut être renouvelable ou non. L'électricité peut être exploitée et la chaleur utilisée pour chauffer un ballon d'eau chaude à travers un échangeur. Des offres de microcogénération destinées aux particuliers existent. La démarche environnementale dépend de l'énergie primaire utilisée. Les microcogénérateurs actuels sont des piles à combustible à l'hydrogène. Ils produisent de l'électricité et de la vapeur grâce à une réaction électrochimique sans combustion. Leur fonctionnement produit uniquement des rejets d'eau. Le consommateur ne pollue pas, ce qui n'est pas forcément le cas pour la production de l'hydrogène en amont. Les cogénérateurs domestiques offrent des puissances à partir d'un kilowatt. Ils peuvent être mobiles ou se présenter sous la forme d'une chaudière murale. Il suffit de les recharger avec des cartouches d'hydrogène.

Certains fabricants mettent au point des chaudières intégrant leur propre production d'hydrogène (comme Giacomini). Il s'agit de véritables systèmes complets fondés sur des panneaux photovoltaïques pour l'apport en énergie primaire. Une machine produit l'hydrogène par électrolyse, qui est ensuite stocké dans un réservoir.
Mélangé à l'air, l'hydrogène est utilisé pour produire une réaction catalytique sans flamme pouvant atteindre 300 °C. Ces systèmes rejettent dans l'environnement uniquement de l'eau distillée. Un système de 6 kW peut à lui seul chauffer une maison de 150 m^2.

La pile à combustible constitue un moyen de stockage efficace des énergies renouvelables. Elle est adaptée aux installations domestiques et permet de s'affranchir des nombreuses contraintes liées aux autorisations et entraves administratives nécessaires pour le raccordement au réseau. D'autres systèmes se développent, utilisant diverses énergies primaires comme le gaz, les biogaz, les biocarburants, l'huile végétale ou le bois sous forme de plaquettes ou de granulés.

L'énergie solaire photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque est appelée à se développer rapidement, dans tous les domaines d'application. Les coûts vont baisser et la microproduction, voire la nanoproduction, vont se généraliser. L'énergie sera consommée directement par les appareils mêmes qui la produisent, sera injectée dans le réseau ou stockée pour être consommée sur place, en différé. Les panneaux photovoltaïques actuels décrits dans les paragraphes qui suivent vont évoluer, se démocratiser et changer de forme. Les panneaux classiques vont devenir des surfaces photovoltaïques adaptées à pratiquement tous types de supports grâce à la technologie Wysips®, notamment. Il s'agit d'un film transparent qui peut équiper n'importe quel écran, vitrage ou matériau comme des tuiles, des stores bannes ou des éléments de bardage. Comme l'aspect visuel du support n'est

pas altéré, il n'y a pas de modification des façades ou de l'aspect extérieur des bâtiments, ce qui laisse entrevoir un vaste champ d'applications possibles.
Les panneaux que l'on peut installer classiquement chez le particulier sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

Les types de panneaux

Les cellules photovoltaïques sont constituées d'un matériau semi-conducteur qui transforme l'énergie lumineuse (photons) en électricité (figure 143). Quand le semi-conducteur est exposé à la lumière, un photon arrache un électron et crée un « trou ». Le principe de la cellule est de forcer les électrons à se diriger vers une face opposée du matériau, sinon l'électron se replacerait dans un autre trou. La couche supérieure de la cellule présente un excès d'électrons libres par rapport à une couche de silicium pur, elle est composée de silicium dopé N (pour une charge négative de l'électron). La couche inférieure présente un manque d'électrons libres par rapport à du silicium pur. Elle est composée d'un silicium dopé P, pour une charge positive de l'électron. Lorsque que les deux couches sont mises en contact (jonction PN), les électrons en excès de la zone N passent dans la couche P pour se recombiner avec les trous de cette région. La couche dopée N devient chargée positivement et la zone P négativement. Il se crée un champ électrique entre les deux couches de N vers P, ce qui fait de la cellule une véritable diode ne permettant le passage du courant que dans un sens. Sous l'effet de la lumière, la cellule devient un générateur de courant continu.
Le dopage des couches consiste à en améliorer la conductivité. La cellule est pourvue de contacts électriques pour exploiter sa production.
Le problème est qu'une cellule produit une faible puissance (de 1 à 3 W) pour une tension de moins d'un volt. Il est donc impératif de grouper les cellules en série et en parallèle pour constituer les panneaux solaires photovoltaïques de capacité exploitable.
Ce principe est valable pour les cellules à base de silicium, les plus répandues.
Le silicium pour les panneaux solaires est fabriqué à partir de silicium dit métallurgique issu de quartz ou d'un gisement. Différents procédés permettent sa purification jusqu'à 99,999 %, autorisant ainsi sont utilisation pour les cellules photovoltaïques.
Ensuite vient la phase de cristallisation du silicium liquide pour obtenir un lingot de silicium solide. Deux principes existent qui permettent de créer soit du silicium monocristallin (un seul cristal) sous forme de lingot circulaire, soit du silicium polycristallin (plusieurs cristaux) sous forme cubique (forme du creuset de fusion), qui est ensuite découpé en briques (figure 143).

Le silicium monocristallin est de couleur unie, son coût de fabrication est élevé et énergivore, mais il permet d'obtenir le meilleur rendement de tous les systèmes photovoltaïques actuels.
Le silicium polycristallin présente une mosaïque de cristaux de taille, de forme et d'orientations différentes. Son rendement est inférieur au monocristallin, notamment sous faible éclairement, et il est moins cher à fabriquer.
Dans le processus de fabrication, les briques sont découpées avec une scie à fil en de fines tranches (200 micromètres d'épaisseur) : les *wafers*. Ces derniers sont ensuite soumis à l'opération de

Figure 143 : Le principe de fabrication des panneaux photovoltaïques

1 Le silicium est extrait de la silice ou de silicates et purifié pour être utilisé dans la fabrication de cellules solaires. Il est placé dans un creuset et chauffé à 1 500 °C.

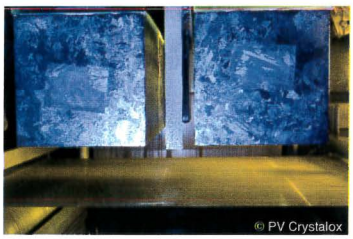




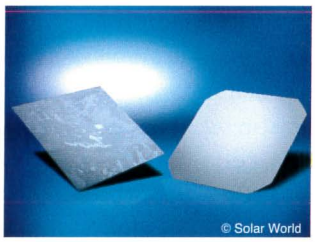
2 Le creuset est refroidi et l'on obtient un lingot de silicium à structure polycristalline (dans cet exemple). La fabrication est un peu différente pour le silicium monocristallin : on obtient un lingot cylindrique.

3 Le lingot est ensuite découpé en briques avec une scie à câble ou une scie diamantée refroidie à l'eau.





4 Les briques sont découpées en fines tranches (les *wafers*) avec une scie à fil et un mélange abrasif.



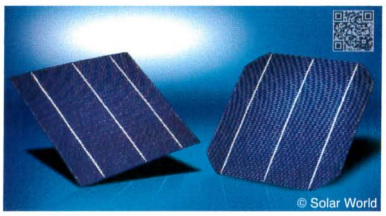
5 Les *wafers* : polycristallin à gauche, monocristallin à droite. Leur épaisseur est d'environ 200 microns.



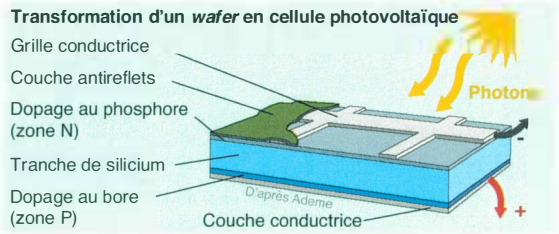
6 Les *wafers* sont soumis à l'opération de jonction PN (positif et négatif) dans un four à diffusion chauffé à 800 °C.



7 Vient ensuite la métallisation (pose des électrodes pour le captage du courant).



8 On obtient des cellules solaires qui reçoivent un revêtement antireflet. Elles sont testées, puis assemblées ensemble en chaînes.





9 Les chaînes assemblées sont placées entre divers éléments pour fabriquer les panneaux.

dopage (jonction PN) dans un four à diffusion ou par un autre procédé. Les *wafers* reçoivent ensuite un traitement antireflet, puis passent par l'étape de la métallisation (pose des électrodes pour le captage du courant).

On obtient ainsi les cellules photovoltaïques qui sont testées, puis assemblées en chaîne et reliées entre elles. Les éléments ainsi constitués sont placés entre deux feuilles thermoformables, puis enserrées entre deux plaques de verre. Le vide est

créé et différents éléments sont ajoutés : châssis, diodes, boîtier de raccordement afin d'obtenir un panneau solaire.

Il existe une autre technique de fabrication qui consiste à créer un ruban de silicium entre deux filaments portés à haute température et tirés verticalement à travers un bain de silicium en fusion. On obtient ainsi une sorte de grand ruban découpé en cellules. La technique est plus rapide et il n'y a plus à passer par l'étape des lingots et du sciage.
Les panneaux à base de cellules au silicium monocristallin (mono c-SI), polycristallin (multi c-SI) ou en ruban (ribbon-sheet c-SI) représentent environ 90 % du marché. On les appelle parfois panneaux de première génération.
La seconde génération concerne les panneaux à base de couches minces (figure 144). La technologie est différente, elle consiste à appliquer une très fine couche de matériau photosensible sur un support peu onéreux, comme le verre, l'acier inoxydable ou le plastique. Ces panneaux sont plus faciles à fabriquer, ne nécessitent pas de silicium (à part les cellules au silicium amorphe), matériau cher et rare, sont donc moins coûteuses mais présentent un rendement plus faible. Les technologies à couches minces sont appelées à se développer rapidement.

On trouve dans cette catégorie les cellules en silicium amorphe (a-SI). Lors de sa transformation, le silicium produit un gaz qui est alors projeté sur le support. Cette technique rend le produit bon marché, mais son rendement est faible. Par contre, ce type de panneaux fonctionne même sous un faible éclairement. Ils sont peu sensibles aux températures élevées. D'autres types de cellules à couches minces ne font plus appel au silicium, comme les cellules au disélénium de cuivre indium (CIS : cooper indium selenide) ou au cuivre indium gallium disélénium (CIGS : cooper indium gallium selenide). Les panneaux de ce type sont donc moins chers, mais également moins performants que les cellules en silicium, cependant ils sont les plus performants parmi les procédés à couches minces. Les cellules peuvent être appliquées sur un support flexible. Les techniques de fabrication sont diverses. Certaines cellules CIGS utilisent des nanoparticules dans une encre. Les cellules son ainsi imprimées en *offset*.

D'autres types de cellules en couches minces font appel au tellurure de cadmium (CdTe : cadmium telluride) qui absorbe bien la lumière, est facile à appliquer sur les cellules et donc adapté à la production industrielle. Ce type de panneaux a mauvaise réputation du fait de l'utilisation de cadmium élémentaire qui est un métal lourd. Mais, intégré dans un panneau solaire, il n'y a pas de risques de dissémination même en cas d'incendie. En outre, un mètre carré de cellules ne contient pas plus de cadmium qu'une pile bouton (nickel-cadmium).
L'amélioration des techniques va permettre d'aboutir aux cellules de troisième génération.
Par exemple, pour améliorer la performance des cellules à couches minces, des recherches sont menées sur les cellules multijonctions. Elles sont fabriquées à partir de plusieurs couches de semi-conducteurs, dont chacun va absorber une partie du rayonnement du spectre solaire. Ce système permet d'obtenir les meilleurs rendements actuels (plus de 40 %) mais leur coût est très élevé et leur usage est encore réservé, par

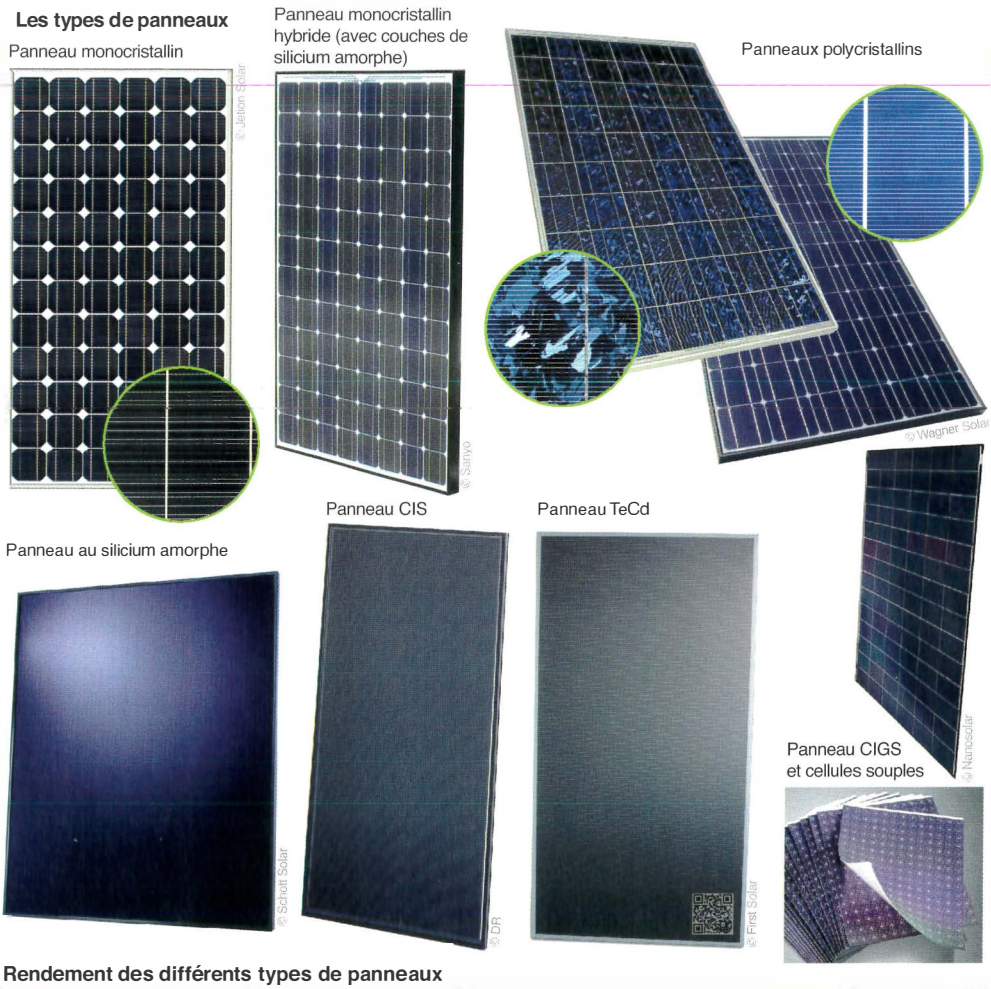


Figure 144 : Les panneaux photovoltaïques

Rendement des différents types de panneaux

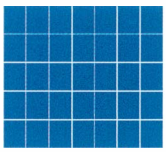
Type de cellules	Rendement d'une cellule en laboratoire	Rendement d'un panneau en laboratoire	Rendement d'un panneau commercialisé	Développement
Silicium monocristallin	24,7 %	22,7 %	12/20 %	Industrialisé
Silicium polycristallin	20,3 %	16,27 %	11/15 %	Industrialisé
Silicium amorphe	13,43 %	10,4 %	5/9 %	Industrialisé
Silicium couche mince	13,43 %	9,4 %	7 %	Industrialisé
Disélénium de cuivre indium CIS	19,3 %	13,54 %	9/11 %	Industrialisé
Tellurure de cadmium TeCd	16,7 %		6/9 %	Industrialisé
Disélénium de cuivre indium gallium CIGS			10/12 %	Industrialisé
Cellules multijonctions	39 %	25/30 %		App. spatiale
Cellule de Grätzel	11 %	8,4 %		Recherche

exemple, à des applications spatiales. Sur le même principe, on peut combiner deux types de cellules, par exemple une couche de silicium amorphe sur une couche de silicium cristallin, là encore pour exploiter au maximum le spectre solaire. Cette technique est appelée cellule tandem.

D'autres systèmes sont à l'étude comme les cellules à convertisseur de photons,

Surface de panneaux nécessaire pour produire 1 kW

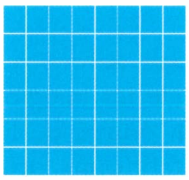
Panneaux monocristallins hautes performances 6 à 9 m²



- très bon rendement
- durée de vie importante (30 ans)

- prix élevé
- bas rendement sous éclairement faible
- perte de rendement avec l'élévation de la température

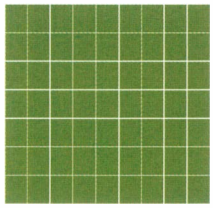
Panneaux polycristallins 7,5 à 10 m²



- bon rendement
- durée de vie importante (30 ans)
- meilleur marché que les panneaux monocristallins

- bas rendement sous éclairement faible
- perte de rendement avec l'élévation de la température

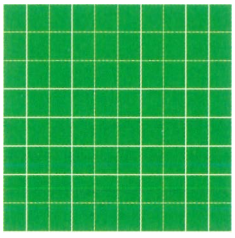
Panneaux CIS-CIGS 9 à 11 m²



- le meilleur rendement des systèmes à couches minces
- ne nécessitent pas de silicium
- utilisables en panneaux souples

- surface de capteurs plus importante que pour les panneaux au silicium
- les performances diminuent dans le temps (- 20 % après 25 ans pour les CIGS)

Panneaux TeCd 12 à 17 m²



- fonctionnent même avec un faible éclairement
- peu onéreux
- peu sensibles aux températures élevées
- ne nécessitent pas de silicium

- surface de capteurs plus importante que pour les panneaux au silicium
- rendement faible
- toxicité du cadmium

Panneaux au silicium amorphe 14 à 20 m²



- fonctionnent même avec un faible éclairement
- peu onéreux par rapport aux autres technologies
- peu sensibles aux températures élevées
- utilisables en panneaux souples

- surface de capteurs plus importante que pour les panneaux au silicium classiques
- rendement faible en plein soleil
- durée de vie plus courte (20 ans)
- les performances diminuent dans le temps

Figure 145 : Comparaison des panneaux photovoltaïques

les cellules multigaps, les cellules Grätzel. Ces dernières portent le nom de leur inventeur. Il s'agit d'une nouvelle technologie qui pourrait diminuer les prix de production. Son fonctionnement rappelle celui de la photosynthèse : un colorant est placé entre deux plaques de verre reliées à des électrodes transparentes. Ce système est intéressant car les cellules sont transparentes et fonctionnent sur les deux faces. Enfin, on pourrait citer les systèmes à concentration. Ils consistent à concentrer le rayonnement solaire au moyen de len-

tilles ou de miroirs sur une petite surface de cellules à haut rendement, apportant ainsi un rayonnement plus de cent fois supérieur à celui reçu sur une cellule monocristalline. Le problème est que le panneau doit être mobile pour être toujours orienté vers le soleil (héliostat).

On constate donc qu'à l'heure actuelle, un point de comparaison important entre tous les systèmes de cellules solaires est leur rendement. En effet, moins le rendement est bon, plus la surface de panneaux doit être importante pour la même production. On caractérise la puissance d'un panneau solaire photovoltaïque par sa puissance crête (kilowatt crête (kWc)). Cette puissance correspond à la puissance maximale fournie dans des conditions standards d'ensoleillement (1 000 W/m^2) à une température de 25 °C et dans un spectre de lumière standardisé (AM 1,5). Par exemple, un panneau de 500 Wc fournira une puissance de 500 W s'il est exposé à un ensoleillement de 1 000 W/m^2.
La figure 145 présente un comparatif entre les différents systèmes de panneaux solaires disponibles sur le marché.

La durée de vie des panneaux est également un point important à prendre en compte. Les cellules en couches minces ont une durée de vie plus courte que les cellules en silicium. Ces dernières, dans les fabrications de bonne qualité, peuvent atteindre 30 ans en gardant des performances stables. Elles peuvent ensuite diminuer sensiblement mais le panneau peut assurer une production jusqu'à 50 ans.
Les industriels ne proposent pas uniquement des modules solaires sous forme de panneaux, on trouve également sur le marché de nombreuses solutions intégrables dans une couverture, comme les tuiles solaires. Ce terme généraliste regroupe aussi bien des tuiles photovoltaïques que des éléments de couverture de plus grandes dimensions adaptables aux couvertures en petits éléments (figure 146).

L'avantage de ces systèmes est la possibilité de les intégrer directement à la mise en œuvre de la couverture. Plusieurs fabricants proposent des tuiles solaires. Des cellules photovoltaïques sont directement intégrées sur ou dans les éléments de couverture, qui peuvent être en terre cuite traditionnelle ou à base de polymères. Le rendement de chaque module est faible (environ 10 Wc), mais c'est la quantité qui permettra d'atteindre une production correcte (18 m^2 environ pour obtenir 1 kWc, selon les modèles). Les éléments sont interconnectés. L'offre des éléments en châssis permet de les intégrer à pratiquement tous types de couvertures en petits éléments : terre cuite plate ou divers moules, ardoises… Des éléments de 1,50 × 0,50 m produisent une puissance d'une cinquantaine de watts crête. Il faut compter environ 8 m^2 de châssis pour obtenir 1 kWc.
Des éléments de couverture métalliques (plutôt pour les toitures en zinc) sont également disponibles. Ils sont équipés de cellules au silicium cristallin ou amorphe en couche mince triple jonction. Un bac de 2,00 × 0,36 m produit environ 68 Wc, avec des cellules en silicium cristallin.

L'installation des panneaux

Pour installer des panneaux solaires, vous devez disposer sur le toit ou en façade d'un minimum de surface équipable de 10 m^2. Cette surface doit être

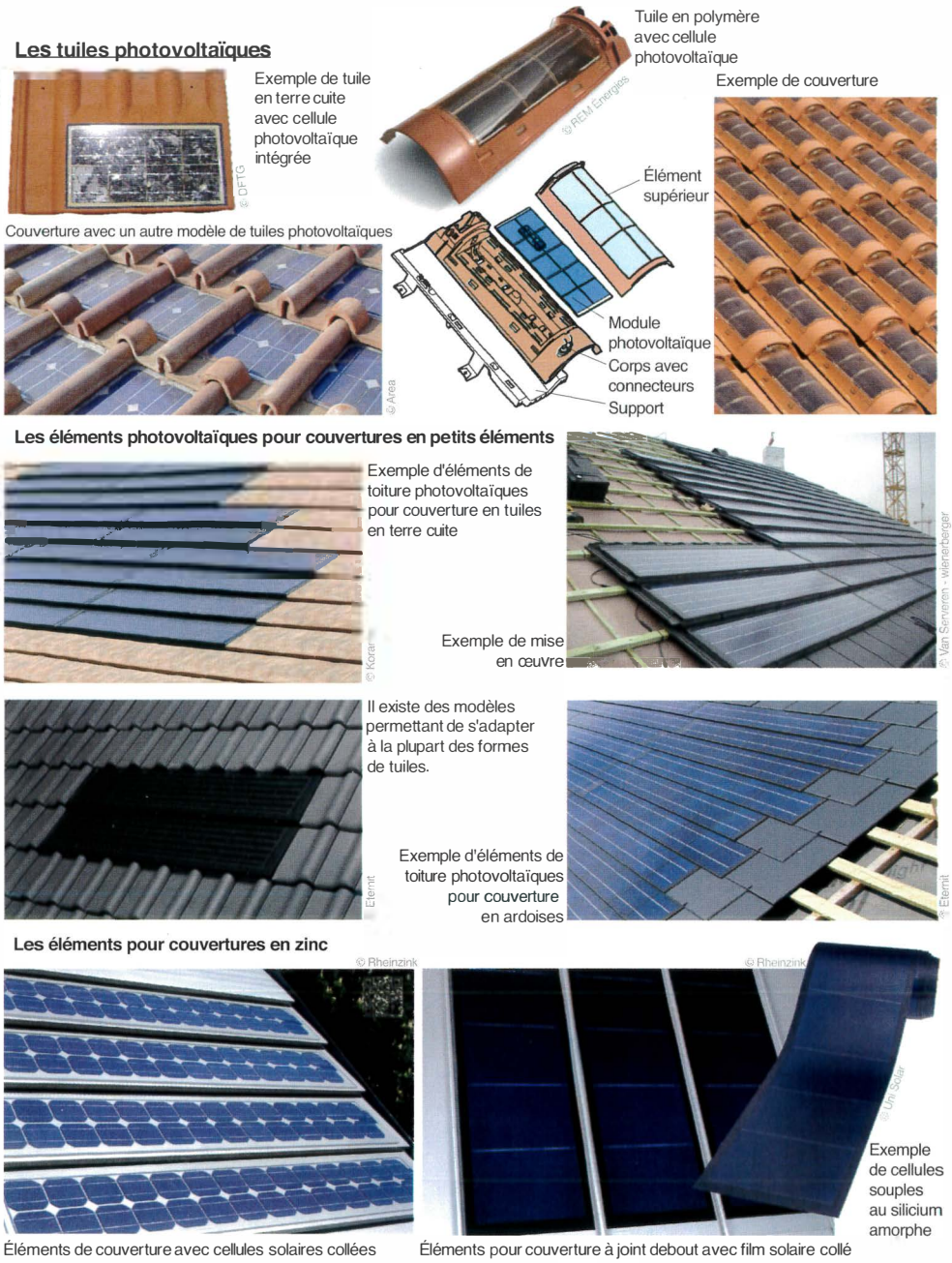
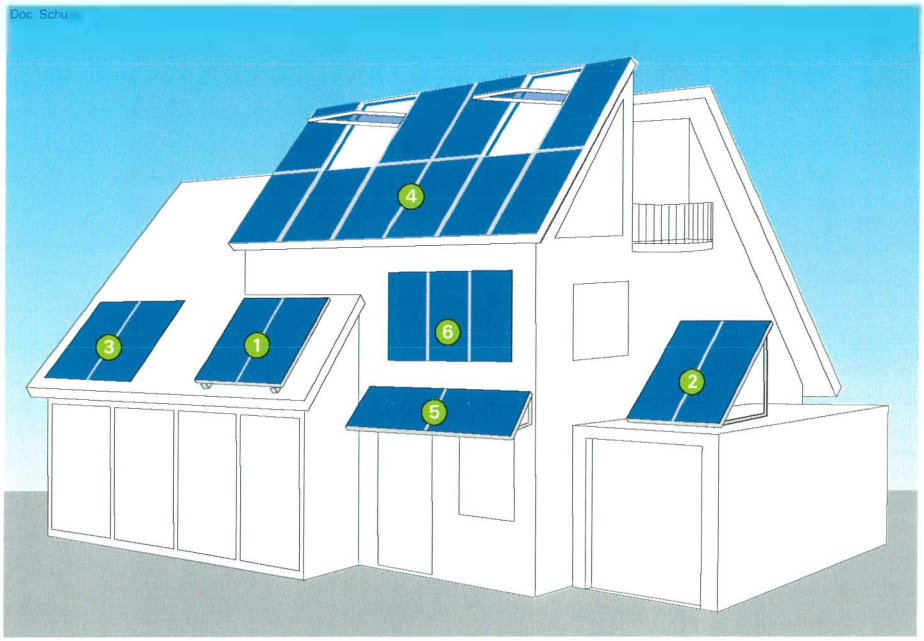


Figure 146 : Les éléments de couverture photovoltaïques

exposée le plus possible vers le Sud ou tout du moins entre le sud-est et le sud-ouest et ne pas être masquée à la course du soleil, et ce en toutes saisons (pas d'arbres, d'autres constructions…). Cependant, si un seul panneau de l'installation est ombragé, il peut faire chuter la production de l'ensemble des modules connectés. Les solutions techniques d'installations sont nombreuses (figure 147), mais le choix final sera guidé également par ce que souhaite faire le propriétaire de l'énergie produite. S'il compte revendre l'électricité, seules certaines

Installation sur le bâtiment



1. Installation rapportée sur toiture
2. Installation sur terrasse
3. Installation intégrée à la toiture
4. Installation en couverture
5. Installation en auvent
6. Installation rapportée ou intégrée à la façade

Figure 147 : Installation des panneaux photovoltaïques

Installation libre

Installation au sol sur des supports réglés selon l'inclinaison offrant le rendement optimum

Installation sur un mât



conditions d'installation permettront de facturer la production au tarif le plus intéressant, comme nous le verrons plus loin. Si la production est destinée à l'autoconsommation (site isolé non raccordé au réseau, par exemple), n'importe quelle solution peut être envisageable.

L'installation peut être libre au sol, c'est-à-dire à l'extérieur de l'habitation, sur des supports réglables ou sur un mât. Sur le même principe, les panneaux peuvent être installés sur une toiture-terrasse (figure 148). Ils sont montés sur une structure vissée sur la dalle ou lestée si

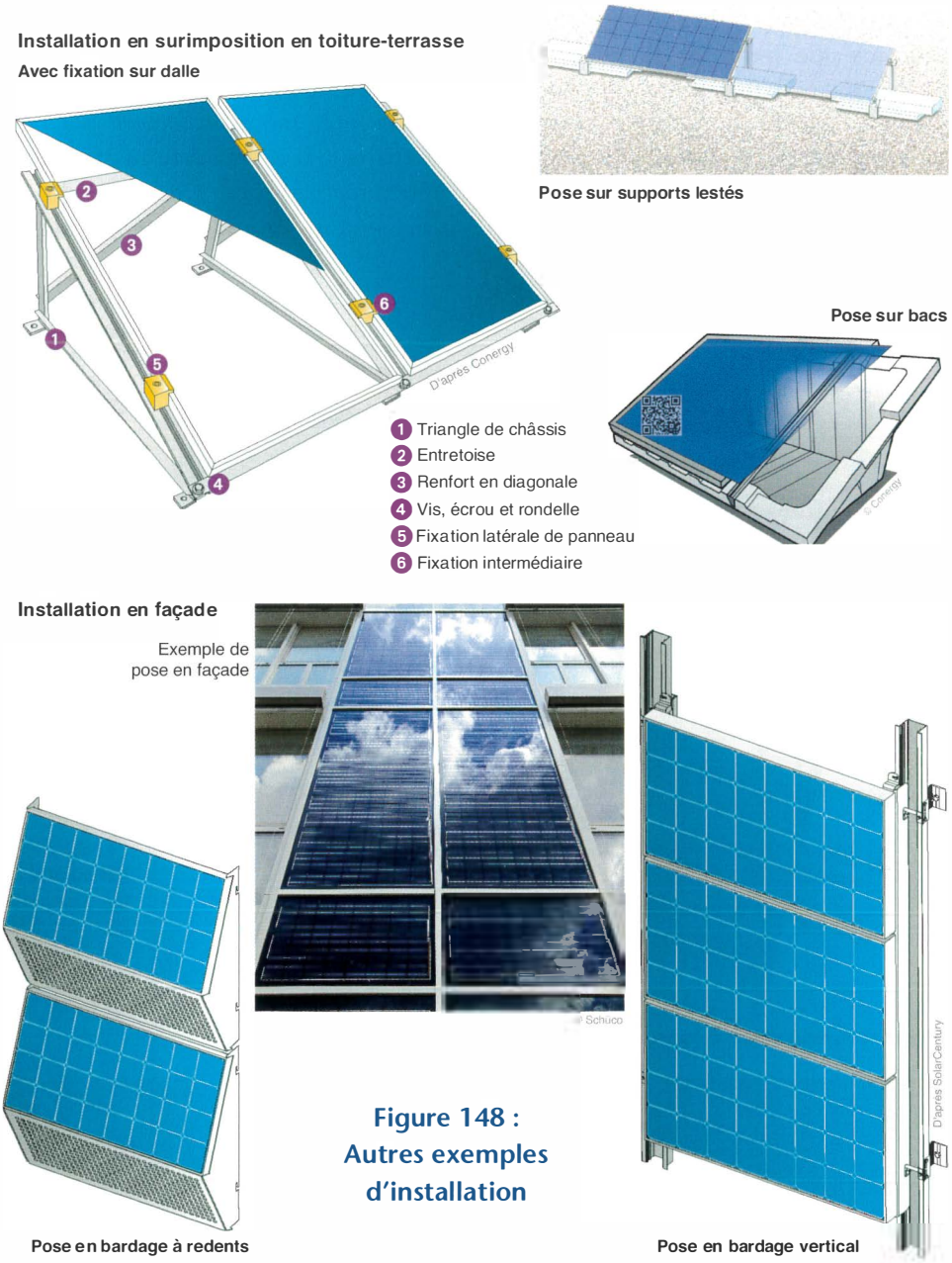
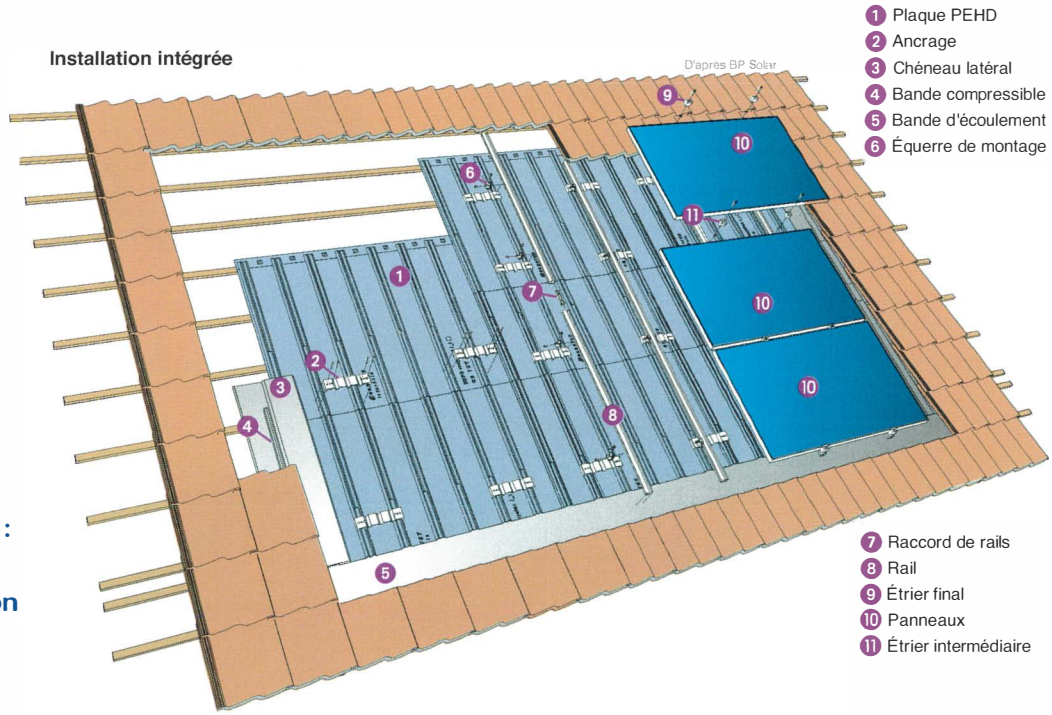


Figure 148 : Autres exemples d'installation

les percements ne sont pas envisageables (étanchéité, gravillons, dalles…). Il existe aussi des bacs de support qui permettent de donner moins de prise au vent, tout en évitant les surchauffes à l'arrière des panneaux. Il est donc nécessaire de choisir la solution adaptée pour ne pas détruire l'étanchéité, par exemple. Les rangées de panneaux doivent également être assez espacées pour ne pas produire d'ombre les unes sur les autres.

Les panneaux peuvent être installés sur la façade d'une habitation. La solution

d'une installation verticale provoquera néanmoins une perte de 30 % du rendement. Plusieurs possibilités sont envisageables : pose en bardage vertical, pose en bardage à redents (pour des performances améliorées), pose en mur rideau, pose en allège, pose en pare-soleil ou en auvent, mais également au niveau de garde-corps de balcons, par exemple. Les bardages sont des éléments fixés mécaniquement par l'intermédiaire d'une ossature secondaire sur une paroi-support. Un mur rideau est une façade légère composée d'un ou



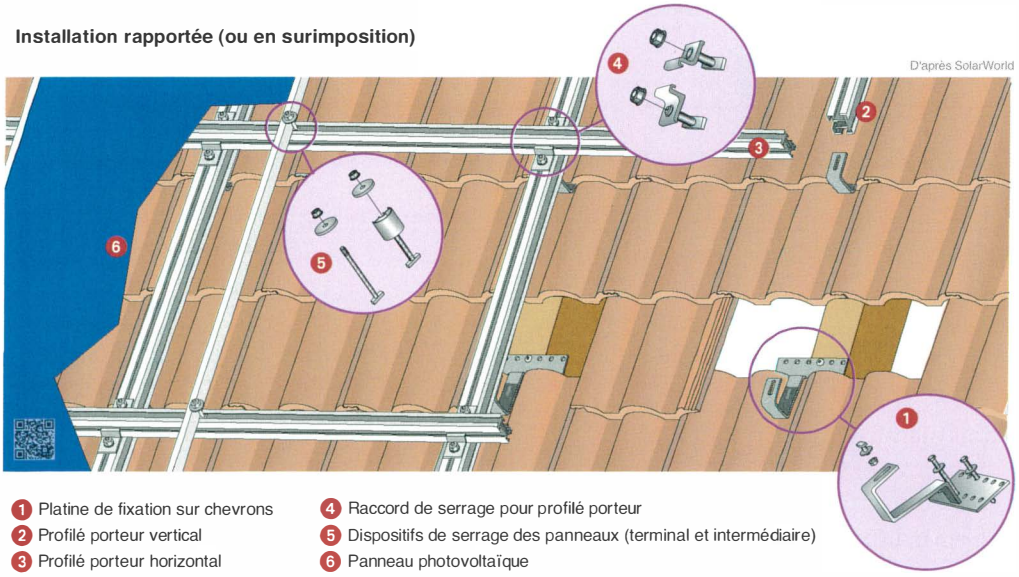


Figure 149 : Exemples d'installation en toiture

de plusieurs éléments qui ne participent pas à la stabilité de la construction. Il comprend habituellement une ossature générale et des éléments de remplissage fixés au support. Une allège est l'espace situé entre une baie vitrée et le sol ou le plafond. Pour la pose en auvent, on utilise des panneaux semi-transparents, comme pour les pare-soleil, ceux-ci étant généralement orientables.

Les panneaux semi-transparents peuvent être utilisés en remplissage d'une verrière.

La solution la plus courante demeure la pose en toiture inclinée en petits éléments de couverture (figure 149). Il existe deux variantes : la pose intégrée et la pose rapportée. La pose intégrée consiste à remplacer une partie de la couverture par des panneaux photovoltaïques. L'installation se compose alors d'un système d'étanchéité posé directement sur la charpente et de supports pour les panneaux. La solution rapportée consiste à visser des supports d'ossature directement dans les chevrons. La partie extérieure des crochets sert de support au montage d'un cadre destiné à recevoir les panneaux. Cette solution est plus simple et moins chère que la précédente tout en limitant les problèmes d'étanchéité. Malheureusement, c'est la première solution qui a été retenue par les pouvoirs publics pour bénéficier du meilleur prix de revente de l'électricité produite. Les cellules solaires posées en usine sur des éléments de toiture métalliques ou sur une membrane souple d'étanchéité sont considérées comme une installation intégrée.
Enfin, il existe des systèmes permettant de réaliser une toiture complète (figure 150).

Si vous optez pour la revente de tout ou partie de la production, vous devrez donc choisir la solution la mieux adaptée au projet et celle qui permettra de facturer au tarif le plus intéressant. Le meilleur tarif est obtenu si l'installation est réalisée sur un bâtiment à usage principal d'habitation, intégrée dans le bâti et dont la puissance ne dépasse pas 3 kWc. Au-dessus de ce seuil de production, le prix du kW diminue. Ce prix va baisser si vous n'avez pas choisi une solution bénéficiant de la prime d'intégration au bâti ou si l'installation n'est pas faite sur un bâtiment à usage d'habitation. Enfin, les tarifs les moins intéressants concernent les panneaux en pose libre au sol, sur toiture-terrasse ou en surimposition.
Pour bénéficier de la prime d'intégration :

- le bâtiment doit être clos et couvert sur toutes ses faces ;
- le système de panneaux doit être installé dans le plan de la toiture ;
- la toiture doit assurer la protection des personnes, des animaux, des biens ou des activités ;
- le système de panneaux doit remplacer des éléments du bâtiment qui assurent le clos, le couvert et la fonction d'étanchéité ;
- le démontage du film ou du panneau ne doit pas nuire à l'étanchéité assurée par le système d'installation ou rendre le bâtiment impropre à son usage ;
- si les modules sont rigides, ils doivent constituer l'élément principal d'étanchéité du système. Si ce sont des films souples, l'assemblage doit être fait en usine ou faire l'objet d'un contrat de travaux unique s'il est effectué sur site ;
- ou le système de panneaux remplit au moins une de ces fonction : allège, bardage, brise-soleil, garde-corps de balcon, fenêtre ou terrasse, mur rideau.

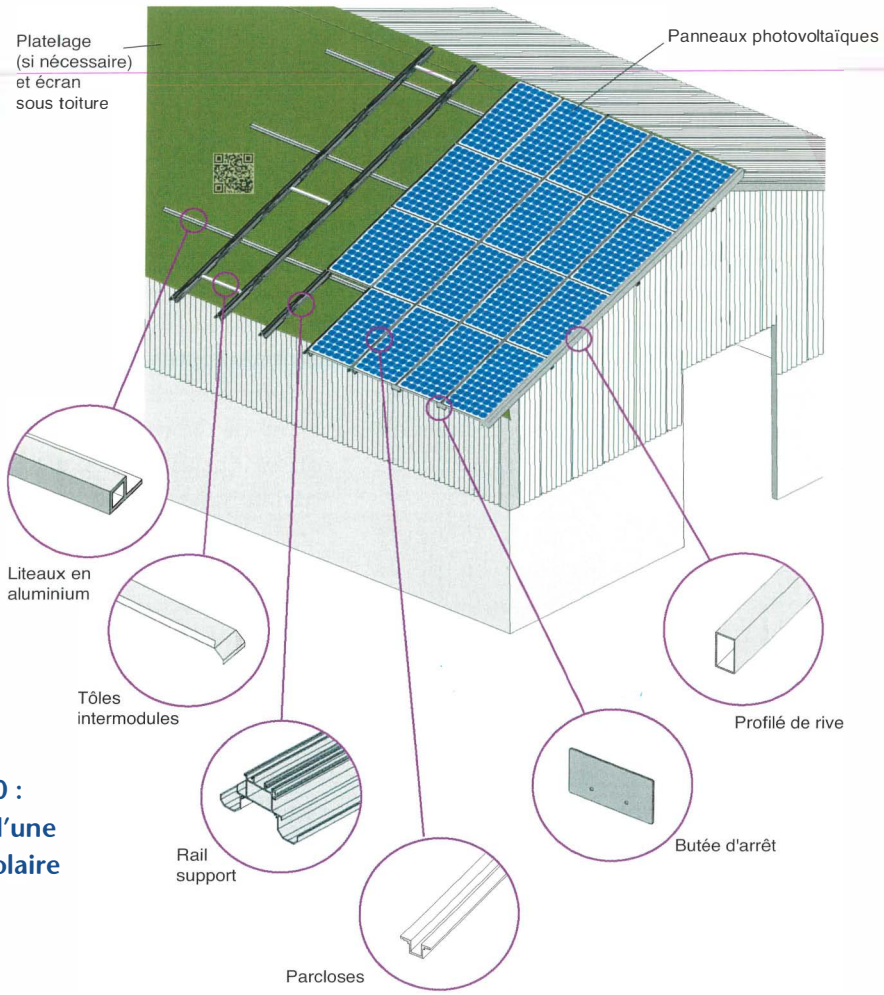
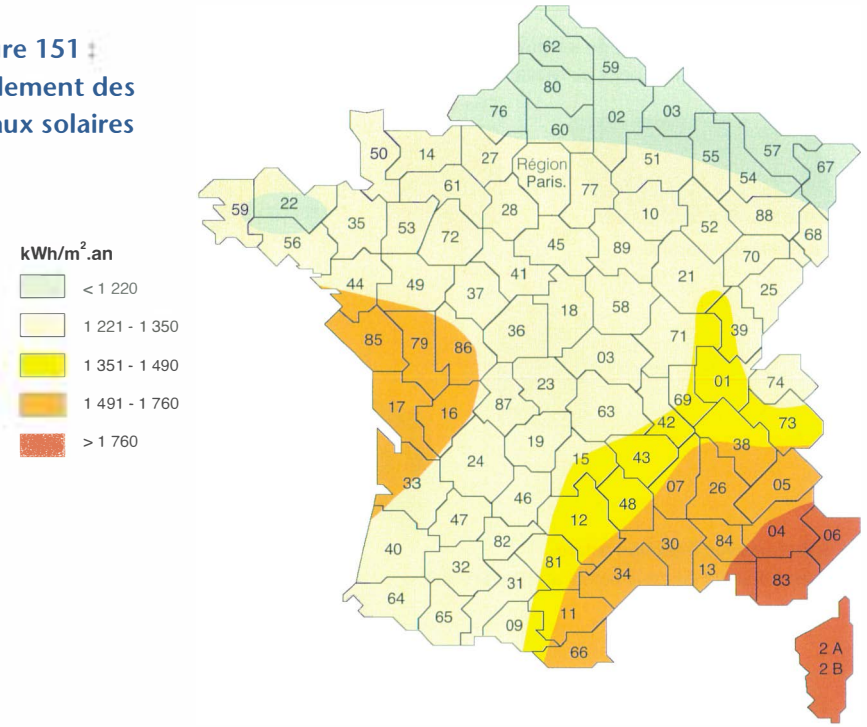


Figure 150 :
Le principe d'une couverture solaire

Toutes ces mesures sont susceptibles de changer, renseignez-vous avant de vous lancer dans un projet.

La production annuelle d'une installation photovoltaïque dépend de plusieurs facteurs, dont en premier lieu l'ensoleillement annuel du site (figure 151). La carte présentée quantifie le gisement solaire en France. Le gisement solaire correspond à l'énergie du rayonnement solaire reçu, sur un plan d'inclinaison égal à la latitude et orienté vers le sud. L'inclinaison et l'orientation des panneaux sont également très importantes. Elles influencent directement la quantité d'électricité produite. Le meilleur rendement est obtenu avec des panneaux orientés au sud avec une inclinaison de 30°. La production dépendra également des performances techniques du type de panneau installé ainsi que de la qualité de l'onduleur (appareil qui transforme le courant continu produit par les panneaux en courant alternatif 230 V). Par ailleurs, on constate que les installations verticales sont les moins productives. En moyenne, en France, une installation de 10 m^2 de panneaux peut produire de 30 à 50 % de la consommation spécifique d'une famille (hors chauffage électrique).

Figure 151 :
Le rendement des panneaux solaires



La productivité annuelle selon l'inclinaison et l'orientation des panneaux

Orientation possible des panneaux \ Inclinaison	0°	30°	60°	90°
Sud	93 %	100 %	91 %	68 %
Sud-est / Sud-ouest	93 %	96 %	88 %	66 %
Est / Ouest	93 %	90 %	78 %	55 %

Comme la production d'électricité par panneaux solaires fluctue selon l'ensoleillement et malgré la variation des tarifs de rachat de l'électricité par le distributeur, le raccordement d'une installation photovoltaïque au réseau est la solution la plus avantageuse. Cela n'est pas possible pour un site isolé, car le coût du raccordement au réseau serait exhorbitant, mais il est possible alors d'adopter d'autres dispositions pour disposer d'électricité en permanence.

Deux types de raccordements au réseau sont possibles (figure 152) : le raccordement en un point au réseau ou le raccordement en deux points.

Avec la solution de raccordement en un point ou injection du surplus, vous consommez l'énergie que vous produisez avec le système solaire et l'excédent est

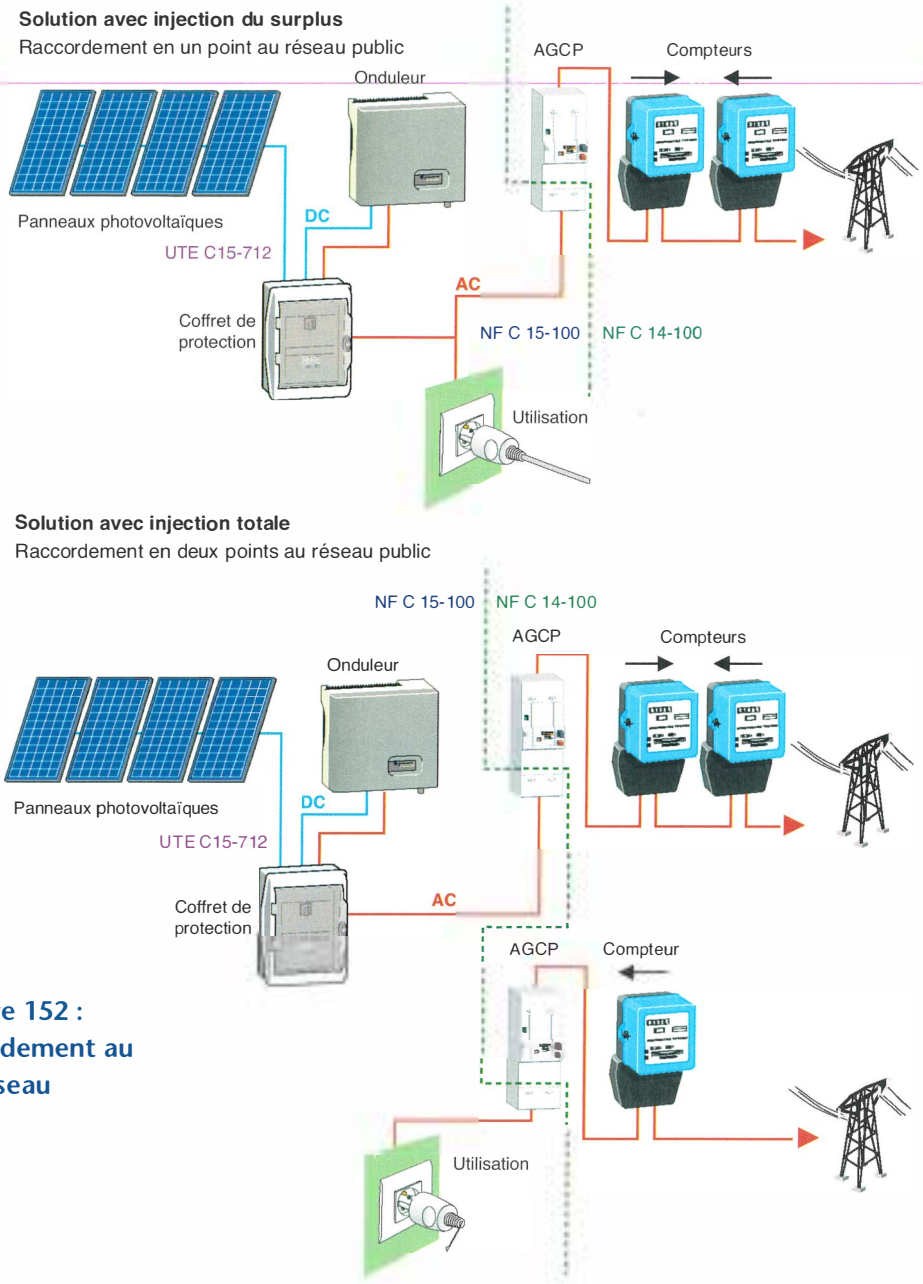


Figure 152 : Le raccordement au réseau

injecté dans le réseau. Quand la production photovoltaïque est insuffisante, le réseau vous fournit l'énergie nécessaire. Ce branchement est le plus simple et le moins coûteux, car seul un compteur supplémentaire est ajouté au branchement existant. Un compteur est utilisé pour estimer la part d'énergie injectée dans le réseau (c'est-à-dire la production totale moins l'autoconsommation), l'autre compteur totalisant l'énergie qui est soutirée au réseau (c'est-à-dire la consommation totale moins l'autoconsommation).

Pour le raccordement en deux points ou injection totale de la production, il est

nécessaire d'établir un nouveau point de raccordement au réseau. Le raccordement de consommateur reste identique avec son compteur, mais il n'est plus possible d'utiliser la production propre. La nouvelle branche d'injection dans le réseau dispose de deux compteurs : l'un pour la production, l'autre pour la non-consommation (il permet de vérifier qu'aucun soutirage frauduleux n'est réalisé). Elle comprend également son propre AGCP (disjoncteur de branchement). Cette solution est plus chère puisqu'elle exige des travaux plus importants et requiert plus de place, sans compter l'appareillage nécessaire pour le raccordement des panneaux. Le retour sur investissement est donc relativement long.
Quelle solution choisir ? Tant que le prix du kWh acheté est inférieur à celui que va produire l'installation photovoltaïque, il est intéressant de revendre la totalité de la production. L'écart de prix est amené à se réduire avec l'augmentation inévitable du prix du kWh et la réduction des tarifs de rachat. Quand les tarifs de rachat convergeront avec ceux de consommation, les bénéficiaires seront ceux qui avaient choisi une installation avec injection du surplus, puisqu'ils achèteront moins d'électricité. Dans les deux cas, le fonctionnement est uniquement possible avec présence de tension sur le réseau public.

Le raccordement des panneaux

Une installation de panneaux photovoltaïques doit être conçue de manière à assurer une sécurité optimale. À cause du nombre croissant d'installations mal réalisées, une attestation de conformité spécifique délivrée par le Consuel est désormais nécessaire avant la mise en service de l'installation et son raccordement. La mise en œuvre doit respecter les préconisations du guide UTE C 15-712-1 et la norme NF C 15-100 en ce qui concerne les parties alimentées en courant alternatif.
Une installation se compose de plusieurs éléments (figure 153) : les modules photovoltaïques, le câblage des modules en courant continu, une boîte de jonction éventuelle, des dispositifs de commande et de protection de la partie DC (fusibles ou disjoncteurs éventuels, parafoudre, dispositifs de sectionnement), un ou des onduleurs, le câblage de la partie en alternatif à la sortie de l'onduleur, les protections du circuit AC (parafoudre, dispositif différentiel haute sensibilité, dispositif de coupure), le disjoncteur de branchement AGCP (dédié ou celui de l'installation existante) et les compteurs. Des étiquettes de signalisation doivent également être apposées sur différents éléments.

Les panneaux doivent être conformes aux normes de la série NF EN 61730. Ils doivent posséder un degré de protection minimum de IP 44 et une résistance aux chocs de IK 07. Les connecteurs ou le boîtier de connexion doivent avoir un degré de protection IP 54. La valeur du courant inverse des panneaux doit être au moins égale à deux fois la valeur du courant de court-circuit qu'ils peuvent supporter.
Les panneaux sont connectés en chaînes, c'est-à-dire plusieurs panneaux en série afin d'obtenir la tension nécessaire à l'onduleur (figure 154). Ensuite, il est possible de connecter plusieurs chaînes en parallèle. Le courant de défaut maximal dans une chaîne peut atteindre 1,25 × (nombre de panneaux –1) × courant de court-circuit.

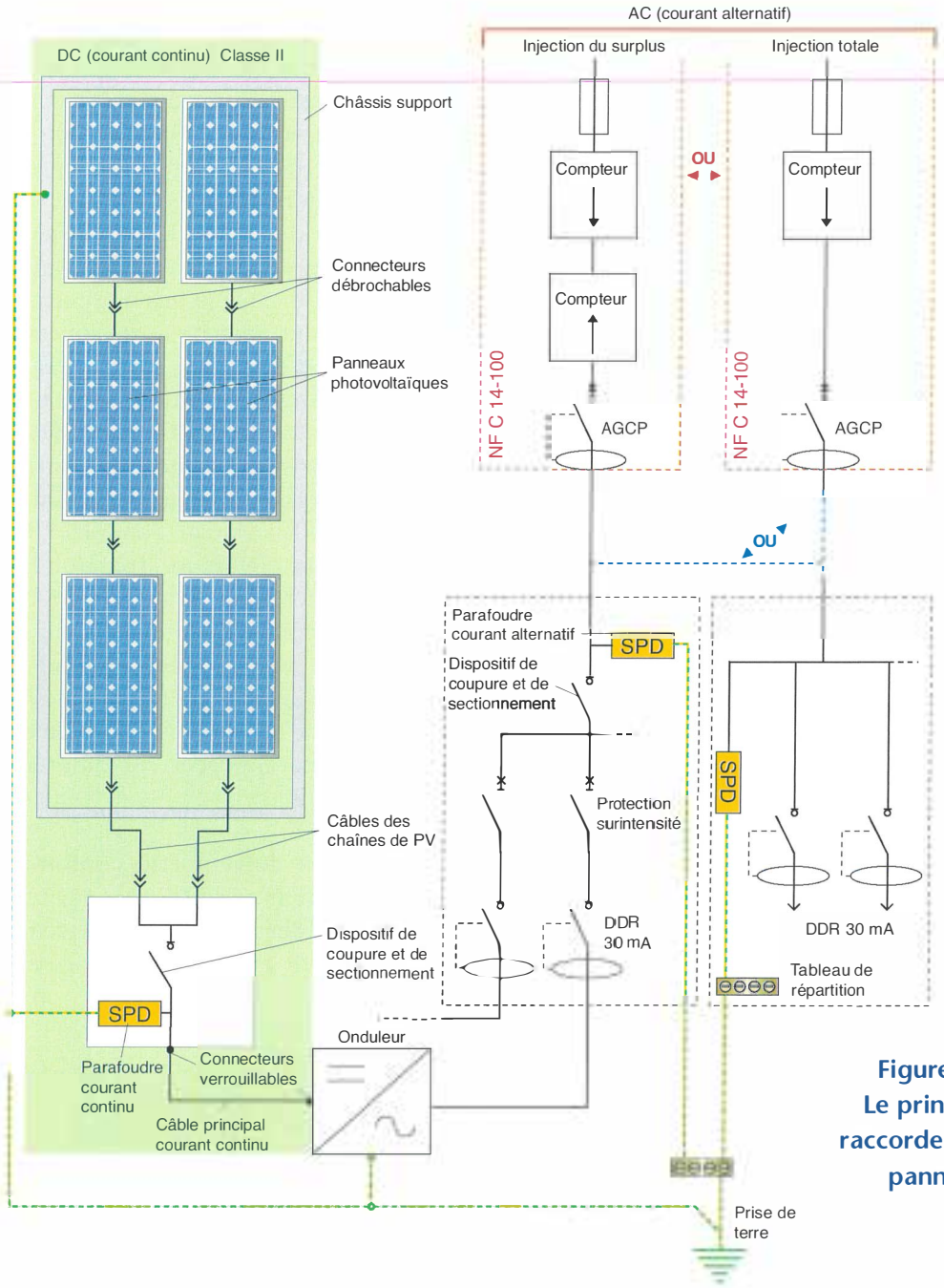


Figure 153 : Le principe de raccordement des panneaux

On doit donc prendre en compte ce courant de défaut pour dimensionner les câbles des chaînes et prévoir éventuellement une protection par fusibles et diodes. Les normes admettent que l'on puisse ne pas utiliser de fusibles si les câbles des chaînes sont dimensionnés de la façon suivante : ils doivent supporter une tension égale à la tension d'essai normalisée × le nombre de modules × 1,15. Leur section doit supporter un courant supérieur ou égal au courant de court-circuit d'un

module × le nombre de modules × 1,25. Pour une installation de plus de trois chaînes, des fusibles sont obligatoires. Les liaisons entre les panneaux et la boîte de jonction ou le coffret de section ou du parafoudre se font avec des câbles munis de connecteurs débrochables.

Les câbles doivent être de type C2 (non propagateurs de la flamme) et disposer d'une température admissible sur l'âme d'au moins 90 °C en régime permanent, et ils doivent résister aux UV. Les câbles et les connecteurs doivent être fixés de façon à éviter toute détérioration due

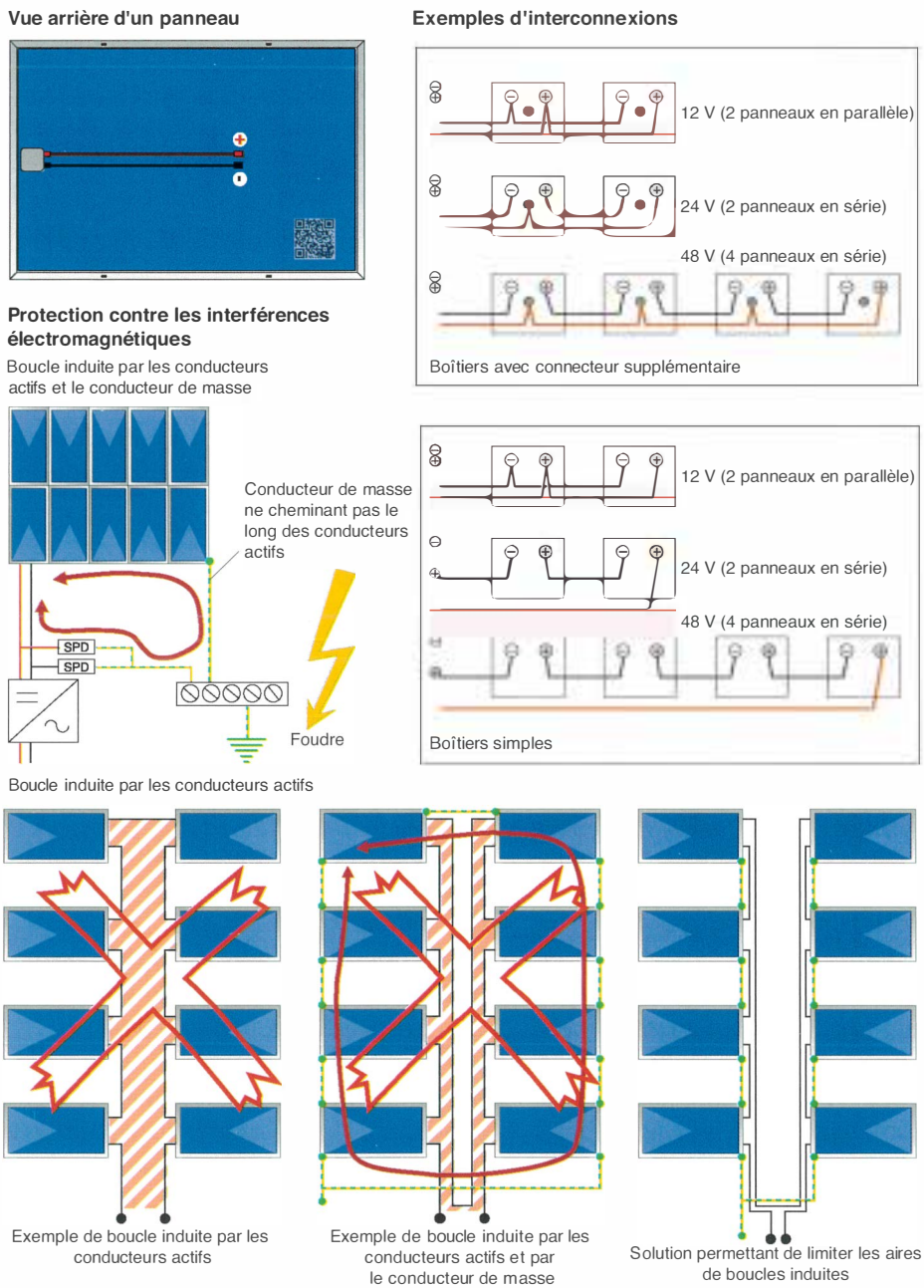


Figure 154 : Le raccordement des chaînes PV

au vent ou à la glace. Les câbles sont monoconducteurs et de classe II pour éviter tout risque de défaut à la terre ou de court-circuit. Ils cheminent dans des conduits ou des goulottes côte à côte avec le conducteur de protection, mais ne doivent pas emprunter le même compartiment que des circuits en alternatif.

Les connecteurs accessibles aux personnes non habilitées ne doivent pouvoir être démontés qu'au moyen d'un outil. On les utilise pour toute la partie DC, ils constituent un élément de protection contre les risques de chocs électriques. Ils doivent être prévus pour une utilisation en courant continu, dimensionnés pour des tensions et courants identiques à celles des câbles et être de classe II.
Ils permettent de réaliser des liaisons déconnectables sans risque pour l'utilisateur. Attention, il est dangereux de déconnecter des panneaux pendant leur fonctionnement en journée.
Un soin particulier doit être apporté au niveau du câblage des panneaux et des chaînes afin d'assurer la protection contre les interférences électromagnétiques. En effet, la foudre tombant à proximité d'une installation peut créer un champ magnétique qui va générer des surtensions dans les boucles créées pour raccorder les panneaux. Deux types de boucles d'induction peuvent se créer. La première peut se produire sur les conducteurs actifs (lignes positive et négative) reliant les panneaux. La foudre produit une tension supplémentaire qui vient s'ajouter à celle du circuit et aboutit directement à l'onduleur, pouvant entraîner sa destruction. Pour éviter ce phénomène, lors du câblage des modules, il faut éviter les grandes boucles et faire cheminer les conducteurs actifs ensemble et parallèlement.

Une autre boucle d'induction peut se créer entre les conducteurs actifs et le conducteur de terre reliant les masses. Elle peut entraîner le claquage de l'onduleur ou des panneaux photovoltaïques. Pour limiter le risque, les conducteurs actifs doivent cheminer sur toute leur longueur contre le conducteur de mise à la terre.

La boîte de jonction (figure 155) permet le raccordement en parallèle de plusieurs chaînes de panneaux. Elle peut également contenir d'autres appareillages si nécessaire comme les fusibles, un sectionneur ou un parafoudre (voir plus loin). S'il y a plusieurs boîtes, un interrupteur général peut être placé dans chacune d'elles. Les boîtes ne doivent pouvoir s'ouvrir qu'au moyen d'un outil. Elles sont intéressantes car elles limitent le nombre de câbles entre les modules et le coffret de protection.

La liaison principale DC est la liaison en courant continu entre la boîte de jonction ou les panneaux et le sectionneur DC. Elle doit impérativement être réalisée avec des câbles unipolaires de classe II, pouvant accepter une tension correspondant à la tension d'essai normalisée × le nombre de modules × 1,15 et supporter un courant correspondant au courant de court-circuit × le nombre de chaînes × 1,25.
La section des conducteurs doit assurer une chute de tension inférieure à 3 %, il est conseillé de la limiter à 1 %.

Les panneaux photovoltaïques sont des générateurs, l'ouverture du circuit sans précautions peut être dangereuse (arc électrique, électrocution, risques de brûlures…). La partie courant continu est sous tension dès lors que les pan-

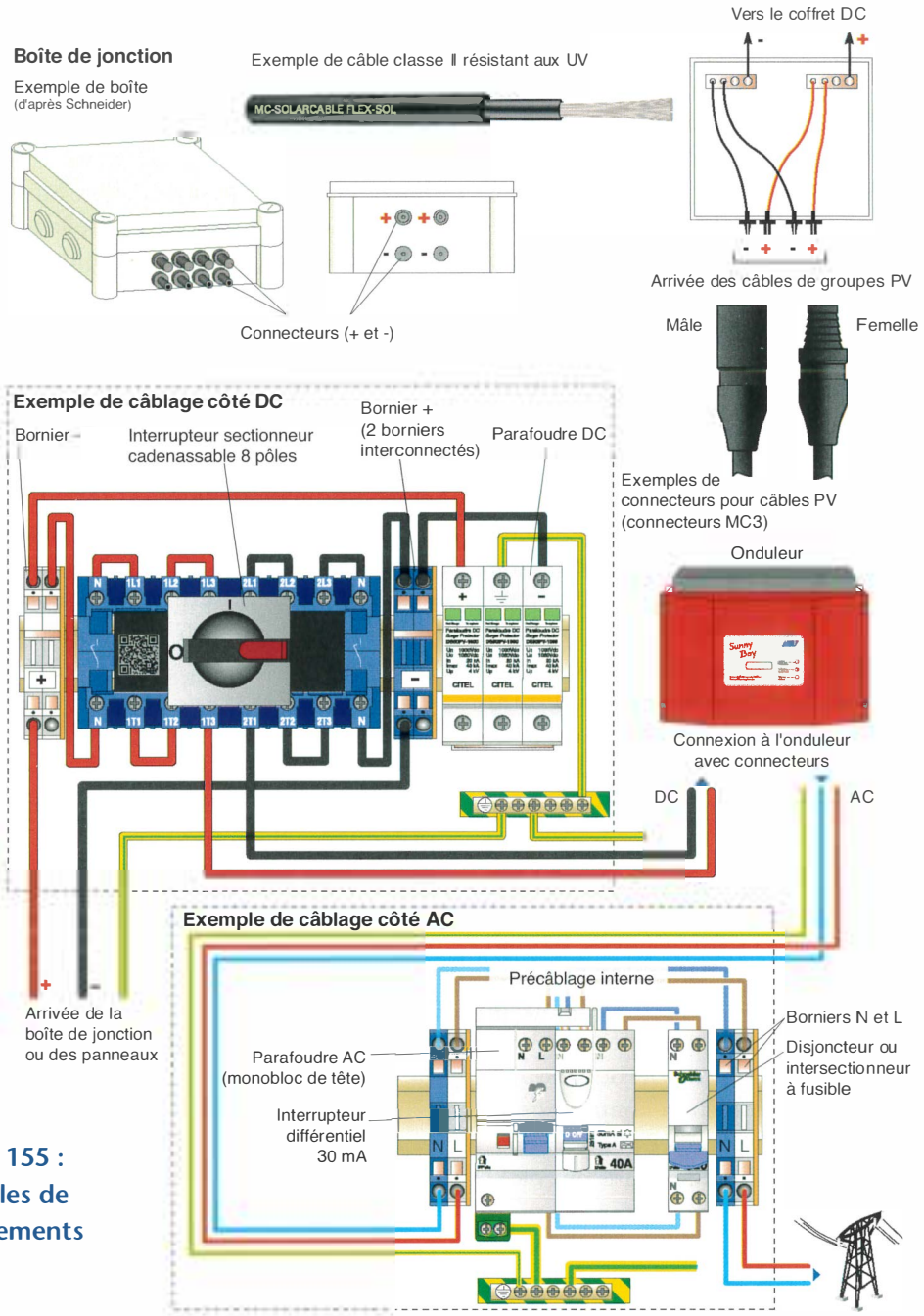


Figure 155 : Exemples de raccordements

neaux sont exposés au rayonnement solaire. En cas d'intervention sur cette partie, on doit couvrir les panneaux ou attendre la nuit.

Un sectionnement de la partie DC doit être assuré sur la liaison principale en amont de l'onduleur. Le dispositif de sectionnement doit être prévu pour le courant continu, être bipolaire et se situer à proximité de l'onduleur. Il permet d'isoler électriquement tout le champ de panneaux pendant l'installation et

la maintenance. Attention si le sectionnement est assuré par un simple sectionneur : il ne doit être manœuvré qu'après l'ouverture préalable du disjoncteur de sortie de l'onduleur.
Pour plus de sécurité, il est préférable de mettre en place un interrupteur sectionneur qui peut assurer la coupure en charge (mauvaise manœuvre, par exemple) et le sectionnement.

L'onduleur est l'appareil qui permet de transformer le courant continu provenant des panneaux en courant alternatif injectable dans le réseau. Il doit être conçu spécifiquement pour permettre son raccordement au réseau. Le choix est fait en fonction des caractéristiques de l'installation, notamment sa capacité d'accepter la tension et le courant produits par le champ de panneaux.
L'onduleur doit être placé dans un endroit accessible, sec et ventilé.

En sortie d'onduleur, sur la partie courant alternatif, la protection contre les contacts indirects est assurée par un dispositif différentiel haute sensibilité (30 mA) de type AC (si l'onduleur satisfait aux exigences de la norme DIN VDE 0126-1-1) ou de type A. On doit assurer également une protection contre les surcharges, contre les courts-circuits (appareillage à pouvoir de coupure de 3 kA) et une protection de découplage pour déconnecter les générateurs du réseau. Pour assurer ces protections, on peut prévoir un interrupteur différentiel et un disjoncteur divisionnaire à pouvoir de coupure de 3 kA, ou un disjoncteur différentiel et un interrupteur sectionneur à fusibles. Deux points de coupure doivent être fournis entre l'onduleur et le point de connexion au réseau, à moins que l'onduleur et le point de raccordement soient situés dans la même pièce. En cas de revente totale, l'AGCP peut matérialiser le second point de coupure s'il n'est pas situé à l'extérieur.
Dans une installation raccordée au réseau public, l'onduleur a besoin de la tension du réseau pour fixer l'amplitude et la fréquence du courant qu'il va réinjecter. En cas de fluctuations de tension ou de fréquence sur le réseau ou en cas d'absence de courant, l'onduleur peut ne plus injecter correctement. La protection de découplage le déconnecte alors automatiquement du réseau. Cette disposition évite, en cas de panne ou de coupure sur le réseau, l'injection de courant qui pourrait être dangereuse pour le personnel du distributeur. Cette fonction de découplage peut être intégrée à l'onduleur.

D'autres mesures de protection sont à mettre en œuvre, dont une liaison équipotentielle. Bien que la partie DC d'une installation soit de classe II, il est nécessaire de relier les châssis métalliques des panneaux, la structure porteuse et les masses de l'onduleur à la prise de terre. Cette prise de terre doit être la même que celle de l'installation électrique.
En l'absence de paratonnerre sur le bâtiment, le conducteur de la liaison équipotentielle doit avoir une section minimale de 6 mm^2.
En cas de présence d'un paratonnerre, si sa distance avec le champ de panneaux est inférieure à 2,5 m, il y a lieu de créer une liaison d'équipotentialité supplémentaire entre le paratonnerre et la liaison équipotentielle, avec un conducteur d'une section minimale de 10 mm^2.
L'installation photovoltaïque doit être équipée de parafoudres sur les parties AC et DC. Les tableaux de la figure 156 permettent de déterminer le choix de

la protection par un parafoudre ainsi que son type, en fonction des risques d'exposition.

L'emplacement des parafoudres dans les circuits de l'installation est primordial. La protection sera fonction de la longueur des conducteurs entre les divers éléments (figure 157).

Côté alternatif, un parafoudre est installé au niveau du coffret de protection de l'installation PV. Si l'onduleur est placé à plus de 10 m de ce coffret, il y a lieu de prévoir un parafoudre supplémen-

Évaluation des risques

Caractéristiques de l'installation	Nk ≤ 25		Nk > 25	
	Côté courant continu	Côté courant alternatif	Côté courant continu	Côté courant alternatif
Bâtiment équipé d'un paratonnerre	Obligatoire de type 2	Obligatoire de type 1	Obligatoire de type 2	Obligatoire de type 1 (1)
Bâtiment alimenté par une ligne BT entièrement ou partiellement aérienne	Peu utile de type 2	Recommandé de type 2	Recommandé de type 2	Obligatoire de type 2
Bâtiment alimenté par une ligne BT entièrement souterraine	Peu utile de type 2	Peu utile de type 2	Recommandé de type 2	Recommandé de type 2

(1) Lorsque le bâtiment comporte plusieurs installations privatives, un parafoudre de type 1 ne peut pas être installé à l'origine de l'installation, il est remplacé par des parafoudres de type 2 (In supérieur ou égal à 25 kA) installés en tête de chaque installation privative. Le parafoudre côté alternatif est placé à l'origine de l'installation de distribution publique. Dans le cas d'une injection totale dans le réseau, il est recommandé de placer un parafoudre à proximité de l'onduleur pour les conditions recommandées ou obligatoires.

Calcul du niveau d'exposition aux surtensions F_{PV}

$$F_{PV} = Nk \cdot (1 + \varphi + \delta)$$

Nk : niveau kéraunique local (voir carte)

φ est déterminé selon le tableau 1

δ est déterminé selon le tableau 2

Tableau 1 (valeur de φ)

Résultats du tableau ci-dessus	Obligatoire	Recommandé	Peu utile
φ	2	1	0

Tableau 2 (valeur de δ)

Situation de la ligne aérienne, du bâtiment ou du champ de panneaux photovoltaïques	Complètement entouré de structures	Quelques structures à proximité	Terrain plat ou découvert	Sur une crête, un site montagneux, présence d'un plan d'eau
δ	0	0,5	0,75	1

Détermination du courant nominal de décharge In pour les parafoudres de type 2 (AC et DC)

Valeur de F_{PV}	In en kA
$F_{PV} \leq 40$	5
$40 < F_{PV} \leq 80$	10
$F_{PV} > 80$	20

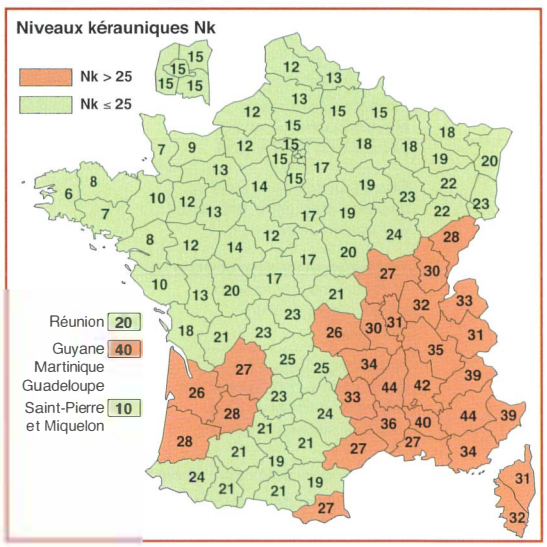
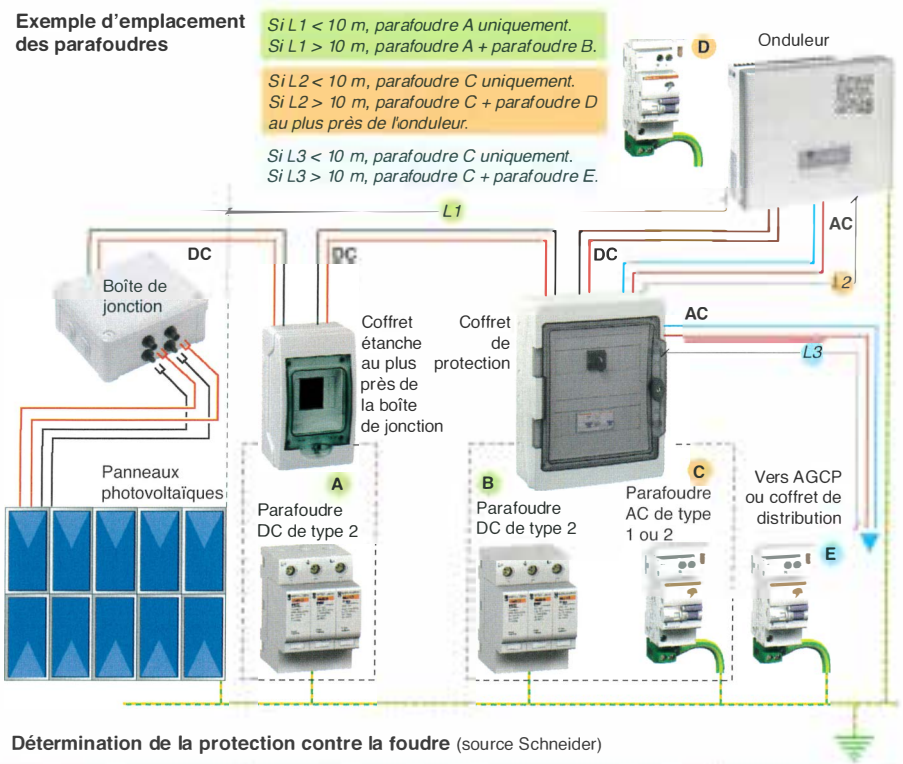


Figure 156 : Le choix des parafoudres

taire à proximité de l'onduleur. Il en est de même si le coffret de protection de l'installation PV est éloigné du coffret de distribution ou de l'AGCP. Mais normalement, celui-ci est déjà prévu dans le coffret de distribution si un risque existe. Il est donc judicieux de placer l'onduleur à proximité du coffret de protection. Si un parafoudre est mis en œuvre côté courant continu, il doit assurer la protection du champ de panneaux et de l'onduleur. Un seul parafoudre peut suffire au niveau du coffret de protection côté DC si la longueur des canalisations jusqu'aux

Figure 157 : La mise en œuvre des parafoudres



Détermination de la protection contre la foudre (source Schneider)

Niveau de risque	Partie courant continu (DC)				Partie courant alternatif en monophasé (AC)
	À proximité de la boîte de jonction		Dans le coffret de protection		Dans le coffret de protection, de distribution ou AGCP
	L1 < 10 m	L1 > 10 m	L1 < 10 m	L1 > 10 m	
Moyen (habitation en zone de plaine ou en lotissement)	-	-	-	-	2
Élevé (habitation en zone de moyenne montagne, présence d'arbres ou de poteaux…)	-	1	1	1	3
Très élevé (habitation en zone de montagne, construction isolée, présence d'un plan d'eau)	-	1	1	1	3
Maximal (présence d'un paratonnerre, construction sur une crête, présence d'une structure métallique élévée)	1	1	1	1	4

1 Parafoudre pour courant continu In 15 kA.
2 Parafoudre pour courant alternatif monophasé In 5 kA.
3 Parafoudre pour courant alternatif monophasé In 20 kA.
4 Parafoudre pour courant alternatif monophasé In 25 kA.
(In : courant nominal de décharge)

panneaux est inférieure à 10 m. Dans le cas contraire, il y a lieu d'en ajouter un à proximité des panneaux dans un coffret étanche ou dans la boîte de jonction si elle est prévue à cet effet.

La plupart des fabricants proposent des offres pour le raccordement des systèmes photovoltaïques, avec boîte de jonction, câbles, coffrets AC et DC réunis ou séparés et onduleurs, pouvant répondre à la plupart des petites unités de production.

Enfin, la dernière mesure de sécurité consiste à apposer diverses étiquettes de signalisation (figure 158) sur les différents éléments du circuit. Elles permettent de prévenir les divers intervenants (personnel chargé de la maintenance, exploitants du réseau public, personnels de secours…) sur le danger engendré par la présence de deux sources de tension. Quatre types d'étiquettes sont nécessaires. Les premières représentent le logo d'électrocution dans un triangle avec la mention « Attention : présence de deux sources de tension – Photovoltaïque et réseau public de distribution » et un sigle avec un point d'exclamation et la mention « Isoler les deux sources avant toute intervention ». Ces deux étiquettes doivent être apposées à proximité :

- du disjoncteur de branchement d'injection dans le réseau public ;
- du disjoncteur de soutirage du réseau public, s'il est implanté en un lieu différent du premier ;
- des onduleurs.

Une autre étiquette triangulaire avec le symbole d'électrocution et la mention « Ne pas ouvrir en charge » ou « Ne pas déconnecter en charge » doit être apposée à proximité du ou des sectionneurs et des connecteurs. Enfin, une étiquette avec le même logo et la mention « Danger, installation électrique sous tension durant la journée » doit être apposée à proximité du ou des sectionneurs, interrupteurs, connecteurs, boîtes de jonction et onduleurs, côté AC et DC.
On constate que ce type d'installation est très réglementé et nécessite un niveau de technicité élevé. Si vous avez recours à un professionnel, assurez-vous qu'il possède toutes les qualifications. Il doit être agréé Quali PV.

Les démarches administratives pour la revente du courant sont longues, complexes avec des règles fluctuantes. Consultez les documentations des fabri-



Figure 158 : La signalétique à apposer sur les boîtes et coffrets

cants et d'ERDF pour connaître les derniers tarifs et conditions en vigueur. Le professionnel installateur se charge de ces démarches. N'oubliez pas qu'il vous déconseillera les solutions qu'il n'a pas l'habitude de pratiquer, aussi faites établir plusieurs devis.

Les éoliennes domestiques

Une éolienne ou aérogénérateur permet de transformer l'énergie du vent en énergie mécanique, et par l'action d'une génératrice, en électricité. Le développement des parcs éoliens montre que ce système de production d'électricité est parfaitement au point aujourd'hui.
Outre les machines de grandes dimensions, il existe une offre assez étendue d'éoliennes domestiques. Le petit éolien concerne les machines d'une puissance comprise entre 0,4 et 30 kW.
Pour une installation individuelle, les modèles les plus courants offrent des puissances de 1 à 10 kW. Comme pour la production photovoltaïque, il est possible de prévoir un raccordement au réseau public pour l'injection totale ou seulement du surplus de la production. Il est également possible de les utiliser pour alimenter des sites isolés. Une combinaison avec d'autres sources de production est envisageable.
Il existe deux grandes familles d'éoliennes : les éoliennes à axe horizontal et les éoliennes à axe vertical.

Les modèles à axe horizontal sont les plus courants (figure 159). L'hélice est perpendiculaire au vent et transmet une force de rotation par son axe à un générateur. Pour les rotors à rotation trop faible, on intercale un démultiplicateur pour transmettre plus de couple au générateur. Cette sorte de boîte de vitesse est souvent le maillon faible de l'éolienne. Tous ces éléments sont placés dans le corps de l'éolienne : la nacelle. L'intensité et la fréquence du courant varient en fonction de la vitesse du vent, c'est pourquoi une éolienne doit être raccordée à un régulateur.

Ce type d'éolienne peut comporter 2, 3, 4 pales ou plus. Les pales sont soumises à de fortes contraintes mécaniques. Elles peuvent être en bois massif ou lamellé-collé, en aluminium (presque abandonné car il se détériore avec le temps) et en matériaux composites, le meilleur choix. Chaque pale est soumise à un maximum de contraintes lorsqu'elle est verticale. Avec deux pales, la sollicitation est simultanée et donc la plus forte. En revanche, la fabrication est simplifiée, d'où un prix moindre. De plus, le rendement est meilleur. Les modèles à trois pales n'ont qu'une pale en position verticale à la fois, ce qui réduit les contraintes mécaniques. Ils offrent un bon rendement, sont silencieux mais plus chers que les modèles à deux pales. Enfin, les modèles à quatre pales offrent le moins bon rendement, car chaque pale est perturbée par le déplacement d'air de la précédente. Par conséquent, moins il y a de pales, plus l'éolienne est performante, mais plus les vibrations sont fortes, ainsi que le niveau de décibels. De même, avec peu de pales, il faut plus de vent pour faire démarrer une éolienne. C'est pourquoi les modèles à trois pales représentent un bon compromis, adopté par la plupart des fabricants.

Les éoliennes à axe horizontal se placent dans le sens du vent grâce à un gouvernail (le safran) qui les oriente automatiquement, à la manière d'une girouette.

Les vibrations engendrées interdisent leur installation sur un bâtiment existant. La nacelle doit être installée sur un mât. Il en existe deux sortes : les mâts haubanés et les mâts autoporteurs. Les premiers sont les moins chers mais nécessitent plus de surface au sol pour la fixation des haubans (câbles ancrés dans le sol). Les mâts autoporteurs peuvent avoir une ossature en treillis ou être tubulaires. Ils occupent une surface réduite au sol mais exigent un scellement

Figure 159 : Les éoliennes domestiques

Les éoliennes à axe horizontal



Éolienne bipale de 600 W

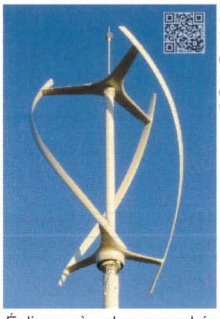


Éolienne tripale de 400 W



Éolienne quadripale de 1,5 à 6 kW (selon les modèles)

Les éoliennes à axe vertical de type Darrieus



Éolienne à pales recourbées en troposkine de 4 à 10 kW (rotor de 5,00 m x 3,00 m)



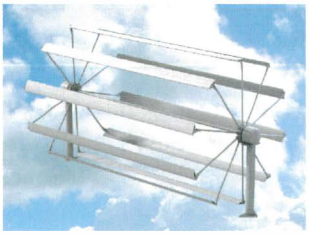
Éolienne à rotor en H de 3,5 à 5 kW (rotor de 2,75 × 3,00 m)

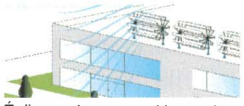


Éolienne à rotor en H de 300 W



Éolienne à rotor en H de 1,2 à 2 kW (rotor de 6,00 × 1,20 m)





Éolienne à rotor en H pour installation horizontale sur toit, jusqu'à 10 kW

Les éoliennes à axe vertical de type Savonius



Éolienne à rotor Savonius de 1 à 6 kW (selon les modèles)



Éolienne torche de 1,2 à 2 kW

Autres types



Éolienne torche de 2 kW



Statoéolienne de 1,3 à 10 kW (selon les modèles)





Éolienne de toit de 500 à 2 500 W

plus conséquent. Ils sont plus résistants dans le temps. Certains mâts haubanés permettent le basculement de l'éolienne, pour son entretien ou en cas de tempête. D'autres dispositifs permettent également d'immobiliser le rotor des éoliennes en cas de vents trop forts.
La hauteur du mât varie selon la puissance de l'éolienne. Elle est comprise généralement entre 8 et 18 m. La hauteur la plus fréquente chez le particulier est 12 m, car au-delà, l'obtention d'un permis de construire est nécessaire. Pour une éolienne jusqu'à 12 m, une déclaration de travaux suffit. Cependant, l'installation d'une éolienne peut être refusée, notamment dans les secteurs sauvegardés ou classés, ou interdite par la commune.
Le bruit d'une éolienne peut également gêner le voisinage immédiat. La nuisance sonore d'une petite éolienne est cependant relative, puisqu'elle est peu perceptible au-delà d'une trentaine de mètres ou de l'intérieur d'une habitation.
Les industriels recommandent de disposer au moins d'une surface au sol de 2 000 m^2 pour installer une éolienne jusqu'à 3 kW et d'au moins 4 000 m^2 pour des appareils plus puissants. Elles ne procurent aucune perturbation des ondes TV et ne sont pas dangereuses pour les oiseaux.
Les éoliennes à axe horizontal ne sont pas indiquées en milieu urbain. Elles doivent être installées en terrain dégagé (pas d'arbres, de bâtiments, relief marqué...).

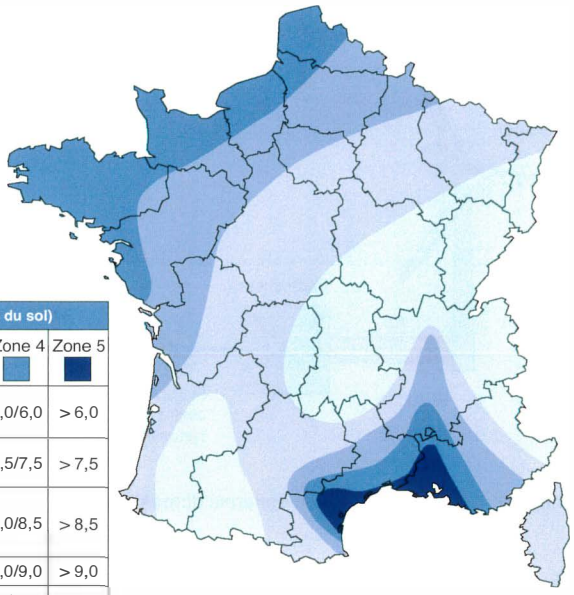
Les modèles à axe vertical constituent une autre grande famille d'éoliennes. Elles sont fondées sur deux principes qui reprennent le nom de leur inventeur : les rotors de type Darrieus et les rotors de type Savonius. Certains systèmes regroupent les deux technologies.

Les rotors de type Darrieus font appel à l'effet de portance d'un profil soumis à l'action d'un vent relatif (comme les forces qui s'exercent sur une aile d'avion). Plusieurs variantes cohabitent, du simple rotor cylindrique (ou en H) à des profils recourbés ou paraboliques.

Les éoliennes de type Savonius disposent d'un rotor composé de plusieurs godets désaxés avec diverses formes plus ou moins aérodynamiques.
Les éoliennes de ce type peuvent démarrer avec des vents très faibles, elles sont peu bruyantes, provoquent peu de vibrations, sont adaptées aux vents turbulents et résistent aux vents forts.
Elles peuvent s'installer sur une habitation et en milieu urbain. Le rendement des modèles à axe vertical est plus faible que celui des éoliennes à axe horizontal, mais de nombreuses recherches sont effectuées pour les faire évoluer. C'est le cas notamment en Chine ou des essais sont effectués avec des modèles verticaux à lévitation magnétique (turbines maglev) afin de supprimer les problèmes mécaniques de frottement.

Quel que soit le modèle, mais surtout pour les modèles à axe horizontal, vous devrez prendre en compte le fait que ces appareils sont soumis à de fortes contraintes mécaniques et doivent subir un entretien régulier annuel qui peut s'avérer onéreux. Cette maintenance permettra également de prolonger la durée de vie de l'appareil, qui pourra atteindre 15 à 30 ans. Après 10 ans, néanmoins, des changements de pièces peuvent s'avérer nécessaires (pales, alternateur, démultiplicateur) surtout si l'appareil est soumis à des vents turbulents. L'entretien a un coût non négligeable qui grève le retour sur investissement.

Figure 160 : La carte des vents en France et les types d'éoliennes



Gisement éolien en m/s (à 50 m au-sessus du sol)					
Zones / Situation	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5
Bocage dense, bois, banlieue	< 3,5	3,5/4,5	4,5/5,0	5,0/6,0	> 6,0
Rase campagne obstacles épars	< 4,5	4,5/5,5	5,5/6,5	6,5/7,5	> 7,5
Prairies plates quelques buissons	< 5,0	5,0/6,0	6,0/7,0	7,0/8,5	> 8,5
Lacs, mer	< 5,5	5,5/7,0	7,0/8,0	8,0/9,0	> 9,0
Crêtes*, collines	< 7,0	7,0/8,5	8,5/10	10/11,5	> 11,5

* Les zones montagneuses nécessitent une étude spécifique.

La comparaison des types d'éoliennes

Type	Avantages	Inconvénients
Éolienne à axe horizontal et pales	Choix le plus vaste Installateurs compétents Technologie éprouvée Prix Le meilleur rendement	Fonctionnement par intermittence Doit être orientée selon les vents Mauvais rendement avec des vents turbulents Emprise au sol du mât si haubanage Installation déconseillée sur un bâtiment Nuisances sonores éventuelles
Éolienne à axe vertical de type Savonius	Faible encombrement (selon les modèles) Peut être intégrée au bâtiment (selon les modèles) Démarrage même avec un vent de faible intensité Peu bruyante Pas de contraintes selon la direction du vent Bon comportement aux vents forts	Rendement faible Le poids peut être important Prix (selon les modèles)
Éolienne à axe vertical de type Darrieus	Peut être installée au sol Faible encombrement (selon les modèles) Peut être intégrée au bâtiment Pas de contraintes selon la direction du vent Bon comportement aux vents forts Peu bruyante	Démarrage difficile Rendement faible Prix (selon les modèles)

Avant de vous lancer, il faut également savoir si le site offre un gisement éolien exploitable pour obtenir un bon rendement sur la durée.

La carte des vents de la figure 160 donne une indication générale. Aucun projet ne peut être lancé sans étude préalable sérieuse des vents sur site.

Pour les éoliennes à axe horizontal, on considère qu'un vent moyen annuel de 4 m/s (à 10 m d'altitude) est un minimum. Un vent de 7 m/s assurera un fonctionnement optimal. Le gisement éolien du site devra assurer des vents réguliers de 4 à 12 m/s en moyenne. Des données de vent peuvent être obte-

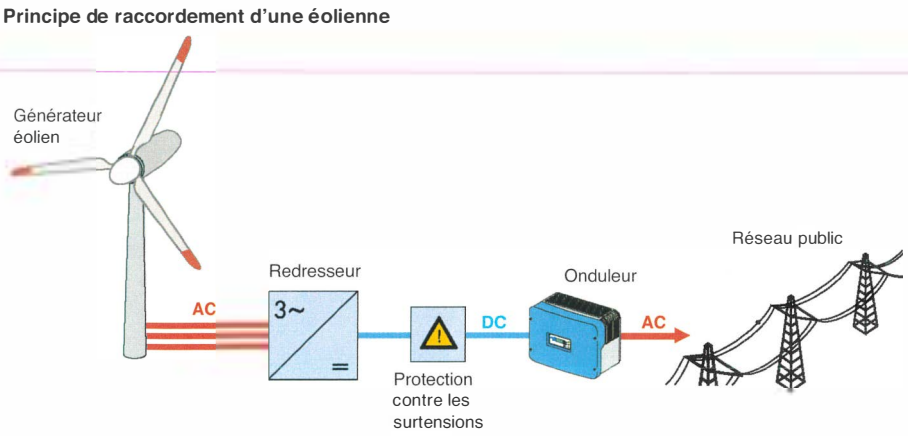


Figure 161 : Le raccordement d'une éolienne

nues auprès des agences départementales de Météo France, mais ces mesures sont prises au niveau d'une station qui ne présente pas forcément les mêmes caractéristiques que celles du site, même si elle est assez proche. De plus, ces données sont assez chères. L'Ademe propose également des cartes de gisement des vents, mesurés à différentes hauteurs dans diverses régions. Il est donc nécessaire de faire réaliser une étude approfondie dont le coût peut être élevé, avec des mesures prises *in situ* (anémomètre placé sur un mât avec girouette et boîtier enregistreur).

Si vous avez recours à un installateur professionnel, celui-ci pourra se charger de cette étude préalable. Comme indiqué, le courant produit par l'éolienne est soumis à des variations d'amplitude et de fréquence en fonction de la vitesse du vent. Plusieurs appareillages sont donc nécessaires pour permettre le raccordement (figure 161), que ce soit pour l'alimentation d'un site isolé ou pour la revente de la production. Les éoliennes produisent généralement un courant triphasé qui doit être transformé en courant continu par un redresseur. Ensuite, un système de protection contre les surtensions fournit un courant régulier à un onduleur, qui le transformera en courant alternatif, aux spécifications du réseau électrique (comme

pour l'installation photovoltaïque). Les protections contre les surtensions détournent automatiquement le flux de puissance excédentaire vers une résistance dissipatrice (résistance de charge).

Ce même principe de raccordement est valable également pour les petites turbines hydrauliques.

La microhydraulique

Une turbine transforme l'énergie fournie par l'écoulement de l'eau en énergie mécanique transmise à son axe qui entraîne une génératrice pour fabriquer de l'électricité.
Comme pour tous les systèmes de microproduction, l'électricité peut être réservée à l'autoconsommation ou revendue en la réinjectant dans le réseau public.
Il existe deux principes qui permettent d'utiliser l'énergie hydraulique. Le premier consiste à créer un barrage pour retenir l'eau et l'amener à la turbine à travers une conduite forcée. C'est le principe de production des grandes centrales hydroélectriques.
Le second consiste à créer une dérivation sur un cours d'eau. Le captage peut être de basse chute : un déversoir permet de barrer une partie du cours d'eau, une dérivation capte le flux pour la production. C'était la technique utilisée pour les moulins. Une autre possibilité dite de haute chute consiste à créer un déversoir en amont du cours d'eau et à créer une dérivation jusqu'à la centrale placée en aval et en contrebas. On dispose ainsi d'une hauteur de chute plus importante.
Si les principes restent simples, la législation est très stricte quant à la possibilité d'utiliser un cours d'eau même passant dans la propriété. La création d'une installation microhydraulique est un parcours semé d'embûches. Seules les chutes d'une puissance inférieure à 500 kW sont envisageables avec des démarches à peu près accessibles.
En effet, ce type d'installation est soumis à la loi du 16 octobre 1919 modifiée sur l'exploitation hydraulique, aux lois de 1976 sur la protection de la nature (avec étude d'impact), de 1984 sur la pêche, de 1992 sur l'eau, de la directive cadre européenne sur l'eau de novembre 2000... sans compter la demande de permis de construire et les procédures pour le raccordement au réseau électrique.

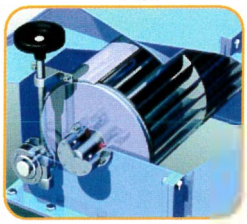
L'une des rares solutions intéressantes consiste à acheter un ancien moulin qui exploitait l'énergie d'un cours d'eau. Le moulin peut bénéficier d'une exploitation en titre. Ce droit appartient à un site dont le propriétaire ne peut être déchu sans son accord, concrétisé par un écrit. Ce droit remonte à l'Ancien Régime et a été reconnu par la République si l'exploitation du cours d'eau est antérieure à... 1789. Même si une demande d'autorisation d'exploitation est nécessaire, l'administration ne peut vous la refuser si le projet ne modifie pas le débit prélevé et la hauteur de chute.
En l'absence de documents écrits, la présence du moulin en 1745 sur la carte de Cassini est une preuve de son existence.
Dans tous les cas, il y a lieu de procéder également à des études de faisabilité pour connaître la puissance hydraulique exploitable, la pérennité du débit du cours d'eau selon les saisons, de dimensionner et de chiffrer le projet.
La puissance hydraulique dépend de deux facteurs : le débit (Q) et la hauteur de chute (H).

La microhydraulique

Les turbines à action

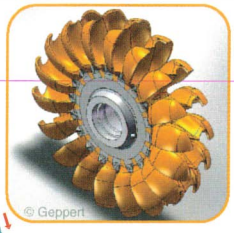
Turbine Banki ou à flux traversant

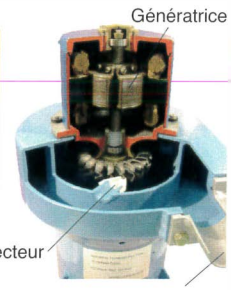


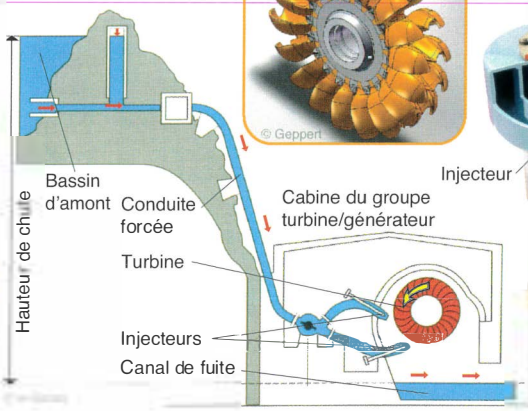


Utilisation	
Hauteur de chute	Moyenne à petite
Débit	Faible à moyen

Turbine Pelton



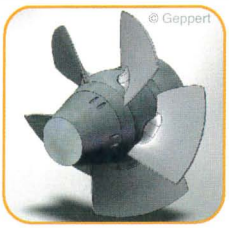


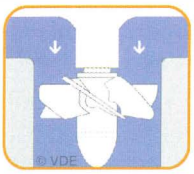


Utilisation	
Hauteur de chute	Grande
Débit	Faible

Les turbines à réaction

Turbine Kaplan

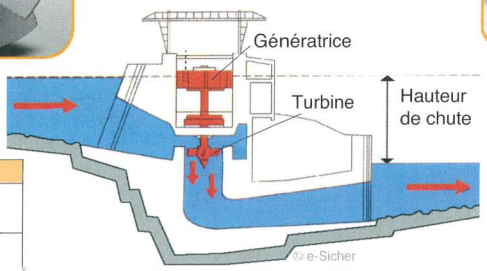




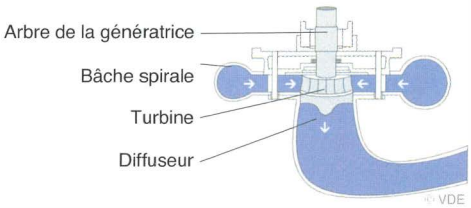
Turbine Francis



Utilisation	
Hauteur de chute	Moyenne
Débit	Moyen



Utilisation	
Hauteur de chute	Petite
Débit	Grand



Le raccordement électrique

Les types de génératrices			
Avantages/ inconvénients	Génératrice asynchrone	Génératrice synchrone ou alternateur	Génératrice à courant continu
Prix	☺	☹ (1)	☺ (2)
Rendement	😐	☺	☺
Vente de la production	☺	😐	☹
Auto-consommation	😐	☺	☺

(1) Prix élevé pour de faibles puissances.
(2) Prix élevé si acquisition d'un onduleur pour convertir le courant continu en courant alternatif. Possibilité de stockage du courant en batteries.

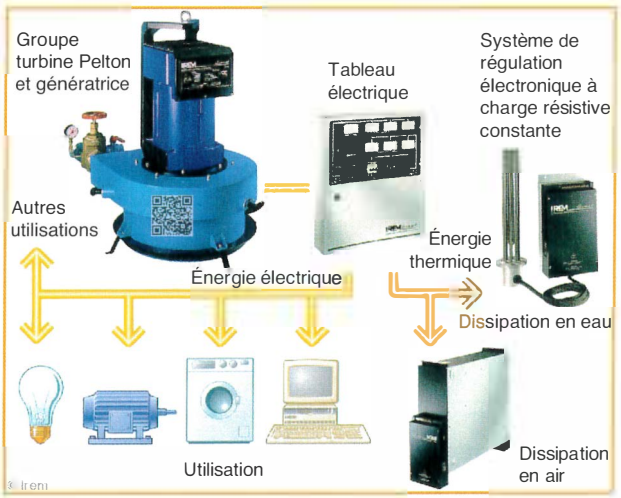


Figure 162 : La microhydraulique

La puissance disponible = 9,81 × Q × H (Q en litres par seconde, H en mètres).
La puissance exploitable = 9,81 × Q × H × R (R = rendement de l'installation de la turbine et du générateur, généralement compris entre 0,6 et 0,9).
Le projet risque également d'être assez lourd financièrement, surtout si vous devez réaliser des ouvrages de génie civil (barrage ou déversoir, conduite d'amenée, échelle à poissons...). La turbine et le générateur ont une durée de vie moyenne de 30 à 40 ans, sans remplacement ni intervention d'importance. En général, le retour sur investissement d'une installation raccordée au réseau est d'une dizaine d'années.
Il existe plusieurs types de turbines (figure 162) qui permettent de s'adapter aux conditions d'une chute (hauteur et débit). Les deux grandes familles sont les turbines à action et les turbines à réaction.

Dans les turbines à action, l'eau est projetée par des injecteurs dans des augets ou des aubes profilés placés sur la périphérie d'une roue. Le jet exerce une force sur l'auget qui est transformée en couple au niveau de l'axe de la turbine qui actionne le générateur. L'eau ressort en pluie.
Il existe deux types de turbines à action : les turbines Pelton et les turbines Banki-Mitchell ou à flux traversant (*cross flow*).
Les turbines Pelton sont adaptées aux chutes de grande hauteur (de 50 à 1 000 m) mais avec un faible débit (de 20 à 8 000 l/s), leur vitesse de rotation est comprise entre 500 et 3 000 tr/s et leur rendement est de 85 à 90 %. Le rendement reste correct dans toute la plage de débits. L'eau est projetée par des injecteurs dans des augets profilés pour obtenir le meilleur rendement tout en permettant à l'eau de s'échapper sur les côtés de la roue. Le nombre d'injecteurs réglables peut aller jusqu'à 6. Les augets (40 au maximum) comportent deux demi-pales. Le jet d'eau des buses atteint de façon tangentielle le milieu entre les augets. L'arête centrale des augets est presque tranchante ; si elle est mal conçue, les augets se détérioreront rapidement. Ils seront également sensibles aux eaux chargées en minéraux (silice, par exemple).
Le second type de turbine à action est la turbine Banki. Ce type de turbine est constitué d'un injecteur de section triangulaire qui permet de régler le débit, d'une roue en forme de tambour à pales profilées et d'un bâti enveloppant la turbine. L'énergie est transmise latéralement par l'axe de la roue au générateur, par l'intermédiaire d'un multiplicateur à engrenage ou à courroie (sa vitesse de rotation étant faible), ce qui rend l'appareil assez encombrant. Ce type de turbine est fiable et de construction simple. L'eau traverse deux fois la roue, ce qui permet de la nettoyer automatiquement. Les meilleurs rendements se situent aux alentours de 80 %. Une turbine Banki est adaptée aux chutes de 10 à 150 m et à des débits de 20 à 7 000 l/s.
La seconde famille de turbines est celle des appareils à réaction. Ce sont des machines fermées qui fonctionnent avec la vitesse de l'eau et la pression. La pression de l'eau est au maximum en entrée et diminue jusqu'à la sortie après récupération de l'énergie qu'elle procure. L'eau est envoyée dans une bâche (cavité circulaire située autour de l'hélice de la turbine) qui provoque un tourbillon permettant d'entraîner l'hélice et de diriger l'eau horizontalement. Ensuite, le profilage des pales de la turbine agit comme une aile d'avion en exploitant la

différence de pression entre le dessus et le dessous des pales. L'eau est projetée verticalement en sortie. Les modèles les plus courants sont la turbine Kaplan et la turbine Francis.
La turbine Kaplan ressemble à une hélice de bateau. Elle est bien adaptée aux faibles chutes (jusqu'à 10 m) et pour des débits de 300 à 10 000 l/s. C'est une machine assez complexe, notamment les modèles à pales variables, mais elle peut s'adapter à des débits entre 15 et 100 %, pour un rendement pouvant atteindre 85 %. En revanche, en plus d'offrir un bon rendement, ces machines sont aussi très compactes.

La turbine Francis est employée dans les cas de hauteur de chute et de débits moyens (hauteur de 5 à 100 m, débit de 100 à 6 000 l/s). L'eau arrive dans la turbine par une bâche spirale et est dirigée vers la roue à travers des injecteurs réglables (aubes entretoises fixes et aubes directrices à pas variable). Elle est ensuite éjectée par le bas dans un tube appelé aspirateur. Le rendement est excellent si le débit est compris entre 60 et 100 %.
Ce type de turbine peut faire office de pompe en utilisant l'alternateur comme moteur.
Les turbines Francis sont adaptées aux grandes installations hydroélectriques : elles équipent, par exemple, le barrage des Trois Gorges en Chine.

Les turbines transmettent l'énergie mécanique qu'elles produisent soit directement, soit par le biais d'un multiplicateur au générateur de courant. La génératrice permet de produire du courant continu ou alternatif. Il en existe de différents types présentés dans le tableau comparatif de la figure 162.

La production en site isolé

La production d'électricité à partir de différents moyens (dont les énergies renouvelables) peut également être envisagée comme moyen unique pour alimenter un site isolé non raccordé au réseau. Cela peut relever d'un choix personnel ou être une nécessité due au coût de raccordement au réseau public s'il est éloigné. Cette configuration s'appelle un réseau en îlotage. Le procédé le plus simple consiste, par exemple, à produire l'électricité avec des panneaux photovoltaïques et à la stocker dans des batteries, pour les périodes où les panneaux ne produisent pas (figure 163). Le point faible de ce type d'installation est le stockage en batteries. Leur capacité est limitée pour une durée de vie de cinq à huit ans, voire 15 ans pour les plus performantes. Le budget de remplacement est par conséquent très élevé. Il est bien entendu impératif d'utiliser des modèles spécialement adaptés à cet usage, généralement des batteries au plomb.

On raccorde les batteries au circuit AC au moyen d'un onduleur à batteries. Celui-ci permettra de les charger mais également d'en réguler la charge pour éviter les décharges profondes ou les surcharges. Dans cette configuration, l'onduleur peut déconnecter automatiquement le consommateur si les batteries sont déchargées. Pour la charge, il utilise donc le courant alternatif produit par l'onduleur des panneaux photovoltaïques et le transforme en courant continu. Quand les panneaux ne produisent plus, il transforme le courant continu stocké dans les batteries en courant alternatif qu'il réinjecte dans l'installation. La disponibilité de l'énergie est donc très limitée.

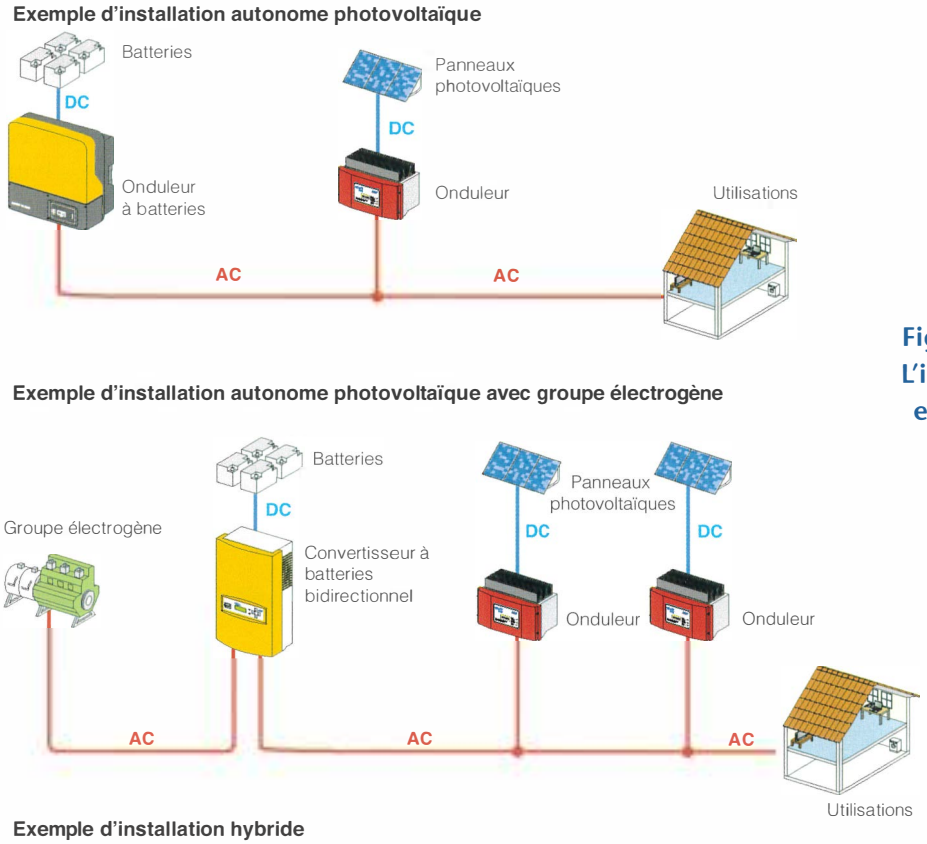


Figure 163 : L'installation en îlotage

Certains onduleurs à batterie peuvent disposer également d'un contact automatique de démarrage, par exemple pour un groupe électrogène. Dès que la charge des batteries devient insuffisante, il démarre le groupe afin d'assurer la continuité de l'énergie. Il le coupera lorsqu'un autre moyen de production pourra prendre le relais. On peut également réaliser une installation hybride mêlant plusieurs modes de production (éolien et photovoltaïque, par exemple).

Quelques panneaux peuvent être dédiés uniquement à la charge des batteries

pour pouvoir profiter pleinement de la production de ceux dédiés à l'alimentation de l'installation.

Des appareils encore plus évolués techniquement, comme les convertisseurs à batteries bidirectionnels (figure 164), peuvent gérer tout un réseau avec de multiples sources, soit alternatives produites par des énergies renouvelables ou par un groupe électrogène ou un basculement sur le réseau public, s'il existe, et des sources continues comme une pile à combustible ou des batteries. Outre toutes les fonctions automatiques, ce type d'installation peut être géré et surveillé à distance via Internet ou smartphone.

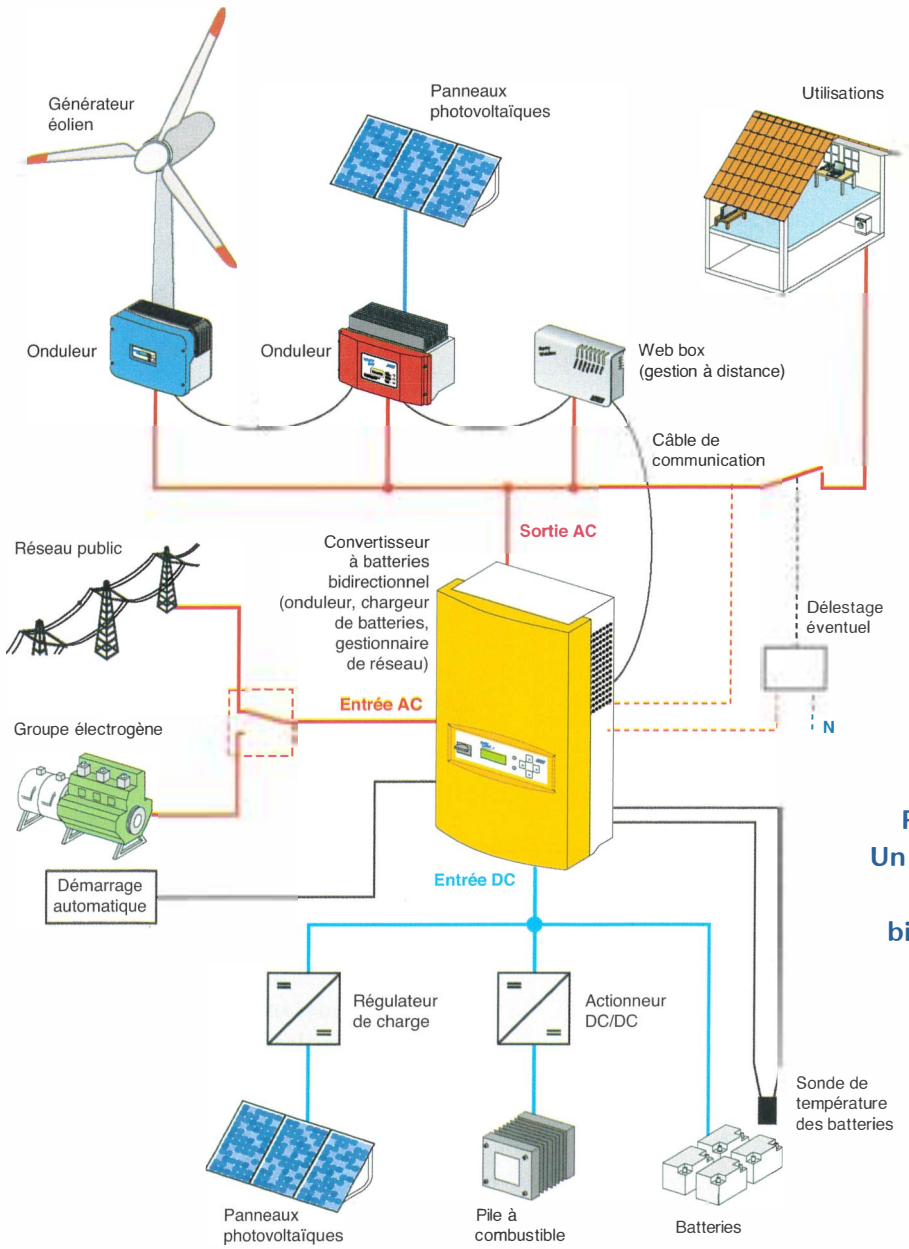


Figure 164 : Un convertisseur à batteries bidirectionnel

Pour alimenter une habitation en site isolé de façon autonome, vous devrez faire une estimation au plus juste de vos besoins en électricité afin de bien dimensionner l'installation de production. Bien entendu, vous devrez prévoir une autre énergie que l'électricité pour le chauffage, la cuisson des aliments ou la production d'eau chaude. Cette dernière peut être réalisée avec des panneaux solaires thermiques pour la base et éventuellement un complément électrique.
L'électricité que vous produirez devra être réservée uniquement aux utilisations pour lesquelles elle est indispensable, comme les appareils électroniques, les appareils électroménagers à moteur (aspirateur, réfrigérateur, machine à laver). Cette dernière pourra être prévue en double alimentation (eau chaude et froide) si vous disposez d'une autre énergie pour chauffer l'eau.
Le développement des piles à combustible à hydrogène s'annonce comme une alternative prometteuse aux batteries. L'hydrogène peut être produit simplement avec de l'eau et n'importe quelle source d'électricité, en l'occurrence renouvelable, pour être stocké et réutilisé, même longtemps après.

Mises en œuvre d'une installation

Cette partie de l'ouvrage concerne la pratique et les techniques de mise en œuvre des matériels et systèmes présentés. La première section présente l'outillage nécessaire, le matériel à utiliser et les savoir-faire qui ne relèvent pas à proprement parler du domaine de l'électricité, mais que tout électricien professionnel ou amateur doit connaître pour mener à bien une installation électrique. Les mises en œuvre présentées sont conformes aux dispositions de la norme NF C 15-100 et de ses derniers amendements. Respectez-les quelle que soit la nature de du projet (neuf, rénovation, extension). Ne commencez pas la réalisation de l'installation sans en avoir établi au préalable le plan architectural et de distribution, comme expliqué dans la deuxième partie.

Avant de commencer

L'outillage

L'outillage nécessaire pour réaliser une installation électrique de base est simple et tout bricoleur averti en possède déjà une bonne partie (figure 165).

L'outillage de base, propre aux travaux d'électricité, se compose comme suit :

- un jeu de tournevis plats en bon état et de tailles diverses, impérativement à manche isolé (et lame isolée éventuellement) ;
- au moins deux tournevis Pozidriv et Phillips en diverses tailles ;
- un tournevis testeur ;
- une pince universelle à manche isolé ;



Figure 165 : Les outils de base

- une pince coupante en diagonale à manche isolé ;
- une pince à dénuder à vis à manche isolé ;
- une pince à bec étroit à manche isolé ;
- un couteau d'électricien ;
- un marteau de menuisier (le marteau dit d'électricien était parfait lorsque les moulures étaient en bois mais il est désormais un peu trop léger) ;
- au moins un ciseau à bois de taille moyenne ;
- un mètre ;
- un crayon à papier ;
- un niveau à bulle ;
- une lime et une râpe à bois ;
- une scie à métaux ;
- un traceur à cordeau (qui pourra servir de fil à plomb).

Cela constitue la panoplie élémentaire. Cependant, selon le type d'installation que vous désirez réaliser, d'autres outils sont nécessaires. Pour les pinces à dénuder, par exemple, il existe des modèles automatiques, plus chers mais aussi d'utilisation plus rapide. Si vous envisagez de poser des câbles, prévoyez un outil spécifique pour cet usage. Sa lame réglable permet de couper les gaines extérieures sans endommager l'isolant des conducteurs. Une perceuse à percussion ou mieux, un perforateur, est indispensable, quel que soit le type d'installation à réaliser. Choisissez de préférence un modèle sur lequel il est possible d'adapter un mandrin classique, ce qui vous permettra d'utiliser aussi des forets à bois, en désactivant la percussion. Ce type de perceuse accepte généralement des forets à queue de type SDS. Prévoyez-en de différents diamètres, au minimum un de 6 mm, un de 8 mm (percement des trous pour les chevilles de fixation des divers appareillages), un de 16 et un de 20 mm (taille des conduits les plus utilisés). Ces deux derniers diamètres vous permettront de percer les parois pour passer les gaines. Prévoyez-les de longueur suffisante, soit une trentaine de centimètres, voire plus pour les murs de vieilles bâtisses.

Vous aurez besoin d'un multimètre électrique multifonction (figure 166). Cet appareil permet de vérifier la présence ou l'absence de courant. Il permet aussi d'effectuer des tests de continuité pour tester des lignes ou identifier des conducteurs (fonction ohmmètre). Les appareils présentés sont professionnels, il existe des modèles plus simples dans des gammes de prix abordables. Les multimètres les moins chers sont les modèles analogiques (avec aiguille). Les plus évolués possèdent un affichage numérique. Choisissez néanmoins un appareil de bonne fabrication pour votre sécurité. Il existe des pinces ampèremétriques qui disposent de fonctions de multimètre. Cependant, la fonction première de cet appareil reste la mesure de l'intensité. Équipez-vous-en si vous en avez un réel besoin.

D'autres appareils de mesure sont requis, comme le testeur d'installation électrique (voir page 395). Son utilisation est rendue nécessaire par la norme. Effectivement, pour obtenir l'attestation de conformité, il est désormais obligatoire de mesurer la prise de terre, de vérifier la continuité du conducteur de protection, de tester le seuil de déclenchement des dispositifs différentiels à haute sensibilité et de tester la résistance d'isolement de l'installation. Le testeur d'installation est un appareil polyvalent de prix élevé que seuls les professionnels peuvent rentabiliser. Par conséquent, faites appel à un



Multimètre analogique professionnel

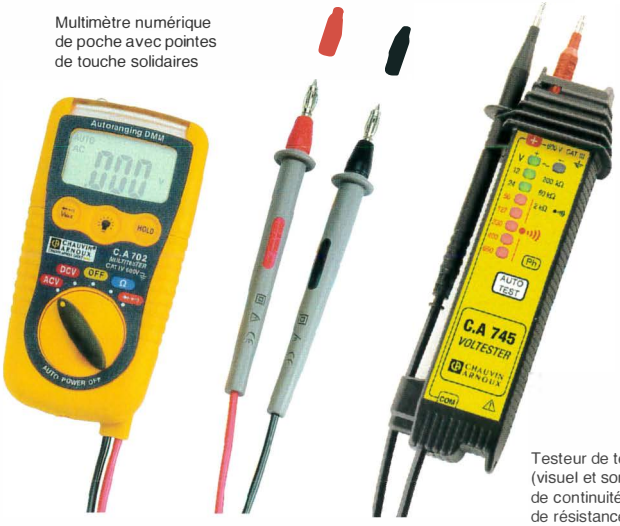


Multimètre numérique professionnel



Pince ampèremétrique multimètre

Multimètre numérique de poche avec pointes de touche solidaires



Testeur de tensions (visuel et sonore), de continuité et de résistances

Figure 166 : Exemples de multimètres

électricien pour effectuer ces mesures ou adressez-vous à un loueur spécialisé. D'autres appareils ont des fonctions plus réduites et spécialisées : mesure de la terre, test de continuité… mais il vous faudrait presque un appareil par fonction. Pour une installation apparente sous profilés en plastique, il est nécessaire de se munir du matériel suivant :

- une boîte à onglets avec scie à dos plat ou une scie d'encadreur, très pratique lorsque les coupes ne sont pas à 45° ;
- du matériel de fixation pour la moulure, à savoir des clous de 30 × 1 mm (pour la fixation dans le plâtre) ou une agrafeuse électrique et de la colle spécifique. Pour les matériaux durs (béton, briques pleines, pierre), utilisez des vis et des chevilles ou des chevilles à fixation immédiate ;

- du matériel de fixation pour appareillage (vis et chevilles). N'utilisez pas de vis trop grosses ; des vis moyennes 4 × 20 mm et 4 × 30 mm permettent de fixer la plupart des appareillages (des vis de taille trop importante pourraient endommager l'appareillage et des vis trop petites n'assureraient pas une bonne fixation). Vous pouvez utiliser des vis VBA (vis bois aggloméré), très performantes. Pour de telles vis, des chevilles de diamètre 6 ou 8 mm suffisent.

Pour une installation encastrée, il est nécessaire de s'équiper de :
- divers ciseaux et pointerolles de maçon ;
- un ciseau à briques ;
- une massette ;
- un vieux ciseau à bois (très utile pour les encastrements dans les cloisons) ;
- des clous pour maintenir les conduits dans les saignées.

Pour réaliser les trous de boîtes d'encastrement, il existe des scies cloche adaptées aux matériaux durs et utilisables avec un perforateur. Il existe aussi des scies cloche pour matériaux tendres comme les plaques de plâtre ou le bois, utilisables avec une perceuse (figure 167).

Veillez à bien vous munir de scies cloche d'un diamètre adapté à celui des boîtes d'encastrement. Pour les boîtes destinées aux cloisons creuses ou aux doublages, utilisez une scie cloche de même diamètre que le diamètre extérieur des boîtiers (par exemple 67 mm). Pour les boîtes rondes à sceller dans la maçonnerie, utilisez une scie cloche d'un diamètre supérieur pour que le plâtre se répartisse entre le percement et le boîtier.
De plus en plus de fabricants proposent des boîtes d'encastrement carrées. Dans ce cas, vous devrez réaliser un percement avec une scie cloche, puis terminer les angles manuellement. Pour des boîtes d'appareillage multipostes oblongues, il existe des gabarits permettant de tracer les axes de perçage correspondants. Il existe également des boîtes multi-usages permettant une installation par scellement, collage ou serrage avec pattes de fixation (comme celles pour les cloisons creuses).

Pour réaliser des saignées dans les parois, il est pratique d'utiliser des appareils spécialisés : les rainureuses à fraise ou à disques diamant (figures 168 et 169). Dans les cloisons, la norme exige d'avoir recours à ces appareils afin de ne pas les fragiliser lors du creusement.

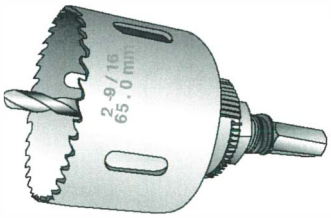
Les rainureuses à disques diamant conviennent à tous types de parois, des plus tendres (carreaux de plâtre, béton cellulaire, briques creuses) aux plus dures (moellons, parpaings, brique pleine, béton…). Elles disposent de deux disques diamant parallèles dont l'écartement détermine la largeur de la saignée. Le réglage de l'écartement est généralement possible de 7 à 35 mm environ. La profondeur maximale des saignées est légèrement inférieure à 50 mm, selon les modèles. Les rainureuses sont indiquées pour les saignées en ligne droite. Il n'est pas possible de faire de courbes, seuls les parcours obliques sont possibles. Vous devrez ensuite évider manuellement la matière entre les deux saignées. Il existe des modèles à trois disques qui permettent d'évider totalementt la rainure.

Il existe également des rainureuses à fraise. Une fraise profilée avec des dents renforcées au carbone permet de réaliser des saignées et de les évider en

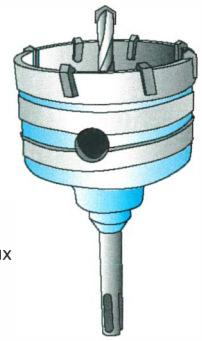
Les scies cloche

Les modèles

Scie cloche munie de dents au carbure pour percement des trous de boîtier dans les matériaux durs (pierre, brique pleine…) avec percussion, ou pleins (sans percussion) comme les carreaux de plâtre ou le béton cellulaire.



Scie cloche en acier pour percement des trous de boîtier dans les matériaux tendres comme les plaques de plâtre, les doublages ou le bois.







Modèle avec ressort d'extraction de la découpe

Utilisation des scies cloche

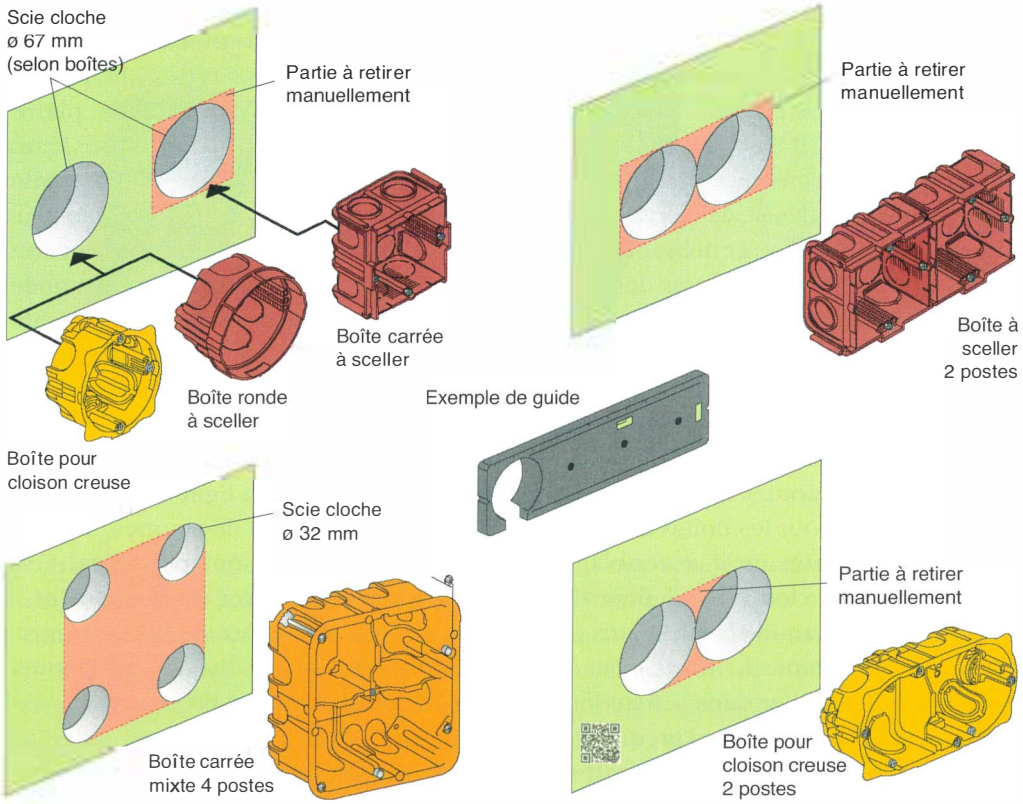


Figure 167 : Les scies cloche

Les rainureuses à disques diamant

Exemples de modèles

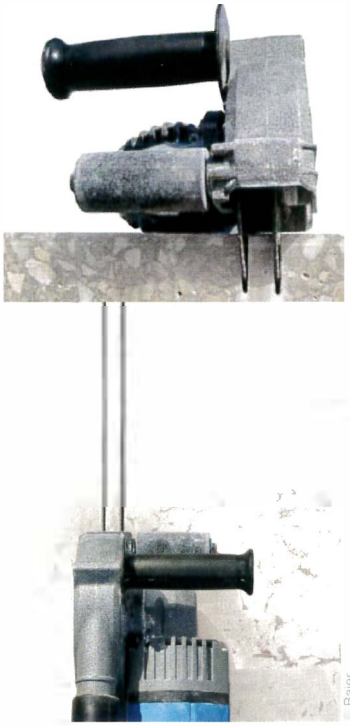


Elles permettent des saignées de 7 à 45 mm de profondeur (selon les réglages de hauteur) et de 7 à 35 mm de largeur (selon le réglage d'écartement des disques).



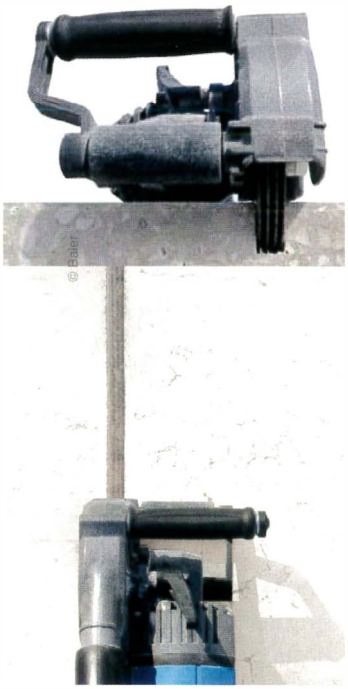
La rainureuse permet de réaliser des tranchées dans tous types de matériaux, des plus tendres aux plus durs : brique pleine, parpaing, pierre, béton… Portez lunettes, gants et masque de protection et raccordez la machine à un aspirateur.

Les rainureuses à deux ou trois disques



La rainureuse à deux disques diamant réalise des coupes parallèles. Il suffit ensuite d'évider la saignée au marteau et au burin.





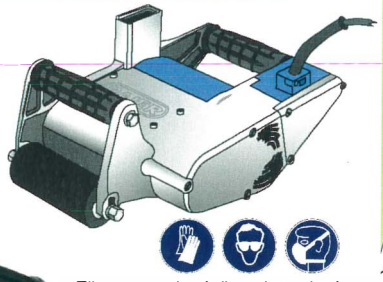
La rainureuse à trois disques diamant réalise des coupes parallèles mais il n'est pas nécessaire d'évider la saignée, les lamelles découpées sont éjectées directement.

Figure 168 : Les rainureuses à disques diamant

Autres solutions pour la réalisation des saignées

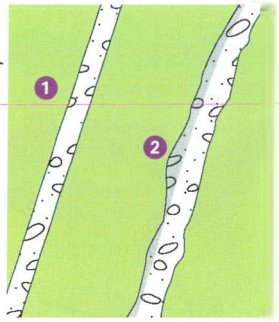
Les rainureuses à fraise

Exemple de fraise





Elle permet de réaliser des saignées dans des matériaux tendres ou semi-durs tels que l'enduit de plâtre, les carreaux de plâtre, le béton cellulaire, la brique creuse, la brique pleine enduite de plâtre.
Elle autorise des saignées de 23 à 35 mm de profondeur et de 13 à 30 mm de largeur (selon la fraise utilisée).



1 Exemple de saignée dans un matériau tendre.

2 Exemple de saignée dans un mur enduit de plâtre.

Les gouges sur perforateur

Vous pouvez également utiliser une gouge de taille appropriée, montée sur un marteau perforateur électropneumatique burineur. C'est un marteau pneumatique dont on peut arrêter la rotation du mandrin pour ne conserver que la frappe et l'utiliser en marteau-piqueur. Ce système permet de réaliser des saignées dans de la pierre, de la brique pleine, du parpaing. Cette solution est à proscrire pour les cloisons.

Exemple de gouge

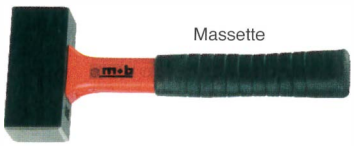




© AEG

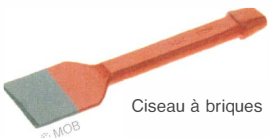
Les solutions manuelles

Vous pouvez réaliser des saignées dans la pierre, la brique pleine et le parpaing au moyen d'outils manuels. Cette solution est à proscrire pour les cloisons.



Massette

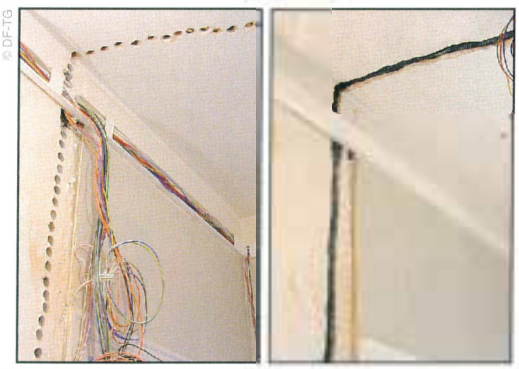
© MOB



Ciseau à briques

© MOB

Autre solution consistant à réaliser des percements avec un foret adapté à la largeur de la saignée, puis à terminer avec un marteau et un burin ou un vieux ciseau à bois pour les cloisons.

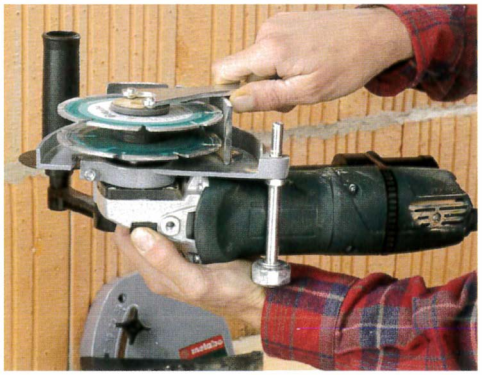


© DF-TG

Figure 169 : Les autres solutions pour réaliser des saignées

une seule opération. La largeur de la saignée dépend de la largeur de coupe de la fraise. Ces modèles sont confortables pour travailler dans des matériaux tendres : carreaux de plâtre, béton cellulaire, briques creuses, mais sont moins performants dans les matériaux plus durs, voire inefficaces et difficiles à maîtriser dans le béton ou certaines pierres. Attention, ces machines engendrent une quantité impressionnante de poussière fine. Il est impératif de les raccorder à

Exemple d'utilisation d'une rainureuse



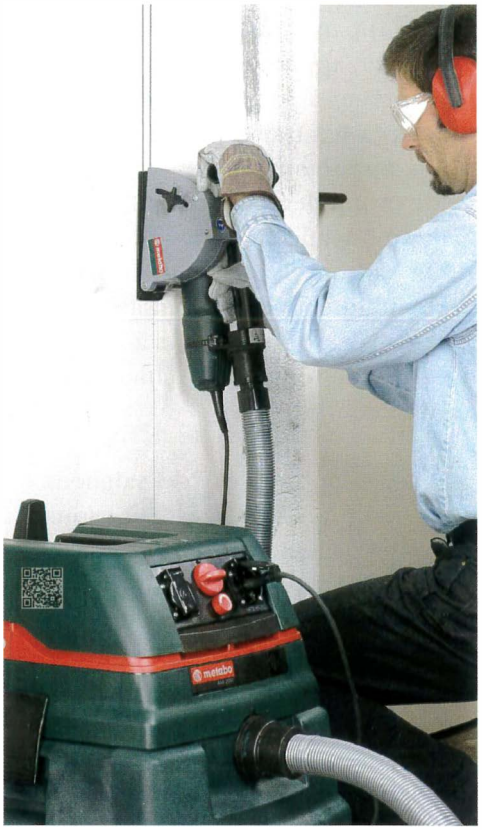
1 Placez des entretoises entre les deux disques diamant pour régler la largeur de coupe.



2 Réglez également la profondeur de coupe avec l'écrou papillon. Raccordez la machine à un aspirateur de chantier.



3 Appliquez la rainureuse à l'endroit de la saignée, mettez-la sous tension, enfoncez les disques dans la paroi et déplacez lentement la machine.



4 Vous pouvez utiliser un aspirateur de chantier se mettant automatiquement en route dès que la machine fonctionne. N'oubliez pas de vous équiper de protections personnelles.



5 Vous pouvez réaliser des saignées dans la plupart des matériaux (selon les machines). La partie centrale de la saignée doit être retirée avec un marteau et un burin.

Figure 170 : L'utilisation d'une rainureuse

un aspirateur spécial. Le coût d'une rainureuse ne justifie pas son achat pour un projet unique. Il est préférable de la louer dans un magasin spécialisé. Équipez-vous des protections nécessaires : lunettes de protection, gants, masque à poussière. La figure 170 présente l'utilisation d'une rainureuse. Les saignées s'exécutent

après la réalisation des trous de boîtiers. Présentez l'appareil au début de la saignée à réaliser, appliquez-le sur la paroi, lancez le moteur à son régime maximal, puis enfoncez les fraises dans la paroi. Restez en appui en fin de course du réglage de profondeur, moteur en régime maximal, puis avancez latéralement sans forcer. On sait que la profondeur maximale est atteinte quand le moteur ne peine plus. Ne donnez pas d'à-coups, n'essayez pas de forcer la machine pour réaliser une courbe.

Si le projet comporte peu de saignées à réaliser dans un matériau dur, vous pouvez opter également pour une gouge montée sur un perforateur burineur. Cette solution permet de travailler dans des matériaux durs, mais reste assez lente.

Pour reboucher les saignées, une fois les gaines installées, vous devrez faire du plâtre.Vous devez posséder au minimum :

- une truelle de plâtrier ;
- une langue de chat ;
- une truelle Berthelet ;
- une auge de maçon.

La technique du plâtre est présentée à la page 287.

D'autres appareils électroportatifs peuvent se révéler utiles. Une visseuse électrique, par exemple, facilite le travail. Une agrafeuse électrique est pratique pour fixer les profilés.

Cette liste peut sembler importante pour un néophyte, mais elle représente le minimum nécessaire pour réaliser une installation dans les meilleures conditions.

Le matériel

Afin d'offrir une parfaite qualité et des performances optimales en toute sécurité, le matériel doit être conforme à la norme européenne EN ou aux normes françaises et être estampillé du logo NF ou NF USE (figure 171). Le marquage NF USE tend à disparaître au profit d'un marquage NF Électricité ou HAR pour ce qui concerne les conducteurs et les câbles. Il existe un logo pour chaque type de matériel (luminaire, alarme, matériel électrique, appareil de chauffage).
Le marquage CE atteste de la conformité d'un produit aux dispositions de la directive Basse tension et/ou de la directive Compatibilité électromagnétique en matière d'environnement électromagnétique. Le marquage CE ne garantit pas que les produits ont été testés en laboratoire et n'atteste pas d'un niveau de performance, ni de son aptitude à la fonction, contrairement à la marque NF.

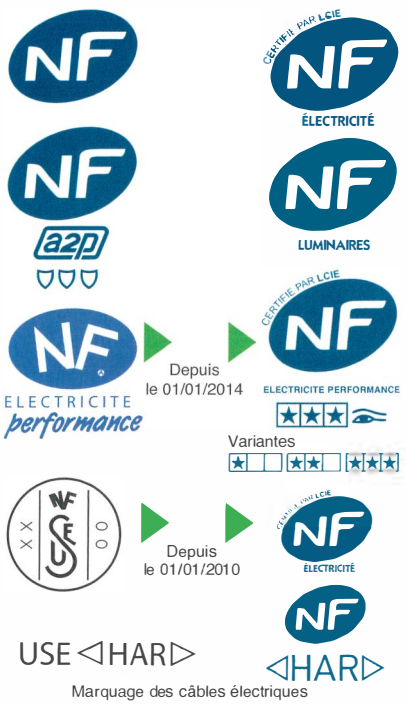


Figure 171 : Les logos NF

Les conducteurs

Le rôle des conducteurs est de transporter l'énergie électrique vers les divers points d'utilisation. Leur choix se fera donc en fonction de nombreux critères :
- quantité d'énergie à transporter ;
- longueur utilisée ;
- influences externes ;
- modes de pose ;
- etc.

La norme a bien évidemment pris en compte toutes ces conditions et le domaine d'emploi de chaque conducteur est défini avec précision.
On rencontre deux types de conducteurs : les conducteurs isolés et les câbles.

Les conducteurs isolés

Les conducteurs isolés (figure 172) se composent d'une âme conductrice et d'une enveloppe isolante. L'âme conductrice est généralement en cuivre. Elle peut être massive (pour les petites sections jusqu'à 4 mm^2), multibrin (ensemble de brins massifs de petite section) pour les fils à partir de 6 mm^2, souple pour toutes les sections.
L'enveloppe isolante, généralement en PVC pour les conducteurs utilisés dans les installations domestiques, est de différentes couleurs afin de faciliter leur repérage.
Les sections les plus utilisées sont :
- 1,5 mm^2 pour les circuits d'éclairage et les prises de courant ;
- 2,5 mm^2 pour les prises de courant ;
- 4 et 6 mm^2 pour les circuits de puissance.

La norme impose un code couleur. Le conducteur de protection, ou de terre, doit être repéré par la double coloration vert et jaune. Le conducteur de neutre est toujours bleu clair. La couleur des autres conducteurs est libre. Par convention, on utilise le rouge, le noir ou le marron pour le conducteur de phase. Les autres couleurs sont surtout utilisées pour le repérage des circuits d'éclairage.
Les conducteurs H07V-U disposent d'une âme rigide monobrin en cuivre. Les conducteurs H07V-R disposent d'une âme composée de plusieurs brins de cuivre rigide. Les conducteurs H07V-K ont une âme constituée de brins de cuivre souples.

Les câbles

Les câbles consistent en plusieurs fils isolés de même section réunis sous une ou plusieurs enveloppes isolantes supplémentaires en fonction de leur domaine d'utilisation. Ils peuvent également contenir une armature métallique qui renforce leur résistance aux chocs mécaniques. Les câbles les plus courants dans une installation domestique en monophasé contiennent trois conducteurs : un vert et jaune pour la terre, un bleu pour le neutre, un noir ou marron pour la phase.
Il existe donc un vaste choix selon la section, le nombre de conducteurs, la rigidité et les diverses protections extérieures.

Pour la distribution de la télévision, on utilise du câble coaxial. Il peut avoir une gaine extérieure noire anti-UV, pour une utilisation en extérieur, blanche ou crème, pour une utilisation en intérieur.
Avec les réseaux de communication, le classique câble téléphonique (PTT 278) laisse la place à des câbles plus techniques. Ces câbles disposent de 4 paires de conducteurs de couleurs différentes, avec plus ou moins de gaines de blin-

Fils et câbles domestiques

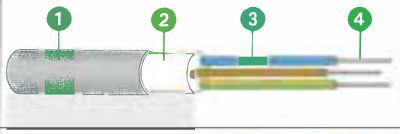
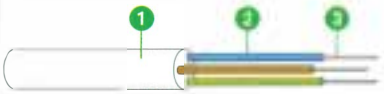
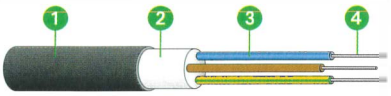
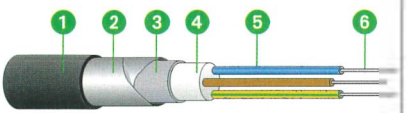
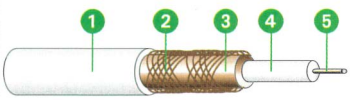
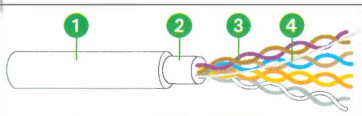
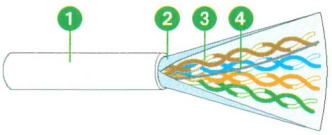
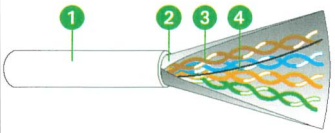
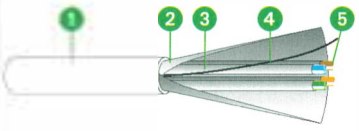
Type	Schéma	Constitution	Sections
H 07V-U **H 07V-R** **H 07V-K**		1 Isolant en PVC 2 U : âme rigide R : âme rigide câblée en cuivre K : âme souple en cuivre	U : de 1,5 à 4 mm² R : de 6 à 300 mm² K : de 0,75 à 95 mm²
A 05VV-U **A 05VV-R** **ou** **FR-N 05VV-U** **FR-N 05VV-R**		1 Enveloppe en PVC 2 Gaine de bourrage 3 Isolant en PVC 4 U : âme rigide en cuivre R : âme rigide câblée en cuivre	U : de 1,5 à 4 mm² R : de 4 à 16 mm² de 2 à 5 conducteurs
H 05VV-F **A 05VV-F**		1 Enveloppe en PVC 2 Isolant en PVC 3 Âme souple en cuivre	U : de 0,5 à 6 mm² de 2 à 5 conducteurs
U 1000 R 2V		1 Gaine en PVC 2 Gaine de bourrage élastoplastique 3 Isolant en PRC 4 U : âme rigide en cuivre	De 1,5 à 240 mm² De 1 à 5 conducteurs
U 1000 RVFV		1 Gaine en PVC 2 Armature (deux feuillards d'acier) 3 Gaine d'étanchéité en PVC 4 Bourrage électroplastique 5 Isolant en PVC 6 Âme en cuivre	De 1,5 à 120 mm² De 2 à 5 conducteurs
COAXIAL		1 Gaine en PVC 2 Tresse de cuivre 3 Feuillard de cuivre 4 Isolant 5 Âme en cuivre	Pour circuits d'antennes de télévision. Gaine noire : extérieur Gaine blanche : intérieur
PTT 278		1 Gaine en PVC 2 Étanchéité (ruban ou bourrage) 3 Conducteurs en cuivre isolé 4 Fil de drain ou de dénudage	PTT 278 pour lignes téléphoniques existantes UTP pour lignes téléphoniques du réseau de communication et réseau 10 BaseT (Grade 1)
UTP			
FTP **Catégorie 5**		1 Gaine en PVC 2 Feuillard de blindage 3 Conducteurs en cuivre isolé 4 Fil de drain	Pour circuits du réseau de communication : téléphone, réseaux de 10 à 1 000 BaseT (Grades 1 et 2)
SFTP **SSTP** **Catégorie 6**		1 Gaine en PVC 2 Blindage (tresse ou feuillard) 3 Blindage des paires 4 Fil de drain 5 Conducteurs en cuivre isolé	Pour circuits du réseau de communication : téléphone, réseaux de 10 à 1 000 BaseT et images TV (Grade 3)

Figure 172 : Les conducteurs électriques

dage, selon le niveau d'équipement choisi. Par exemple, pour un réseau de communication distribuant les images TV, vous devez choisir un câble de catégorie 6 avec double blindage.

La dénomination

La dénomination sert, grâce à un code établi, à préciser les caractéristiques d'un conducteur (pour la distribution du courant électrique). Elle est définie par le Cenelec (comité européen de normalisation de l'électrotechnique) qui, comme son nom l'indique, vise à l'harmonisation européenne des conducteurs. Quelques câbles ont conservé une dénomination nationale.

Les câbles sont désignés par un ensemble de lettres et de chiffres. La première lettre indique l'étendue nationale ou internationale. A désigne un type national reconnu, H, un type harmonisé, FR-N, un type national avec une désignation internationale et U indique un type national avec l'ancienne désignation UTE.

Exemples

Un conducteur isolé apparaît avec la dénomination Cenelec sous le code : H 07 V-U. 1,5 mm².

H indique que le conducteur est harmonisé ;

07 indique la tension nominale (700 V maximum) ;

V indique la nature de l'isolant (PVC) ;

U indique une âme rigide massive (il est noté aussi R pour une âme rigide multibrin et K pour une âme souple).

Pour un câble multiconducteur, on trouvera les indications sur les conducteurs à la fin du code. Par exemple : 3 G 1,5, où 3 indique le nombre de fils ; G indique que l'un des conducteurs est de couleur vert et jaune (pour la terre). Pour un câble sans conducteur de terre, on trouverait 3 × 1,5 ; 1,5 indiquant la section des âmes des conducteurs.

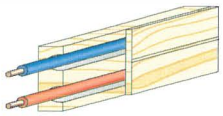
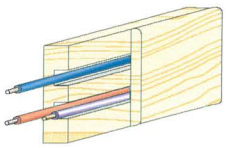
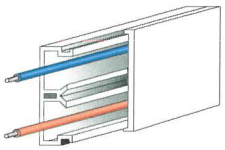
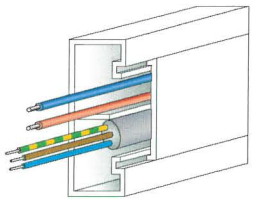
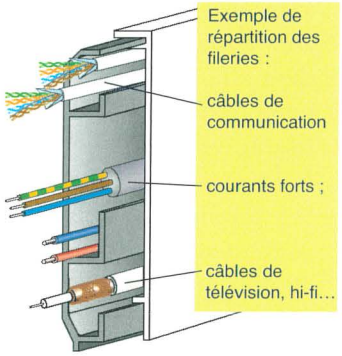
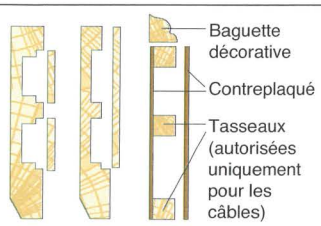
On trouve dans le commerce des câbles A05VV-U3G1,5 mm² (Cenelec) et des câbles U 1000 RVFV 2 × 10 mm² (UTE). La figure 172 présente les conducteurs les plus couramment utilisés dans les installations domestiques.

Les profilés

Le passage des conducteurs et câbles peut s'effectuer en apparent sous des profilés en plastique appelés moulures, goulottes ou plinthes électriques. Ils contribuent à assurer la protection des conducteurs.

Les profilés les plus courants sont :

- les moulures en plastique (profilés de petite taille). Elles permettent le passage des câbles. Les conducteurs ne sont admis que si les moulures répondent à la norme NF EN 50085-2-1, qui garantit une protection mécanique suffisante et l'impossibilité de démonter le couvercle sans le recours à un outil. Les moulures respectant cette norme portent sa référence. Pour respecter la continuité du degré de protection IP imposé par la norme, elles doivent être mises en œuvre avec leurs accessoires (tés, angles, etc.) ;
- les goulottes en plastique (moulures hautes et larges). Elles sont soumises aux mêmes exigences que les moulures en plastique ;
- les plinthes en plastique qui viennent en remplacement des plinthes traditionnelles et permettent le passage des conducteurs électriques ;
- les plinthes, les moulures et les chambranles en bois. Ils ne sont autorisés

Moulures, goulottes et plinthes				
Type	Schéma	Locaux secs (1)	Locaux temporairement humides (2)	Locaux humides (3)
Moulure bois		Déconseillé (a)	Interdit (b)	Interdit (b)
Chambranle rainuré bois		Déconseillé (a)	Interdit (b)	Interdit (b)
Moulure plastique		Autorisé	Autorisé	Interdit (b)
Goulotte plastique		Autorisé	Autorisé	Interdit (b)
Plinthe plastique		Autorisé	Autorisé	Interdit (b)
Plinthes bois		Déconseillé (a)	Interdit (b)	Interdit (b)

(a) autorisé uniquement dans les monuments historiques. (b) autorisé comme protection d'un conducteur de terre.

(1) Séjour, chambre, entrée, bureau, grenier.
(2) Cuisine, salle d'eau (volumes 2 et 3 sous certaines conditions), cave, cellier, garage.
(3) Buanderie, volumes 0 et 1 de la salle d'eau.

Figure 173 : Les moulures, plinthes et profilés

que dans les monuments historiques et doivent répondre à la norme NF C 68-091 (Plinthes, moulures et chambranles en bois : règles et dimensions).

Les moulures en plastique sont disponibles sous diverses formes. Par exemple, les fabricants proposent des goulottes en quart de rond pour les angles, plus discrètes et décoratives. La figure 173 donne un aperçu des divers profilés et de leur domaine d'application.
Les conducteurs transportant du courant fort doivent circuler dans des rainures distinctes des profilés de ceux transportant du courant faible (téléphone, télévision…).

Les conduits

Selon leur type (figure 174), ils sont destinés à assurer la protection des conducteurs dans les montages apparents, dans un vide de construction ou en encastré. N'utilisez pas de conduits anciens ou de récupération.
Ils sont caractérisés par un marquage à leur surface qui indique leur conformité aux normes, leur diamètre extérieur et un ensemble de lettres et de chiffres. La première lettre peut être I (isolant), M (mécanique) ou C (composite). La deuxième lettre (ainsi que la troisième, si le marquage comporte quatre lettres) peut être R (rigide), C (cintrable), T (transversalement élastique), S (souple). La dernière lettre indique l'aspect intérieur du conduit : A (annelé), L (lisse).

Une série de quatre chiffres après les trois ou quatre lettres indiquent dans l'ordre la résistance à l'écrasement, la résistance aux chocs, la température minimale d'utilisation et la température maximale d'utilisation. Le tableau de la figure 175 présente le détail de la codification des conduits.

Exemple

ICTA 3422 correspond à un conduit isolant, cintrable, transversalement élastique à intérieur annelé avec une résistance à l'écrasement de 750 newtons (3), une résistance aux chocs de 6 joules (4), une température minimale d'utilisation de – 5 °C (2) et une température maximale d'utilisation de 90 °C (2).

Les conduits cintrables : ICA, ICTA, ICTL doivent répondre à la norme NF EN 61386-22, les conduits rigides à la norme NF EN 61386-21.

Les conduits ICTL et ICTA orange sont propagateurs de la flamme et doivent être noyés dans des matériaux incombustibles. Ils sont donc formellement interdits en montage apparent. Seule une distance de 11 cm en apparent est autorisée à la sortie d'un engravement (sauf dans les locaux présentant des risques d'incendie ou d'explosion).
Les conduits ICTL gris sont admis pour tout type de montage, mais ne sont plus très utilisés.

Les conduits ICA peuvent être utilisés en montage apparent intérieur ou extérieur et encastrés dans les parois verticales uniquement, avant ou après construction.
Les conduits ICTA sont d'usage universel. Il est possible de les installer en montage apparent intérieur ou extérieur, noyés dans les murs ou dans les planchers, avant ou après la construction. Ils sont gris, bleus, verts ou marron. Ils sont commercialisés avec ou sans tire-fil. Certains fabricants commercialisent des conduits

Tubes et conduits

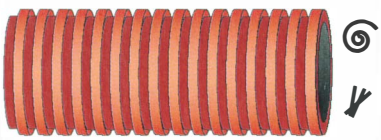
Type	Schéma commercialisation : couronne / barres	Caractéristiques	Diamètre extérieur (mm)	Utilisation
ICTA 3422 (anciennement ICT)	Avec tire-fil  Précâblé 	Isolant Cintrable Transversalement élastique Annelé IP 44, non propagateur de la flamme, couleurs :	**16** **20** **25** **32** **40** **50** **63**	Universelle : - en apparent ; - engravé dans une saignée ; - noyé dans le béton.
ICA 3422 (anciennement ICO)		Isolant Cintrable Annelé IP 44, non propagateur de la flamme, couleur :	**Idem**	En apparent Encastré dans une saignée (murs)
ICTL 3421 (anciennement ICD)		Isolant Cintrable Transversalement élastique Lisse Non propagateur de la flamme, couleur :	**Idem**	En apparent Encastré dans une saignée (murs, planchers) Peu utilisé
ICTL 3421 (anciennement ICD)		Isolant Cintrable Transversalement élastique Lisse Propagateur de la flamme, couleur :	**Idem**	Interdit en apparent Noyé dans le béton (murs, planchers) Peu utilisé
IRL 3321 (anciennement IRO)	Lisse  Tulipé 	Isolant Rigide Lisse IP 44, non propagateur de la flamme, couleurs :	**Idem**	Généralement en apparent Encastré dans une saignée (murs)
MRL 5557 (anciennement MRB)		Métallique Rigide Lisse IP 68 non propagateur de la flamme, en acier inox ou zingué	**Idem**	En apparent en cas de fortes contraintes mécaniques : parkings, usines, exploitations agricoles.
TPC (tube pour protection des câbles)		Tube isolant, cintrable, double paroi, annelé extérieur, lisse intérieur IP 54, couleurs : Électricité Télécom Télédistribution	**40** **50** **63** **75** **90** **110** **125** **160**	Pose enterrée

Figure 174 : Les principaux types de conduits électriques

Codification des conduits					
Lettres	Signification	1er chiffre Résistance à l'écrasement	2e chiffre Résistance aux chocs (en joules)	3e chiffre Température mini. d'utilisation	4e chiffre Température maxi. d'utilisation
A	Annelé	1 Très léger (125 N)	1 Très léger (0,5)	1 + 5 °C	1 60 °C
C	Cintrable	2 Léger (320 N)	2 Léger (1)	2 - 5 °C	2 90 °C
CT	Cintrable transversalement élastique	3 Moyen (750 N)	3 Moyen (2)	3 - 15 °C	3 105 °C
I	Isolant	4 Élevé (1 250 N)	4 Élevé (6)	4 - 25 °C	4 120 °C
L	Lisse	5 Très élevé (4 000 N)	5 Très élevé (20)	5 - 45 °C	5 150 °C
M	Métallique				6 250 °C
R	Rigide				7 400 °C
S	Souple				

Figure 175 : La codification des conduits

ICTA prélubrifiés. Les couleurs disponibles peuvent être utilisées pour différencier les circuits, par exemple le bleu pour les prises de courant et les commandes, le marron pour les lignes spécialisées et le vert pour les courants faibles. Les conduits IRL sont principalement utilisés pour les installations apparentes intérieures ou extérieures, dans les caves ou les garages, par exemple. Leur rigidité permet une mise en œuvre plus esthétique que les conduits souples. Ils peuvent également être encastrés dans les murs, avant ou après construction. Ils sont gris ou blancs. Certains fabricants commercialisent des conduits IRL en polycarbonates, beaucoup plus résistants aux chocs (IRL 4554 et IRL 4431).
Les conduits MRL en acier inoxydable ou zingué sont surtout utilisés dans les locaux industriels ou dans les parkings couverts où une protection mécanique importante est nécessaire. Les conducteurs isolés ne sont pas autorisés dans les conduits métalliques, seuls les câbles le sont. Les conduits TPC (tube pour protection des câbles) sont réservés à la protection des câbles électriques enterrés, par exemple pour l'acheminement de la ligne de raccordement au réseau. Ils sont de couleur rouge pour les lignes électriques, verte pour les lignes de télécommunication et se présentent en couronne ou en barre. Ils peuvent être cintrables (C) ou normaux (N).
Il existe également des conduits prééquipés avec les conducteurs. Ils sont plus chers et ne permettent pas toujours toutes les combinaisons souhaitées.

L'appareillage

Qu'il soit encastré ou en saillie, l'appareillage choisi devra être, lui aussi, conforme aux normes (marquage NF et CE). Il existe un vaste choix de couleurs et de formes au goût de chacun (figure 176).

L'appareillage encastré dispose de deux moyens de fixation, à vis et à griffes. Les prises de courant encastrées par fixation



Figure 176 : Exemples d'appareillages

à griffes sont interdites. Les modèles encore en vente sont destinés uniquement au remplacement d'appareillages de ce type.

Le montage des appareillages encastrés s'effectue dans des boîtes rondes de 60 mm de diamètre ou carrées pour les maçonneries pleines. Pour les cloisons

creuses, on utilise également des boîtes d'encastrement rondes de 65 mm de diamètre (ou plus selon les modèles et les fabricants). Utilisez uniquement des boîtes permettant la fixation de l'appareillage au moyen de vis.
Certains fabricants proposent des boîtes spécialement conçues pour être installées avec leurs appareillages. Renseignez-vous avant l'achat.

Les savoir-faire

Nous allons aborder dans cette section les tours de main utiles pour la réalisation de l'installation. Pour progresser sans efforts inutiles et dans de bonnes conditions, il est préférable de connaître certaines techniques et procédés. Celle du plâtre, par exemple, est indispensable pour obtenir des appareillages correctement scellés.

Dépose d'une installation existante

En rénovation, pour pouvoir débuter la mise en œuvre de l'installation électrique, il est souvent nécessaire de déposer l'ancienne installation (figure 177). Les baguettes électriques en bois étaient fréquemment utilisées pour la distribution des conducteurs. Que la nouvelle installation soit apparente ou encastrée, il convient de déposer ces baguettes, ainsi que les anciens appareillages.
Avant de débuter, coupez l'alimentation électrique générale au disjoncteur de branchement. Enlevez son capot inférieur, puis déconnectez les conducteurs qui y sont raccordés : votre travail s'effectuera en toute sécurité sur les circuits existants. Si nécessaire, vous pouvez raccorder un tableau de chantier comprenant une protection (30 mA + disjoncteur) et quelques prises de courant qui vous permettront d'y raccorder une baladeuse ou des outils électriques.
Les professionnels conservent parfois l'installation existante en « volant », afin de pouvoir l'utiliser jusqu'à la mise en service de la nouvelle installation. Cette solution est pratique mais dangereuse. À n'utiliser que si vous maîtrisez strictement l'accès à votre chantier.

Faire du plâtre

Les indications préconisées correspondent à l'emploi de plâtre de Paris (figure 178). Les durées indiquées peuvent varier légèrement selon que vous utilisez des plâtres à prise rapide ou à retardateur. Pour effectuer des raccords sur des cloisons en carreaux de plâtre, utilisez un mélange composé pour moitié de plâtre et de colle à carreaux.
Il est impératif de maîtriser la réalisation du plâtre, car cela est utile pour toute installation encastrée (scellement des boîtes d'encastrement, rebouchage des saignées).

Au début, n'hésitez pas à en faire de petites quantités pour vous entraîner. Une fois les raccords de plâtre réalisés et lissés, sachez qu'il sera nécessaire d'attendre le séchage complet, soit une quinzaine de jours à température normale, avant de procéder à la réalisation de l'enduit de lissage.

Pour l'outillage, munissez-vous d'une auge de maçon en plastique de 20 ou 25 l, une truelle Berthelet, une truelle ronde, éventuellement une langue de chat (plus pratique pour sceller les boîtes d'encastrement), un seau, du plâtre et,

Dépose d'une ancienne installation



1 Coupez le courant au niveau du disjoncteur. Utilisez un vieux ciseau à bois pour déposer les couvercles des moulures.



4 Déposez également les appareillages ainsi que leurs boîtiers. Si l'installation reste en volant pendant les travaux, faites attention aux risques d'électrocution.



2 Retirez les conducteurs des rainures (retirez éventuellement les clous de maintien), puis dégagez-les, en les maintenant avec des clous.



5 À l'aide d'un grattoir, supprimez les balèvres d'enduit et de peinture subsistantes.



3 Déposez les socles des moulures de la même manière que les couvercles. Retirez les clous subsistant dans le mur.



6 Attention : les anciennes moulures sont hérissées de clous. Cassez-les et faites-en des fagots pour les transporter sans danger jusqu'à une déchetterie.

Figure 177 : La dépose d'une installation existante

Faire du plâtre (1/2)



1 Munissez-vous du matériel nécessaire : du plâtre manuel, une auge de maçon, diverses truelles et couteaux à votre convenance et une truelle Berthelet.



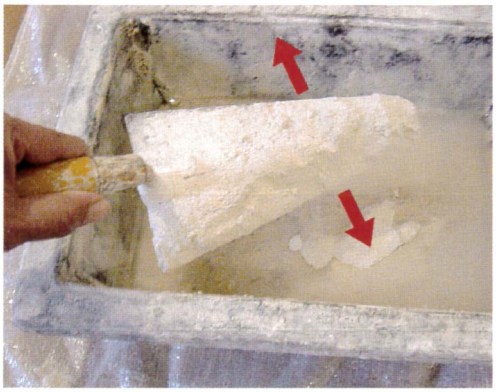
4 Laissez reposer une à deux minutes pour que le plâtre s'imbibe correctement.



2 Versez de l'eau dans l'auge en fonction de la quantité de plâtre désirée. Ne faites pas de trop gros volumes, notamment au début.



5 Mélangez le plâtre et l'eau d'un mouvement circulaire jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène et crémeux.



3 Saupoudrez le plâtre dans l'eau de gâchage jusqu'à la formation de petits îlots que l'eau ne semble plus pouvoir absorber.



6 Vérifiez la bonne consistance du plâtre en remontant la truelle. Si le mélange est trop liquide, ajoutez un peu de plâtre. S'il est trop compact, appliquez-le rapidement.

Figure 178 : Faire du plâtre (1/2)

Faire du plâtre (2/2)



7 Laissez reposer le mélange une dizaine de minutes. Vous pouvez en profiter pour humidifier légèrement le support avec un vaporisateur ou une éponge.



10 Utilisez une truelle Berthelet côté rainures pour dégrossir le plâtre.



8 Le plâtre a changé de consistance, il commence à devenir plus homogène, il est temps de l'appliquer.



11 Utilisez le côté lisse pour la finition.



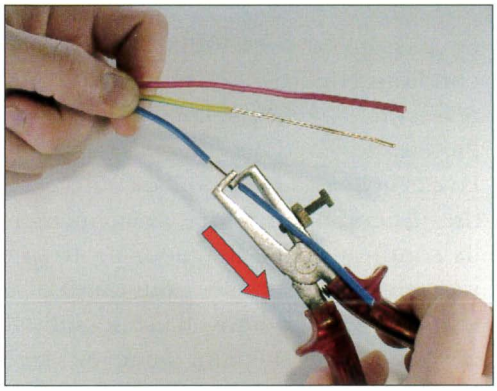
9 Appliquez généreusement le plâtre sur le support (il y a toujours un léger retrait). Laissez sécher une dizaine de minutes. Un temps trop long le rend plus difficile à lisser.



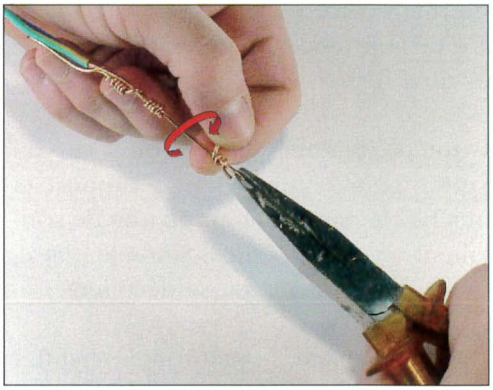
12 Vous pouvez également lisser un raccord avec un vieux couteau de peintre.

Figure 178 : Faire du plâtre (2/2)

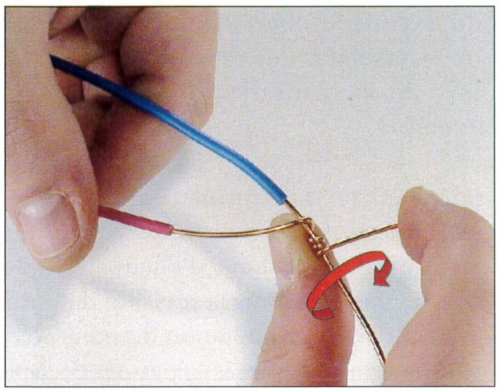
Le passage des conducteurs dans un conduit



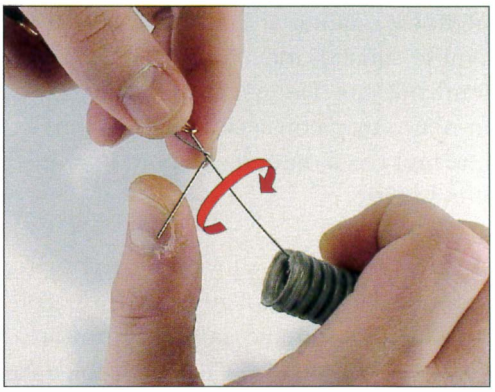
1 Dénudez les conducteurs sur une longueur de 10 à 15 cm.



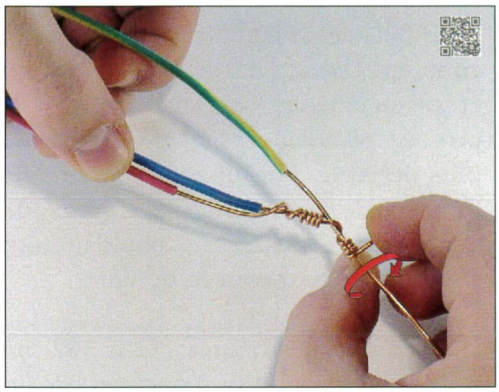
4 Réalisez une boucle à l'extrémité du dernier conducteur, au moyen d'une pince, puis coupez son extrémité au ras de l'épissure.



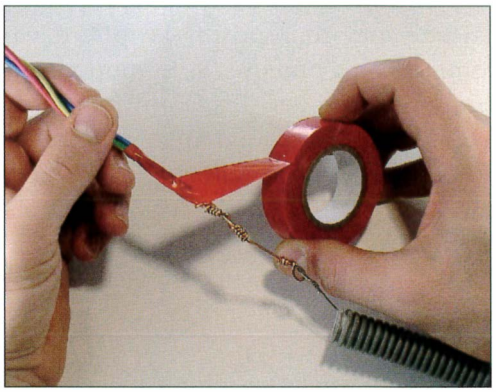
2 Enroulez un premier conducteur sur un second en spirales bien serrées (aidez-vous d'une pince plate). Faites environ 5 spires, puis coupez au ras de l'épissure.



5 Réalisez une boucle avec le tire-fil de la gaine, passé à travers celle des conducteurs. Avec un tire-fil plastique, utilisez du ruban adhésif d'électricien.



3 Enroulez les deux conducteurs sur le troisième, de la même manière, et repliez la nappe de fils vers l'arrière.



6 Entourez tout le raccord avec du ruban adhésif d'électricien et tirez l'ensemble dans le conduit. Vous pouvez enduire le raccord de talc ou d'un lubrifiant adapté.

Figure 179 : La préparation des conducteurs pour le passage dans un conduit

naturellement, de l'eau. Après usage, refermez correctement le sac de plâtre afin de le protéger de l'humidité et d'éviter qu'il ne s'évente.

Avant d'effectuer des raccords sur du papier peint, humidifiez le support et arrachez le papier autour du trou de scellement ou de la saignée. Sinon le plâtre, une fois sec, risque de se décoller.

Lors du gâchage, le plâtre doit chauffer après quelques minutes. Si tel n'est pas le cas, il est peut-être éventé. Inutile de l'utiliser, vous n'obtiendrez qu'un résultat médiocre, même si la consistance vous semble satisfaisante. Les scellements ne tiendront pas. De même, ne réalisez pas un plâtre trop consistant : après la prise, il ne faut pas ajouter d'eau pour le rendre plus liquide.

Commencez par verser une petite quantité d'eau dans l'auge selon le volume de plâtre nécessaire. Saupoudrez ensuite le plâtre dans l'auge jusqu'à la formation de petits îlots. Laissez reposer quelques minutes, puis mélangez jusqu'à l'obtention d'une texture crémeuse. Laissez encore reposer. Le plâtre va commencer à prendre. Si le support est poreux, humidifiez-le avant d'appliquer le plâtre, cela évitera une prise trop rapide et des fendillements. Appliquez généreusement le plâtre, car il peut se produire un léger retrait. Laissez sécher, puis dégrossissez le raccord et lissez-le. Si le plâtre bouloche lors de cette opération, c'est qu'il n'est pas assez sec, attendez encore quelques minutes.

N'attendez pas trop longtemps pour le séchage ou le dégrossissage, car plus le plâtre sèche, plus il est difficile à travailler.

Le passage dans les conduits

Le passage des conducteurs dans les conduits (figures 179 et 180) peut se révéler très pénible si l'on s'y prend mal. Préférez les conduits équipés d'un tire-fil. Le cas échéant, vous pouvez utiliser des tire-fils en fibre de verre. Généralement, ils sont fournis en longueur de 10 m et peuvent être assemblés pour obtenir des longueurs supérieures. Il est possible de passer les conducteurs avant ou après la pose des conduits. Cette deuxième solution peut s'avérer plus difficile si les conduits ont été mal posés : non-respect du rayon de courbure dans les angles ou écrasement accidentel d'un conduit lors de la réalisation d'une dalle, par exemple.

Le nombre de conducteurs dans un conduit ou dans un profilé se détermine à partir des sections d'occupation des conducteurs. Depuis la révision du guide UTE C 15-520, la limitation du nombre de conducteurs, qui ne devaient pas occuper plus d'un tiers de la section intérieure du conduit, a été modifiée. Elle ne s'applique que dans le cas de conducteurs isolés mis en place après la pose des conduits. Dans le cas de conducteurs mis en place dans les conduits ou conduits-profilés avant leur installation, il n'existe plus de règle d'occupation particulière. Il en est de même pour les courtes longueurs rectilignes, par exemple un fourreau pour une traversée de mur.

Les tableaux des figures 181 et 182 présentent les sections d'occupation des conducteurs (isolant compris) et les sections intérieures des conduits, ainsi que des exemples du nombre de conducteurs que l'on peut installer en fonction du diamètre et du type de conduit utilisé pour

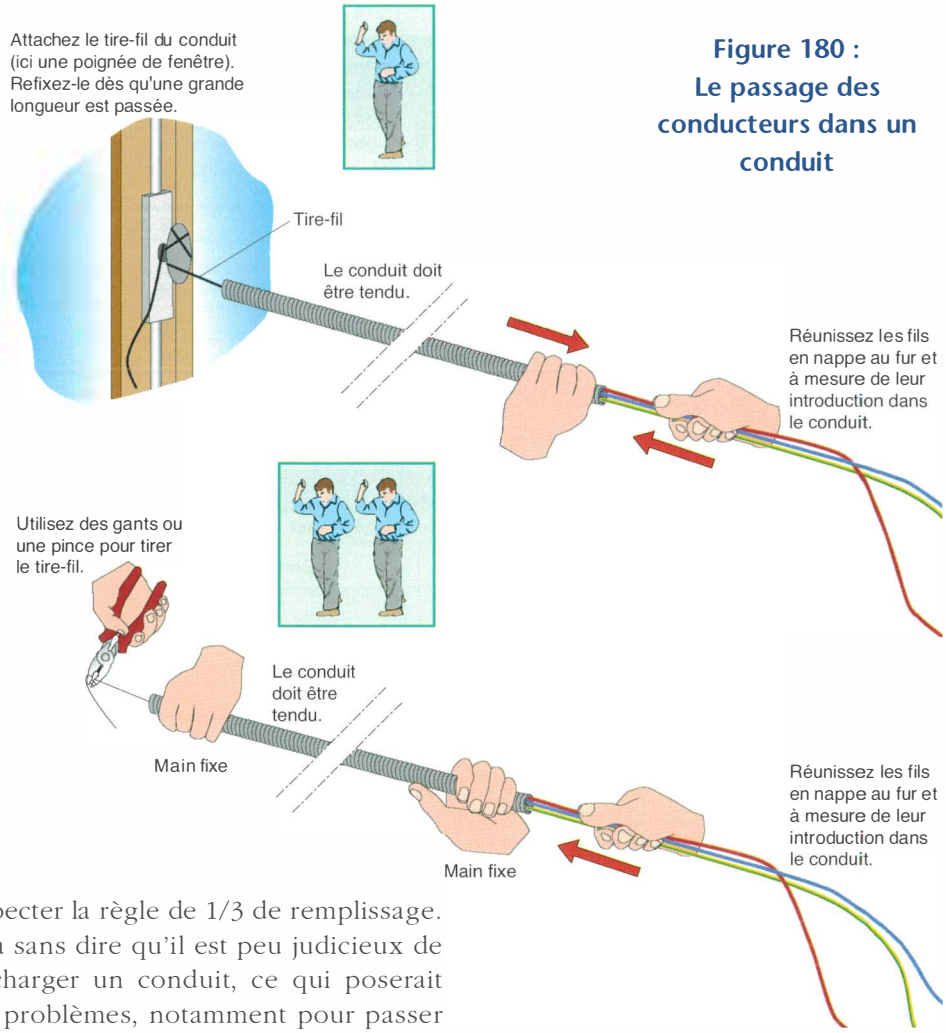


Figure 180 : Le passage des conducteurs dans un conduit

respecter la règle de 1/3 de remplissage. Il va sans dire qu'il est peu judicieux de surcharger un conduit, ce qui poserait des problèmes, notamment pour passer un nouveau conducteur, par exemple.

Pour accrocher les conducteurs au tire-fil, vous pouvez réaliser une épissure des uns avec les autres, puis terminer avec une boucle que vous attacherez au tire-fil. Vous réaliserez ensuite une autre boucle pour le tire-fil. Si celui-ci n'est pas métallique, maintenez la boucle avec du ruban adhésif. Entourez fermement l'ensemble de ruban adhésif d'électricien afin d'éviter les aspérités. Si vous devez intervenir sur un conduit récalcitrant déjà installé, utilisez du talc ou un lubrifiant spécial de type Yellow 77.

Pour tirer le faisceau de conducteurs dans le conduit, il est préférable d'opérer avec une autre personne (figure 180). Au moyen d'une pince plate ou de gants, l'une tire sur l'aiguille en maintenant le conduit le plus droit possible, l'autre guide, tout en poussant, le passage des conducteurs à l'entrée du tube.

Maintenez fermement le conduit pour qu'il soit tendu et le plus droit possible.

Si vous procédez seul, il est nécessaire de fixer l'extrémité du tire-fil afin de pouvoir tirer le conduit à l'autre extrémité, tout en facilitant l'insertion du faisceau de conducteurs. Le conduit doit être tendu pour une meilleure pénétration.

Figure 181 : Les règles de remplissage d'un conduit

Dimensions utiles pour l'application de la règle de remplissage maximum de 1/3 de la section des conduits				
Conducteurs H07 V-U ou R		Tiers de la section intérieure des conduits en mm²		
Section nominale en mm²	Section d'occupation en mm²	Diamètre extérieur	Conduits ICTA, ICA et ICTL	Conduits IRL
1,5	8,55	16	30	44
2,5	11,9	20	52	75
4	15,2	25	88	120
6	22,9	32	155	202
10	36,3	40	255	328
16	50,3	50	410	514
25	75,4	63	724	860

Choix du diamètre des conduits en fonction du nombre de conducteurs		
Nombre et section des conducteurs H07 V-U ou R en mm²	Diamètre de conduit à utiliser	
	Conduit ICTA, ICTL ou ICA	Conduit IRL
1 à 3 x 1,5	**16**	**16**
4 à 5 x 1,5	**20**	**16**
6 x 1,5	**20**	**20**
7 x 1,5	**25**	**20**
3 x 2,5	**20**	**16**
3 x 2,5 + 3 x 1,5	**25**	**20**
5 x 2,5	**25**	**20**
6 x 2,5	**25**	**20**
3 x 4	**20**	**20**
3 x 6	**25**	**20**
3 x 10	**32**	**25**
3 x 16	**32**	**32**
3 x 25	**40**	**40**
Câble communication, télécom ou TV o 7 mm		
1 à 2 câbles	**25**	**25**
3 à 4 câbles	**32**	**32**
5 à 6 câbles	**40**	**40**
7 à 10 câbles	**50**	**50**

Figure 182 : Le choix du diamètre des conduits

Il est important de veiller à ce que la protection des conducteurs soit assurée sans discontinuité. Le raccordement entre deux conduits s'effectue au moyen d'accessoires. En pose encastrée ou noyée, les accessoires ne sont pas autorisés, hormis ceux assurant une jonction sans changement de direction. Ils doivent dans ce cas assurer l'étanchéité du conduit.

Les connexions

Il faut savoir qu'une ligne peut alimenter plusieurs points d'utilisation. Une ligne d'alimentation de prises, par exemple, peut alimenter jusqu'à huit prises. Pour alimenter d'autres appareils, il est possible de connecter des conducteurs sur les bornes d'un appareil. C'est le repiquage. Il est autorisé uniquement sur les bornes

des prises de courant, les luminaires de tout type et les chemins lumineux, et si deux conditions sont respectées. La première est la présence de bornes spécialement prévues à cet effet ou de bornes suffisamment grandes pour pouvoir recevoir la section totale des conducteurs. La seconde condition est que l'intensité nominale ne doit pas être inférieure au courant d'emploi situé en amont. Par exemple, il n'est pas admis de repiquer un circuit d'éclairage sur un circuit de prises de courant.

Les connexions (figure 183) peuvent également être réalisées dans des boîtes de connexion ou de dérivation, dans les boîtes d'encastrement de l'appareillage ou dans des profilés (moulures, plinthes), lorsque leurs dimensions le permettent. Les connexions sont assurées au moyen de barrettes de connexion (dominos), de borniers ou de connecteurs sans vis.
Les épissures, très utilisées autrefois, qui consistaient à torsader les fils l'un sur l'autre, sont désormais formellement interdites.
Les connexions doivent rester accessibles, c'est pourquoi elles ne sont pas autorisées n'importe où. Elles sont interdites dans les traversées de mur, les plafonds, les planchers et les vides de construction, ainsi que dans les conduits.
La figure 183 illustre les différentes solutions autorisées actuellement.
Ces solutions doivent néanmoins satisfaire à quelques règles :

- les couvercles des boîtes de connexion doivent rester accessibles (ne pas les recouvrir de plâtre, d'enduit, de papier ou de tissu mural) et leur démontage ne doit être possible qu'à l'aide d'un outil ou sous une forte action manuelle (cette règle est généralement respectée par les fabricants) ;
- l'axe des boîtes de connexion doit être situé au minimum à 5 cm au-dessus du sol pour les puissances inférieures à 20 A et à 12 cm pour les circuits de puissance supérieure ;
- ces solutions ne sont pas autorisées dans les volumes 0, 1 et 2 de la salle de bains ;
- toute canalisation encastrée doit se terminer dans une boîte de connexion (luminaires, convecteurs et certains appareils ménagers).

Pour l'alimentation des appareils fixes comme les convecteurs ou les plaques de cuisson, utilisez des boîtes de connexion pourvues d'une sortie de câble permettant le serrage du câble d'alimentation de l'appareil. Installez-les derrière leur appareil.

Le repérage des lignes

Les lignes d'alimentation de l'installation partiront toutes du tableau de répartition de la GTL. Une fois toutes les lignes passées, il en résulte un nombre impressionnant de conducteurs à raccorder sur les dispositifs de protections. Si aucune ligne n'est repérée, la tâche sera difficile.
Il existe un code de repérage des conducteurs par couleur, défini par la norme :

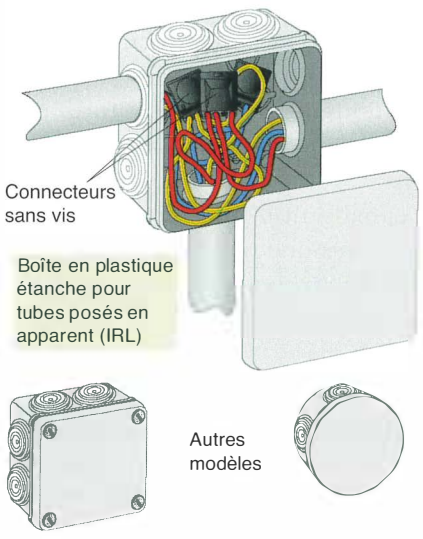
- bicolore vert et jaune pour le conducteur de protection (terre) ;
- bleu clair pour le neutre ;
- rouge, noir ou marron pour la phase ou toute autre couleur excepté celles déjà utilisées pour le neutre et la terre ainsi que le jaune et le vert.

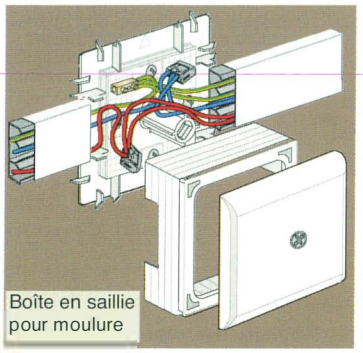
Un autre repérage est possible grâce à la section des conducteurs :

- 1,5 mm^2 pour les circuits d'éclairage et les prises de courant ;

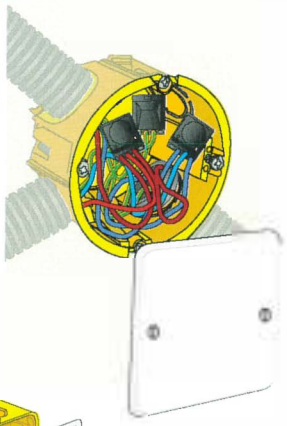
Les connexions autorisées

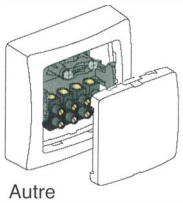
Les boîtes de connexion

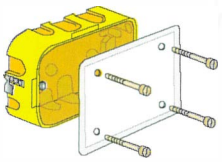




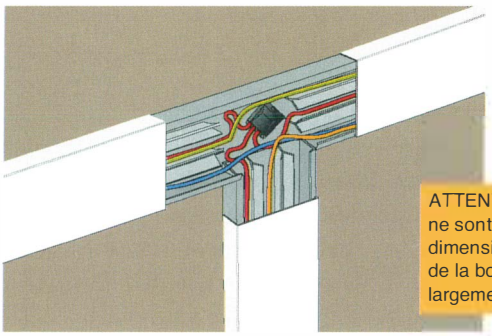
Boîte de connexion encastrée



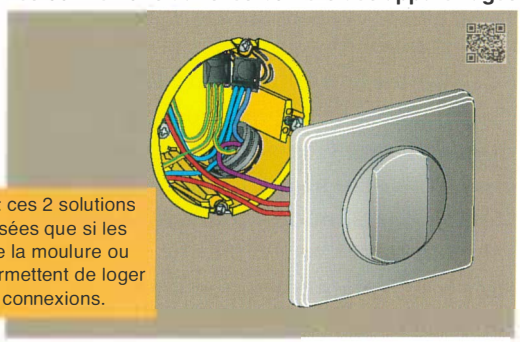




Les connexions dans les goulottes



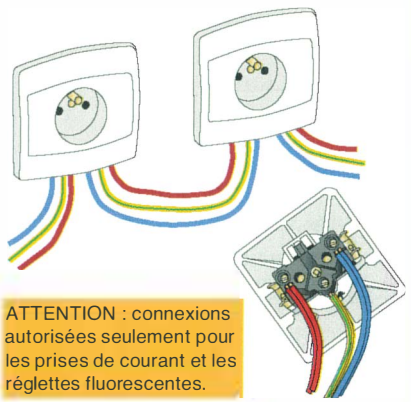
Les connexions dans les boîtiers des appareillages



ATTENTION : ces 2 solutions ne sont autorisées que si les dimensions de la moulure ou de la boîte permettent de loger largement les connexions.

Les connexions en repiquage

(raccordement sur les bornes de l'appareillage)



ATTENTION : connexions autorisées seulement pour les prises de courant et les réglettes fluorescentes.

Les dispositifs de connexion

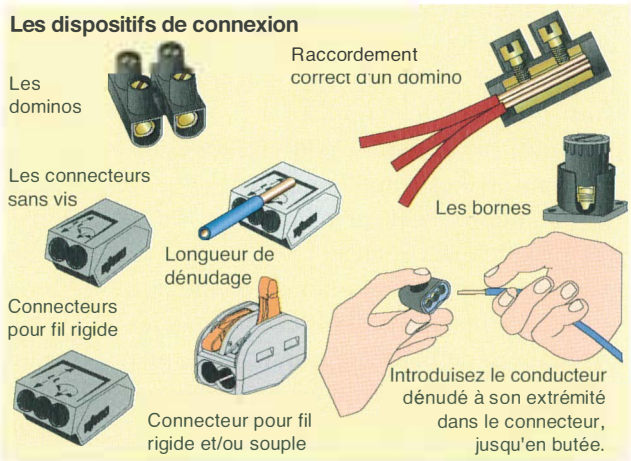


Figure 183 : Les connexions

- 2,5 mm^2 pour les circuits de prises de courant et d'appareils ménagers (lave-linge, lave-vaisselle) ;
- 4 ou 6 mm^2 pour les circuits de forte puissance (cuisinière électrique, par exemple).

Malheureusement, vous aurez certainement plusieurs lignes de chaque section. Il est donc nécessaire, chaque fois que vous passez une ligne, de la repérer au niveau du tableau de distribution.

La façon la plus simple est d'identifier chaque ligne avec du ruban adhésif isolant que vous laissez dépasser de 4 ou 5 cm, et sur lequel vous inscrivez la destination de la ligne (voir figure 184). Il existe également des repères adhésifs numérotés que vous pouvez utiliser pour cet usage. Vous devrez inscrire la correspondance entre les repères numériques et la destination des lignes sur une feuille de papier qui vous sera utile lors du raccordement et du repérage du tableau.

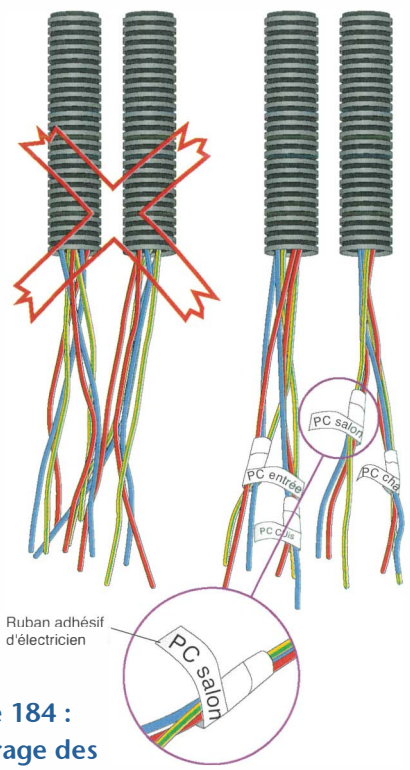


Figure 184 : Le repérage des lignes

La distribution

La distribution des lignes électriques ne consiste pas forcément à emprunter le chemin le plus court. Certaines règles de bon sens et de sécurité ainsi qu'un souci d'esthétique doivent être pris en compte afin de réaliser la meilleure distribution possible. Le plan est validé et vous savez exactement où placer les appareillages, comme expliqué dans la deuxième partie.
Dans les paragraphes qui suivent, nous allons passer en revue les méthodes de pose les plus couramment utilisées, le matériel nécessaire ainsi que les règles à respecter.

La pose apparente

La pose apparente ou en saillie est la plus simple à mettre en œuvre. Trois solutions sont possibles pour réaliser ce type de pose. Les câbles peuvent être fixés directement aux parois, passer dans des conduits ou dans des profilés, comme expliqué dans les paragraphes qui suivent. Le tableau de la figure 185 présente les possibilités d'installation de circuits apparents en fonction des pièces. Attention, dans ce tableau, on entend par conduit sans accessoires un conduit continu, sans raccords, ni dérivation, ni interruptions. Il en est de même pour les goulottes sans accessoires.
Les canalisations électriques ne doivent pas cheminer sous des canalisations non électriques susceptibles de

Possibilités d'installation de circuits électriques en apparent

Lieux d'installation	Indices de protection		Conducteurs isolés passés sous…				Câbles	
	IP	IK	Conduits sans accessoires	Conduits avec accessoires	Goulottes avec accessoires	Goulottes sans accessoires	FRN 05 VV - U	U 1000 R2V H07 RN - F
Auvents	24	07						
Buanderie	23	02						
Branchement eau, égout, chauffage	23	02						
Cave, cellier, garage, local avec chaudière	20	02						
Chambres	20	02						
Cours	24	02						
Cuisine	20	02						
Escalier intérieur, coursive intérieure	20	02						
Escalier extérieur, coursive extérieure non couverte	24	07						
Coursive extérieure couverte	21	02						
Grenier (combles)	20	02						
Jardin	24	02						
Lingerie, salle de repassage	21	02						
Rampes de garage	25	07						
Salles d'eau - Volume 0	27	02						
- Volume 1 (1)	24	02						
- Volume 2 (1)	23	02						
- Volume 3	21	02						
Salle de séjour, salon	20	02						
Séchoir	21	02						
Sous-sol	21	02						
Terrasse couverte	21	02						
Véranda	21	02						
Vide sanitaire	21	02						
WC	20	02						

Autorisé

Autorisé sous réserve que le conduit et/ou les accessoires satisfassent aux indices de protection. Remplacer éventuellement les conducteurs par un câble.

Interdit

(1) Dans les volumes 1et 2, les canalisations doivent être limitées à celles alimentant des appareils situés dans ces volumes uniquement.

Figure 185 : Les possibilités d'installation des circuits apparents

donner lieu à des condensations (par exemple, des conduites d'eau ou de gaz). Des conducteurs appartenant à des circuits différents peuvent emprunter un même câble multiconducteur, un même conduit ou un même compartiment de goulotte à la condition qu'ils soient tous isolés pour la tension assignée présente la plus élevée (par exemple, en présence de conducteurs de 400 V, tous les con-

Règles d'installation des câbles en apparent		
Type de câble	**Distance maximale entre les points de fixation**	**Rayon de courbure minimal**
Câbles non armés	0,40 m	6 fois le diamètre
Câbles armés	0,75 m	8 fois le diamètre

Figure 186 : Les règles d'installation des câbles apparents

ducteurs doivent être isolés à la hauteur de cette tension, même les conducteurs de 230 V).
Les canalisations électriques doivent être éloignées le plus possible des sources de chaleur et isolées contre leurs effets.

La fixation directe sur paroi

Pour la fixation directe sur les parois, les règles à respecter sont les suivantes :

- utilisez uniquement des câbles (souples, rigides ou blindés). Les plus utilisés sont de type FR-N 05 VV-U, H 05 VV-F et U 1000 R2V. Ces câbles peuvent également être installés dans les vides sanitaires. Les boîtes de connexion ne sont alors autorisées que si un accès est aménagé dans le vide sanitaire ;
- veillez à ce que les rayons de courbure respectent les valeurs du tableau de la figure 186 pour les câbles rigides. Pour les câbles souples, le rayon de courbure minimal est de 4 fois leur diamètre extérieur ;
- pour tout croisement (ou cheminement) avec une autre canalisation non électrique, on devra respecter constamment une distance de 3 cm (voir figure 187) ;
- les connexions se font exclusivement dans des boîtes prévues à cet effet et dont le couvercle doit demeurer accessible. Dans les locaux humides, la protection contre la pénétration de l'eau doit être assurée au niveau des boîtes par des presse-étoupe ;
- les câbles doivent conserver leur gaine de protection jusqu'à la pénétration dans l'appareillage ;

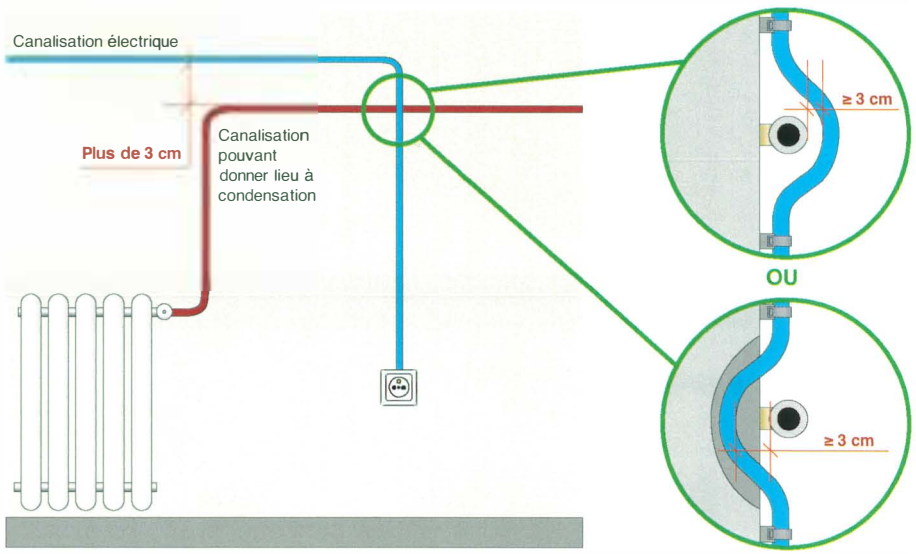


Figure 187 : Les règles de croisement des canalisations

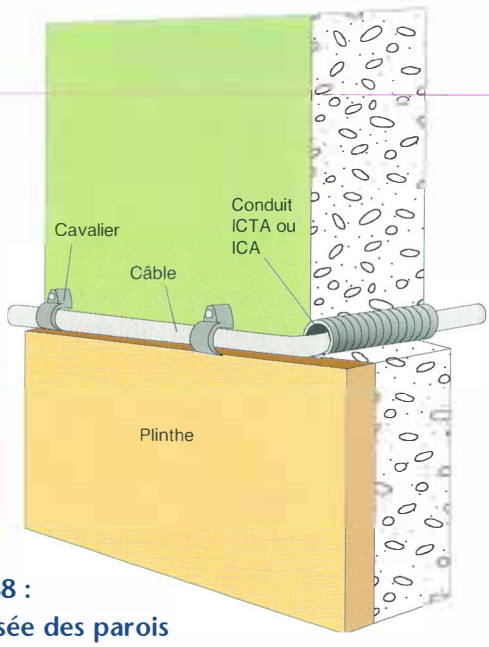


Figure 188 :
La traversée des parois

• réalisez la fixation de préférence avec des cavaliers en plastique à pointe acier adaptés au diamètre du câble. Les fixations doivent être suffisamment proches pour que le câble ne fléchisse pas sous son propre poids. En parcours horizontal, la distance entre deux points de fixation ne doit pas dépasser 0,40 m pour les câbles non armés et 0,75 m pour les câbles armés. Des points de fixation doivent être placés de part et d'autre de tout changement de direction et à proximité de l'entrée de l'appareillage. En parcours vertical, l'espacement entre points de fixation peut atteindre 1 m ;

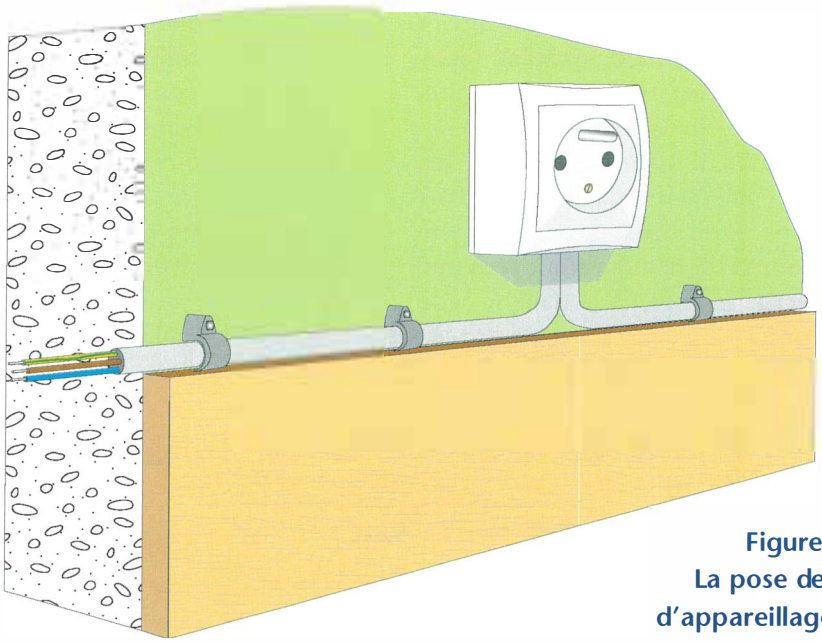
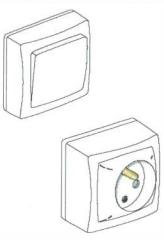


Figure 189 :
La pose de câbles et d'appareillages apparents

Matériel nécessaire

	Câbles A 05 VV-U (R) A 05 VV-F U 1000 R2V		Appareillage en saillie : fixation par vis et chevilles adaptées à la nature du support.
	Cavaliers en plastique à pointe acier adaptés au diamètre du câble		

- pour la traversée d'une paroi (figure 188), protégez le câble sur toute la longueur traversée avec un morceau de gaine ;
- lors de la traversée d'un plancher, le conduit de protection doit dépasser de plusieurs centimètres l'épaisseur du plancher afin d'éviter les écoulements de liquide et les chocs mécaniques.

Pour le montage de câbles en apparent, passez au-dessus des plinthes (figure 189), dans les angles de mur ou au droit du plafond. Les câbles doivent être parfaitement rectilignes et ne pas gondoler, aussi utilisez des cavaliers en nombre suffisant. Il est interdit d'agrafer les câbles électriques BT (230 V). L'utilisation de colle à chaud n'est pas recommandée, son pouvoir d'adhérence est limité dans le temps. Utilisez des appareillages en saillie que vous fixerez à la paroi avec des vis et des chevilles adaptées.

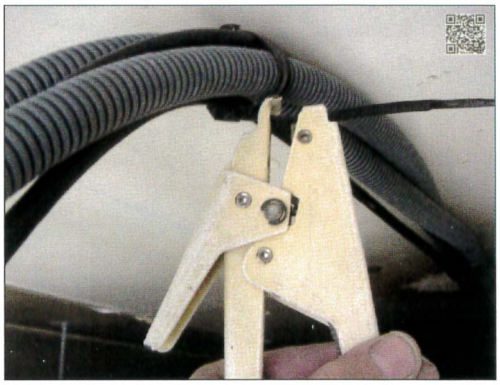
Dans les faux-plafonds suspendus, les câbles doivent être fixés aux parois de la pièce à l'aide d'attaches en plastique ou de colliers d'installation avec embase (figure 190). Si les câbles sont nombreux, vous pouvez aussi envisager d'installer un chemin de câbles. Il n'est pas admis de les laisser reposer sur le faux-plafond. Les boîtes de connexion et de dérivation doivent rester accessibles.

La pose sous conduits IRL

Ce type de pose en apparent (figure 191) est très utilisé pour les installations dans les locaux humides ou temporairement humides (cave, sous-sol, buanderie et certaines installations à l'extérieur). On utilise généralement du tube IRL, car sa rigidité donne un meilleur aspect esthétique. Mais on peut égale-



1 Utilisez des embases à cheville. Percez des trous de 8 mm à espacement régulier, enfoncez les chevilles au marteau, puis glissez les colliers dans les encoches.



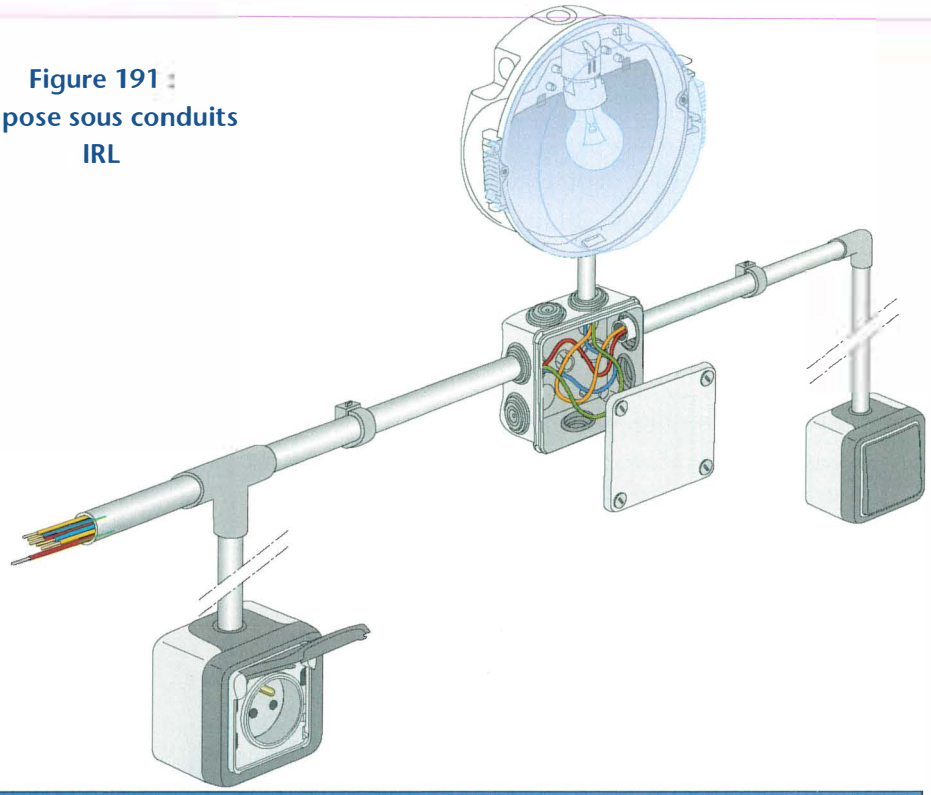
2 Serrez câbles et conduit en nappe à l'aide des colliers et d'une pince de serrage spécifique. Coupez la partie dépassant des colliers avec la même pince.



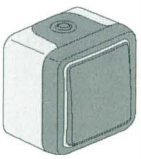
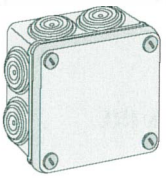
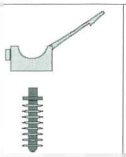
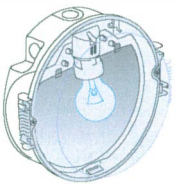
3 Les conduits ne reposent pas sur le faux-plafond, vous respectez ainsi les normes. Si le plafond n'est pas démontable, aucune connexion n'est permise.

Figure 190 :
La pose de conduits dans un faux-plafond

Figure 191 :
La pose sous conduits IRL



Matériel nécessaire

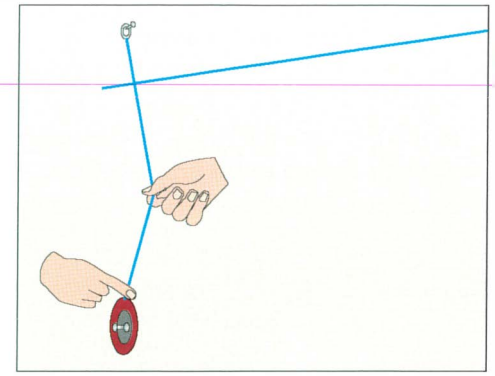
Conducteurs H 07V-U-R-K Câbles U 1000 R2V			Appareillage IP 55 fixation par vis et chevilles
Tube IRL, ICA ou ICTA			
Té de dérivation			Boîte de dérivation IP 55 fixation par vis et chevilles
Manchon de raccord			
Coude à 90°			
Coude long à 90° pour câbles			
 Attache plastique + cheville automatique	 Collier en acier + patte à vis + cheville		Luminaires de classe II ⧈ IP 44

ment utiliser des conduits ICTA, ICA ou ICTL, excepté ceux de couleur orange, propagateurs de la flamme.

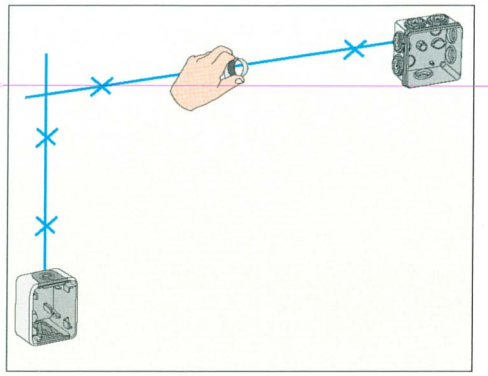
Pour assurer la protection mécanique des conducteurs, les conduits doivent avoir une classification minimale de 3321. Il existe toute une gamme d'accessoires comme les coudes, les manchons ou les tés de dérivation (figure 191), qui doivent obligatoirement être utilisés si vous passez des conducteurs dans les conduits.



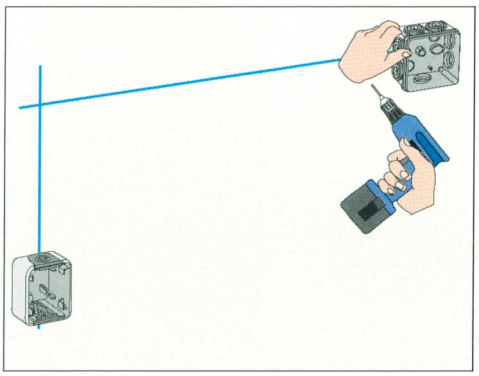
Figure 192 : Les systèmes de fixation des conduits



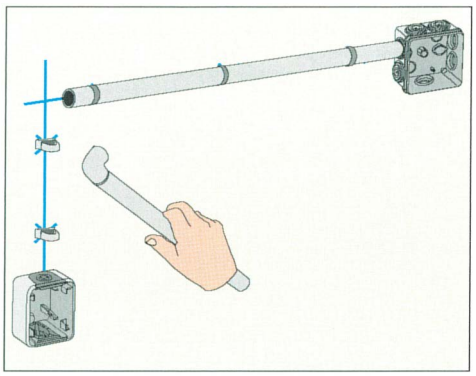
1 Tracez à l'aide d'un cordeau à poudre l'axe du passage des conduits.



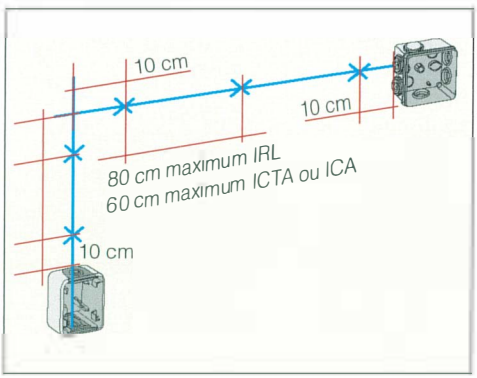
4 Percez et fixez les colliers aux endroits prévus.



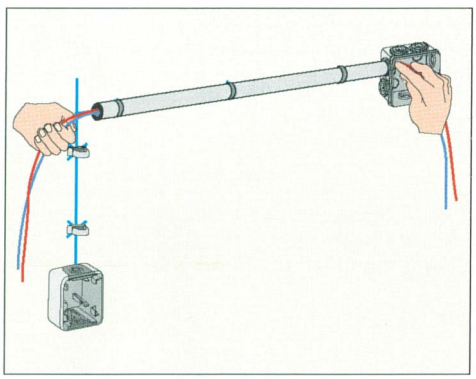
2 Posez les boîtiers de l'appareillage électrique au moyen de vis et de chevilles.



5 Présentez les tubes et découpez-les aux dimensions nécessaires. Ne les fixez pas définitivement.



3 Tracez l'emplacement des colliers de fixation du conduit en respectant les écarts indiqués ci-dessus.



6 Déposez les coudes et les raccords, puis passez les conducteurs. Refixez les conduits au fur et à mesure de la progression.

Figure 193 : La pose des conduits IRL

Voici les règles à respecter :

- les dimensions intérieures des conduits et des accessoires doivent permettre de passer ou repasser facilement des conducteurs ou câbles après la pose.

La section d'occupation totale des conducteurs ne doit pas excéder le tiers de la section intérieure du conduit si les conducteurs sont passés après la mise en œuvre des conduits ;

- tout croisement ou cheminement le long d'une autre canalisation non électrique doit se faire à une distance minimale de trois centimètres. De façon générale, placez le tube de sorte qu'une intervention sur la canalisation non électrique (soudure, par exemple) ne risque pas d'endommager la canalisation électrique ;
- les connexions sont possibles exclusivement à l'intérieur des boîtes prévues à cet effet ou sur les bornes de l'appareillage. Il est interdit de les réaliser dans les conduits ;
- les fixations doivent être placées à une distance maximale de 0,80 m pour les conduits rigides (R) et 0,60 m pour les conduits cintrables (C). On utilise des colliers, des pattes ou des étriers prévus pour cet usage et qui ne déforment pas le tube ;
- le rayon de courbure minimal à respecter est de six fois le diamètre pour les tubes IRL et ICTL et trois fois le diamètre pour les tubes ICA et ICTA ;
- une fixation est nécessaire à proximité des jonctions entre conduits, de part et d'autre de chaque dérivation et à tout changement de direction. Prévoyez-en également à proximité des boîtes de dérivation et des appareillages.

Plusieurs solutions sont possibles pour fixer les conduits apparents (figure 192) :

- avec des chevilles en plastique automatiques. Il suffit de percer un trou d'un diamètre de 8 mm et de les enfoncer avec un marteau. Elles sont pourvues d'un filetage sur lequel s'adaptent des colliers à fixer, lyres ou réglables. Cette solution de fixation est très rapide mais le matériau du mur ne doit pas être friable ;
- avec des chevilles classiques avec pattes à vis et colliers métalliques (comme pour les tubes de plomberie). Le type de cheville dépend de la nature du support ;
- avec des colliers automatiques adaptés au diamètre du conduit. Il suffit de percer un trou de 8 mm de diamètre, d'installer l'attache sur le conduit, puis de l'enfoncer avec un marteau ;
- avec des colliers d'installation, souvent appelés Rilsans, et des embases à chevilles. Pour le serrage des colliers, utilisez une pince spéciale. Ce type de fixation permet également d'attacher des nappes de câbles dans les faux-plafonds.

La technique de pose des conduits IRL est illustrée à la figure 193. Peu d'outillage est nécessaire. Munissez-vous d'un cordon traceur, d'un niveau à bulle ou d'un niveau laser, d'outils de percement et de fixation, d'une scie à métaux et d'une boîte à onglets pour la coupe des conduits.
Dans certains passages difficiles, on peut effectuer une liaison avec un morceau de conduit cintrable et deux manchons (figure 194), proposés sous forme de kit par les fabricants.

Tracez au cordeau les lignes de parcours horizontales et verticales des canalisations. Posez les boîtiers de l'appareillage

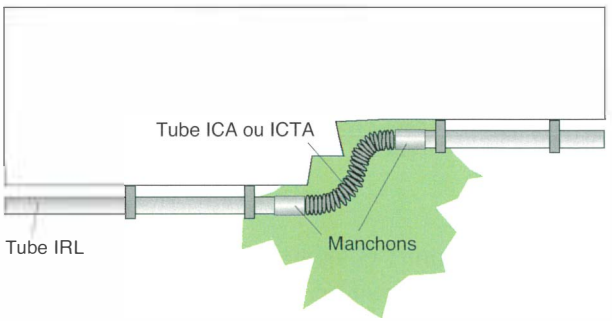
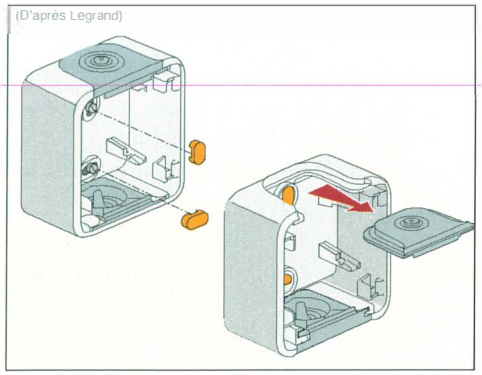
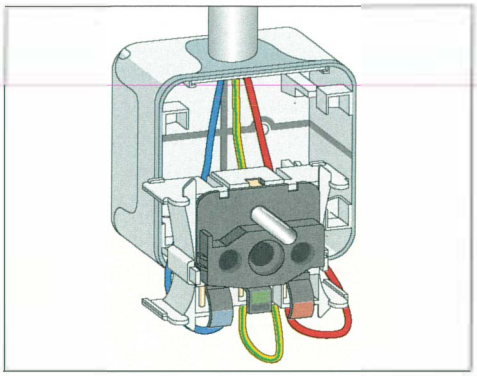


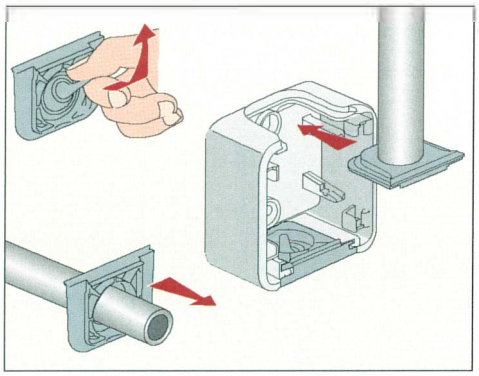
Figure 194 : Les passages difficiles



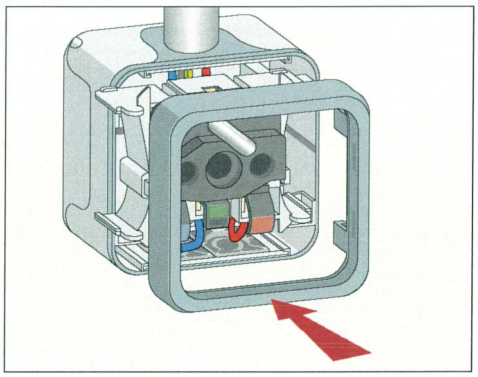
1 Fixez le boîtier au mur au moyen de vis et de chevilles. Placez les capuchons d'étanchéité fournis sur la tête des vis. Retirez l'embout souple à membrane.



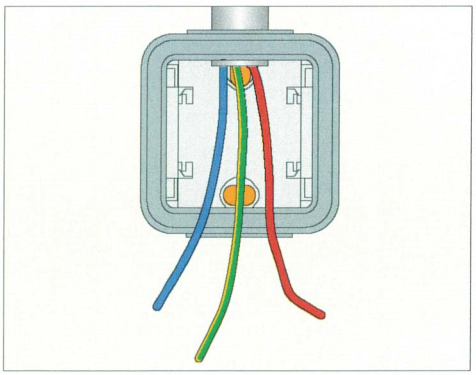
4 Raccordez le mécanisme de prise de courant (il existe des modèles à raccordement automatique ou avec vis).



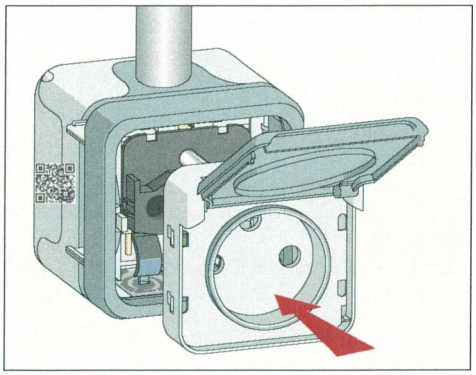
2 Arrachez le téton de la membrane et glissez le tube IRL dans l'embout souple. Replacez l'ensemble sur le boîtier. Fixez les conduits.



5 Clipsez la plaque sur le boîtier.



3 Le conduit doit pénétrer de quelques millimètres dans le boîtier. Passez les lignes électriques jusqu'au boîtier.



6 Mettez en place l'enjoliveur avec capot de protection et fixez-le (techniques différentes selon les fabricants).

Figure 195 : Le raccordement des appareillages

(figure 195) et les boîtes de connexion ou de dérivation. Placez-les de telle façon que les conduits pénètrent parfaitement dans l'axe des entrées défonçables. Posez les colliers de fixation, puis présentez les tubes et accessoires à blanc. Passez ensuite les conducteurs isolés ou les câbles dans les conduits et les accessoires,

à l'avancement. Découpez les opercules défonçables des boîtes au diamètre des tubes. Faites pénétrer les tubes de force dans les boîtiers. Procédez aux raccordements et à la fermeture des boîtes. Les conduits doivent être posés de manière à éviter toute introduction d'eau ou accumulation d'eau en quelque point que ce soit. Il est donc indispensable de soigner la découpe des membranes défonçables de l'appareillage et prévoir des points bas afin d'éviter autant que possible la pénétration d'eau. Il n'est pas utile de faire pénétrer trop pro-

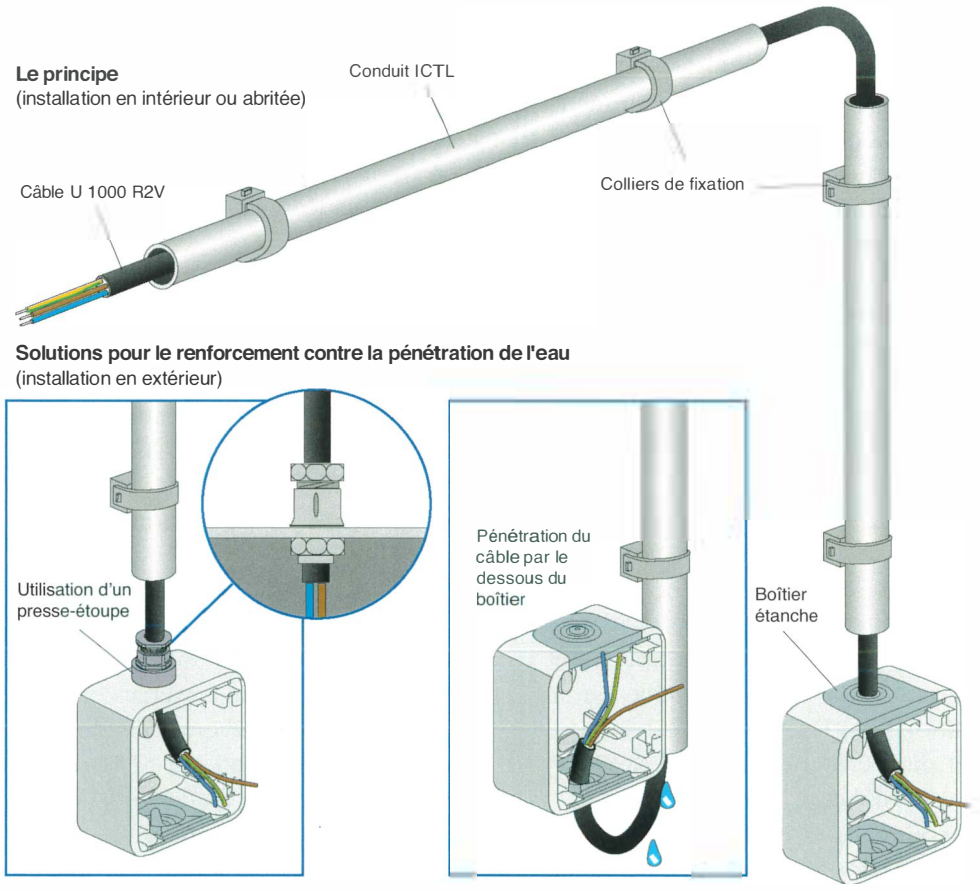


Figure 196 : La pose façon « métro »

fondément le tube dans le boîtier, il pourrait gêner la pose de l'appareillage.

Il existe une autre méthode de pose sous conduit IRL, que nous appelons « métro » (figure 196) et qui se situe entre le montage apparent et le passage sous conduit. Pour ce type de pose, seul le passage de câbles est autorisé. On utilise généralement des câbles U 1000 R2V. Il est nécessaire de veiller particulièrement à empêcher la pénétration d'eau, surtout en installation extérieure. On utilise des presse-étoupe serrables pour pénétrer dans l'appareillage et les luminaires. Les entrées défonçables sont la partie en plastique mou que l'on découpe au diamètre du tube pour qu'il pénètre un peu dans l'appareillage ou un système plus complet avec un écrou de serrage et joint d'étanchéité (le presse-étoupe).

La pénétration dans un mur se fait selon le principe que nous appelons « la goutte d'eau » afin d'éviter que l'eau ne pénètre dans le mur en suivant le câble. Si l'on ne possède pas de presse-étoupe pour la pénétration dans l'appareillage ou si l'exposition aux intempéries est importante, il peut être judicieux de pénétrer dans l'appareillage par le dessous.
En ce qui concerne le passage des conducteurs dans les conduits, il convient de respecter certaines règles. Le nombre de conducteurs et leur section dépendent du diamètre du conduit. Si vous avez un grand nombre de conducteurs à passer, choisissez un tube de fort diamètre ou n'hésitez pas à utiliser plusieurs conduits.

La pose sous profilés en plastique

Ce type d'installation est couramment utilisé en rénovation. Il existe, comme nous l'avons vu précédemment, des moulures en plastique, des goulottes (moulures de grande taille) ainsi que des plinthes électriques.

Les règles à respecter sont :

- dans le cas d'une pose en plinthe ou de plinthe électrique, le conducteur le plus bas doit être au minimum à 1,5 cm du sol fini (figure 197). Une moulure peut être posée en plinthe si elle possède un degré de protection au moins égal à IK 07 ;
- en l'absence de plinthe, la partie inférieure des moulures doit se situer au minimum à 10 cm du sol fini ;
- les moulures doivent rester accessibles pour une dépose éventuelle du couvercle. Il est donc interdit de les noyer dans la maçonnerie ou de les recouvrir de papier ou de tissu mural ;
- il est interdit de poser des profilés à moins de 6,5 cm de l'intérieur d'un conduit de fumée ;

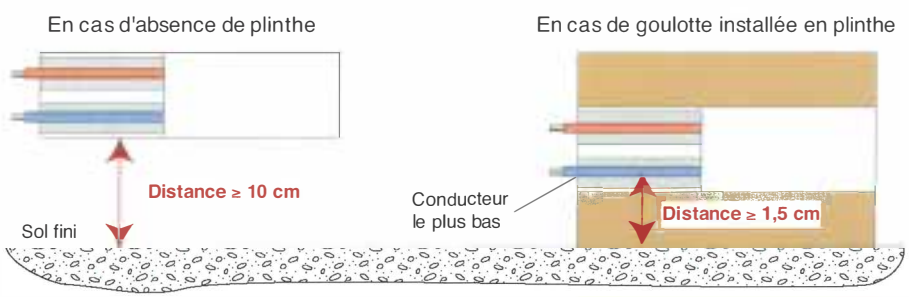


Figure 197 : Les conditions de pose en plinthe

- les profilés en plastique admettent les câbles U 1000 R2V et A 05 U-V, R ou K. Les conducteurs isolés de type H 07 V-U ne sont admis que si le couvercle nécessite l'emploi d'un outil pour être ôté et si la goulotte possède un degré de protection IP 4X ou IP XXD ;
- les conducteurs et câbles doivent pouvoir se loger librement dans les rainures (ne pas les surcharger) ;
- plusieurs circuits peuvent passer dans une même rainure, à condition que tous les conducteurs soient isolés à hauteur de la tension la plus haute présente ;
- le passage des lignes de circuits de communication, de téléphone, d'antenne de télévision, de hi-fi ou de circuits de très basse tension se fera dans des rainures différentes de celles utilisées pour les lignes de l'installation ;
- les câbles de communication doivent emprunter des compartiments d'une section minimale de 300 mm^2 qui leur sont exclusivement réservés, la plus petite dimension ne pouvant être inférieure à 10 mm ;
- dans les grands parcours verticaux, les câbles doivent être soutenus afin d'éviter tout dommage sur les profilés ;
- les connexions sont autorisées, si la place le permet, dans les goulottes IP 2X ou IP B dont l'ouverture du couvercle nécessite un outil ou une action importante. Sinon, les connexions doivent être placées dans une enveloppe isolante répondant au même indice de protection ;
- lorsque des appareillages sont fixés sur les goulottes, ils doivent être solidaires de leur socle. S'ils sont installés dans des goulottes dont le couvercle peut s'ouvrir facilement à la main, ils doivent être fixés dans des boîtes d'encastrement solidarisées avec le socle et munies d'un dispositif permettant de retenir le câble.

Pour la pose de profilés en plastique, le matériel suivant est nécessaire (figure 198) : une scie avec boîte à onglets ou une scie d'encadreur, un pistolet et des cartouches de colle « tous supports », un marteau et des clous ou une agrafeuse de qualité avec des agrafes supérieures à 10 mm. Pour la fixation des plinthes, utilisez de la colle et des chevilles automatiques en plastique.

Le dispositif de fixation ne doit pas pouvoir propager un potentiel de l'intérieur du profilé vers le support. Donc, toute fixation conductrice (agrafe, vis…) se fait uniquement dans une partie isolée du profilé et séparée des rainures où prennent place les conducteurs. Si vous fixez les profilés dans le fond des rainures où passent des conducteurs, utilisez des systèmes isolants, comme des chevilles automatiques en matière plastique.

Pour les petits profilés, une fixation avec clous (ou agrafes) et colle est suffisante. Pour les goulottes, utilisez les chevilles automatiques en plus de la colle.
Pendant le sciage des profilés, des bavures apparaissent sur les arêtes. Elles risquent de gêner l'assemblage des éléments et ne sont pas esthétiques. Il convient donc de les ébavurer avec une lame.

Appliquez un cordon de colle au dos du profilé, posez la moulure à l'endroit prévu et décollez-la aussitôt afin d'encoller la paroi. Laissez la colle sécher pendant quelques minutes (selon les recommandations du fabricant), puis collez fermement le profilé. Pour ren-

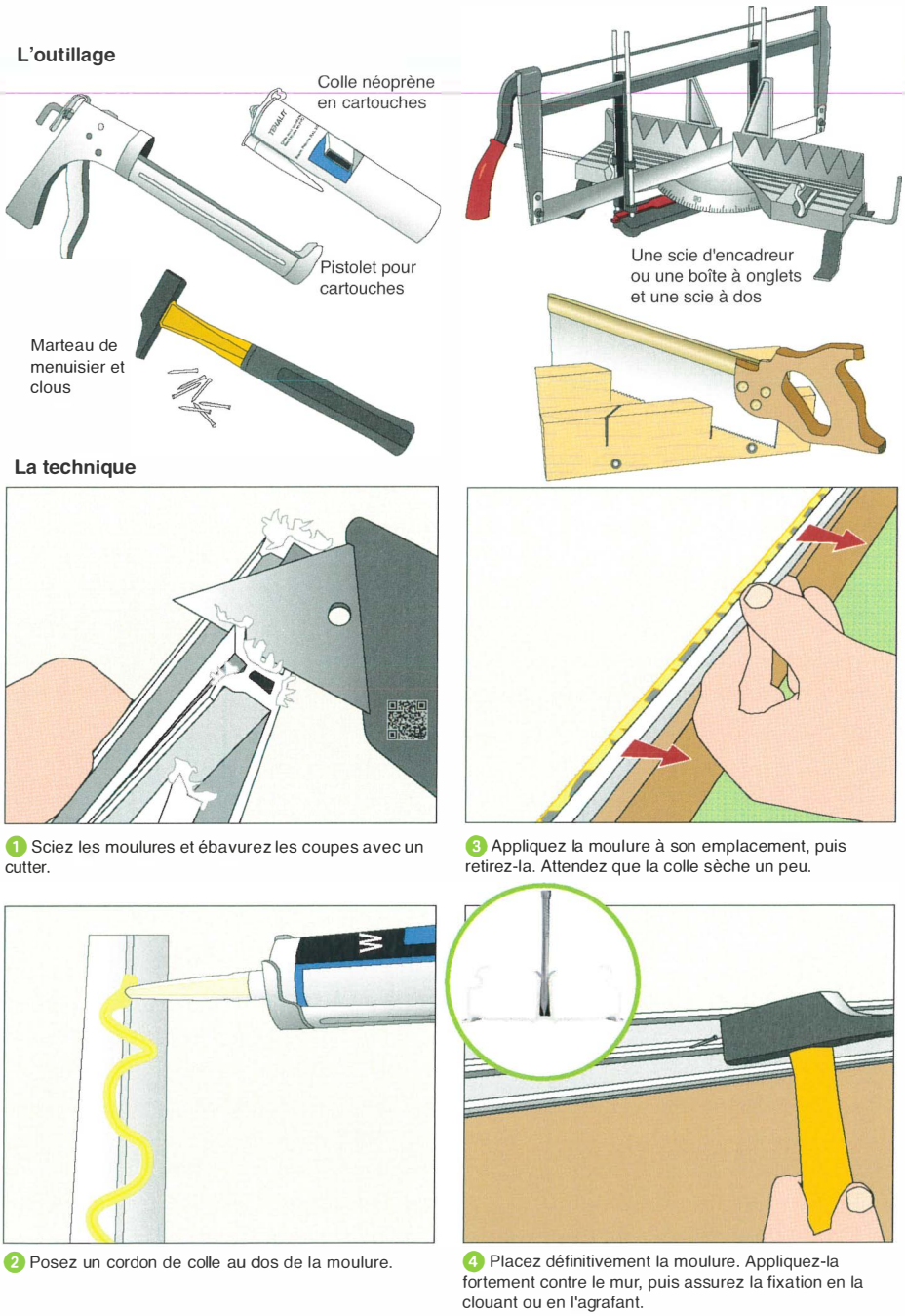


Figure 198 : La fixation des profilés en plastique

forcer le collage, plantez des clous dans la rainure centrale en prenant soin de ne pas laisser de partie métallique susceptible d'entrer en contact avec les conducteurs.

Deux méthodes de pose sont possibles :

- la pose classique (voir figures 199 à 201), facile à réaliser et économique (pas d'emploi d'accessoires) mais qui doit être très soigneusement réalisée

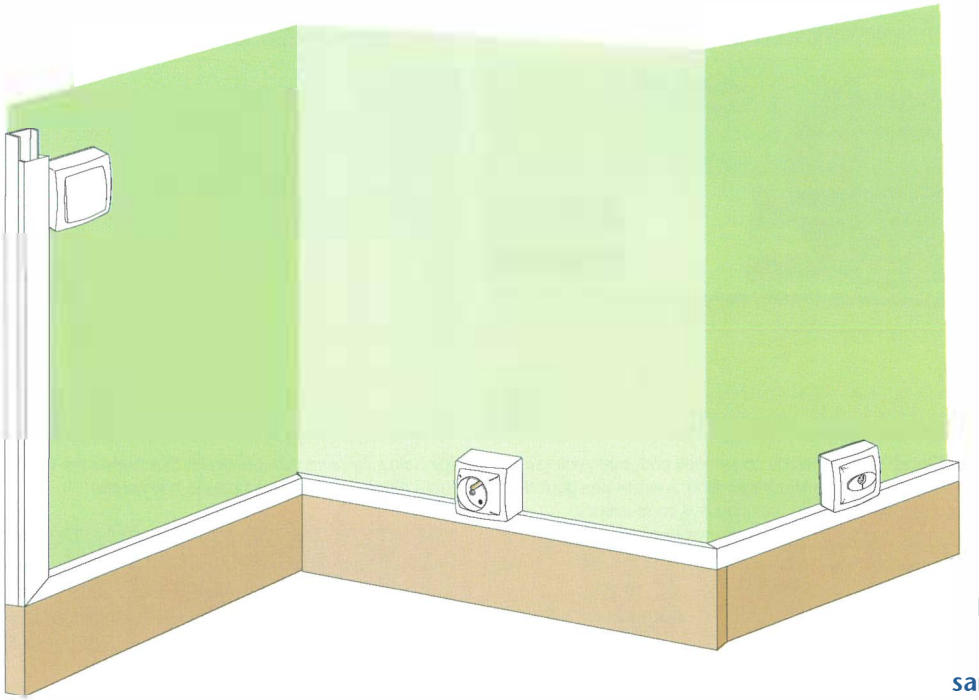
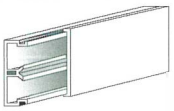


Figure 199 : Les profilés sans accessoires

Matériel nécessaire

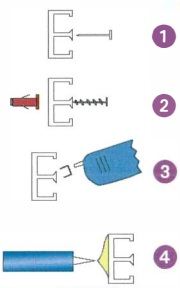


Conducteurs H 07V-U / R ou câbles

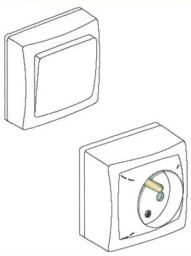


Moulure plastique

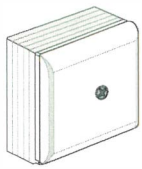
Fixations



1. Par clouage.
2. Par vissage (vis + chevilles dans la nervure centrale), chevilles à frapper ou chevilles à visser isolantes dans les rainures.
3. Par agrafage.
4. Par collage avec la colle recommandée par le fabricant. On associe généralement le collage avec une fixation mécanique (clous ou agrafes).



Appareillage en saillie, fixation par vis et chevilles adaptées à la nature de la paroi

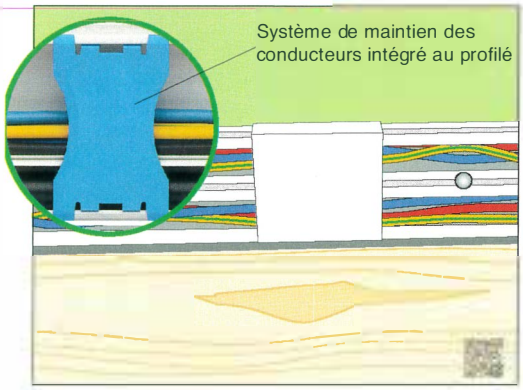


Boîtes de dérivation en saillie, fixation par vis et chevilles adaptées à la nature de la paroi

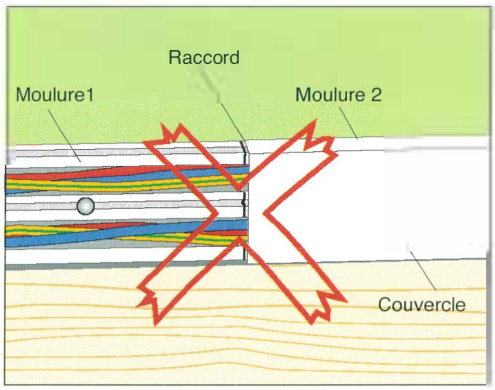
afin que la protection mécanique soit correctement assurée (aucun conducteur ne doit être visible, les coupes doivent être parfaites). Cette méthode doit être réservée aux petits projets de rénovation, puisqu'elle n'est plus admise par la norme et donc par le Consuel ;

- la pose avec accessoires (voir figures 202 et 203) est également facile à réaliser et donne une meilleure finition grâce à l'emploi d'accessoires (angles, tés,

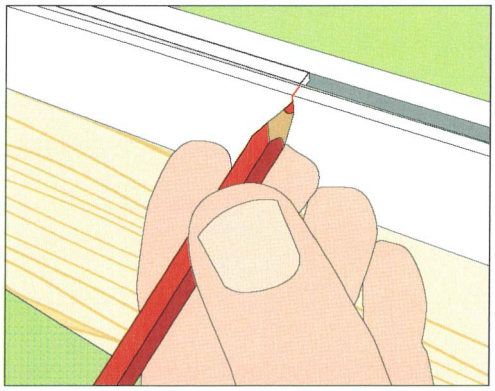
La pose des couvercles



1 Placez des chutes de couvercles pour maintenir les conducteurs lors de leur installation. Il existe des goulottes avec des systèmes de maintien des conducteurs.

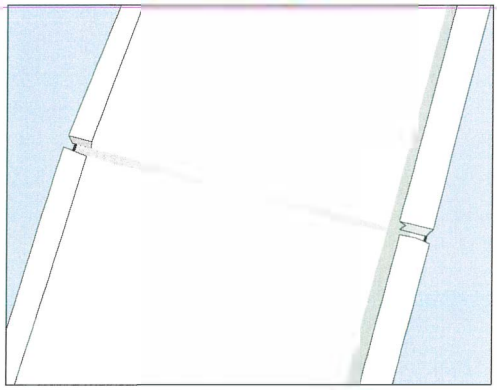


2 N'effectuez jamais un raccord de couvercles au niveau d'un raccord de socles. Ils doivent toujours être décalés.

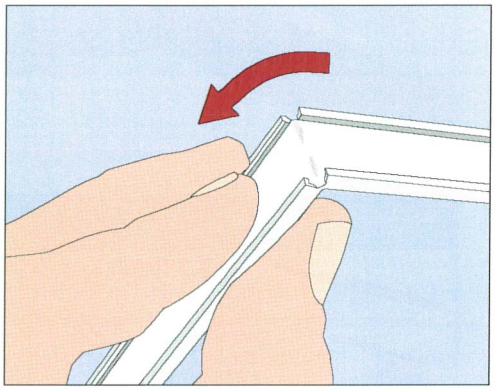


3 Ne prenez pas les mesures au mètre. Mettez les couvercles en place, puis tracez précisément les raccords.

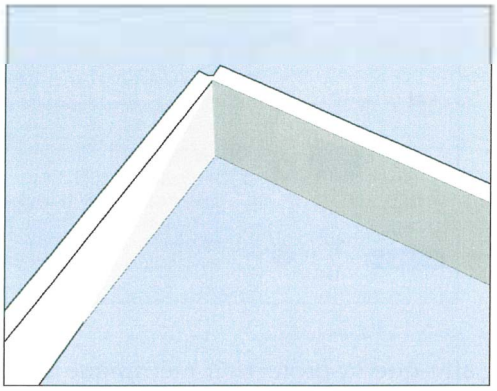
La réalisation d'un angle rentrant



1 Sciez l'envers du couvercle. Découpez les nervures mais n'entamez que très peu le couvercle.



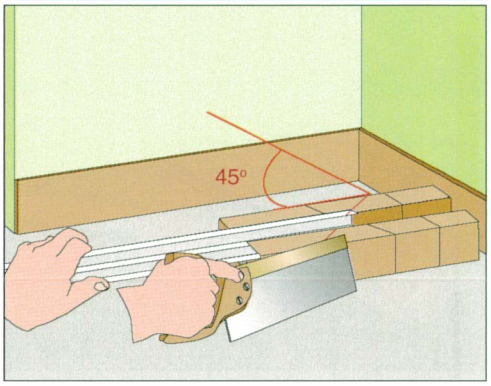
2 Pliez délicatement au niveau du trait de scie, le plastique gardera sa forme.



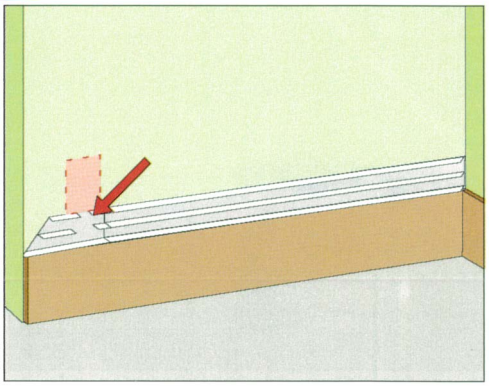
3 Les contraintes de résistance mécanique sont ainsi respectées. Pour un angle sortant, sciez les nervures à 45°.

Figure 200 : Les recommandations de pose des profilés

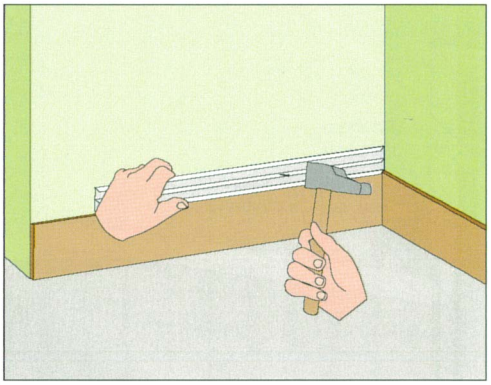
La pose des profilés sans accessoires (1/2)



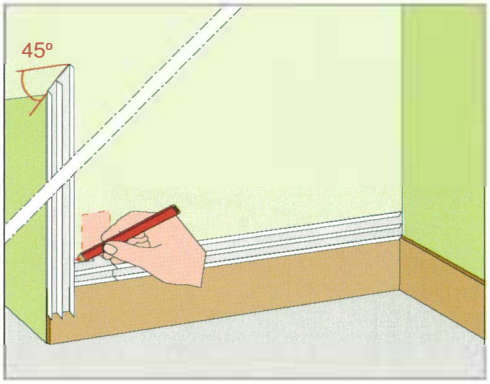
1 Prenez un socle de moulure et découpez-le à 45° dans le sens de la hauteur.



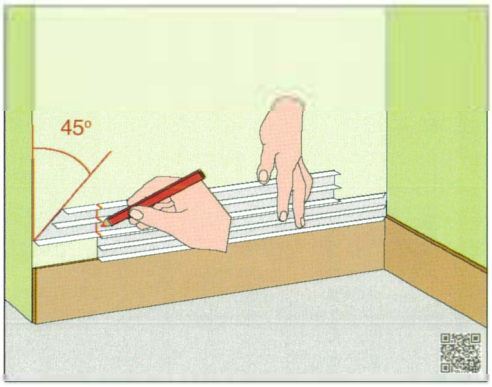
4 Découpez le raccord à la dimension et fixez-le. Si vous devez poser un appareillage, sciez le côté du socle pour passer les conducteurs (flèche rouge).



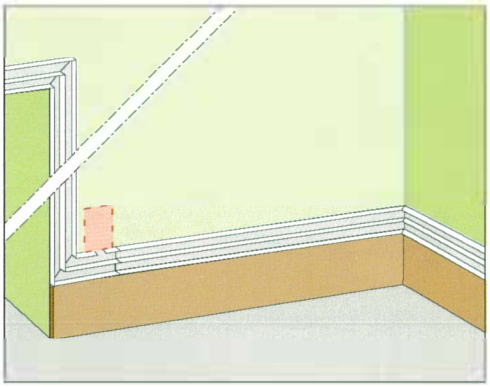
2 Il est préférable de débuter par un angle. Placez le socle découpé au niveau de l'angle, puis fixez-le, au moyen de clous ou d'agrafes, dans la nervure prévue à cet effet.



5 Pour continuer la remontée, réalisez une coupe pour la partie haute (ici à 45° pour le changement de direction). Présentez le socle, puis tracez l'intersection.



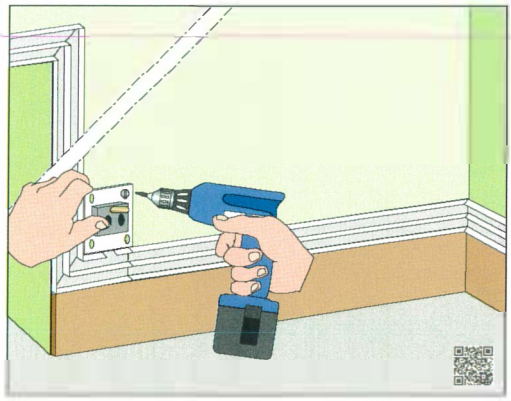
3 Pour un changement de direction, prenez un autre socle et sciez-le à 45° dans le sens de la largeur. Placez-le au-dessus du socle déjà posé et tracez l'intersection.



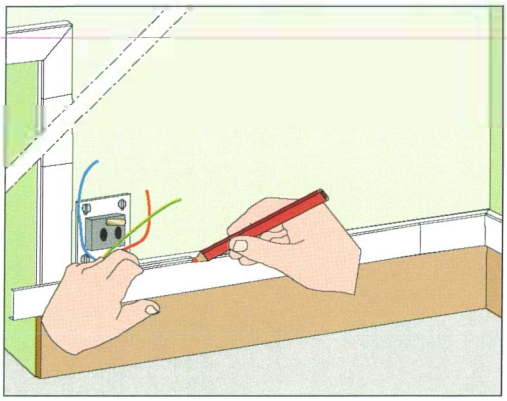
6 Fixez la partie ainsi découpée, puis continuez la pose en adoptant la même technique.

Figure 201 : La pose de profilés sans accessoires (1/2)

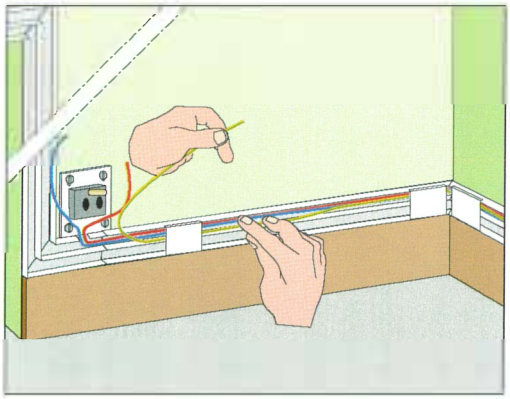
La pose des profilés sans accessoires (2/2)



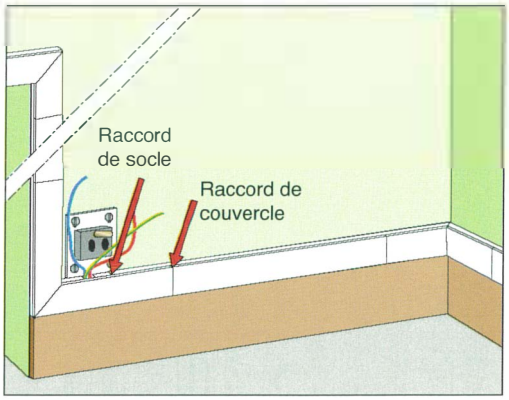
7 Posez les socles de l'appareillage au moyen de vis et de chevilles adaptées à la nature de la paroi.



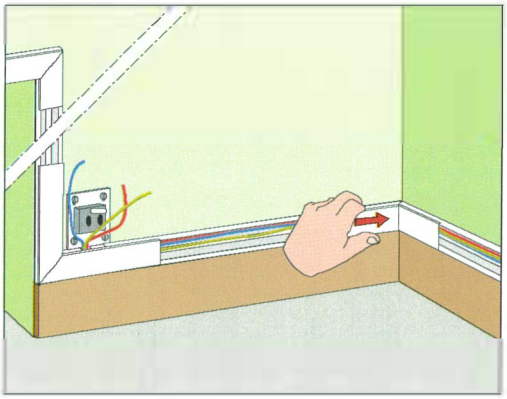
10 Il ne vous restera plus qu'à mesurer et découper des longueurs droites, plus faciles à raccorder proprement.



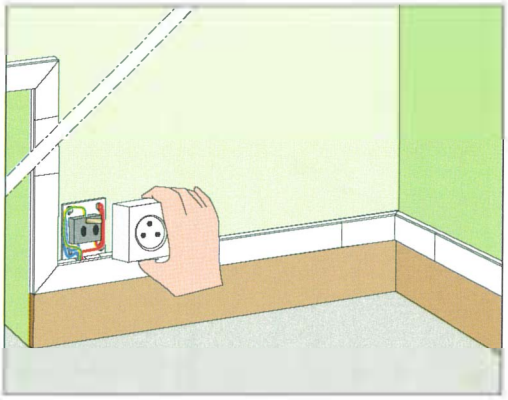
8 Installez les conducteurs dans les rainures. Vous pouvez les maintenir avec des chutes de couvercles.



11 N'oubliez pas de décaler les raccords des socles et des couvercles.



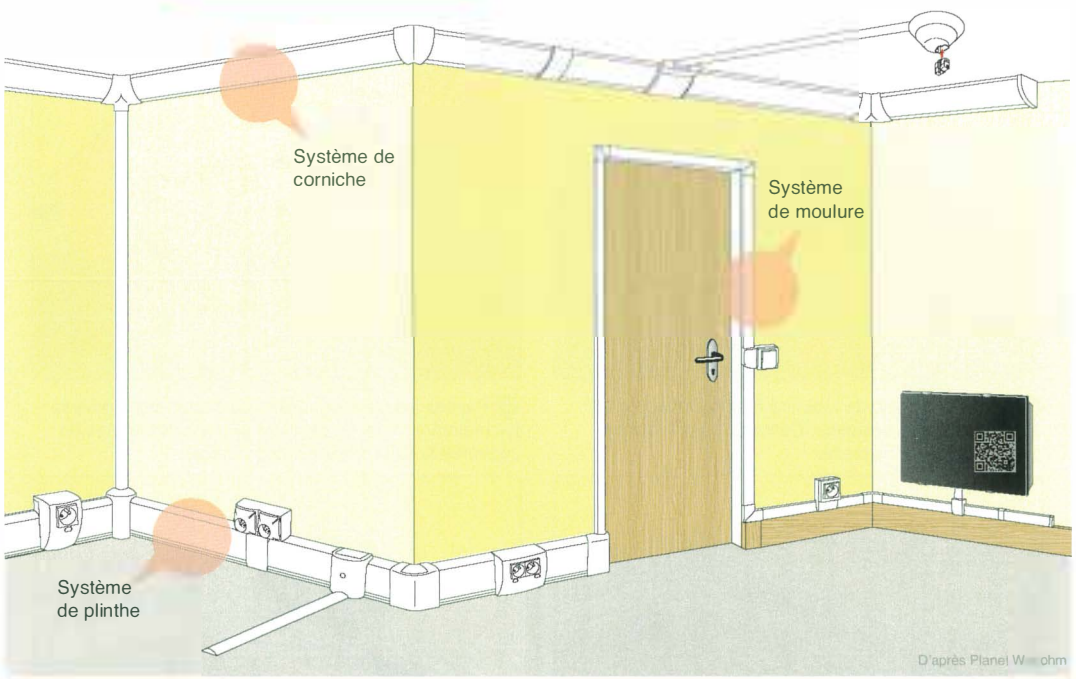
9 Commencez la pose des couvercles avec de petites longueurs dans les angles. Vérifiez le parfait raccordement des coupes à 45°. Retouchez-les à la lime si nécessaire.



12 Raccordez l'appareillage, puis fixez les capots de protection.

Figure 201 : La pose de profilés sans accessoires (2/2)

La pose des profilés avec accessoires

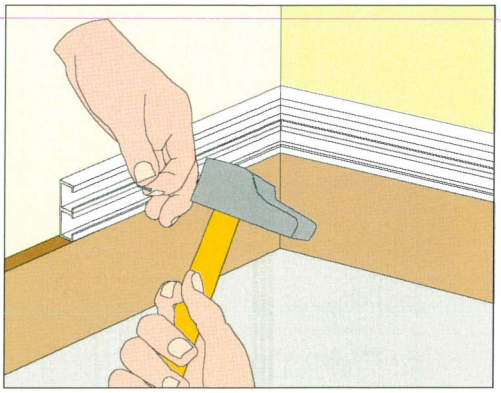


Matériel nécessaire

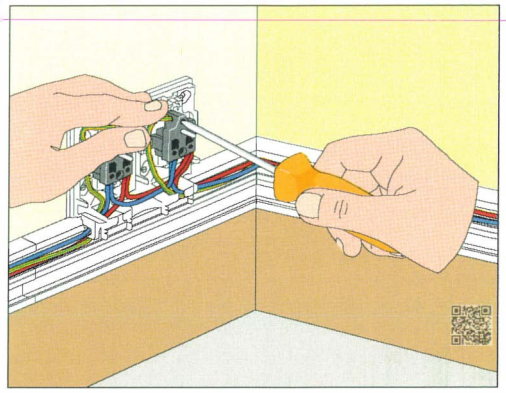
Systèmes de profilés		Accessoires pour moulures		Accessoires pour plinthes		Accessoires pour corniches	
	Conducteurs H 07V-U/R ou câbles		Angle extérieur variable		Angle intérieur		Angle intérieur
	Moulure plastique		Angle intérieur variable		Angle extérieur		Angle extérieur
	Plinthe plastique		Angle plat		Embouts gauche et droite		Angle intérieur 3D
			Embout terminal		Joint de couvercle		Embout terminal
			Joint de couvercle		Tour de porte ou dérivation terminale		Joint de couvercle
			Té Dérivation Tour de porte		Dérivations sur moulure simple ou d'angle		Dérivation avec moulure
	Moulure d'angle ou corniche		Adaptateur pour appareillage		Capots pour appareillage		Dérivation avec moulure
			Point de centre				

Figure 202 : Les profilés avec accessoires

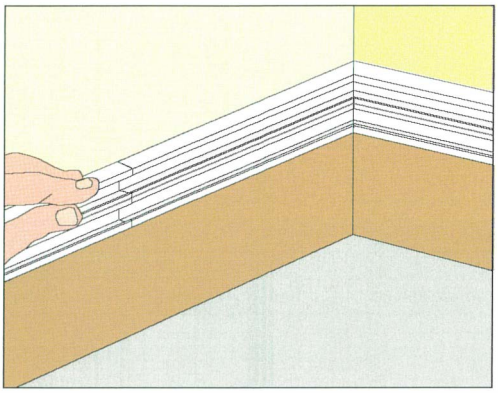
La pose des profilés avec accessoires



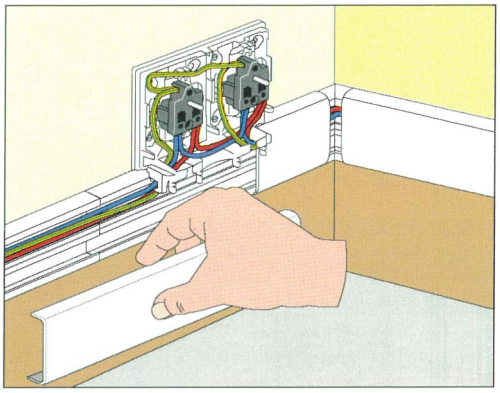
1 Prenez un socle de moulure et découpez-le à 45° dans le sens de la hauteur. Débutez la pose par un angle rentrant de la pièce.



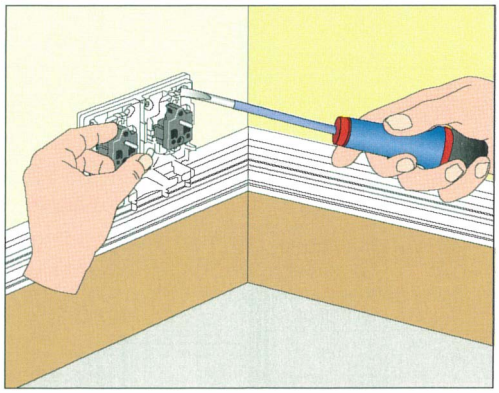
4 Passez les fils nécessaires au circuit. Vous pouvez les maintenir dans les rainures grâce à des chutes de couvercles. Raccordez les appareillages.



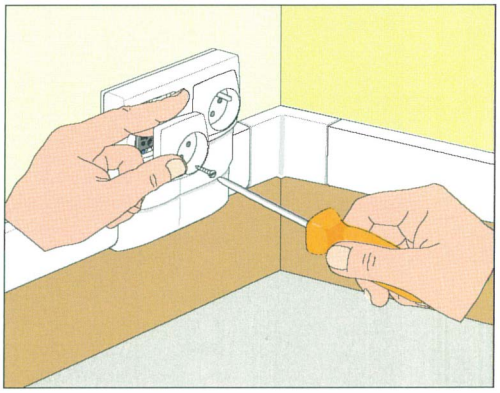
2 Continuez la pose des socles de façon traditionnelle. Attention : certains systèmes de moulures nécessitent la pose de pièces au niveau du socle pour les accessoires.



5 Placez des longueurs droites de couvercle en intercalant les accessoires de changement de direction et de jointure.



3 Fixez les socles des adaptateurs pour appareillage aux endroits que vous avez choisis. Il est inutile de découper les nervures de la moulure.



6 Clipsez les cadres d'habillage des appareillages et vissez ou clipsez les enjoliveurs sur les prises de courant.

Figure 203 : La pose de profilés avec accessoires

dérivations, finitions). Avec les accessoires, la protection mécanique est parfaitement respectée. Cette solution est prescrite par la norme.

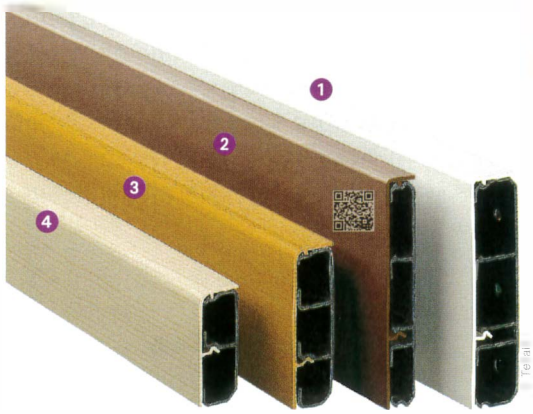
Les plinthes électriques sont posées en remplacement des plinthes classiques en bois.

Les moulures sont posées au droit du plafond, en astragale, au-dessus des plinthes selon les nécessités.

Voici quelques conseils de pose :

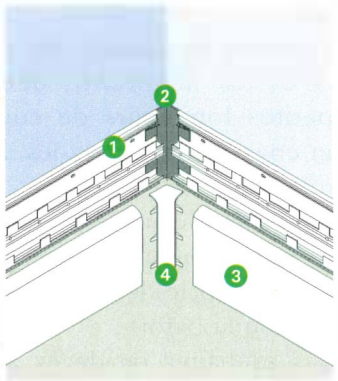
- commencez de préférence la pose dans un angle avec un socle découpé à 45° ;

Exemples de plinthes



1 Plinthe en plastique blanc
2 Plinthe en plastique marron
3 Plinthe plaquée hêtre
4 Plinthe plaquée érable

Le traitement des angles
(selon les modèles)

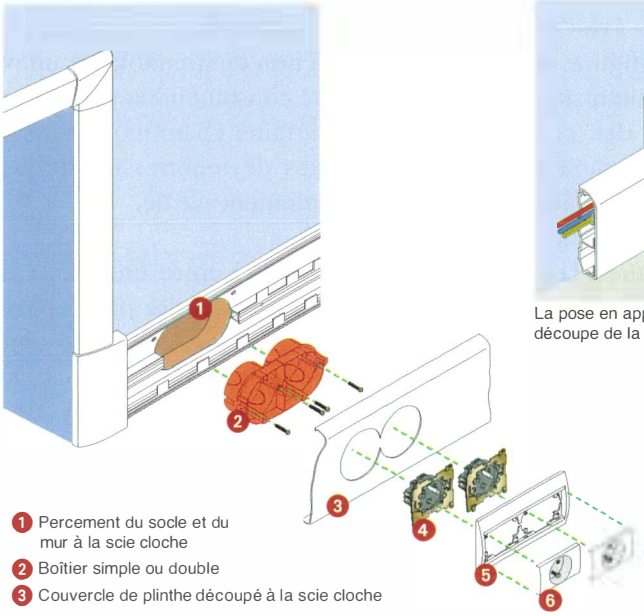


1 Socles coupés droits
2 Embase de l'accessoire d'angle
3 Couvercle
4 Capot de l'accessoire d'angle

Figure 204 : Les plinthes électriques

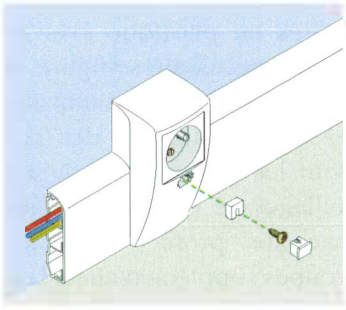
La pose des appareillages (D'après Planet Wattohm)

La pose semi-encastrée



1 Percement du socle et du mur à la scie cloche
2 Boîtier simple ou double
3 Couvercle de plinthe découpé à la scie cloche
4 Mécanismes
5 Plaque de l'appareillage
6 Enjoliveurs

La pose en applique



La pose en applique ne nécessite pas la découpe de la plinthe

- tracez les traits de coupe en présentant les moulures en situation plutôt qu'en utilisant un mètre ;
- pour un entourage de porte, prédécoupez des morceaux de 30 à 40 cm et réalisez tout d'abord les angles du cadre de porte. Ensuite, comblez les espaces avec des morceaux plus longs ;
- ne faites jamais correspondre les raccords des couvercles avec ceux des socles ;
- pour faciliter le passage des conducteurs et les maintenir, découpez de petites longueurs de couvercle (5 cm environ) et clipsez-les à divers endroits ;
- les accessoires étant légèrement plus larges que la moulure, prévoyez un jeu entre le socle de la moulure et la plinthe (ou la paroi) ;
- si vous souhaitez ou devez poser la moulure en milieu de paroi ou à distance du plafond (dans le cas d'une corniche arrondie, par exemple), tracez d'abord un trait au cordeau et au niveau.

Les fabricants proposent un vaste choix de profilés en plastique avec tous les accessoires nécessaires (figure 202). La pose est facilitée, nécessitant moins de coupes ou simplement des coupes à 90°. Pour les systèmes de moulure, les appareillages se posent très facilement au-dessus des profilés, sans nécessiter de découpes supplémentaires. Les capots spécifiques permettent de masquer les fils et d'assurer la protection mécanique (figure 203).

Les plinthes électriques sont commercialisées en blanc, mais aussi en marron, ou avec un décor bois. Les profilés classiques peuvent naturellement être peints. La pose des plinthes peut être légèrement différente de celle des moulures et des goulottes (figure 204). Les angles rentrants, par exemple, peuvent nécessiter la pose préalable d'une embase. La pose des appareillages s'effectue au moyen de platines spécifiques. Certains modèles permettent la pose semi-encastrée de l'appareillage, ce qui procure un résultat plus esthétique.

Dans certains cas, la pose de moulure paraît difficile (mur arrondi, par exemple). La figure 205 présente quelques astuces. Les autres solutions sont plus spécifiques à la pose sans accessoires. Vous pouvez néanmoins y recourir si, par exemple, vous ne disposez pas d'angles sortants réglables.

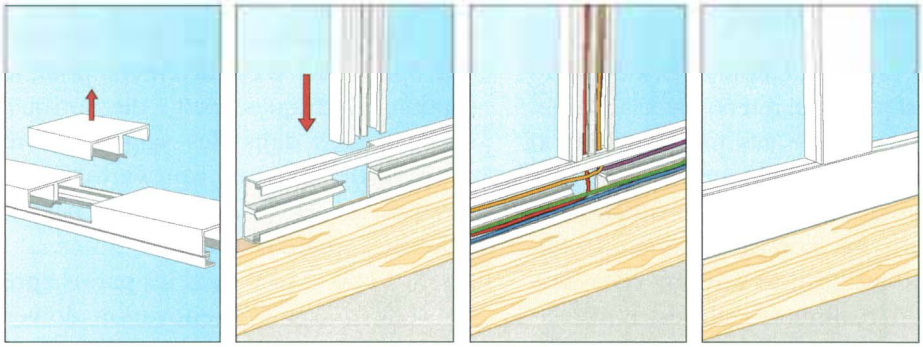
La pose en vide de construction

Un vide de construction est un espace existant dans les parois horizontales ou verticales d'un bâtiment (planchers, murs, etc.) et accessible uniquement à certains endroits. Par exemple, un faux-plafond non démontable ou un plancher supporté constituent un vide de construction. Certains chambranles de porte et huisseries de fenêtres ou de portes en font également partie.

L'espace situé entre une paroi verticale et l'isolant, engendré par l'épaisseur de la colle, n'est pas considéré comme un vide de construction. Il en est de même pour les parois constituées d'éléments creux comme les briques, les carreaux de plâtre et les parpaings).

Dans les vides de construction, il est possible de passer des conducteurs

Les dérivations



1 Découpez le fond du socle et la nervure centrale. Conservez le profil clipsable du couvercle.

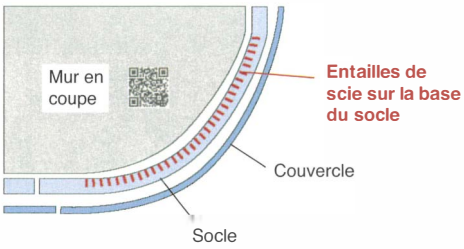
2 Posez la moulure en partie horizontale, puis celle de la dérivation, à l'emplacement de la découpe.

3 Passez les conducteurs dans les rainures. Le profil conservé permet de les maintenir.

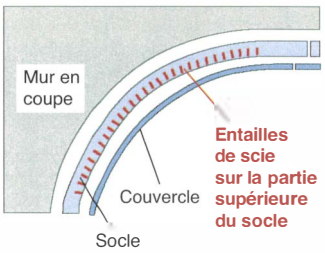
4 Posez les couvercles. Vous pouvez également utiliser un accessoire de dérivation en té.

Les parois courbes

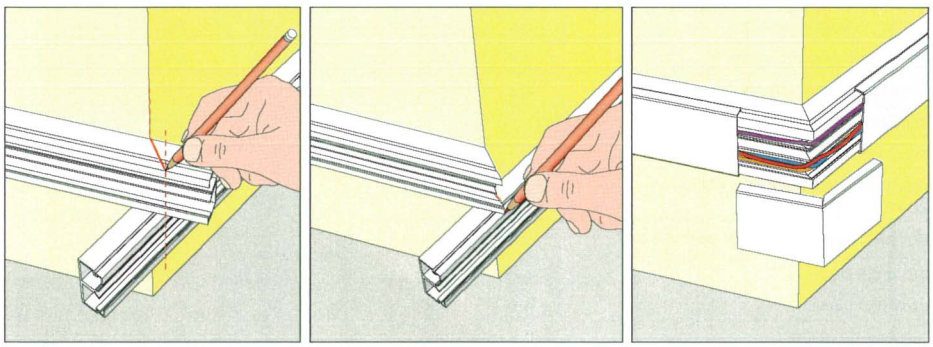
Arrondi extérieur



Arrondi intérieur



Les angles indéfinis



1 Placez les profilés en situation sans les fixer. Tracez l'intersection depuis l'angle du mur.

2 Découpez le premier profilé, mettez-le en place, puis tracez la coupe sur le second profilé.

3 Passez les fils, posez la pièce d'angle (angle réglable ou couvercle plié), puis posez les couvercles.

Figure 205 : Les cas particuliers pour la pose de moulures

isolés sous conduit non propagateur de la flamme ou des câbles isolés de type U 1000 R2V ou FR-N 05 VV-U ou R et A 05 VV-F. Les dimensions des vides doivent cependant être suffisantes pour que les conduits ou les câbles y pénètrent librement. De plus, leur section d'encombrement (y compris leur protection) ne doit pas dépasser le quart de la section du vide de construction. Les câbles peuvent être posés sans conduit si la plus petite dimension transversale du vide est d'au moins 1,5 fois le diamètre extérieur du câble.

La pose encastrée

Le terme encastré employé très couramment n'est pas celui retenu dans la norme. Il indique dans ce cas une canalisation dont un côté est affleurant. Le terme retenu est la pose noyée qui signifie que le conduit est complètement enrobé. Ce type d'installation est l'une des plus pénibles à réaliser (si elle est effectuée après la construction), mais l'effet esthétique est parfait. Elle consiste à passer des conducteurs isolés ou des câbles sous conduits, noyés dans la maçonnerie. L'encastrement peut être réalisé avant, pendant ou après la construction. Dans ce cas, il s'agit alors d'un engravement. La norme prévoit un encadrement précis des conditions d'engravement pour les conduits électriques, c'est-à-dire lorsqu'ils sont intégrés dans des saignées après construction ou en rénovation. Cela concerne les cloisons, les murs non porteurs et les murs porteurs.

Les conduits noyés dans les parois après construction ou en rénovation doivent posséder une classification minimale de 3321 (figure 206). Vous ne devez pas utiliser d'accessoires, sauf des éléments de jonction. Les conduits à utiliser peuvent donc être de type ICTL 3421 (gris ou orange), IRL 3321, ICA 3321

Le choix des conduits		Pose avant ou pendant la construction			Pose après la construction		
Nature des matériaux	Type de conduit ▶	ICTL gris	ICTL orange	IRL ICA ICTA	ICTL gris	ICTL orange	IRL ICA ICTA
Murs porteurs							
Pierres, moellons		oui	non	non	oui	oui	oui
Briques, parpaings pleins		oui	non	non	oui	oui	oui
Briques, parpaings creux		oui	non	non	oui	non	oui
Béton armé, banché plein		oui	oui	oui	oui	oui	oui
Béton banché caverneux		oui	non	oui	non	non	non
Cloisons non porteuses							
Briques pleines		oui	non	s.r.	non	non	non
Briques creuses d'une épaisseur > 5 cm		oui	non	s.r.	oui	non	oui
Briques creuses d'une épaisseur ≤ 5 cm		oui	non	non	s.r.	non	s.r.
Parpaings creux		oui	non	oui	oui	non	oui
Parpaings pleins		non	non	non	oui	oui	oui
Carreaux de plâtre		non	non	oui	oui	non	oui
Cloisons composites		non	non	oui	oui	non	oui
Planchers							
Dalles pleines, chapes en béton		oui	oui	oui	oui	oui	oui
Béton nervuré, hourdis, planchers chauffants (1)		oui	non	oui	non	non	non

s.r. : sous réserves.
(1) Pour les planchers chauffants, les conduits sont placés dans un ravoirage réalisé avant la pose de l'isolant et de la chape flottante équipée du système de chauffage (électrique ou eau chaude).
Les conduits ICA 3321 et IRL 3321 ne peuvent être posés avant la construction que s'ils sont parfaitement protégés de toute contrainte mécanique.
Les conduits ICTL 3421 et ICTA 3422 ne sont admis en encastré avant ou après la construction (dalles, chapes) que s'ils sont fixés aussitôt mis en place, de façon qu'aucun élément ne puisse se déplacer avant la fin de la construction. Posés après construction dans une saignée de taille appropriée, ils doivent être parfaitement recouverts par le rebouchage de la saignée.

Figure 206 : Le choix des conduits

ou ICTA 3422. Les conduits de couleur orange (propagateurs de la flamme) ne peuvent pas être apparents sur une longueur supérieure à 11 cm. Les conduits les plus utilisés sont du type ICTA, c'est-à-dire les plus polyvalents.

Les murs porteurs

Il est interdit de pratiquer des saignées dans les parois porteuses en béton après construction, sauf avec accord du concepteur.

Pour les murs porteurs en maçonnerie de petits éléments (blocs de béton, de terre cuite, de béton cellulaire…), les saignées ne doivent pas dégrader la résistance du mur ni son étanchéité (pour les parois donnant sur l'extérieur), elles sont fondées sur les règles de l'Eurocode 6 pour les constructions neuves.

Quelle que soit l'épaisseur du mur, une saignée verticale est admise sans limitation de hauteur si sa profondeur maximale ne dépasse pas 30 mm et sa largeur 100 mm. La largeur de la saignée peut être augmentée selon l'épaisseur du mur. Pour une épaisseur comprise entre 116 et 175 mm, la largeur peut être portée à 125 mm, pour une largeur de 176 à 225 mm, cette largeur peut atteindre 150 mm. Elle est de 175 mm pour un mur de 226 à 300 mm et de 200 mm pour une paroi d'épaisseur supérieure à 300 mm. Ces dimensions peuvent être supérieures si les saignées ou réservations sont réalisées en cours de la construction (voir tableau de la figure 207). Une saignée verticale qui ne dépasse pas le tiers de la hauteur d'étage au-dessus du niveau du plancher peut avoir une profondeur maximale de 80 mm et une largeur de 120 mm, uniquement si l'épaisseur du mur est supérieure ou égale à 225 mm. La distance entre deux saignées verticales, ou avec une ouverture, ne doit pas être inférieure à 225 mm. La largeur de toutes les saignées ne doit pas dépasser 0,13 fois la longueur du mur concerné.

En rénovation, l'Eurocode n'est pas exigé, les saignées verticales qui ne s'étendent pas sur plus de la moitié de la hauteur d'étage peuvent avoir une profondeur maximale de 45 mm et une largeur de 80 mm si la paroi est d'une largeur supérieure ou égale à 150 mm. Dans les autres cas, respectez les recommandations précédentes.

En ce qui concerne les saignées horizontales, s'il n'est pas possible de les éviter, elles doivent être localisées sur 1/8 de la hauteur d'étage à partir du plancher ou du plafond. Elles ne doivent pas être pratiquées dans des murs d'une épaisseur inférieure à 116 mm. De plus, leur profondeur dépend de leur longueur. Si la saignée ne dépasse pas 1 250 mm, sa profondeur maximale doit être de 15 mm pour des murs jusqu'à 175 mm d'épaisseur, 20 mm pour des murs jusqu'à 225 mm, 25 mm pour des murs jusqu'à 300 mm et 30 mm pour des murs d'une épaisseur supérieure à 300 mm. Si la saignée est d'une longueur supérieure à 1 250 mm, elle est autorisée uniquement dans un mur porteur d'une épaisseur supérieure à 175 mm. Sa profondeur maximale doit être de 10 mm pour des murs jusqu'à 225 mm d'épaisseur, de 15 mm pour des murs jusqu'à 300 mm et de 20 mm pour des murs d'une épaisseur supérieure à 300 mm.

En rénovation, les saignées qui ne dépassent pas 750 mm de longueur peuvent avoir une profondeur maximale de 45 mm et une largeur jusqu'à 50 mm, si l'épaisseur du mur porteur est au moins de 150 mm et qu'elles respectent la règle des 1/8.

Murs en béton

Il est interdit de faire des saignées après construction dans les éléments de gros œuvre en béton (sauf avec accord du concepteur). La pose de gaines doit se faire lors de la construction ou dans des réservations prévues à cet effet.

Murs en maçonnerie de petits éléments

Saignées verticales admises dans les murs porteurs (sans calcul de résistance)

Épaisseur du mur porteur en mm	Saignées ou réservations réalisées après la construction		Saignées ou réservations réalisées pendant la construction	
	Profondeur maximale (en mm)	Largeur maximale (en mm)	Épaisseur minimale du mur restant (en mm)	Largeur maximale (en mm)
85 à 115	30	100	70	300
116 à 175	30	125	90	300
176 à 225	30	150	140	300
226 à 300	30	175	175	300
Plus de 300	30	200	215	300

Des saignées verticales qui ne s'étendent pas sur plus de 1/3 de la hauteur d'étage, au-dessus du niveau du plancher peuvent avoir une profondeur de 80 mm et une largeur de 120 mm maximales si l'épaisseur du mur porteur est d'au moins 225 mm.
La distance entre deux saignées verticales ou entre une saignée et une réservation ou une ouverture ne doit pas être inférieure à 225 mm.
En rénovation, sont tolérées des saignées jusqu'à 45 mm de profondeur et 80 mm de largeur si elles ne s'étendent pas sur plus de la moitié de la hauteur d'étage et si le mur fait au moins 150 mm d'épaisseur.
La largeur cumulée des saignées ou réservations ne doit pas dépasser 0,13 fois la longueur du mur.

Figure 207 : Les saignées dans les murs porteurs

Saignées horizontales ou parallèles aux arêtes des parois admises dans les murs porteurs

Épaisseur du mur porteur en mm	Profondeur maximale (en mm)	
	Longueur non limitée	Longueur ≤ 1 250 mm
85 à 115	0	0
116 à 175	0	15
176 à 225	10	20
226 à 300	15	25
Plus de 300	20	30

Quand il n'est pas possible d'éviter les saignées horizontales, il convient de les localiser sur 1/8 de la hauteur d'étage du mur, au-dessus ou au-dessous du niveau du plancher.
La distance entre une saignées horizontale et une ouverture ne doit pas être inférieure à 500 mm.
Pour des murs d'une épaisseur supérieure à 115 mm, la profondeur de la saignée peut être augmentée de 10 mm si elle est réalisée avec précision (à la rainureuse, par exemple).
Pour des murs d'une épaisseur supérieure ou égale à 225 mm, il est possible de faire une saignée de 10 mm maximum de profondeur de chaque côté de la paroi si on utilise une machine.
La largeur d'une saignée ne doit pas dépasser la moitié de l'épaisseur du mur.
En rénovation, sont tolérées des saignées horizontales jusqu'à 45 mm de profondeur et 50 mm de largeur, si le mur fait au moins 150 mm d'épaisseur et si elles se situent sur les 1/8 de la hauteur d'étage, au-dessus du niveau du plancher.
L'écart entre deux saignées proches, de longueur limitée, doit représenter au moins la longueur de la plus grande saignée, qu'elles soient situées du même côté du mur ou non.

La distance entre une saignée horizontale et une ouverture ne doit pas être inférieure à 500 mm. La distance entre deux saignées adjacentes, de longueur limitée, ne doit pas être inférieure au double de la longueur de la saignée la plus longue, que celles-ci soient du même côté de la paroi ou non. La largeur d'une saignée ne doit pas dépasser la moitié de l'épaisseur restante du mur. Dans les murs d'une épaisseur supérieure à 115 mm, la profondeur admise peut être augmentée de 10 mm si la saignée est réalisée avec une rainureuse permettant

un réglage précis de la profondeur. Il est possible de réaliser des saignées d'une profondeur maximale de 10 mm sur les deux faces d'un mur porteur seulement si son épaisseur est supérieure à 225 mm.

Les murs non porteurs en maçonnerie de petits éléments, cloisons et doublages

Les règles qui suivent sont valables pour tous les murs non porteurs et les cloisons, quelles que soient leur épaisseur et leur nature. Les règles s'appliquant aux matériaux spécifiques sont présentées dans les paragraphes suivants. Les saignées et les trous de boîtes d'encastrement doivent être réalisés avec des outils électroportatifs (rainureuses, scies cloche montées sur une perceuse…). Les saignées horizontales ne sont autorisées que d'un même côté de la cloison (figure 208). Les saignées doivent être pratiquées dans l'alignement des éventuelles alvéoles des éléments. Pour les saignées horizontales, il est interdit de dépasser la longueur de 0,50 m, de part et d'autre d'une intersection avec une autre cloison ou avec un mur. Elles ne doivent pas dépasser un mètre de part et d'autre d'une saignée verticale. Avec des éléments de construction à alvéoles horizontales, vous pouvez procéder à des défonçages au niveau des liaisons d'éléments afin de passer le conduit dans les alvéoles. La longueur cumulée de tous les percements ne doit pas dépasser 0,50 m (figure 209).

Une saignée verticale ne doit pas dépasser la longueur de 0,80 m à partir du plafond ou de 1,30 m à partir du plancher. La longueur de 0,80 m peut être portée au 1/3 de la hauteur d'étage si la saignée est la seule réalisée dans la cloison.
Sur un même axe, il est interdit de réaliser une tranchée à partir du plancher et une autre à partir du plafond. La distance entre deux saignées verticales ne doit pas être inférieure à 1,60 m, qu'elles soient du même côté ou de chaque côté de la

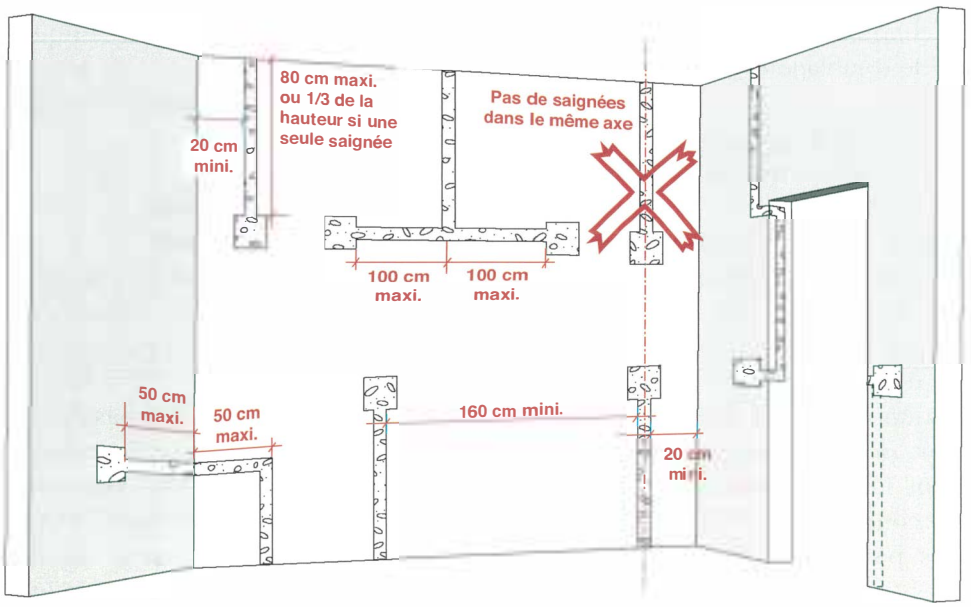


Figure 208 : Les engravements dans les cloisons

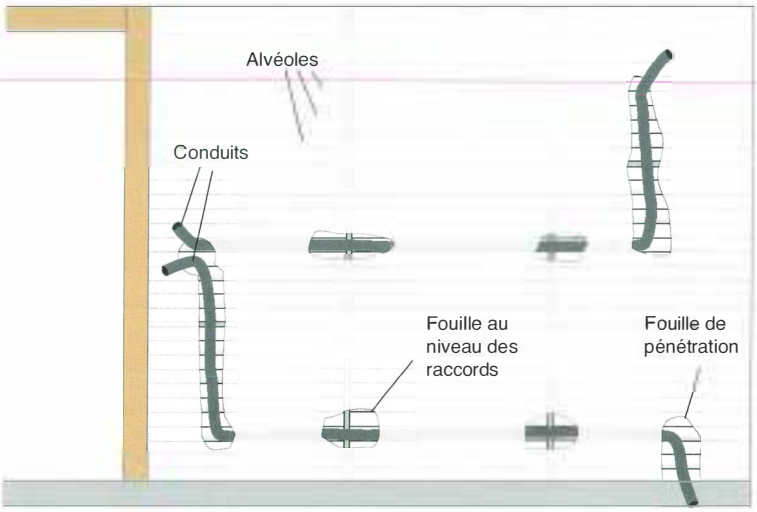


Figure 209 : Les cloisons à alvéoles

Dans une cloison en carreaux de plâtre alvéolés ou en briques creuses, utilisez les alvéoles pour passer les conduits. Pratiquez de petites fouilles aux raccords entre les carreaux et aux endroits de pénétration et de sortie, puis glissez le conduit à l'intérieur. Vous reboucherez ensuite les trous avec un mélange de plâtre et de colle à carreaux de plâtre ou du plâtre seul pour les briques.

cloison. Une distance minimale de 0,20 m doit être respectée entre une saignée verticale et un angle ou l'intersection avec un mur ou une autre cloison. Les conduits doivent être maintenus dans les saignées avec des patins de plâtre en attendant leur complet rebouchage.
Il est interdit de pratiquer des saignées dans les conduits de fumée et dans leurs cloisons de doublage éventuelles.

Pour les murs non porteurs en blocs de béton ou de terre cuite, il convient de respecter certaines règles.
Si les conduits sont encastrés au moment de la construction, il faut les loger dans les vides horizontaux des alvéoles en prolongement les uns des autres. La pose n'est donc possible qu'avec des briques à une, deux ou trois alvéoles et seulement pour les parcours horizontaux. Dans le cas de saignées réalisées après la construction, les limites sont imposées par la nature du matériau. Pour les briques et les blocs pleins à enduire, les saignées ne doivent pas avoir une profondeur supérieure à 18 mm, ce qui autorise donc un conduit de 16 mm au maximum. Pour les briques à alvéoles verticales et horizontales d'une épaisseur inférieure à 80 mm, la profondeur de la saignée ne doit pas dépasser une alvéole, soit un conduit d'un diamètre de 20 mm au maximum. Pour les briques d'une épaisseur inférieure à 20 mm, la canalisation sera d'un diamètre de 16 mm maximum.

Les règles pour les carreaux de plâtre pleins ou alvéolés

Naturellement, la réalisation des saignées n'est possible qu'après la construction de la cloison. Pour des carreaux d'une épaisseur inférieure à 100 mm, la profondeur de la saignée ne doit pas dépasser 20 mm, ce qui permet un conduit de 16 mm de diamètre au maximum (figure 210). Pour des éléments d'une largeur supérieure à 100 mm, les saignées peuvent atteindre une profondeur

Le diamètre maximal des conduits dans les cloisons non porteuses		
Matériaux	Profondeur maximale de la saignée (en mm)	Diamètre maximal de conduits (en mm)
Carreaux de béton cellulaire ou de plâtre à parement lisse, plein ou alvéolé de		
60 mm d'épaisseur ;	20	16
70 mm d'épaisseur ;	20	16
80 mm d'épaisseur ;	20	16
100 mm d'épaisseur.	25	20
Briques creuses enduites de		
35 mm d'épaisseur (doublage avec enduit 45 mm) ;	1 alvéole	16
50 mm d'épaisseur (cloison enduite de 70 mm) ;	1 alvéole	25
70 mm d'épaisseur (cloison enduite de 90 mm) ;	1 alvéole	20
80 mm d'épaisseur (cloison enduite de 100 mm);	1 alvéole	25
100 mm d'épaisseur (cloison enduite de 120 mm).	1 alvéole	32
Briques perforées ou pleines de 55 mm	18	16
Blocs de béton creux ou pleins enduits de 75 mm	18	16

Figure 210 : Diamètre des conduits utilisables dans les cloisons

maximale de 25 mm, soit un logement adapté à un conduit d'un diamètre de 20 mm au maximum.

Le rebouchage des saignées s'effectue selon le matériau principal utilisé. Par exemple, pour une cloison en carreaux de plâtre, utilisez un mélange de plâtre et de liant-colle, après avoir humidifié la saignée.

Les règles pour les cloisons sur ossature métallique et les doublages

Pour les cloisons en plaques de plâtre sur ossature métallique, seule l'installation des conduits pendant la construction est autorisée. Les montants métalliques ne doivent pas être percés.

Pour les doublages, la pose des conduits s'effectue avant la pose des doublages. Il est interdit d'y pratiquer des saignées.

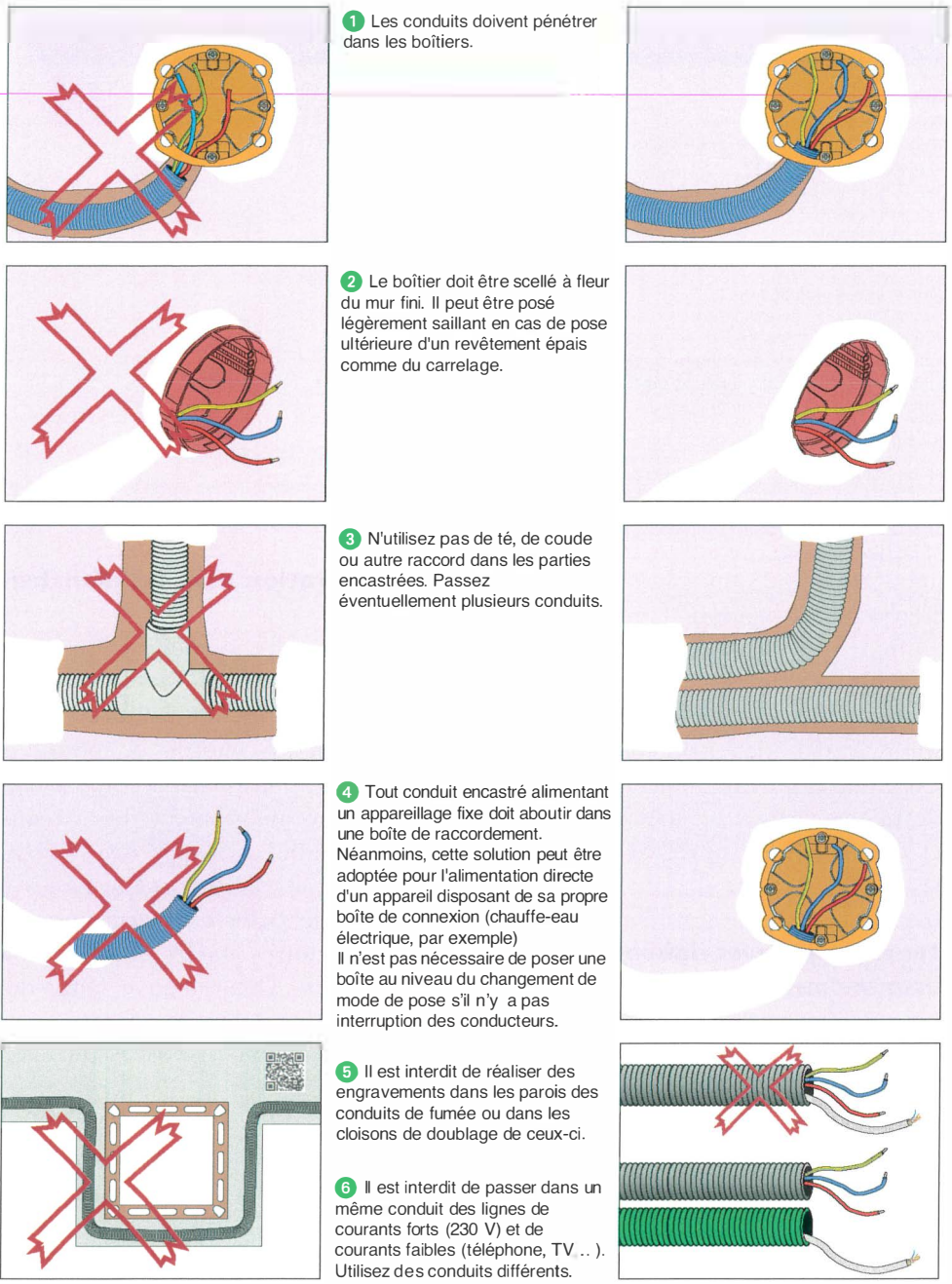
En cas de pose après construction, passez le conduit entre l'isolant et la plaque de plâtre avec un outil spécifique comme une perche à encastrer ou un outil à bille chaude pour les complexes à base de plastique alvéolaire.

L'intégration dans les planchers

Dans tous les planchers lourds, quelle que soit leur nature (dalle pleine coulée sur place, prédalles, poutrelles et hourdis...), il est interdit de pratiquer des saignées après construction. L'intégration s'effectue au moment de la réalisation du plancher ou dans des réservations prévues à cet effet.

Dans une dalle en béton, les conduits doivent être placés entre les nappes d'armature. L'enrobage de béton doit être d'au moins 4 cm. Les fixations sur les armatures sont disposées au maximum tous les 50 cm.

Pour les planchers sur prédalle ou en hourdis avec dalle de compression, les conditions précédentes sont à respecter et les conduits doivent être disposés à 2 cm au moins de la prédalle ou des hourdis et recouverts de 4 cm de béton au minimum en partie supérieure. Les croisements ne doivent pas occuper plus de la moitié de l'épaisseur de la dalle. La pose dans les chapes flottantes est interdite, excepté pour les liaisons froides des systèmes de plancher chauffant. Dans ce cas, les conduits sont posés dans un



1 Les conduits doivent pénétrer dans les boîtiers.

2 Le boîtier doit être scellé à fleur du mur fini. Il peut être posé légèrement saillant en cas de pose ultérieure d'un revêtement épais comme du carrelage.

3 N'utilisez pas de té, de coude ou autre raccord dans les parties encastrées. Passez éventuellement plusieurs conduits.

4 Tout conduit encastré alimentant un appareillage fixe doit aboutir dans une boîte de raccordement. Néanmoins, cette solution peut être adoptée pour l'alimentation directe d'un appareil disposant de sa propre boîte de connexion (chauffe-eau électrique, par exemple)
Il n'est pas nécessaire de poser une boîte au niveau du changement de mode de pose s'il n'y a pas interruption des conducteurs.

5 Il est interdit de réaliser des engravements dans les parois des conduits de fumée ou dans les cloisons de doublage de ceux-ci.

6 Il est interdit de passer dans un même conduit des lignes de courants forts (230 V) et de courants faibles (téléphone, TV ..). Utilisez des conduits différents.

Figure 211 : Les règles d'encastrement

ravoirage sous l'isolant. Il faut alors les poser au minimum au ras de la surface supérieure du ravoirage. Les conduits incorporés dans des formes doivent être enrobés d'au moins 20 mm par rapport à la surface supérieure de la forme. Pour les dalles équipées de câbles chauffants (accumulation), le diamètre des éléments chauffants ne doit pas dépasser 1/5 de l'épaisseur du dallage. Ils doivent être enrobés d'au moins 50 mm de béton en partie supérieure. Aucune autre canalisation n'est admise dans ce type de dalle, électrique ou non. Les

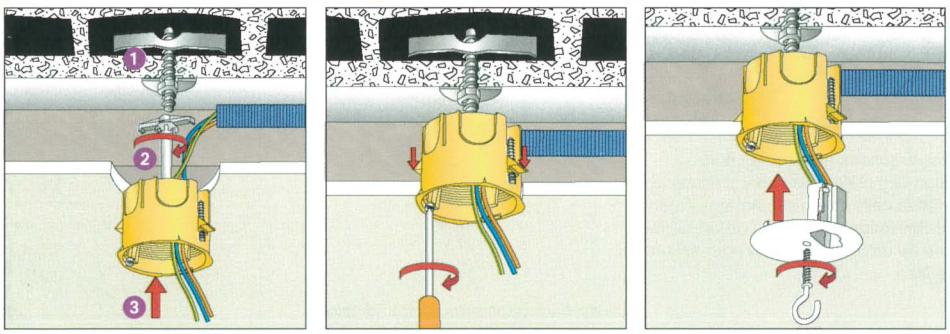
traversées sont autorisées sous fourreau. Les règles à respecter pour tous les types d'engravements sont les suivantes :

- la règle pour le passage des conducteurs est la même que pour les conduits posés en apparent (voir page 299) ;
- les autres points à prendre en compte sont présentés à la figure 211.

L'alimentation des luminaires

Le quatrième point de la figure 211 illustre comment une canalisation encastrée doit se terminer : par une boîte d'encastrement ou de connexion. Cette dernière n'est pas obligatoire pour un changement de mode de pose (d'encastrée à pose sous moulure, par exemple), s'il n'y a pas d'interruption des conducteurs. Cette règle est valable également pour les luminaires (figures 212 et 213). En ce qui concerne les plafonniers, la boîte de connexion doit être équipée d'un socle DCL (dispositif de connexion pour luminaire). Elle doit être adaptée à la suspension du luminaire. Elle doit également pouvoir supporter une charge

Solution 1 (système à tige filetée)



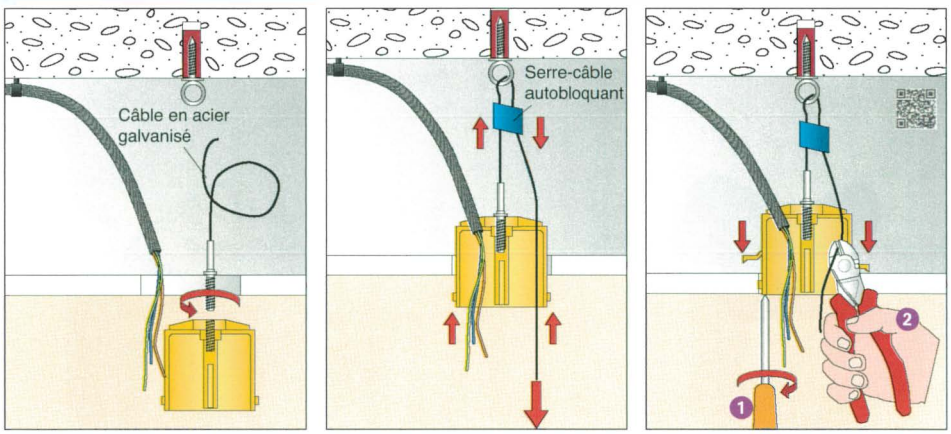
1 Fixez une tige filetée de 6 mm de diamètre à la structure du plafond (1). Vissez la tige de support du boîtier (2). Clipsez le boîtier sur la tige support (3).

2 Faites pénétrer la gaine de quelques millimètres dans la boîte. Vissez les pattes de serrage de la boîte sur la plaque de plâtre.

3 Connectez un capot muni d'une prise DCL et fixez le piton de suspension du lustre.

Figure 212 : Les boîtes DCL pour plafond suspendu

Solution 2 (système à câble)



1 Fixez un piton dans l'axe du boîtier. Vissez l'embout fileté du câble au dos du boîtier.

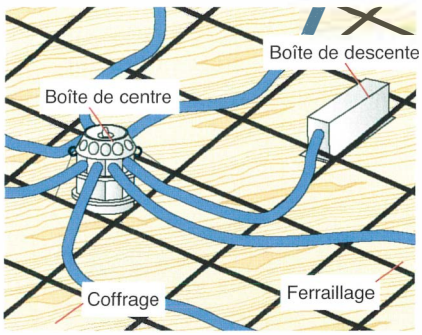
2 Passez le câble dans le serre-câble, dans l'anneau du piton, de nouveau dans le serre-câble, puis dans le boîtier. Tirez sur le câble pour faire monter le boîtier.

3 Lorsque le boîtier est en place, vissez les pattes de serrage sur le faux-plafond (1). Tirez le câble, puis sectionnez-le au plus haut (2).

de 25 kg, aussi il convient de la fixer à la structure du bâtiment. La figure 212 présente divers systèmes d'accrochage des boîtes pour plafonds suspendus. Les figures 213 et 214 illustrent la fixation des boîtes dans les plafonds pleins, notamment pour le neuf, lors de la réalisation de la dalle, et les systèmes de boîte DCL existants pour le raccordement des appliques murales.

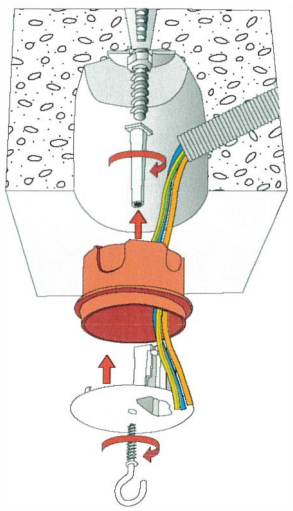
Une boîte de connexion sans dispositif DCL peut être installée si le luminaire destiné à y être raccordé est à allumages multiples ou si sa consommation dépasse 6 A.

Plafond plein en neuf



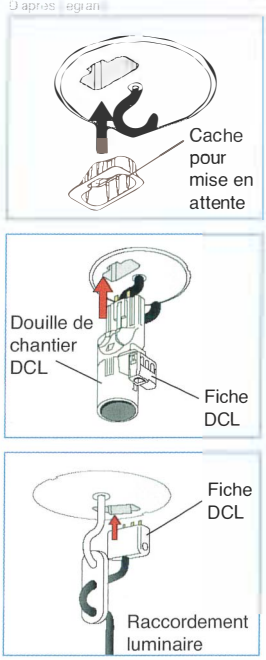
Dans les constructions neuves, les boîtes d'alimentation des plafonniers sont placées avant le coulage de la dalle. Elles servent également de boîte de dérivation. Les boîtes de descente sont placées au droit des cloisons pour assurer la reprise des fils.

Plafond plein en rénovation



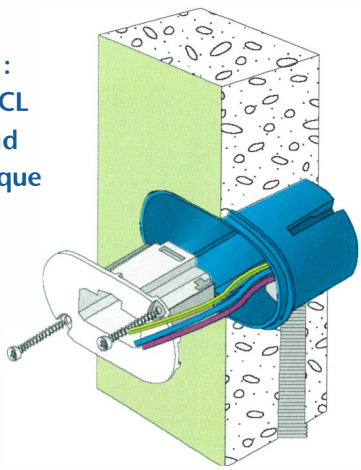
La mise en œuvre nécessite l'emploi d'une boîte spéciale pour parois pleines. Solution difficile à mettre en œuvre.

Raccordement DCL

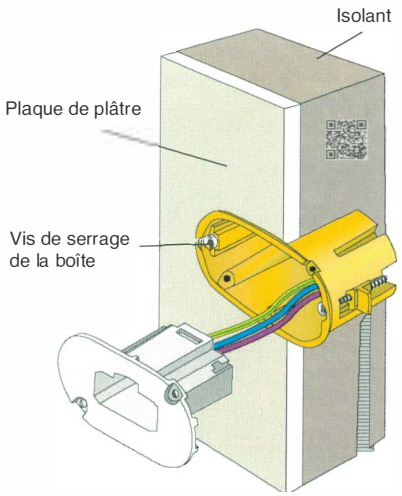


Alimentation d'une applique murale

Utilisez une boîte spéciale pour applique équipée du dispositif DCL.



Pour les parois pleines, utilisez des boîtes spéciales maçonnerie que vous scellerez au plâtre.



Pour les parois recouvertes de panneaux de doublage ou dans les cloisons légères, utilisez des boîtes spéciales cloison sèche, fixées sur la plaque de plâtre grâce à un système de griffes.

Figure 213 : Les boîtes DCL pour plafond plein et applique murale

Par dérogation, la norme autorise le raccordement de luminaires sans interposition d'une boîte de connexion dans les cas suivants :
– il y a impossibilité d'encastrer une boîte dans le matériau support (dalle béton après construction, plancher acier…) ;
– l'alimentation du luminaire est réalisée en apparent (alimentation d'une applique sous moulure, par exemple) ;
– le luminaire ou son bloc d'alimentation dispose de sa propre boîte de connexion ;
– la conception ou l'architecture du luminaire ou de son alimentation ne permet pas l'interposition d'une boîte (spots encastrables, par exemple). Les boîtes équipées de DCL ne sont

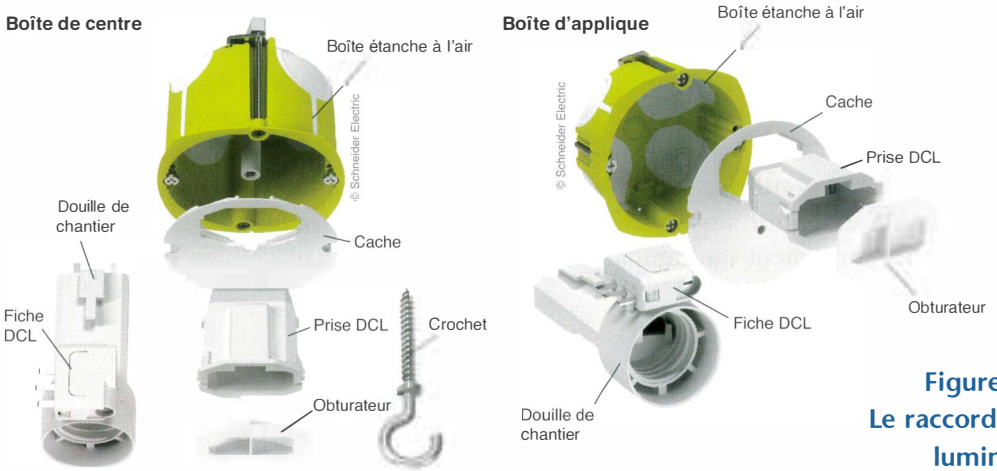
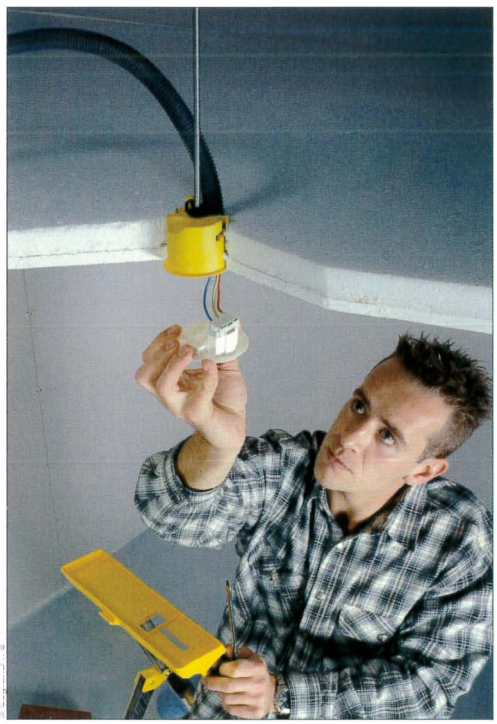
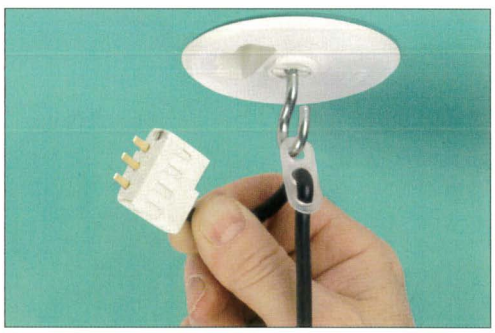


Figure 214 : Le raccordement des luminaires



1 Raccordement de la prise DCL sur l'arrivée de la ligne dans la boîte et fixation du capot avec le crochet.



2 Montage de la fiche DCL sur le cordon d'alimentation du luminaire



3 Branchement de la fiche DCL dans la prise pour raccorder le luminaire au réseau.

pas autorisées dans les volumes 0 et 1 de la salle de bains. Elles peuvent être installées dans le volume 2 si elles respectent le degré de protection exigé par ce volume (IP X4). Elles sont donc soit obturées avec un dispositif répondant à cette exigence, soit recouvertes et connectées à un luminaire IP X4.
En extérieur, la ligne d'alimentation peut soit aboutir dans une boîte de connexion équipée ou non d'un dispositif DCL, soit être raccordée directement à un luminaire disposant de son propre système de connexion.
Si une boîte DCL est prévue, elle doit répondre aux conditions d'influence externes en extérieur ainsi que la prise DCL de raccordement du luminaire.

Exemples de mise en œuvre

Les figures 215 et 216 présentent un exemple de réalisation d'une installation encastrée. Respectez l'ordre préconisé, à savoir la réalisation des trous des boîtes pour appareillage aux endroits choisis, puis la réalisation des saignées entre ces boîtes.

Les alimentations peuvent provenir indifféremment du sol ou du plafond selon le type de distribution choisi. Pour installer plusieurs boîtes pour appareillage à la file, horizontalement ou verticalement (figure 217), et pour un résultat optimal, vous pouvez utiliser des boîtes associables ou des boîtiers

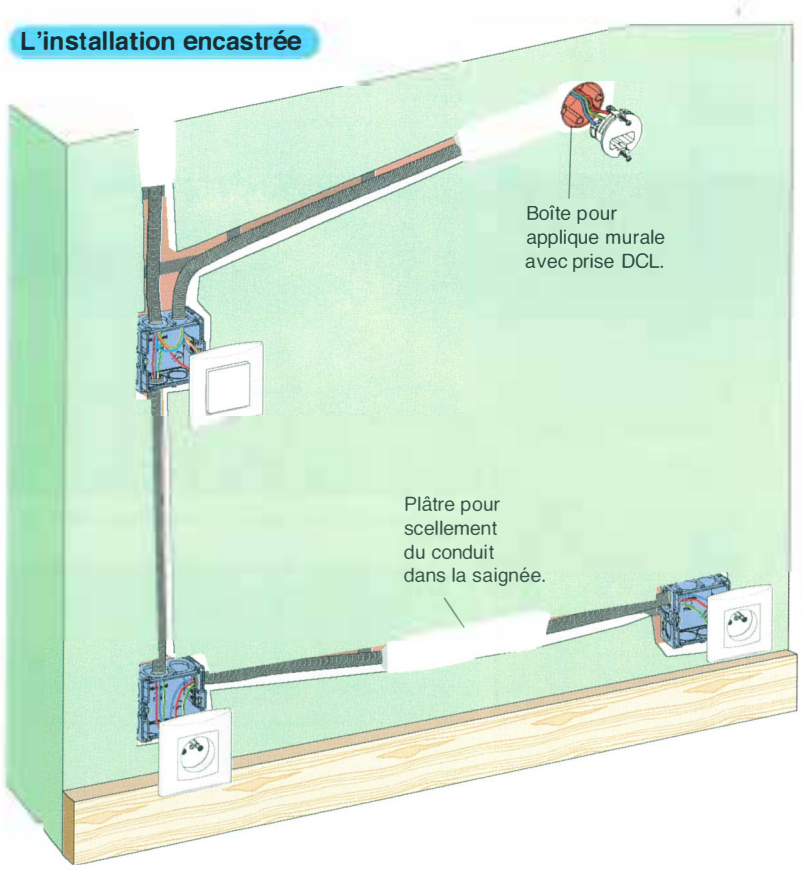


Figure 215 : L'installation encastrée

Figure 215 (suite) : L'installation encastrée

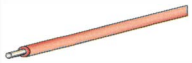
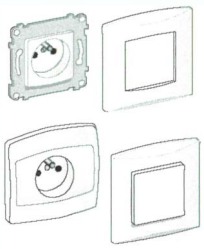
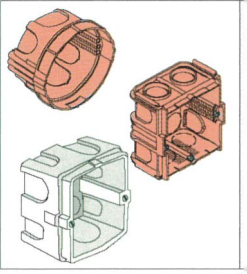
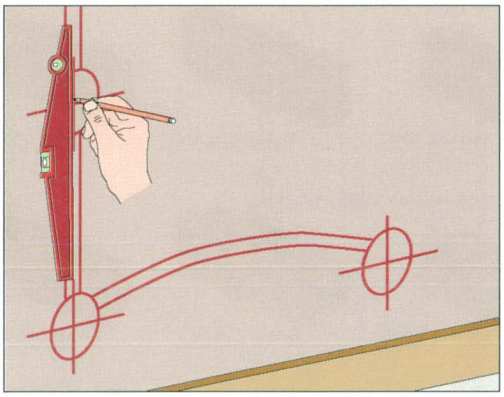
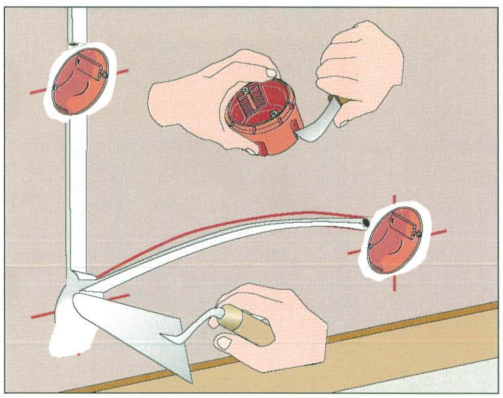
Matériel nécessaire			
	Conducteurs H 07V-U / R ou câbles		Appareillage encastrable (fixation à vis) monobloc ou en éléments séparés
	Conduits ICA ou ICTA		Boîtes d'encastrement pour maçonnerie avec fixation à vis pour l'appareillage (rondes ou carrées) et boîtes pour sorties de fil ou prises 20 et 32 A

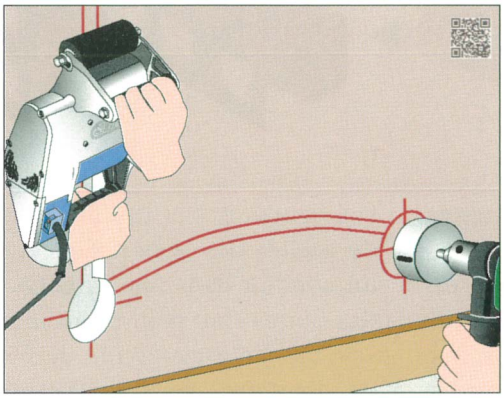
Figure 216 : La pose encastrée



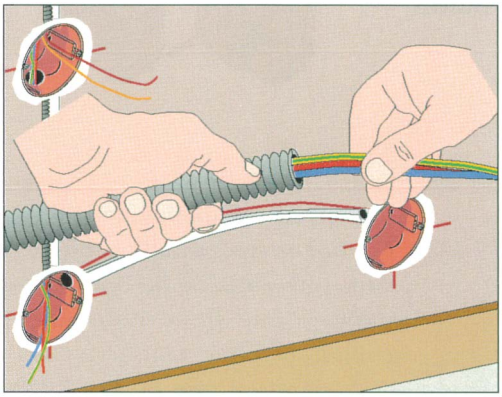
1 Tracez sur le mur l'emplacement des boîtiers pour l'appareillage et les saignées pour le passage des conduits.



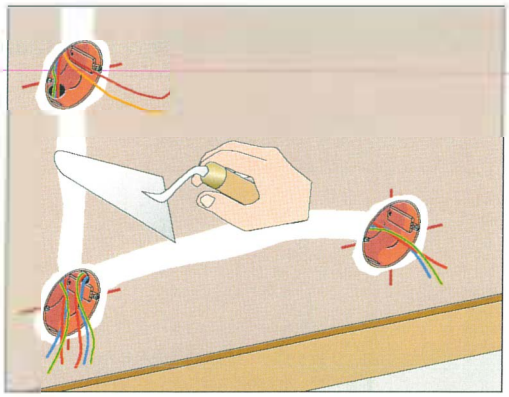
3 Ouvrez les opercules des boîtiers nécessaires au passage des conduits, puis scellez les boîtiers au plâtre.



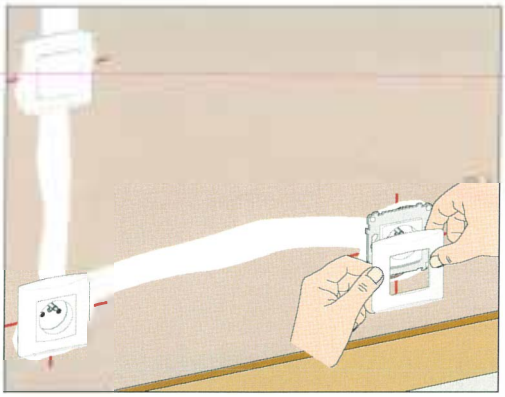
2 Réalisez les trous des boîtiers à la scie cloche spéciale, montée sur un perforateur. Ensuite, effectuez les saignées, de préférence à la machine.



4 Prenez la mesure des conduits en les présentant dans les saignées. Passez les conducteurs, puis installez les conduits ainsi équipés.



5 Rebouchez les saignées au plâtre. Vous pouvez maintenir les conduits au fond des saignées avec des petits clous plantés en biais.



6 Procédez au raccordement et à la pose de l'appareillage.

Figure 216 (suite) : La pose encastrée

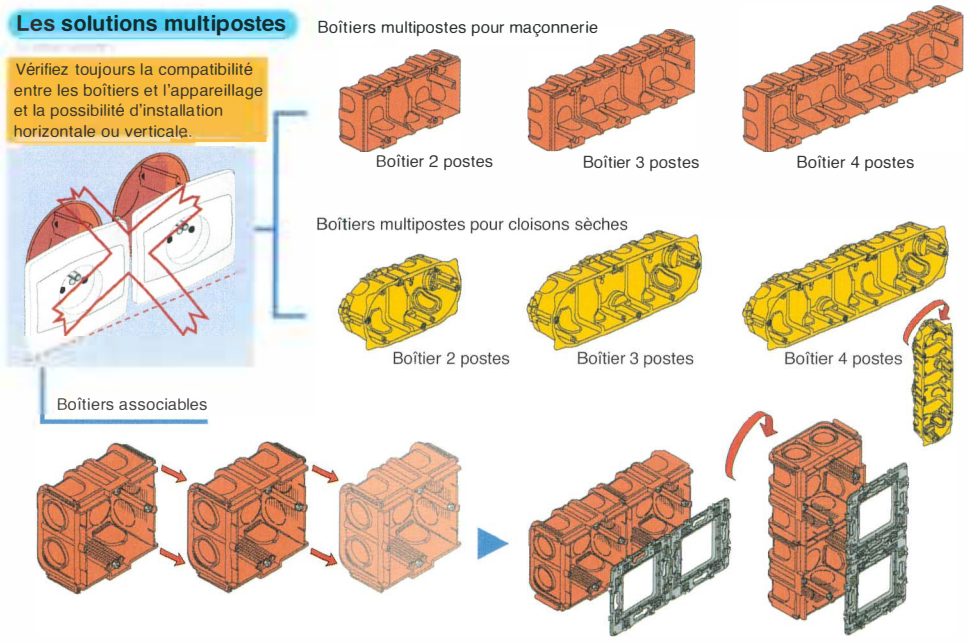
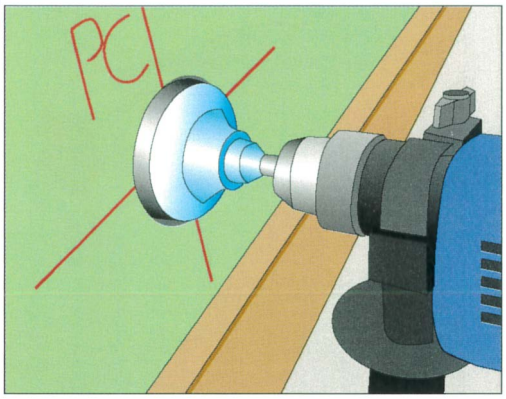


Figure 217 : L'association de boîtes

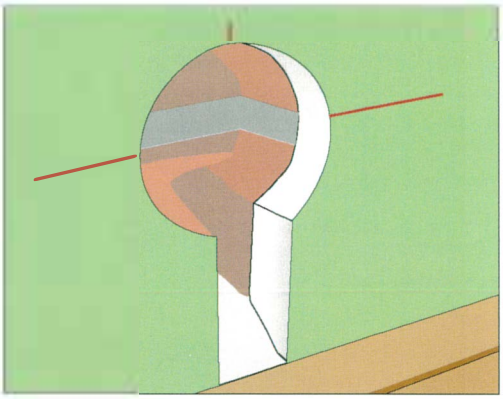
multipostes. L'alignement et la répartition des boîtes seront parfaits dès le début. Si, dans une enfilade de boîtes, vous devez intégrer une boîte pour une prise de communication, conservez ses cloisons de séparation afin de l'isoler des prises sous tension.

Les figures 218 et 219 illustrent la façon de sceller des boîtes d'encastrement et un conduit dans une saignée. Les trous des boîtes sont réalisés au moyen d'une scie cloche à matériaux de 65 à 70 mm de diamètre. Vous pouvez également l'utiliser pour des boîtes carrées : après

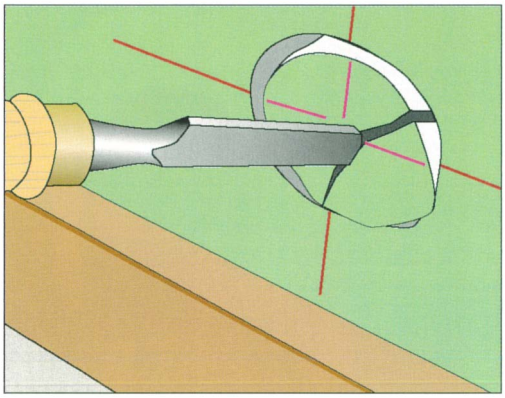
Scellement d'un boîtier (1/2)



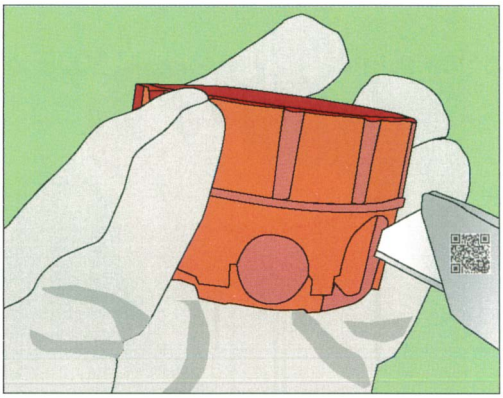
1 Marquez précisément les axes du boîtier afin de les poser tous à la même hauteur. Percez le trou au moyen d'une scie cloche à matériaux.



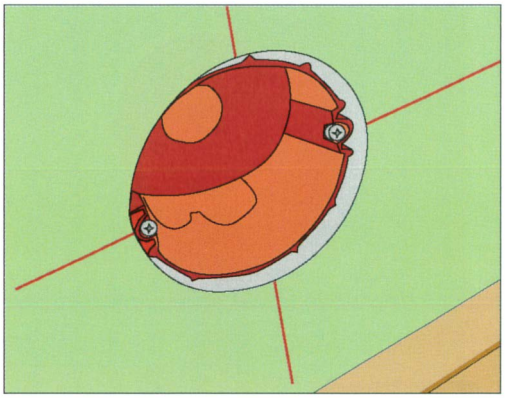
4 Réalisez les départs de tranchées à partir du boîtier. Les départs des conduits s'effectuent au niveau du fond du boîtier.



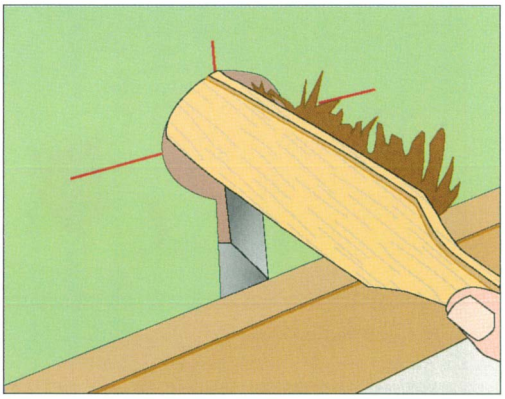
2 Cassez la partie découpée à la scie cloche. Un vieux ciseau à bois fera parfaitement l'affaire.



5 Percez les opercules nécessaires pour le passage des conduits. Attention, les vis de fixation de l'appareillage doivent rester horizontales.



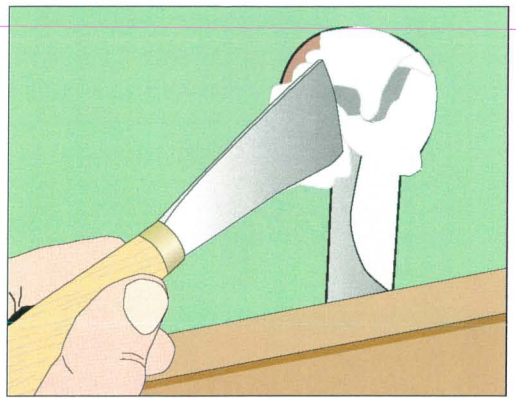
3 Vérifiez que la profondeur est suffisante pour recevoir le boîtier. 0,5 à 1 cm de plus que la profondeur du boîtier seront nécessaires pour un scellement correct.



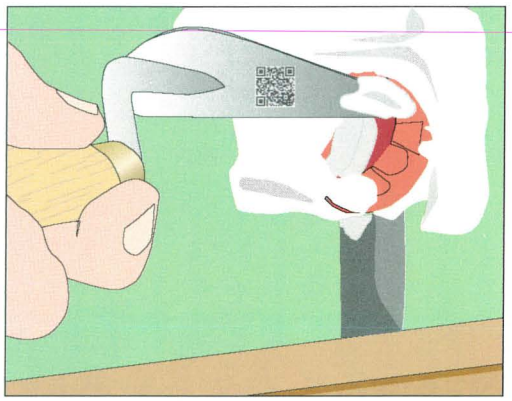
6 Faites du plâtre. Pendant qu'il repose, humidifiez le percement du boîtier avec une balayette mouillée.

Figure 218 : Le scellement d'une boîte (1/2)

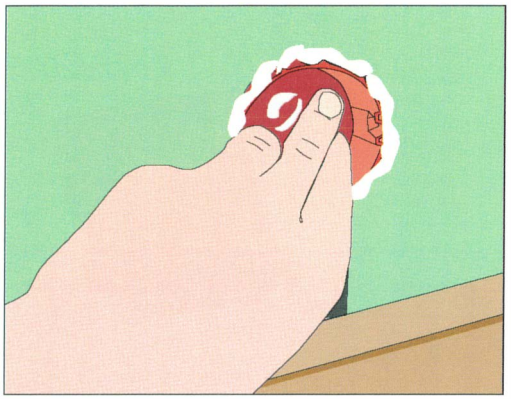
Scellement d'un boîtier (2/2)



7 Appliquez généreusement du plâtre dans le trou du boîtier.



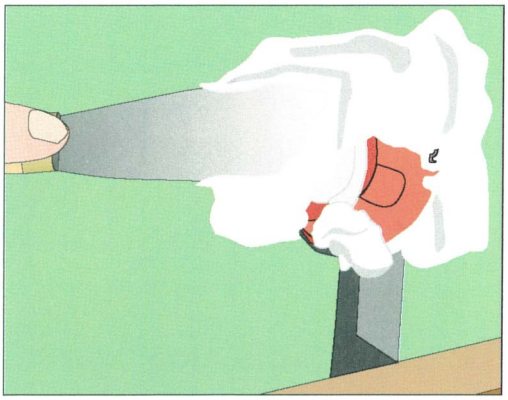
10 Dès que le plâtre commence un peu à prendre, retirez le surplus qui a coulé dans le boîtier et dans les trous de passage des conduits.



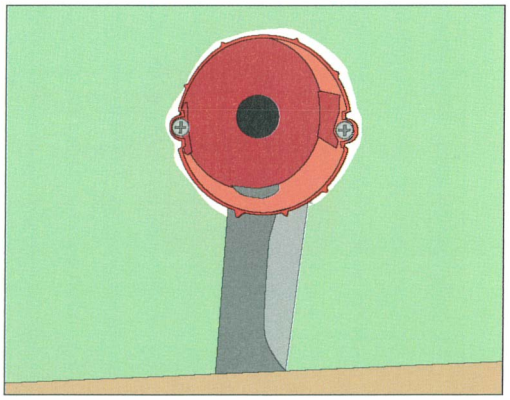
8 Enfoncez le boîtier dans le plâtre frais jusqu'à ce qu'il arrive au ras du mur. Le plâtre doit refluer.



11 Quand le plâtre a pris (attendez 10 à 15 min environ), raclez-le et lissez-le avec un couteau à enduire. Si le plâtre bouloche, il n'a pas encore assez pris.



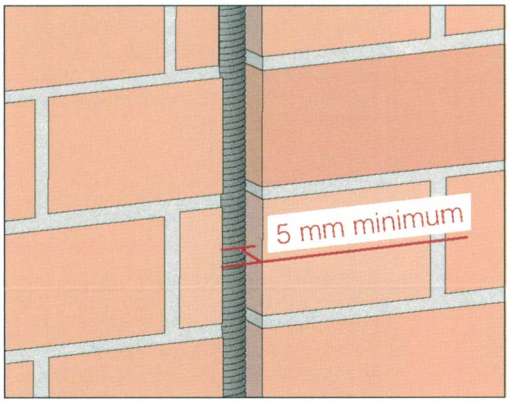
9 Lissez grossièrement le plâtre et rajoutez-en éventuellement entre le trou et le boîtier, il ne doit pas subsister d'interstices.



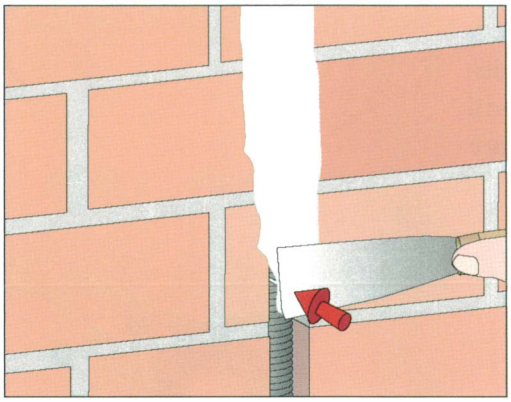
12 Lissez bien le plâtre et retirez le surplus, pour qu'il ne subsiste qu'entre le boîtier et son percement. Laissez sécher avant d'installer les conduits et les fils.

Figure 218 : Le scellement d'une boîte (2/2)

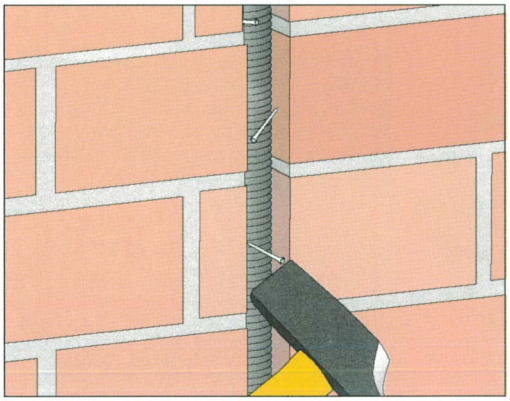
Scellement d'un conduit



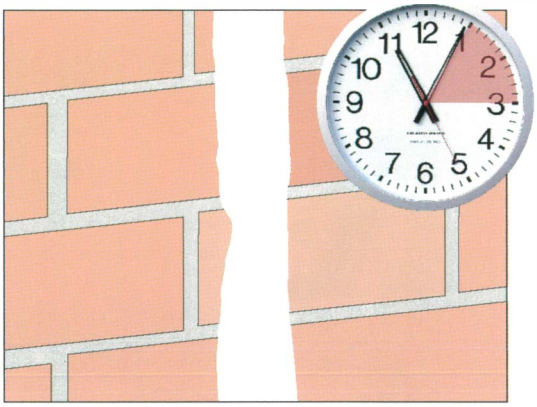
1 Réalisez une saignée d'une profondeur supérieure au diamètre de la gaine (5 mm minimum).



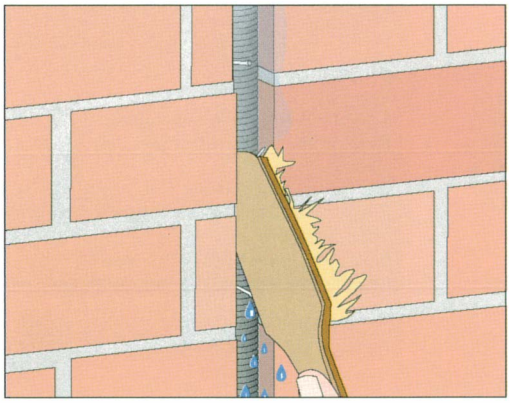
4 Appliquez le plâtre en appuyant, de manière à le faire pénétrer au fond de la saignée.



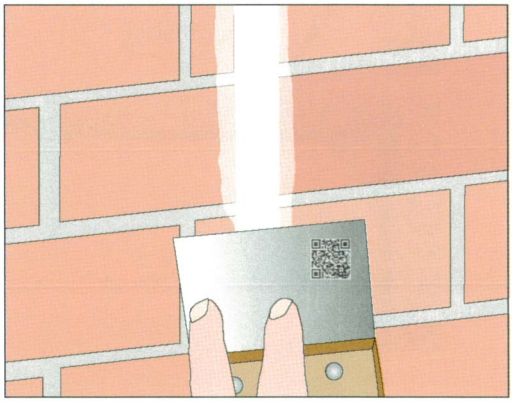
2 Passez les conducteurs dans le conduit, puis mettez-le en place dans la saignée. Maintenez-le avec des clous plantés en biais. N'abîmez pas le conduit !



5 Laissez le plâtre prendre pendant une dizaine de minutes environ.



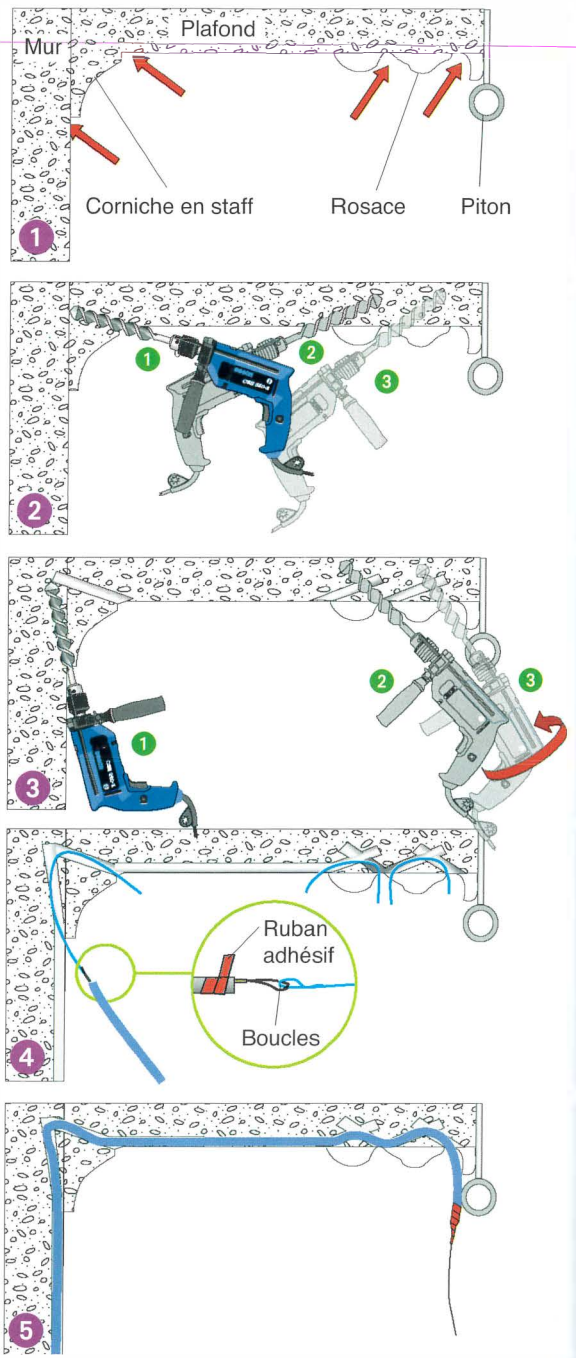
3 Préparez du plâtre pour le rebouchage. En attendant qu'il prenne, humidifiez la saignée.



6 Grattez le plâtre en excédent avec une truelle Berthelet ou un couteau de peintre.

Figure 219 : Le scellement d'un conduit

Figure 220 : L'alimentation d'un plafonnier dans un plafond mouluré



Repérez les parties de la rosace les moins saillantes ou peu décorées en contact avec le plafond ainsi que les endroits où vous pourrez percer afin de contourner la corniche sans l'endommager (flèches rouges).

Au moyen d'une perceuse à percussion ou d'un perforateur équipé d'un foret assez long et d'un diamètre supérieur au conduit que vous comptez poser (foret à béton de 20 mm pour une gaine de 16, par exemple), réalisez des percements comme sur l'illustration ci-contre.

Percez ensuite de l'autre côté de façon que les percements se rejoignent.
Afin que le point de rencontre des deux percements ne soit pas trop étroit, vous pouvez donner un mouvement d'ellipse à la perceuse pour élargir le trou.

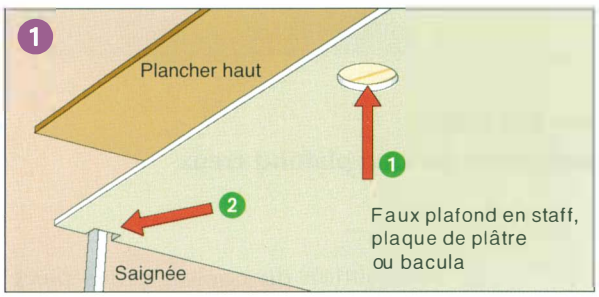
Réalisez les saignées dans le mur et le plafond en joignant les percements.
Placez des aiguilles dans les passages (un morceau de fil H 07V-U fera l'affaire).
Accrochez le conduit avec ses conducteurs à l'aiguille, enrobez le tout de ruban adhésif.

Tirez le conduit avec l'aiguille.
Passez-la ainsi dans tous les percements.
Rebouchez au plâtre.
Ainsi, ni la corniche ni la rosace ne sont endommagées.
Si la place le permet, vous pouvez installer un boîtier DCL pour applique.

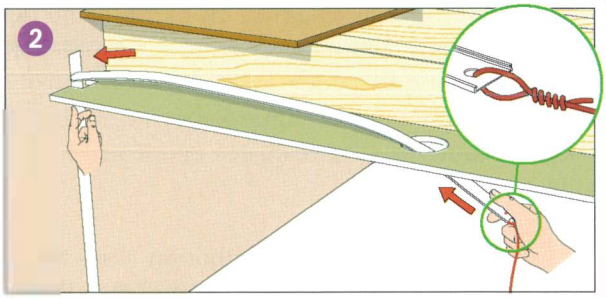
le percement du trou, il suffit de creuser les angles avec une massette et un burin. Les fixations par griffes sont désormais interdites. Si vous utilisez des boîtes rondes, elles doivent être munies de vis pour la fixation des appareillages.
Dans le cas d'une rénovation, il est possible que des problèmes se présentent

lors du passage encastré d'une ligne d'alimentation pour plafonnier, notamment dans le cas d'un plafond ancien avec corniches et rosaces en staff. Nous vous proposons notre méthode, à la figure 220, pour réaliser des encastrements sans abîmer les décorations du plafond. En pareil cas, il sera difficile d'installer une boîte DCL pour plafonnier, la suspension du luminaire étant assurée par un puissant crochet métallique fixé dans la structure du bâtiment. Vous pouvez alors utiliser une boîte DCL pour applique. Le luminaire sera suspendu au crochet existant. Le problème peut se poser également en cas de raccordement d'un luminaire à double allumage (ou plus). Les boîtiers DCL ne sont prévus que pour une commande simple, on peut donc ne pas en installer dans ce cas.

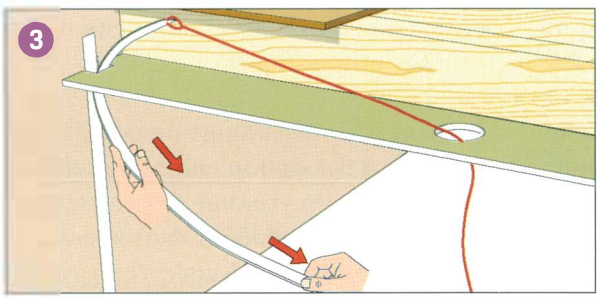
À la figure 221, nous vous proposons notre méthode pour ré-aiguiller une alimentation de plafonnier dans un plafond rapporté fermé et non démontable de type bacula ou plaques de plâtre.



Repérez le centre de la pièce et le sens du solivage. Réalisez un trou pour une boîte de centre DCL pour le plafonnier (1). Si vous tombez sous une poutre, décalez-vous légèrement.
Selon le sens du solivage, réalisez une fouille au niveau du mur pour l'alimentation (2).



Prenez un couvercle de moulure en plastique (de 20 ou 30 × 10 mm), fixez une aiguille (conducteur H07 V-U), introduisez l'ensemble par le trou central. Prévoyez une aiguille de longueur suffisante (supérieure au passage). Taillez l'extrémité du couvercle en plastique en forme de pointe pour faciliter le passage.



Récupérez le couvercle de moulure au niveau de la fouille murale et retirez-la du plafond pour récupérer l'aiguille en fil électrique.

Figure 221 :
L'alimentation d'un plafonnier dans un plafond creux

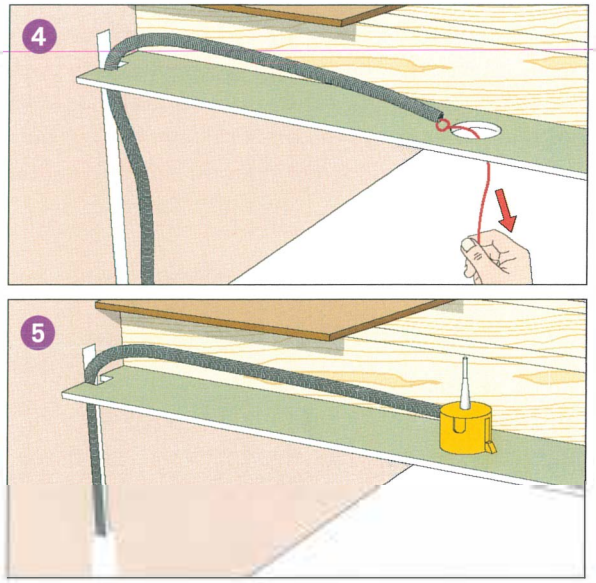


Figure 221 (suite) :
L'alimentation d'un plafonnier dans un plafond creux

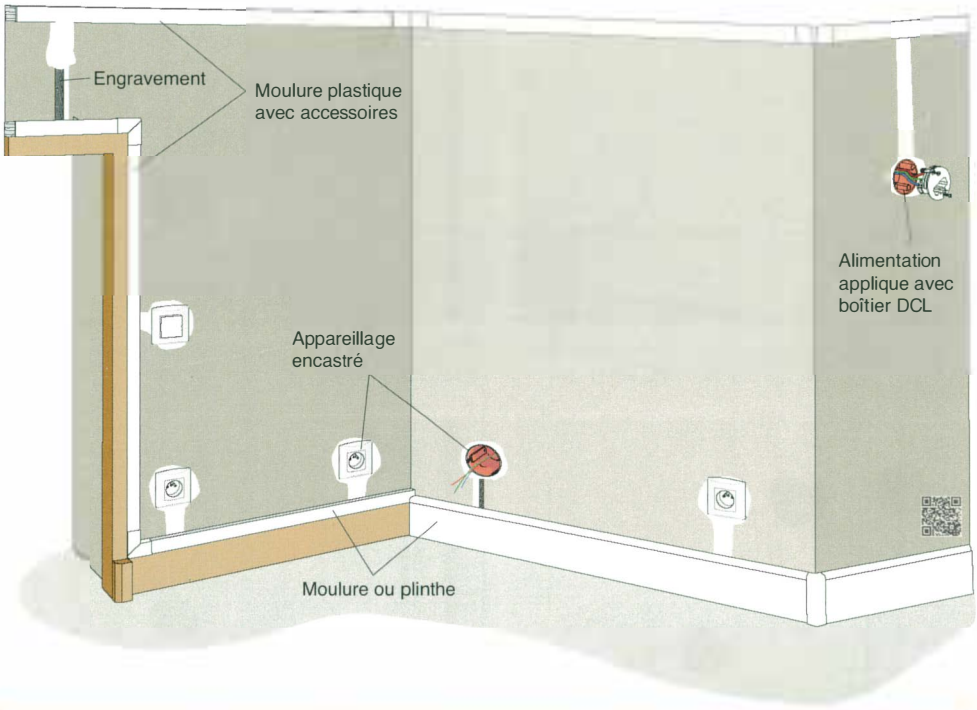
La pose semi-encastrée

La pose semi-encastrée consiste à combiner la distribution sous profilés en plastique et la distribution encastrée (figures 222, 223 et 224). Cette méthode est fréquente en rénovation, car simple, rapide à mettre en œuvre et satisfaisante esthétiquement.
Généralement, on ceinture les couloirs et les circulations au droit du plafond avec une goulotte de grande largeur. Elle est utilisée pour passer les circuits de la GTL vers les différentes pièces. Dans les pièces, on réalise éventuellement un ceinturage au droit du plafond pour alimenter les points d'éclairage, et un autre au-dessus des plinthes (et en entourage des portes) pour alimenter les prises de courant, de communication et les interrupteurs. Les passages entre la goulotte de distribution du couloir et les pièces se font par saignées en partie haute des portes. Les liaisons entre les profilés en plastique et les appareillages, les plafonniers et les alimentations d'appliques murales sont réalisées en encastré.

Pour ce type de distribution, vous devez respecter les règles d'une installation encastrée et les règles d'installation sous profilés en plastique.

La protection mécanique ne doit pas être négligée à la jonction entre un profilé en plastique et un conduit d'encastrement. Le conduit doit pénétrer dans la moulure (figure 225). Les fabricants proposent des systèmes de conduit adaptés aux boîtiers et à la taille de leurs profilés pour assurer un raccordement et un espace-

L'installation semi-encastrée



Matériel nécessaire

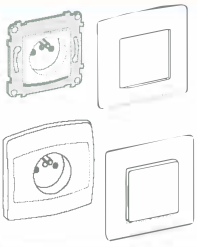
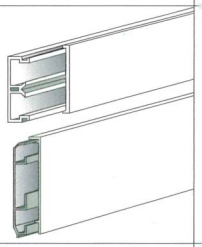
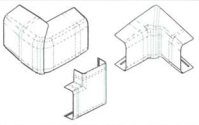
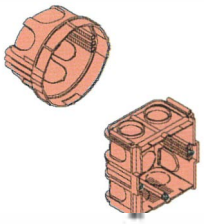
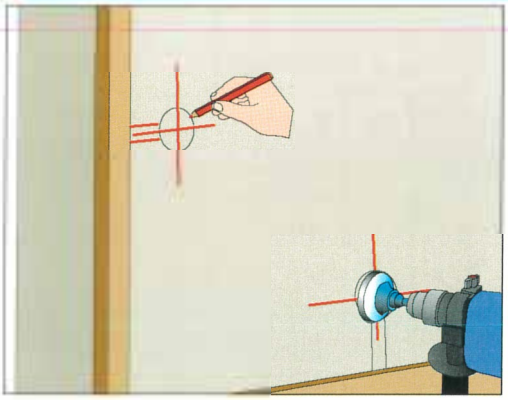
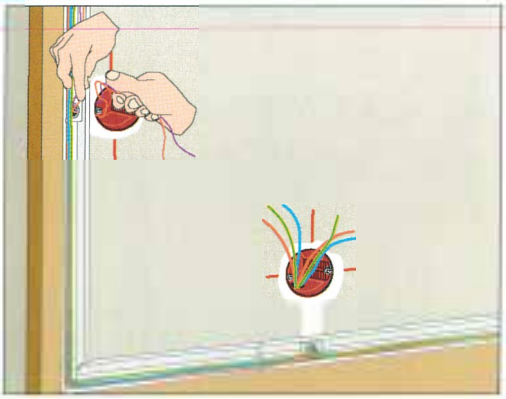
	Conducteurs H 07V-U / R ou câbles		Appareillage encastrable (fixation à vis) monobloc ou en éléments séparés
	Moulure plastique et/ou plinthe plastique		
	Accessoires pour moulure plastique ou plinthe plastique		Boîtes d'encastrement pour maçonnerie avec fixation à vis pour l'appareillage (rondes ou carrées)
	Conduits ICA ou ICTA		

Figure 222 :
L'installation semi-encastrée

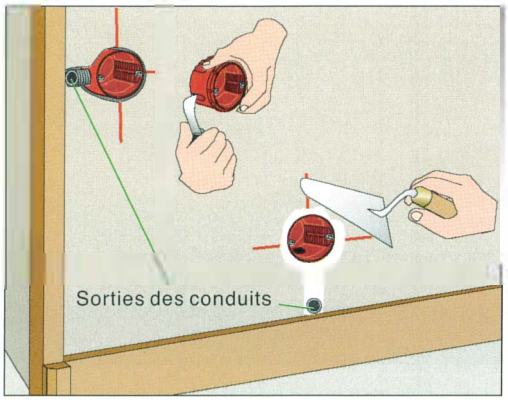
La réalisation d'une installation semi-encastrée



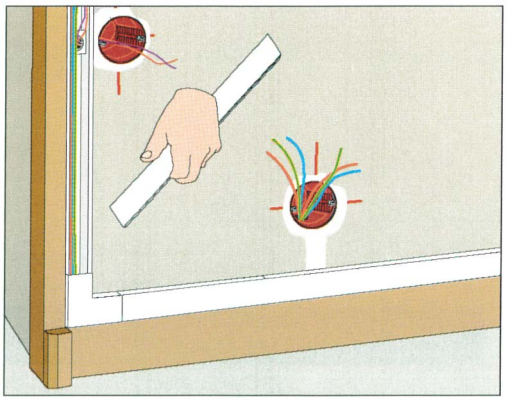
1 Tracez sur le mur l'emplacement des boîtiers et des saignées de jonction avec la moulure. Réalisez les encastrements.



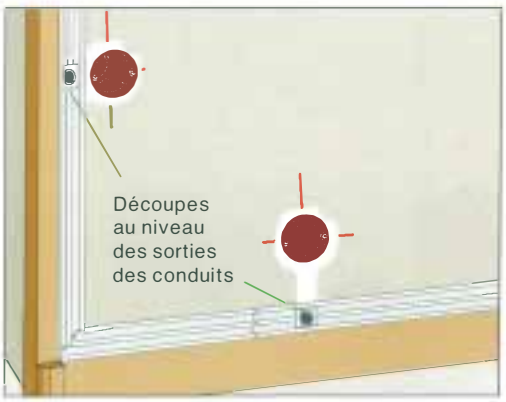
4 Passez les fils nécessaires dans les moulures, jusqu'aux boîtiers.



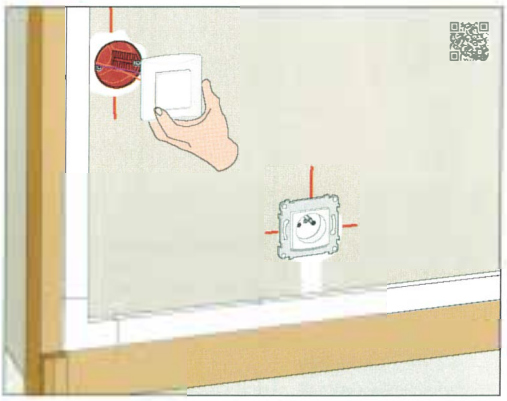
2 Découpez les opercules des boîtiers. Scellez les boîtiers après avoir placé des morceaux de conduit jusqu'à l'emplacement de la moulure.



5 Procédez à la pose des couvercles et des accessoires.



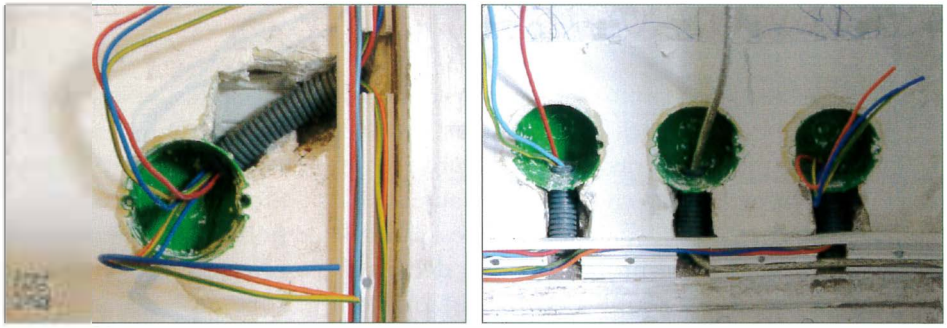
3 Posez la moulure de façon traditionnelle en réalisant des découpes dans les socles au niveau des sorties des conduits encastrés.



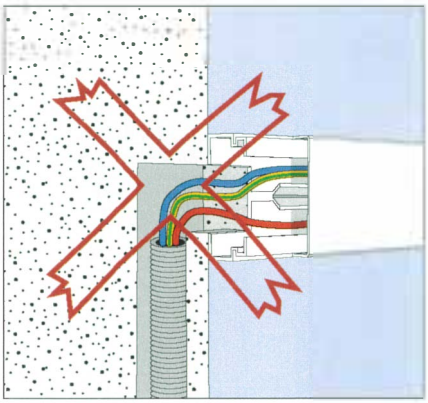
6 Terminez par le raccordement et la pose de l'appareillage.

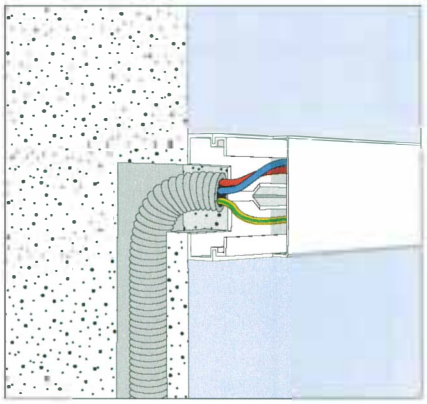
Figure 223 : La réalisation d'une installation semi-encastrée

Figure 224 : Exemples d'installation semi-encastrée



La pénétration des conduits



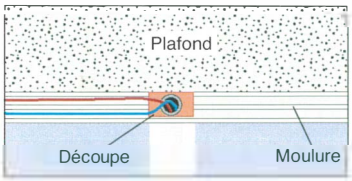


Le conduit doit pénétrer jusque dans la moulure.

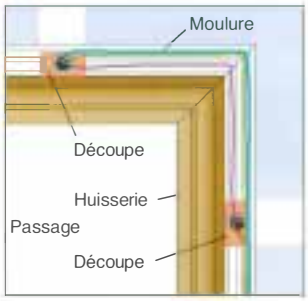
Figure 225 : Les jonctions entre conduits et moulures

La découpe des socles

Socle visible d'un seul côté

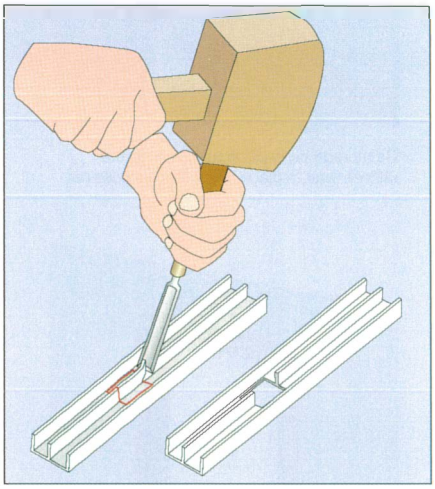


Pour une moulure posée au droit d'un plafond, découpez le fond du socle et le côté non visible avec une scie.



Utilisez le même type de découpe pour une moulure placée en entourage d'une porte.

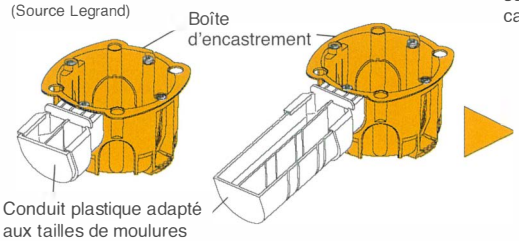
Socle visible des deux côtés



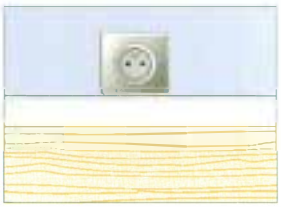
Découpez uniquement le fond du socle, sans toucher aux montants. Utilisez un ciseau à bois ou une petite scie cloche montée sur une perceuse. Dans le dernier cas, travaillez à l'envers du socle.

Système pour appareillage

(Source Legrand)



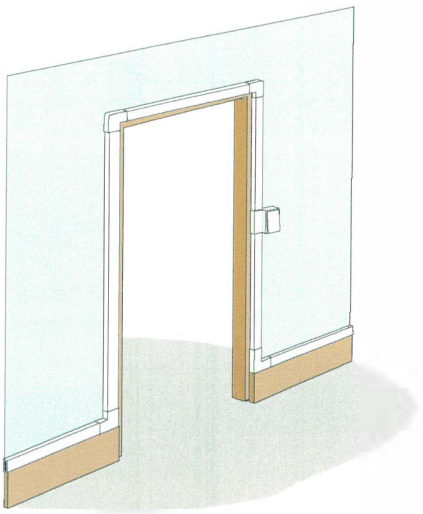
Permet la pose de l'appareillage au ras de la moulure



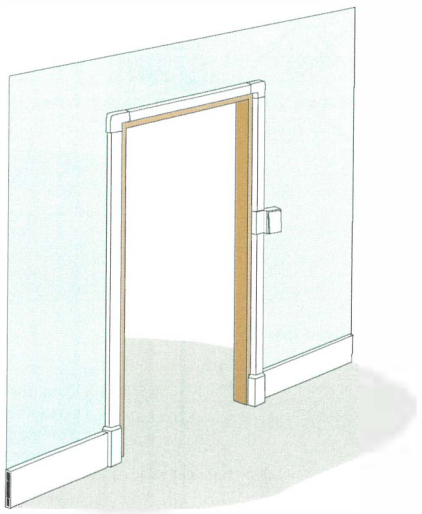
ment parfait pour ce type d'installation. En revanche, les appareillages doivent être placés au ras de la moulure : vous n'aurez pas le choix de la hauteur. La figure 225 présente différentes astuces que nous vous proposons pour découper le socle des profilés en plastique selon leur emplacement, tout en assurant la protection mécanique des conducteurs.

Pour les entourages des portes (figure 226), plusieurs solutions sont possibles. Si la pièce est distribuée avec des moulures au-dessus des plinthes, vous pouvez prolonger simplement la moulure en ceinturant le cadre de la porte. Si la pièce est distribuée par des plinthes électriques, deux possibilités sont envisageables : vous pouvez réaliser l'entourage de la porte avec une moulure ou éventuellement réaliser un encastrement pour passer d'un côté de la porte à l'autre.

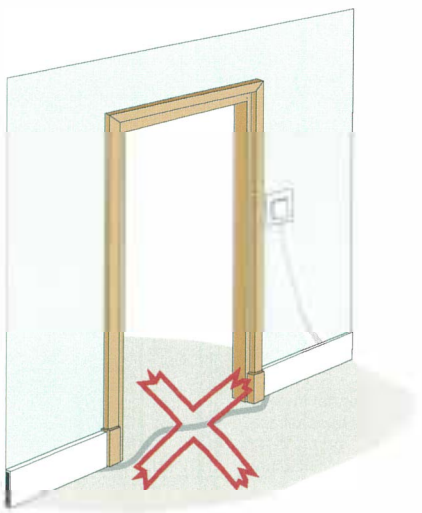
Figure 226 : Le passage des portes

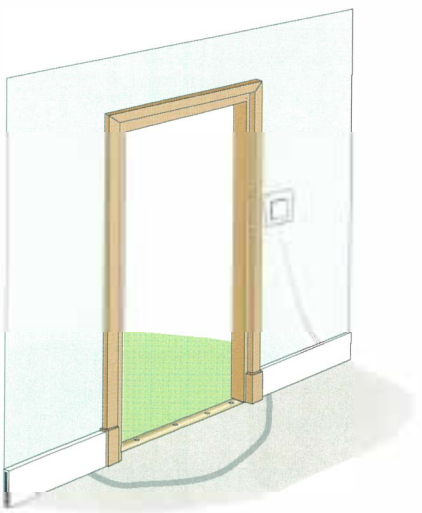


Ceinturage de la porte avec la moulure utilisée pour la pièce, avec des accessoires.



Ceinturage de la pièce en plinthe électrique et en moulure pour la porte, en utilisant des accessoires.





Ceinturage de la pièce en plinthe ou moulure électrique et passage de la porte par le sol (en cas de réfection). Attention : décalez la saignée de la porte pour ne pas risquer de percer le conduit en posant une barre de seuil.

La pose dans le sol

Outre les règles d'engravement dans les sols et planchers (voir page 325), d'autres solutions sont possibles selon la nature de la construction (figure 227). La pose dans le sol est possible avant la construction ou avant la réalisation de la dalle. Il est également possible de passer les conduits entre les lambourdes d'un plancher existant ou à créer. En rénovation, la chape sèche est une autre solution pratique et facile à mettre en œuvre pour passer les conduits dans le sol. Il suffit de les fixer au sol avant d'étaler et d'égaliser le lit de granules. Important, si vous réalisez une chape flottante, elle ne doit comporter aucun conduit électrique ou autre. Pour passer des conduits dans ce cas, réalisez auparavant un ravoirage.

Les règles à respecter sont les suivantes :

- les conduits d'un degré de protection au moins égal à IK 07 (ICA 3321 et IRL 3321, par exemple) ne peuvent être posés avant la construction de la maçonnerie que s'ils sont protégés contre toute contrainte mécanique importante durant les travaux ;
- il est possible d'engraver les conduits de type ICTL 3421 et ICTA 3422 avant (encastrement) ou après (engravement) les travaux de maçonnerie. Avant la construction, prenez le plus grand soin des conduits destinés à être noyés. Ils ne doivent pas être endommagés par les travaux ni être déplacés ;

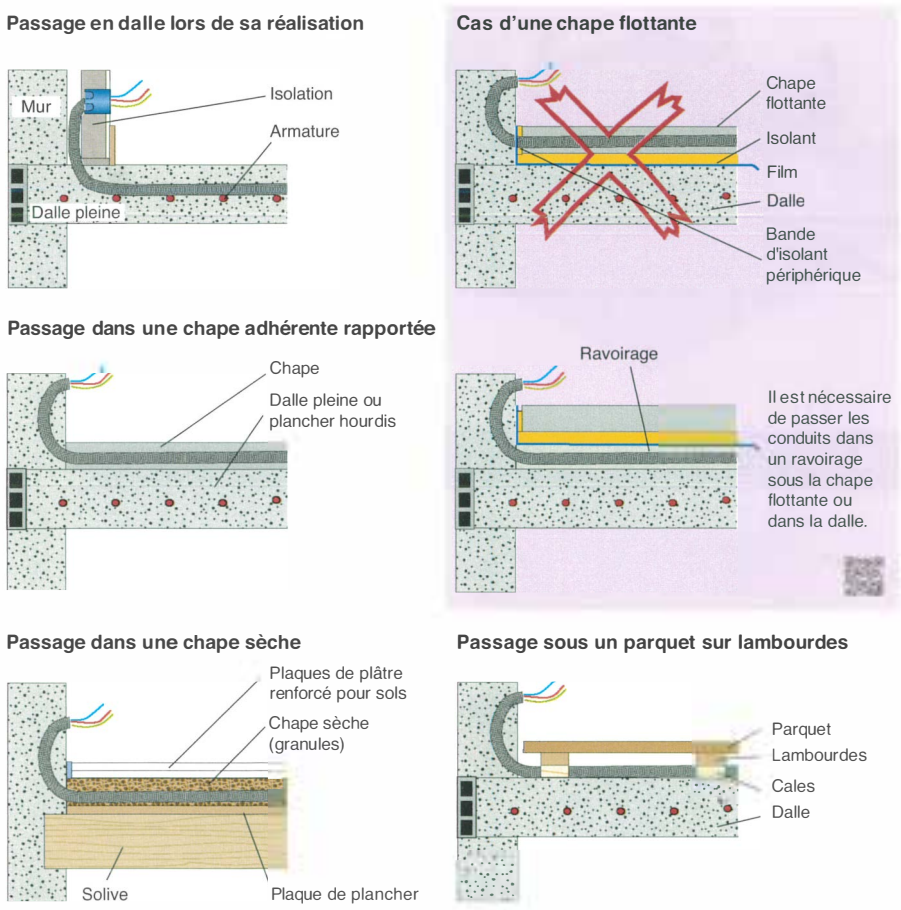


Figure 227 : Le passage des conduits dans le sol

- les conduits noyés dans le béton ne doivent pas comporter d'accessoires sur leur parcours ;
- les conduits de type ICTL et ICTA orange doivent être entièrement enrobés de matériaux incombustibles, sauf à leurs extrémités où ils peuvent être apparents sur une longueur de 11 cm au maximum ;
- toute canalisation électrique encastrée doit être terminée par une boîte de connexion ;
- la partie des conduits émergeant du sol est au minimum de 11 cm afin d'éviter tout risque de pénétration d'eau ;
- dans le cas d'un chauffage par le sol, les conduits doivent être placés le plus loin possible des éléments chauffants.

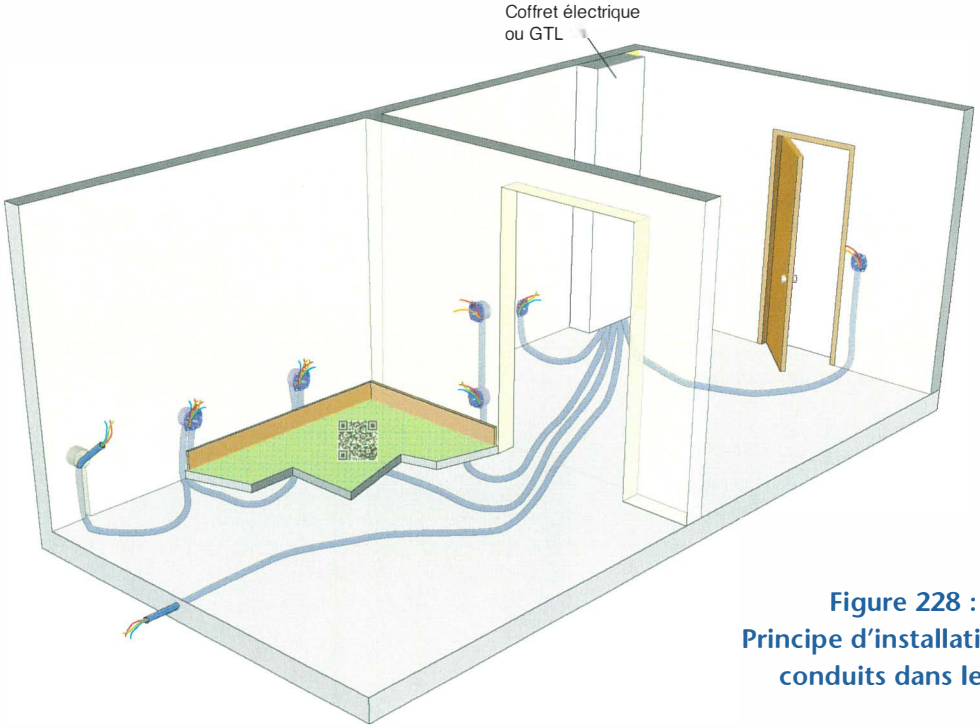
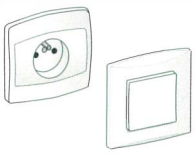
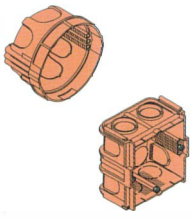
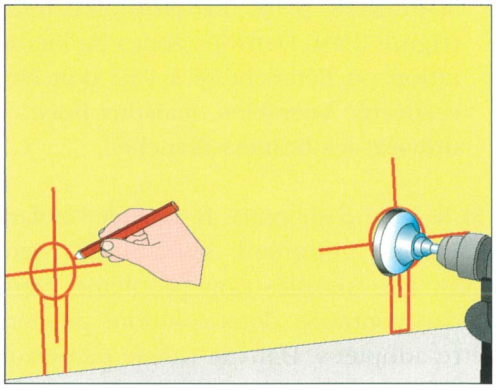


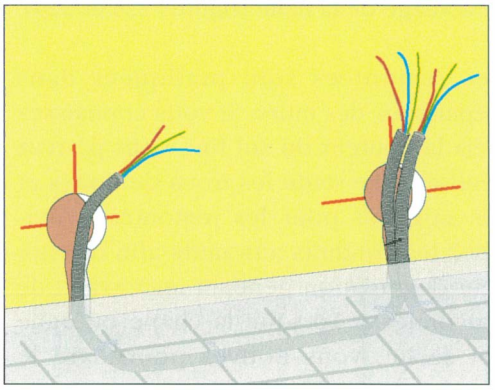
Figure 228 :
Principe d'installation des conduits dans le sol

Matériel nécessaire			
	Conducteurs H 07V-U / R ou câbles		Appareillage encastrable (fixation à vis) monobloc ou en éléments séparés
	Conduit ICTA Conduit ICTL orange (sous condition qu'il ne dépasse pas de plus de 11 cm du sol fini) Conduit ICTL gris		Boîtes d'encastrement pour maçonnerie avec fixation à vis pour l'appareillage (rondes ou carrées)

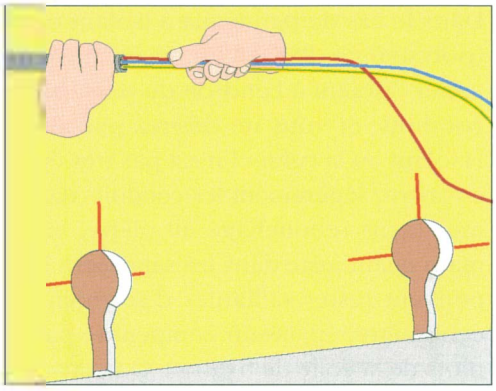
La pose de conduits dans le sol



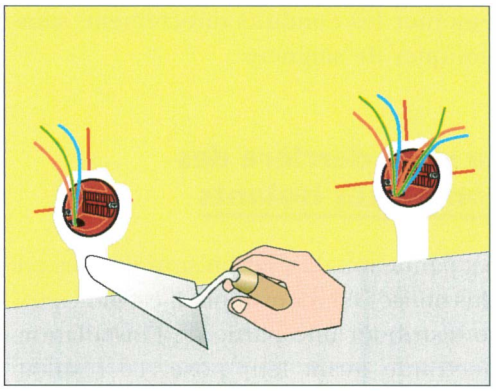
1 Avant le coulage de la chape, tracez les points de remontée des gaines et les axes des boîtiers (si vous connaissez la hauteur du sol fini).



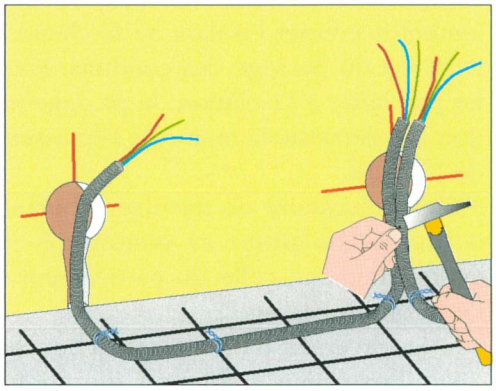
4 Procédez ou faites procéder à la réalisation de la chape ou de la dalle.



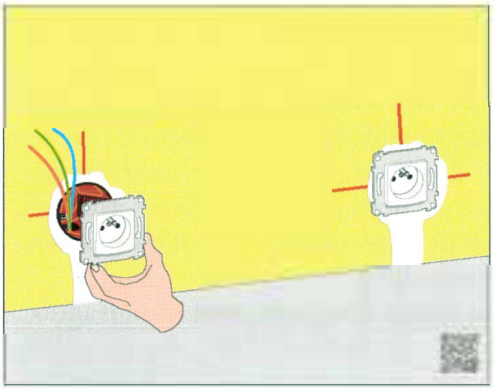
2 Mesurez les longueurs de conduit nécessaires. Coupez-les et passez les conducteurs.



5 Scellez les boîtiers. Après prise complète, passez les conduits dans les boîtiers, puis rebouchez au plâtre. Ne scellez pas les conduits si vous réalisez un doublage.



3 Placez les conduits équipés de conducteurs. Fixez-les à l'armature métallique de la chape avec des morceaux de 1,5 mm² et bloquez-les en remontée avec des clous.



6 Terminez par le raccordement et la pose de l'appareillage.

Figure 229 : La pose des conduits dans le sol

Les conduits doivent être installés avant le coulage de la dalle (figures 228 et 229).

Les remontées sont pratiquées dans l'épaisseur des murs. Si vous connaissez déjà la hauteur du sol fini, vous pouvez réaliser à ce stade les trous de boîtes et les saignées pour les remontées. Attachez les conduits aux murs afin d'éviter leur dégradation pendant les travaux de maçonnerie. Lorsque la chape ou dalle est sèche, vous pouvez poursuivre le reste de l'installation électrique.
Si les parois sont destinées à recevoir des complexes isolants, vous pouvez y faire remonter les conduits directement, sans pratiquer de saignées.

La pose derrière des complexes isolants

Les panneaux d'isolation sont de plus en plus utilisés en rénovation. Il est judicieux de distribuer une partie de l'installation électrique avant leur pose. Le résultat final est celui d'une installation engravée ses inconvénients (saignées, gravats). En règle générale, les canalisations doivent être passées du côté chaud de l'isolant. Cette solution n'est pas possible avec des complexes isolants de doublages, sauf s'ils sont pourvus de rainures à cet endroit. En revanche, cette disposition ne pose pas de problèmes avec une isolation sur ossature métallique et dans les combles.
Les règles à respecter sont les suivantes :

- les conduits utilisés doivent être non propagateurs de la flamme, ce qui exclut les conduits ICTA et ICTL (orange). Vous pouvez passer des conducteurs isolés sous conduits ou des câbles (de catégorie C2) sans conduit ;
- pour l'appareillage, utilisez des boîtes spéciales pour cloisons creuses (figure 230). Dans les zones de l'habitation où l'étanchéité à l'air doit être respectée (combles, maisons bois...), utilisez des boîtiers étanches.

Si le vide d'air entre le mur et l'isolant est assez important, les conduits peuvent être installés sans problème. Dans le cas contraire, deux solutions peuvent être adoptées. Dans le cas de panneaux isolés avec de la laine minérale, celle-ci est assez compressible et les conduits ne gêneront pas la pose du panneau. Dans le cas de panneaux à isolant rigide (polystyrène, PSE), il est nécessaire d'entamer l'isolant à l'endroit du passage des conduits. Si vous ne désirez pas altérer l'isolant ou si celui-ci n'est pas très épais, encastrez légèrement les conduits dans le mur (sans rebouchage au plâtre, en les maintenant juste dans les saignées). Elles peuvent rester saillantes d'au moins un centimètre, épaisseur compensée par les plots de la colle de fixation. On considère qu'une gaine d'un diamètre maximal de 16 mm peut cheminer librement entre un complexe et le mur. Vous pouvez également découper l'isolant au fil chaud à l'endroit du passage des conduits. Pour ne pas nuire à l'isolation, le passage ne doit pas dépasser la moitié de l'épaisseur de l'isolant.
S'il est nécessaire de traverser l'isolant, il faut reconstituer sa continuité et, éventuellement, celle du pare-vapeur à l'endroit du passage ;

- si la traversée d'un isolant débouche sur l'extérieur (isolation thermique par l'extérieur, par exemple), l'espace autour du conduit doit être rendu étanche afin d'empêcher la pénétration d'eau dans l'isolant.

Il est également possible d'isoler les parois avec un système de rails fixés aux murs sur lesquels on attache des plaques de plâtre (solution pour des parois inégales). L'isolation est assurée par des bandes de laine minérale placées entre les rails, derrière les plaques de plâtre (figure 231). Le passage des lignes électriques se fait alors entre le mur et la laine minérale. Les rails sont pourvus de percements prévus pour le passage des lignes.

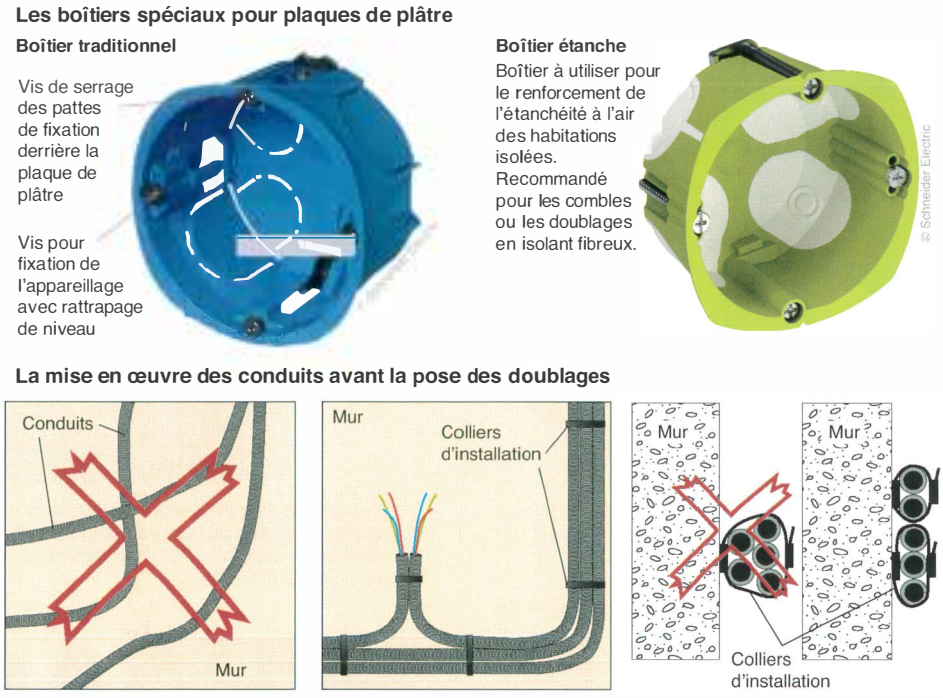
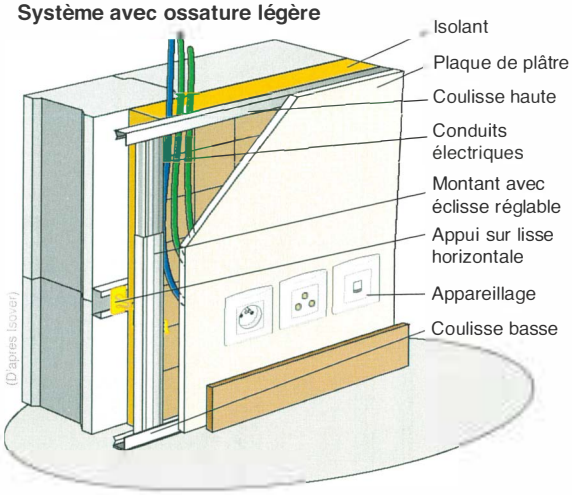


Figure 230 : Les conseils et règles de passage des conduits derrière un complexe isolant

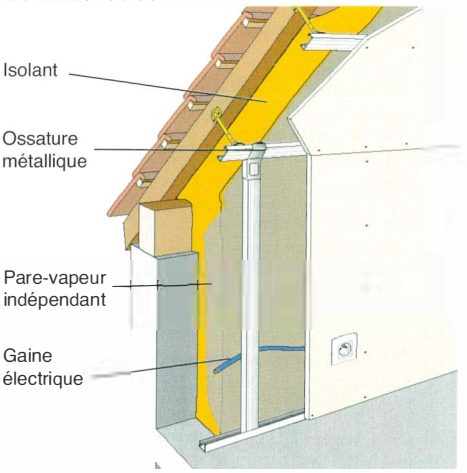
En ce qui concerne les combles isolés avec des matériaux fibreux, l'évolution de la législation impose désormais un pare-vapeur rapporté pour améliorer l'étanchéité à l'air. Dans ce cas, deux solutions sont possibles. La première consiste à utiliser des suspentes spécifiques pour ce type de mise en œuvre, qui permettent de maintenir le pare-vapeur et de supporter les profilés de l'ossature métallique. Les canalisations sont posées entre le pare-vapeur et les

Système avec ossature légère



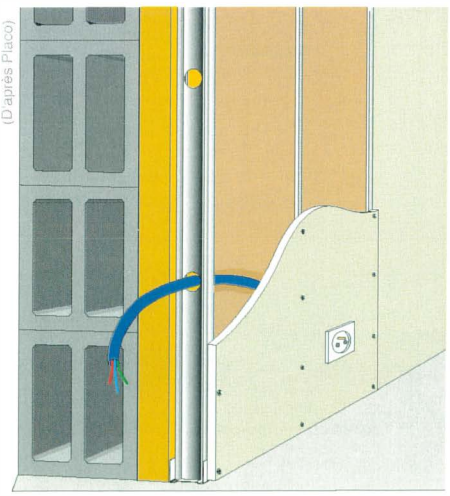
Les canalisations électriques peuvent facilement transiter dans le vide créé par l'ossature métallique entre l'isolant et la plaque de plâtre.

Combles isolés

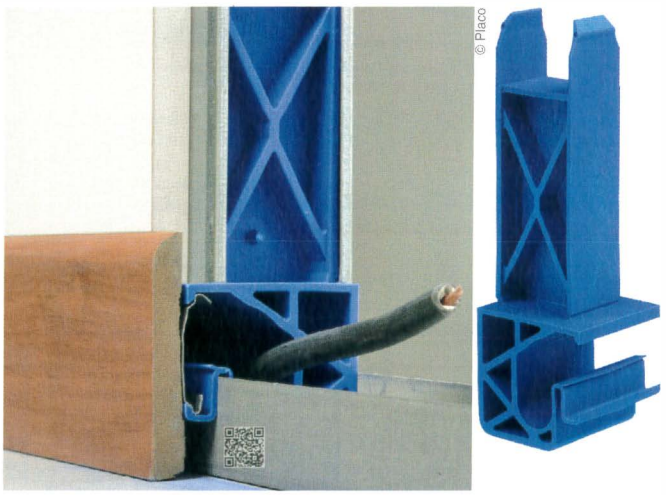


Les canalisations électriques sont mises en place après l'installation du pare-vapeur indépendant et de l'ossature métallique. Elles cheminent entre le pare-vapeur et l'ossature.

Système avec ossature autoportante ou cloison



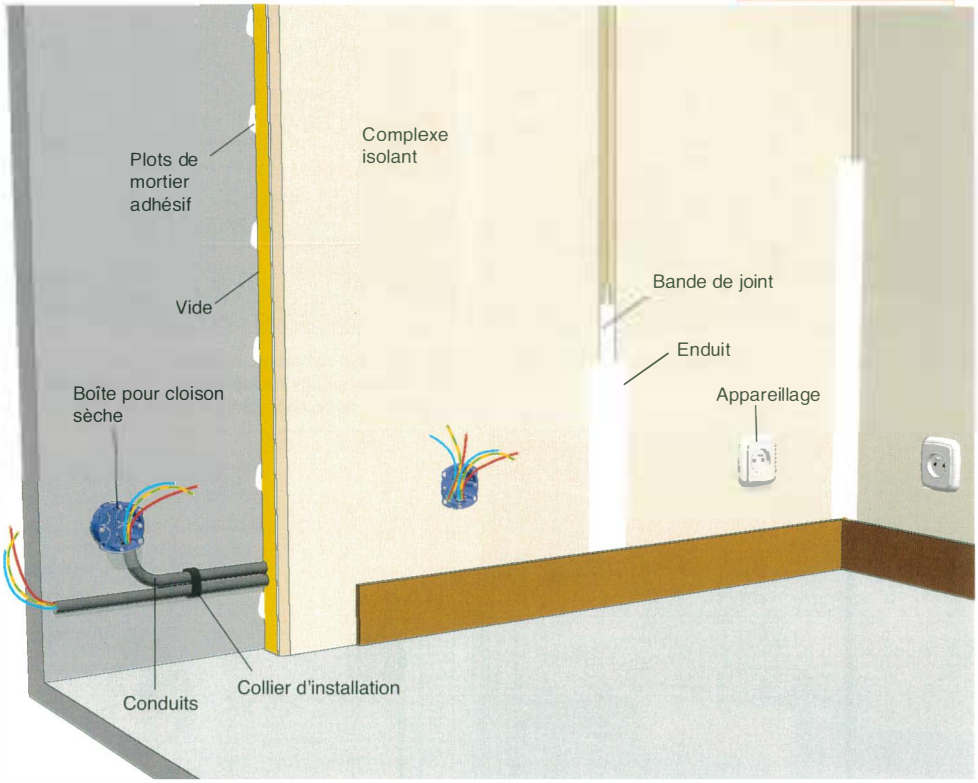
Les canalisations électriques peuvent être glissées entre l'isolant et les plaques de plâtre en passant dans les orifices des montants. Il existe des bagues (M48) qui se clipsent dans les orifices pour faciliter le glissement des conduits.



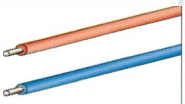
Exemple de système permettant de passer des câbles en pied de cloison. Cet accessoire permet de relier les montants et la lisse basse, tout en facilitant le passage des câbles. Il permet de clipser une plinthe.

Figure 231 : L'installation avec une isolation à ossature métallique

Il est interdit de pratiquer des saignées dans les doublages isolants.



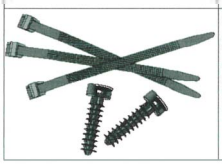
Matériel nécessaire



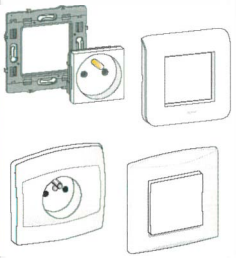
Conducteurs H 07V-U / R ou câbles



Conduit ICTA (gris ou bleu pour la basse tension, vert pour les circuits de communication et TV)



Colliers d'installation et embases à cheville



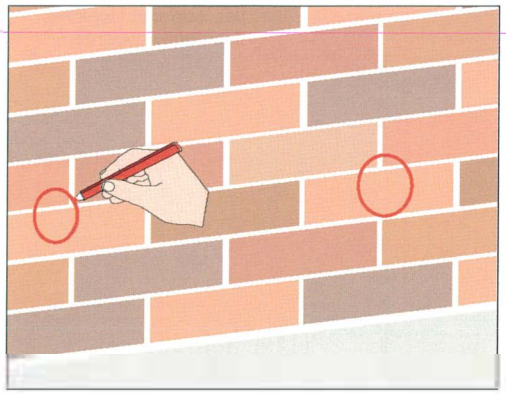
Appareillage encastrable (fixation à vis) monobloc ou en éléments séparés



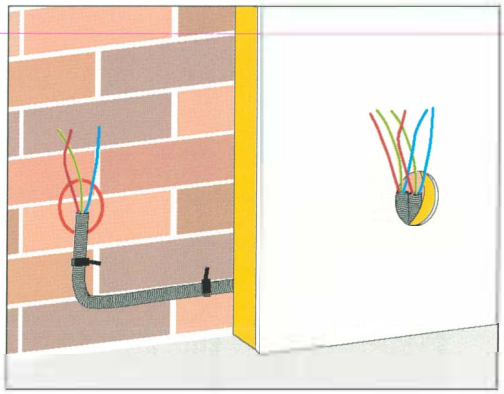
Boîtes d'encastrement spéciales pour cloisons sèches, mono ou multi-postes

Figure 232 :
Le principe d'installation derrière un complexe isolant

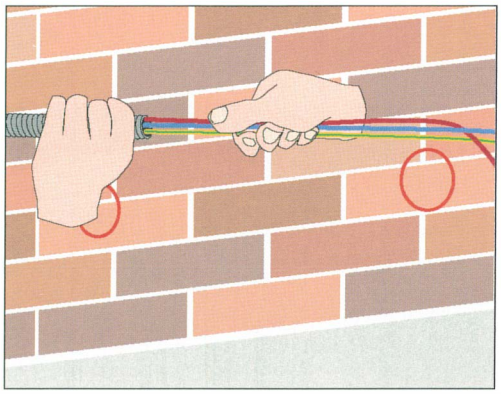
La réalisation d'une distribution derrière doublages



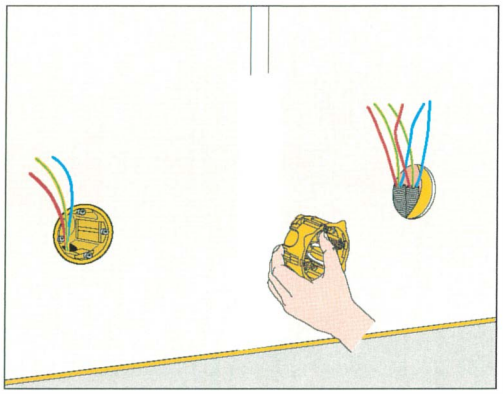
1 Tracez sur le mur l'emplacement des appareillages.



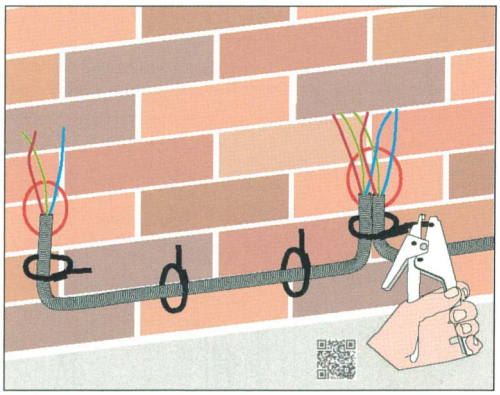
4 Posez les complexes isolants. Réalisez éventuellement des découpes dans l'isolant pour le passsage des conduits et les trous de boîtiers dans un diamètre de 67 mm.



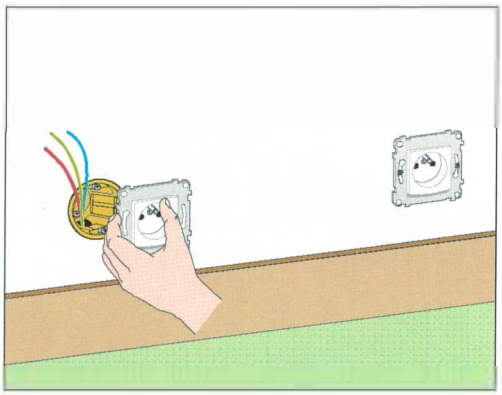
2 Mesurez les longueurs de conduit nécessaires. Coupez-les, puis passez les conducteurs.



5 Posez les boîtiers dans les percements et fixez-les avec les vis de blocage. Les conduits doivent pénétrer de quelques millimètres dans les boîtiers.



3 Placez les conduits équipés de conducteurs. Fixez-les au moyen d'embases à cheville et de colliers d'installation.

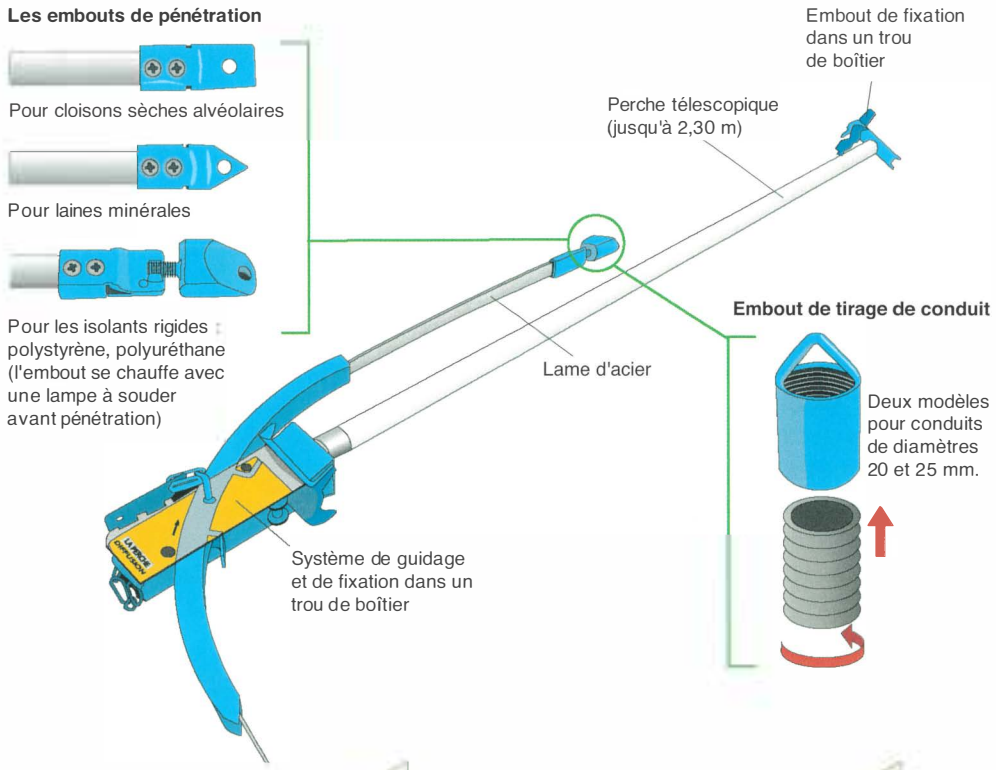


6 Terminez par le raccordement et la pose de l'appareillage.

Figure 233 : La réalisation d'une distribution derrière un complexe isolant

Le passage de ligne après la pose des doublages

Outil spécial : la perche à encastrer



L'utilisation

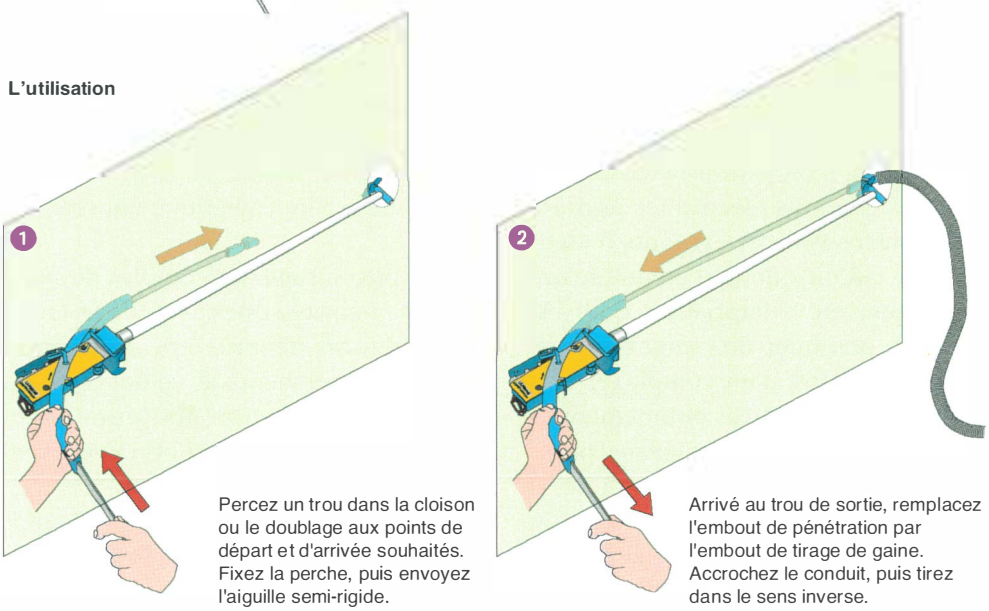


Figure 234 : La perche à encastrer

plaques de plâtre, dans l'espace créé par l'épaisseur des fourrures. L'autre solution consiste à utiliser des suspentes métalliques classiques. Dans ce cas, le pare-vapeur est fixé sur les fourrures de l'ossature. On passe alors les conduits électriques entre l'isolant et le pare-vapeur. Chaque percement du pare-vapeur lors du passage d'un conduit doit être étanché avec un œillet adhésif.

L'installation derrière des complexes isolants s'effectue sur la paroi brute avant la pose de l'isolant (figures 232 et 233). Les conducteurs ou câbles sont protégés dans des conduits fixés au mur avec des embases en plastique et des colliers d'installation. Pour faciliter la pose des complexes isolants, réunissez les conducteurs à la sortie des conduits en bouquets. Au fur et à mesure de la pose des complexes isolants, pratiquez les percements pour les boîtes, puis reconstituez l'isolant au dos de la boîte si nécessaire. Utilisez des boîtes pour cloisons creuses. La suite de l'installation s'effectuera après la réalisation complète de l'isolation.

En rénovation, il est parfois nécessaire de passer des conduits électriques derrière des complexes isolants existants (extension d'un circuit, ajout d'un luminaire en applique, etc.). Rappelons qu'il est interdit de pratiquer des saignées dans la plaque de plâtre d'un complexe. Si la distance entre le nouvel équipement et l'alimentation électrique existante (prise, boîte de connexion, etc.) est réduite, il suffit généralement de percer un trou pour la boîte du nouvel équipement, puis d'essayer de passer le nouveau conduit entre les deux percements. Vous pouvez utiliser une aiguille en fibre de verre ou un couvercle de moulure en plastique pour guider le conduit à travers l'isolant. Cette solution est possible pour les isolants en laine minérale sur une courte distance, mais difficile, voire impossible, dans les isolants rigides comme le polystyrène ou le polyuréthane. Dans ce cas, vous pouvez utiliser une perche d'encastrement (figure 234), spécialement conçue pour réaliser ce type de travaux dans les meilleures conditions.

Les perches d'encastrement sont pourvues d'une aiguille en lame d'acier et d'embouts de pénétration dont l'un est destiné aux isolants rigides : il est possible de le chauffer avec un chalumeau pour faire fondre l'isolant sur son passage. Il devient ainsi possible d'aiguiller des conduits derrière des doublages existants jusqu'à 2,30 m.

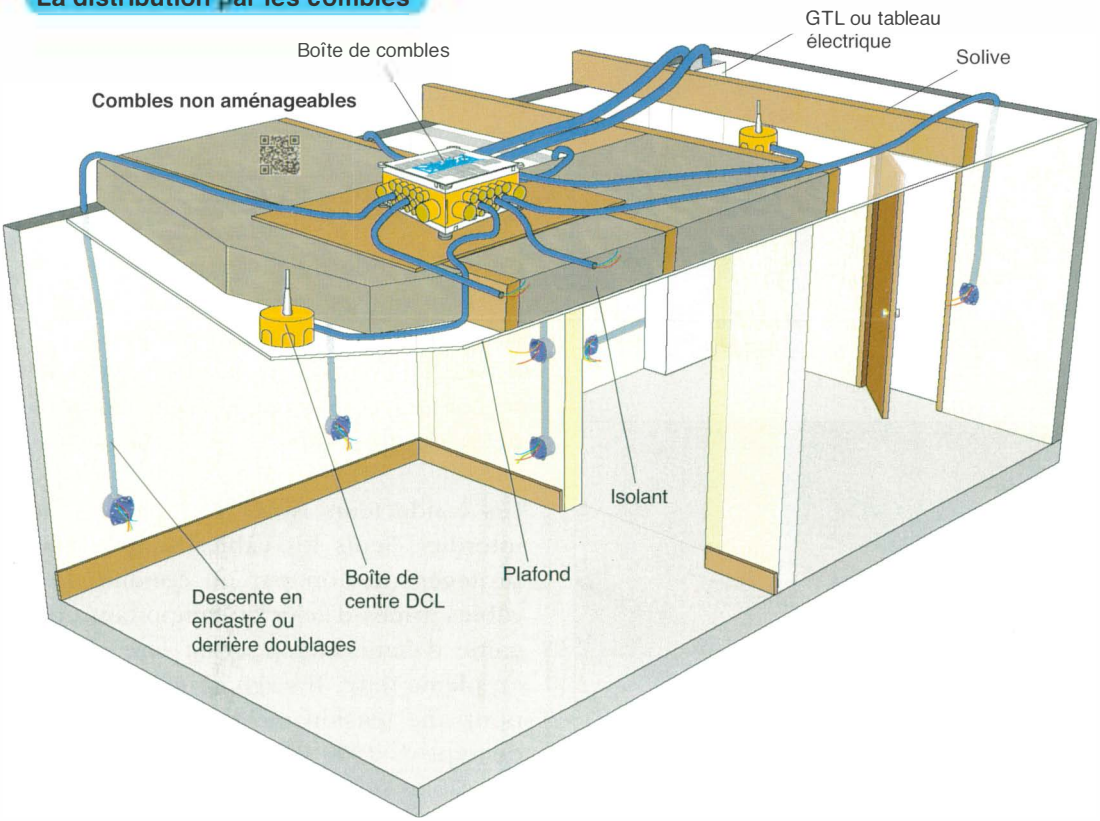
La distribution par les combles

Ce type de distribution (figures 235, 236 et 237) répond aux mêmes règles que l'installation en saillie sous conduits. On utilise généralement des gaines souples, plus faciles à mettre en œuvre et, dans ce cas, le critère esthétique importe peu.

Il faut être sûr que les combles ne seront jamais aménageables, car dans ce cas l'installation devrait être entièrement reprise. Il convient de veiller à ce que les combles restent toujours accessibles pour une intervention éventuelle.

Attention : cette méthode ne convient pas à une installation dans un faux-plafond. En effet, dans ce cas, les canalisations ne doivent pas reposer sur le faux-plafond mais être fixées au mur ou au plafond, comme pour une installation en saillie.

La distribution par les combles



Matériel nécessaire

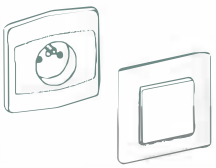
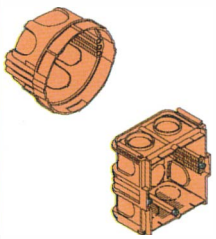
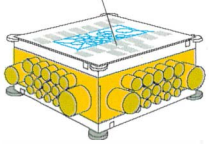
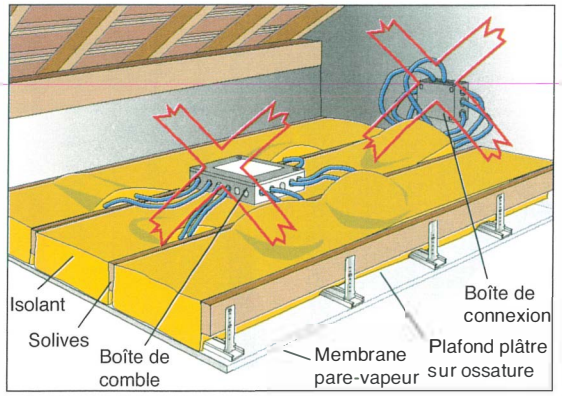
	Conducteurs H 07V-U / R ou câbles		Appareillage encastrable (fixation à vis) monobloc ou en éléments séparés
	Conduit ICTA		Boîtes d'encastrement pour maçonnerie avec fixation à vis pour l'appareillage (rondes ou carrées)
Repérages des circuits 	Boîtes de combles		

Figure 235 : La distribution par les combles



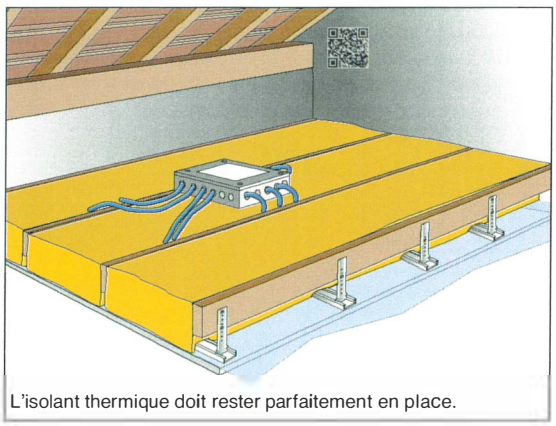

L'isolant thermique doit rester parfaitement en place.

Figure 236 :
L'installation électrique et les isolants

Les boîtes de connexion doivent elles aussi rester accessibles.

Il suffit de placer une ou plusieurs boîtes de combles et de les relier à la GTL avec des conduits de gros diamètre contenant plusieurs lignes d'alimentation. La distribution des différents appareillages s'effectue à partir de ces boîtes. Des repères sur le couvercle permettent d'identifier chaque conduit. Fixez les conduits aux solives pour éviter tout risque d'arrachement. Vous devrez prendre un soin particulier pour ne pas affaiblir l'isolation thermique en passant les canalisations de façon anarchique.

Les circuits en descente vers les pièces peuvent être engravés, passés derrière un complexe isolant ou sous profile plastique.

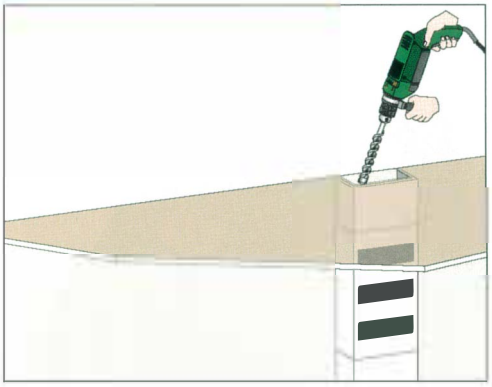
La pose enterrée

Cette méthode de pose (figures 238 et 239) est utilisée pour les éclairages de jardins, l'alimentation d'une dépendance depuis l'habitation principale et pour le raccordement au réseau public depuis la limite de propriété.

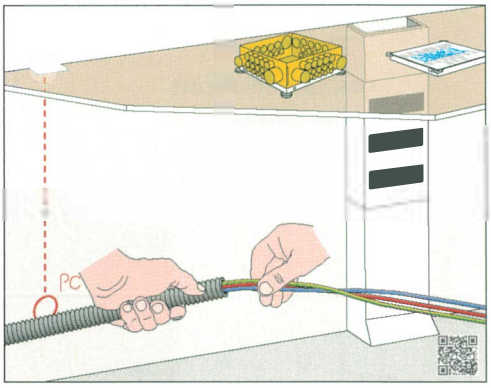
Les conducteurs isolés sous gaine sont interdits. Seuls les câbles sont admis, protégés ou non par un conduit. Les câbles armés d'acier et comportant une gaine d'étanchéité peuvent être placés en pleine terre. Il s'agit de câbles isolés pour une tension minimale de 1 000 V de type U-1000 RGPFV, U-1000 RVFV. Les câbles sans armure mais comportant une gaine épaisse doivent être posés dans un conduit. Il s'agit de câbles de type U-1000 R 12N, U-1000 R2V... Les conduits à utiliser sont de type TPC, de couleur rouge et de classe de résistance aux chocs normale marquée N. Pour les conduits inférieurs à 40 mm de diamètre, il est possible d'utiliser des conduits ICTA ou ICTL. Les règles à respecter sont les suivantes :

- pour parer le tassement du sol, en terrain normal, il convient d'enfouir les câbles à 0,50 m de la surface. En outre, la profondeur doit impérativement atteindre 0,85 m sous les voies carrossables et sous les trottoirs. En terrain rocheux, les profondeurs peuvent être réduites ;
- tout croisement ou cheminement le long d'une canalisation non électrique

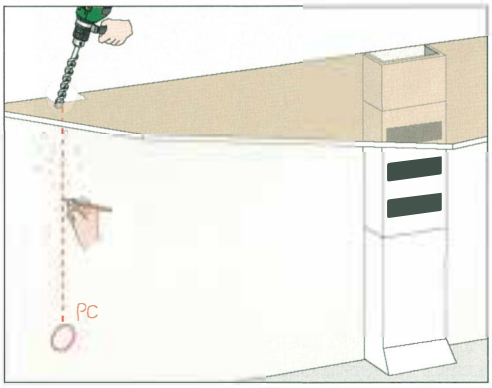
La réalisation d'une distribution par les combles



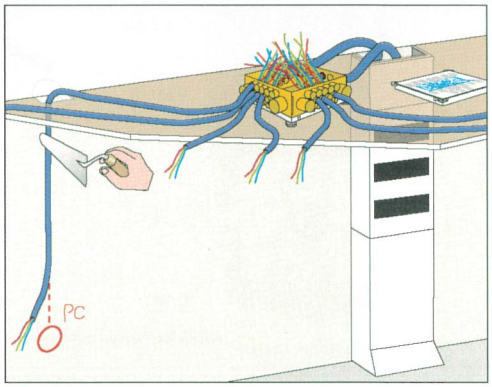
1 Réalisez un percement au-dessus du tableau de protection ou de la GTL, de dimension suffisante pour le passage des conduits d'alimentation.



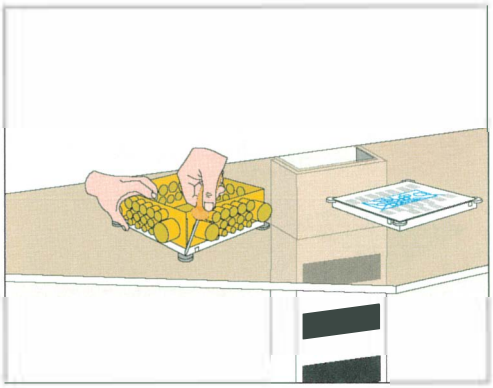
4 Préparez les conduits aux longueurs nécessaires et passez les conducteurs.



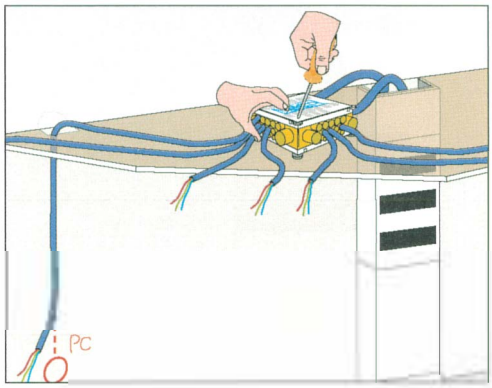
2 Réalisez d'autres percements au niveau des alimentations prévues pour l'appareillage.



5 Placez les conduits nécessaires. Vous pouvez repérer chaque départ sur le couvercle de la boîte de combles. Rebouchez les percements.



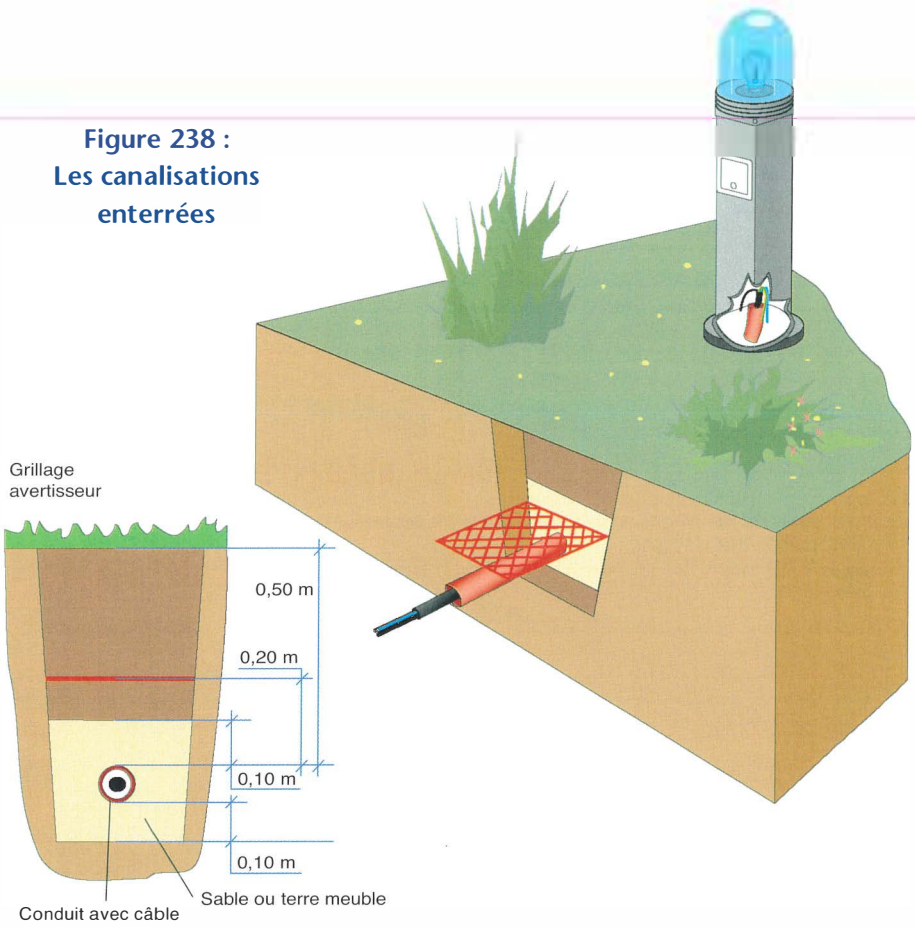
3 Placez la boîte de combles à l'emplacement qui assurera la meilleure répartition des lignes.



6 Procédez aux raccordements dans la boîte de combles, puis poursuivez le reste de l'installation.

Figure 237 : La réalisation d'une distribution par les combles

Figure 238 : Les canalisations enterrées



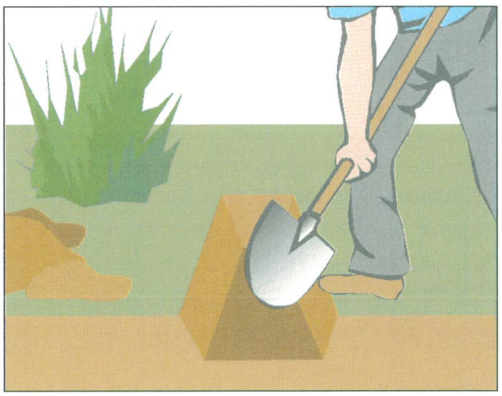
Matériel nécessaire

Câbles U-1000 R2V, FR-N 1-X 1X2, FR-N 1-X 1G1, FRN 05 VV-U posés sous conduit	Câbles U-1000 RVFV, U 1000 RGPFV posés sans conduit
Conduit TPC rouge Conduits ICTA ou ICTL lorsqu'un conduit de diamètre inférieur à 40 mm est nécessaire	Grillage avertisseur en plastique de couleur rouge (verte pour le téléphone)

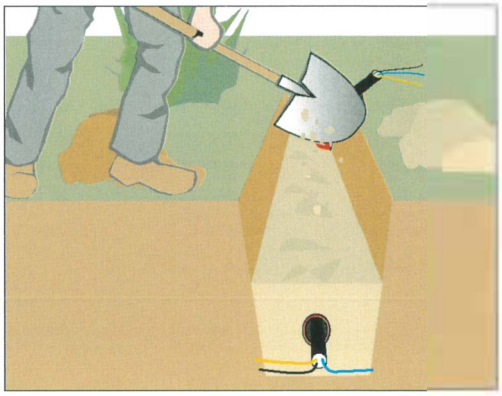
(eau, gaz) doit s'effectuer à une distance minimale de 0,20 m (figure 240) ;

- tout croisement avec une autre canalisation électrique doit s'effectuer à une distance minimale de 0,20 m ;
- les canalisations enterrées doivent être signalées par un grillage avertisseur en matière plastique de couleur rouge placé au moins à 0,20 m au-dessus d'elles. Le grillage n'est pas obligatoire avec les conduits TPC rouges.

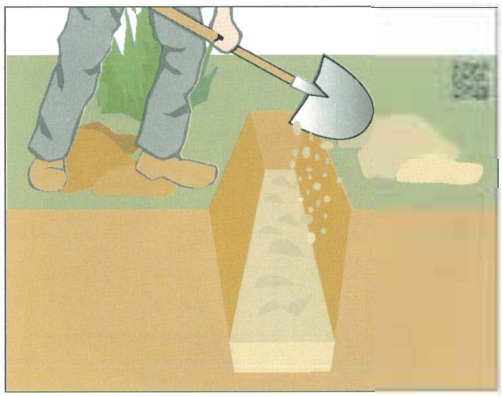
La pose d'une canalisation enterrée



1 Creusez une tranchée aux dimensions requises au moyen d'une pioche et d'une pelle ou en louant un mini engin de terrassement en cas de grande distance.



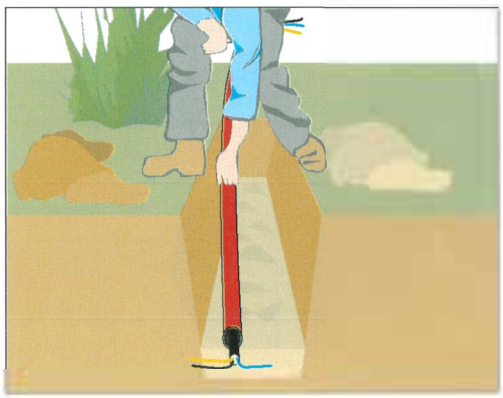
4 Disposez une nouvelle couche de 10 cm de sable, puis 10 cm de terre.



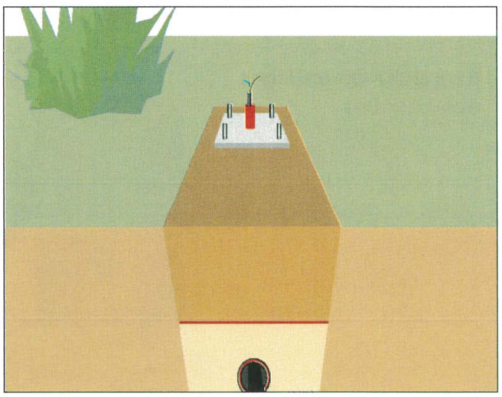
2 Déposez une couche de 10 cm de sable au fond de la fouille.



5 Placez le grillage avertisseur.

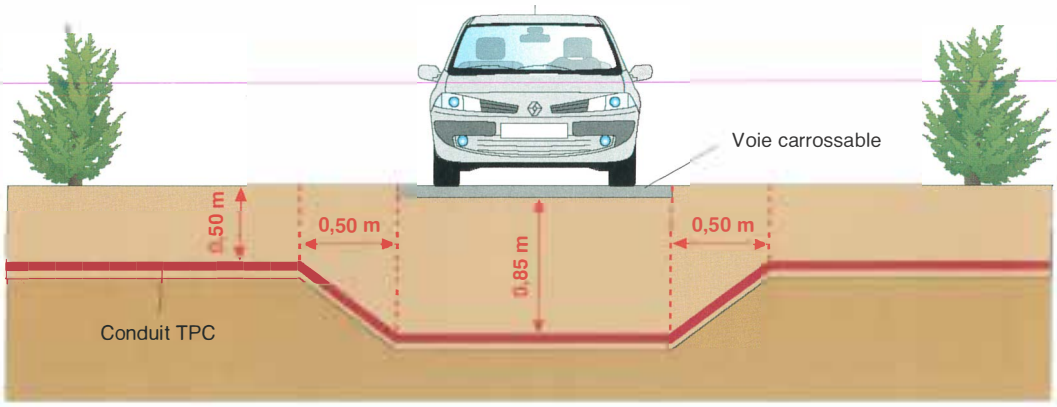


3 Placez le conduit équipé du câble sur le lit de sable.

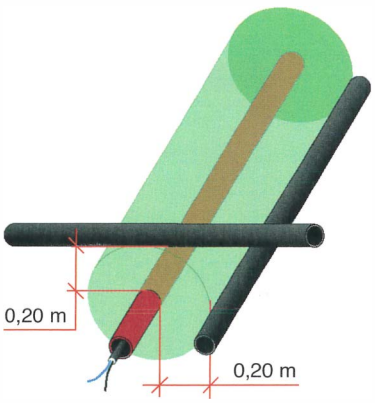


6 Réalisez éventuellement un plot de mortier pour fixer le luminaire, puis terminez par le rebouchage de la tranchée avec la terre retirée lors de sa conception.

Figure 239 :
La pose d'une canalisation enterrée

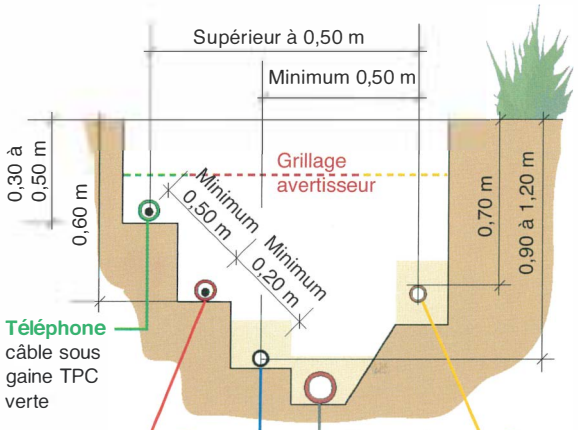


Éloignement des autres canalisations



Tout croisement ou juxtaposition avec une autre canalisation (gaz, eau) doit se faire à plus de 0,20 m.

Cas d'une tranchée commune pour les adductions



Téléphone
câble sous gaine TPC verte

Électricité
câble sous gaine TPC rouge

Eau
tuyau en polyéthylène sur lit de sable

Eaux usées
tuyau en fonte ou PVC sur lit de sable

Gaz
cuivre sous conduit ou PE sur lit de sable

Exemples de grillages avertisseurs

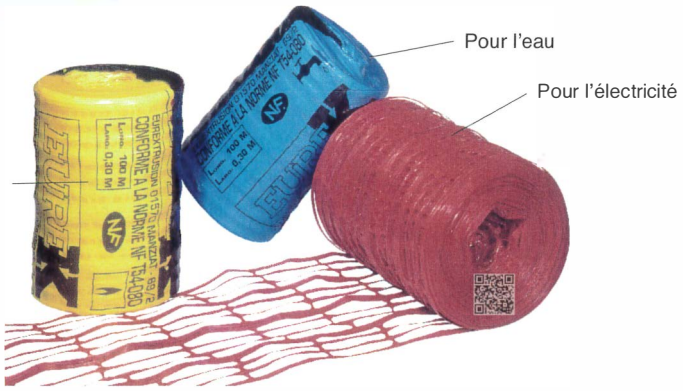


Figure 240 :
Les règles d'enfouissement des canalisations

Étude d'exemple

Comme le montre l'exemple de maison individuelle vu précédemment (voir page 194), vous pouvez à présent choisir le type de distribution désiré.
La distribution du sous-sol peut être réalisée sous goulotte et conduits IRL. Il est possible d'installer une goulotte à partir de la GTL du garage jusque sous le placard de l'entrée, percer le sol et réaliser un ceinturage du couloir en moulure puis alimenter les pièces du rez-de-chaussée.
Vous pouvez aussi alimenter le salon, la salle de bains et les WC par le sous-sol.
Si la pose de complexes isolants est prévue, on en profitera, bien évidemment.
Les combles n'étant pas aménageables dans notre exemple, il est possible d'y monter depuis le sous-sol par le placard, puis de distribuer les lignes électriques par les combles.
La distribution de l'éclairage de jardin sera enterrée, ainsi que la ligne de raccordement au réseau public, l'alimentation de l'interphone et celle du portail automatisé.

Étude de la distribution

Choisissez bien les types de distribution : toutes les lignes partant de la GTL, leur nombre obligera, par exemple, à choisir une goulotte de taille importante.
Prévoyez les endroits où vous passerez les lignes (traversées de murs ou de planchers) afin que le travail soit le plus simple possible (il peut être très fastidieux de traverser un mur porteur, notamment dans l'ancien).
Le passage le plus court n'est pas forcément le plus simple. N'hésitez pas à passer des lignes plus longues si le travail s'en trouve facilité.
Il est possible de passer les lignes d'alimentation d'un point d'éclairage et celles de son interrupteur de commande par des passages tout à fait différents, puis d'exécuter les raccordements dans le tableau de protection.
Prévoyez tout cela avant de vous lancer, votre travail en sera facilité.

Les montages

Cette section traite de la réalisation des montages les plus courants.
Les montages proposés ne sont pas expliqués avec des schémas théoriques mais avec des dessins pratiques qui reflètent mieux les conditions réelles d'exécution.
Les règles à respecter et l'appareillage nécessaire pour les montages sont décrits dans le texte correspondant.
Étant donné la grande diversité des montages, certaines solutions de raccordement ne sont données qu'à titre indicatif (alarmes, par exemple).

La dérivation individuelle

La dérivation individuelle est le raccordement au réseau public de distribution. Ce raccordement s'effectue selon les exigences du technicien d'ERDF que vous devez consulter avant ce type de travaux.
Une dérivation individuelle comporte plusieurs éléments (figure 241) :

- un dispositif de raccordement au réseau ;
- le coffret de branchement individuel contenant le coupe-circuit de branchement (CCPI : coupe-circuit principal individuel), la prise de téléreport et éventuellement d'autres équipements ;
- le compteur électronique ;
- le disjoncteur de branchement (AGCP :

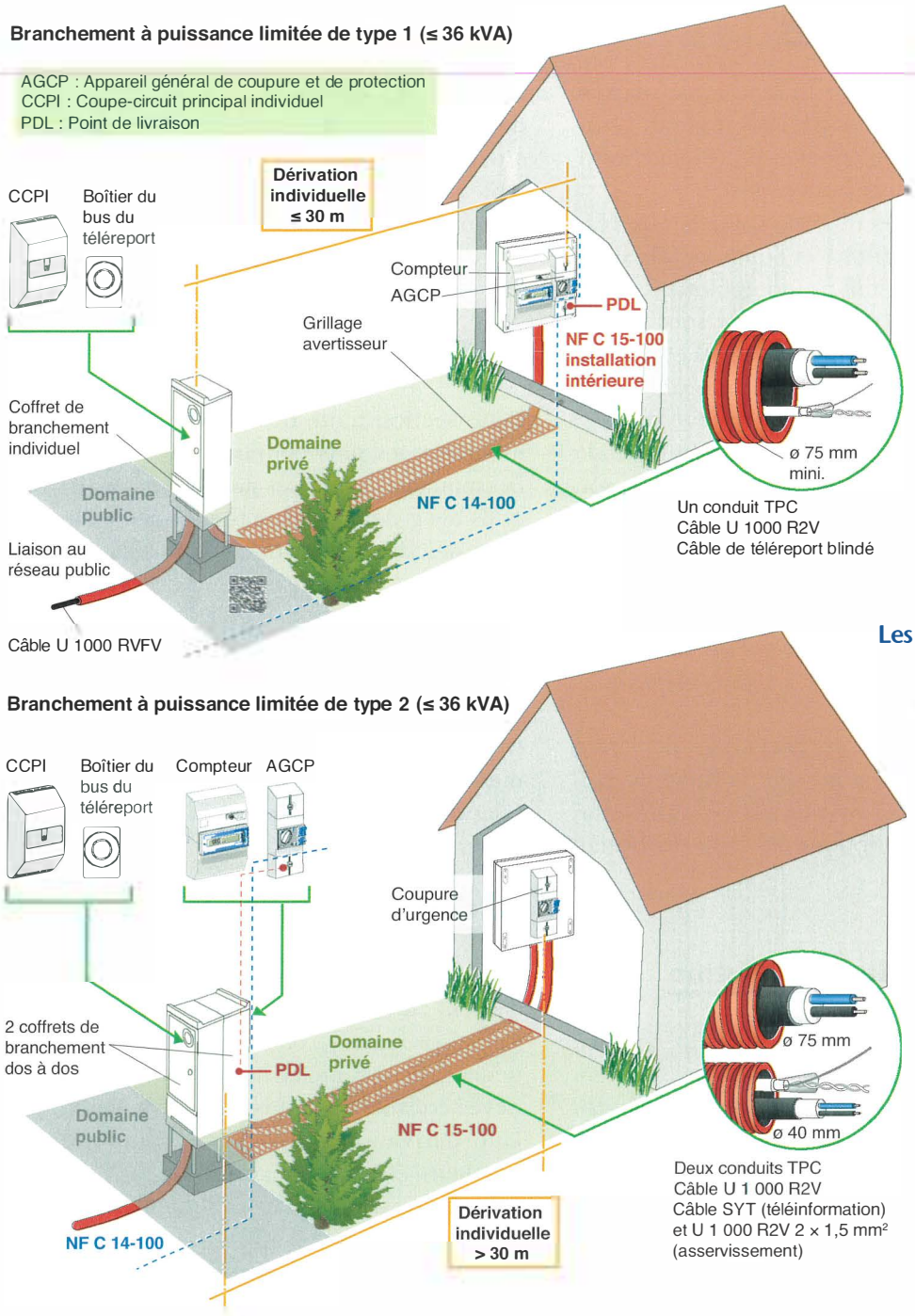


Figure 241 : Les branchements en maison individuelle

appareil général de coupure et de protection) ;

- les canalisations de liaison entre le coffret et l'habitation.

La dérivation individuelle est soumise à deux normes, la NF C 14-100 qui concerne plus spécialement le distributeur et la NF C 15-100 relative à

l'installation électrique domestique. La NF C 15-100 s'applique après le point de livraison (PDL, voir figure 241). Ce point est matérialisé par les contacts de sortie du disjoncteur de branchement. Les éléments situés en amont sont régis par la NF C 14-100 et ne sont pas accessibles physiquement. Il doit exister une séparation physique entre les parties concernées par les différentes normes. Elle est généralement assurée au niveau des tableaux de comptage modernes (parois de séparation). Cette disposition doit également être respectée au niveau des canalisations aboutissant à la GTL (goulotte ou compartiment réservé au passage des conducteurs d'alimentation). Quand la dérivation individuelle est passée sous goulotte, celle-ci doit être fermée par un couvercle indépendant des autres couvercles (utilisation d'une goulotte à plusieurs compartiments) et être continue jusqu'au panneau de contrôle. En cas d'utilisation d'un conduit, son diamètre intérieur doit être d'au moins 3,5 fois le diamètre extérieur d'un des conducteurs ou 1,8 fois le diamètre du câble.

Dans le cas d'un compteur électronique, vous avez accès à la partie inférieure du compteur pour y raccorder le contact d'asservissement (contact utilisé pour commuter automatiquement certains appareillages lors du passage en heures creuses) ou pour raccorder le circuit de téléinformation. Ce circuit permet à certains éléments de l'installation, comme les délesteurs ou les gestionnaires d'énergie, d'être en communication directe avec le compteur électronique et d'être informés en temps réel de la consommation. Le raccordement au circuit de téléinformation s'opère avec un câble SYT conforme à la norme NF C 93-529 (Livre II). Il se compose d'une paire torsadée de conducteurs monobrins en cuivre de 0,5 ou 0,8 mm de diamètre, d'un isolant en polyéthylène, d'un écran en aluminium, d'un drain de continuité et d'une enveloppe isolante. La longueur maximale conseillée pour le câble de téléinformation est de 100 m. Son conducteur de drain doit être relié à la terre de l'installation en un point unique dans le tableau de répartition.

Deux types de dérivations sont possibles pour une maison individuelle (puissance de branchement inférieure ou égale à 36 kVA). Les branchements sont différents selon la distance de l'habitation par rapport à la voie publique ou les exigences du distributeur.

Branchement de type 1

Le compteur est situé à l'intérieur de l'habitation. La distance entre le coffret de branchement (en limite de propriété) et l'habitation n'excède pas 30 m. Le coffret de branchement accueille le coupe-circuit de branchement et un boîtier de télérepport pour le relevé à distance. Le coupe-circuit de branchement est une boîte équipée de cartouches fusibles destinées à protéger l'ensemble de l'installation et le câble de liaison au panneau de contrôle. Vous n'y avez pas accès, car il est scellé. Seul le distributeur est habilité à intervenir sur cet élément. Le panneau de contrôle est situé à l'intérieur de l'habitation. Il comprend le disjoncteur de branchement et le compteur électronique. Le disjoncteur de branchement fait office de coupure d'urgence (s'il est directement accessible depuis l'intérieur de l'habitation, voir page 366).

Avec ce type de branchement, la partie enterrée dans le terrain est soumise à la norme NF C 14-100. Elle consiste en un conduit TPC renfermant le câble d'alimentation et le câble du télérepport.

Le branchement de maisons individuelles (consommation/production)

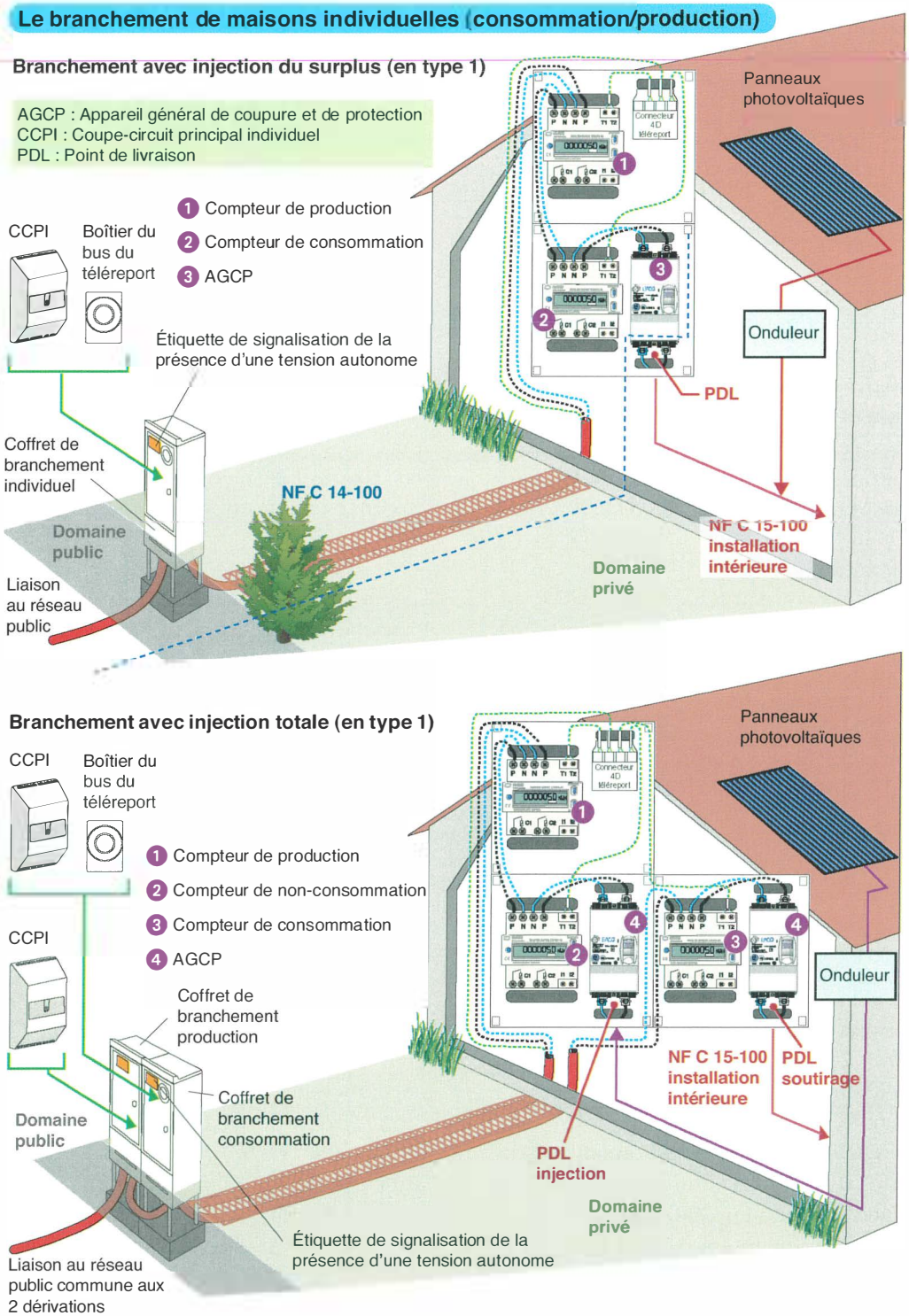


Figure 242 : Les branchements avec production d'électricité

Branchement de type 2 :

Ce type de branchement est adapté lorsque la longueur de branchement est supérieure à 30 m. Le coffret extérieur est constitué de deux coffrets dos à dos. Celui situé du côté domaine public renferme le coupe-circuit de branchement et le boîtier de télérepport. Celui du côté domaine privé renferme le compteur électronique et le disjoncteur de branchement, qui peut être différentiel ou non. Le point de livraison se situe alors au niveau du coffret extérieur. La partie enterrée entre le coffret et l'habitation doit répondre à la norme NF C 15-100. Le disjoncteur de branchement étant extérieur, il ne joue pas le rôle de dispositif de coupure d'urgence exigé par la norme. Un autre dispositif remplissant cette fonction doit être prévu au niveau de la partie habitable. Le câble d'alimentation et les câbles d'asservissement et de télérepport peuvent être passés sous deux conduits différents ou dans le même conduit.

Le disjoncteur de branchement peut ne pas être différentiel. Dans ce cas, la protection différentielle doit être assurée par les dispositifs différentiels divisionnaires de l'installation. Vous pouvez également installer un disjoncteur différentiel (500 mA) en coupure d'urgence à l'intérieur de l'habitation. Quand le disjoncteur de branchement n'est pas différentiel, la canalisation de liaison avec les dispositifs différentiels de l'installation doit être de classe II. Pour répondre à cette spécification, vous pouvez utiliser du câble ne comportant pas de revêtement métallique comme le U 1000 R2V.

Que ce soit pour un branchement de type 1 ou 2, des variantes existent notamment si vous êtes producteur d'électricité, avec des panneaux photovoltaïques, par exemple (figure 242).

Il existe deux cas de figure, comme indiqué dans les paragraphes consacrés au photovoltaïque : injection du surplus ou injection totale. Dans le premier cas, le branchement n'est pas différent du type 1 sauf en ce qui concerne les compteurs, puisqu'il est nécessaire d'en installer deux. Le branchement reste le même, ce qui est un argument d'économies surtout si l'installation existe déjà.

Pour une injection totale, vous devrez réaliser deux branchements différents dont l'un réservé exclusivement à l'injection (deux compteurs, dont un de contrôle) et l'autre à la consommation (compteur et disjoncteur de branchement).

La figure 243 reprend en détail les différents éléments de branchement. Le coffret extérieur peut être encastré dans un muret ou posé sur des supports. Le panneau de contrôle est installé au niveau de la GTL pour les installations neuves ou entièrement rénovées. Il peut être indépendant pour des rénovations partielles. La figure présente les conditions d'installation à respecter.

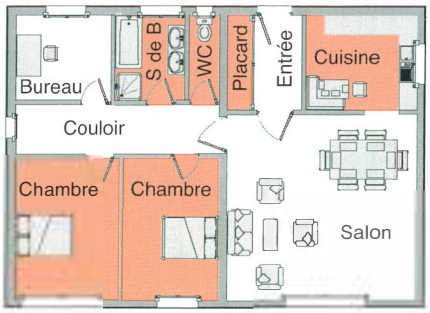
La section des conducteurs d'alimentation de l'habitation dépend de la longueur de la dérivation et du courant assigné du disjoncteur de branchement. La longueur de la dérivation individuelle ne doit pas entraîner une chute de tension de plus de 2 %. Le tableau de la figure 244 indique la section minimale des conducteurs selon ces critères.

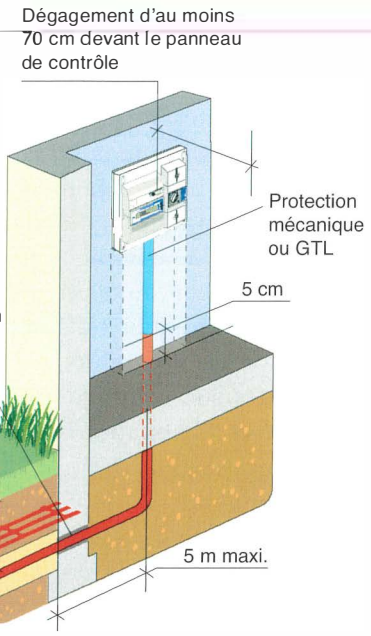
Le tableau de la figure 245 vous indique les puissances de raccordement à prévoir selon le type de logement dont vous disposez.

Le disjoncteur de branchement du panneau de contrôle fait office de dispositif de coupure d'urgence comme l'exige la

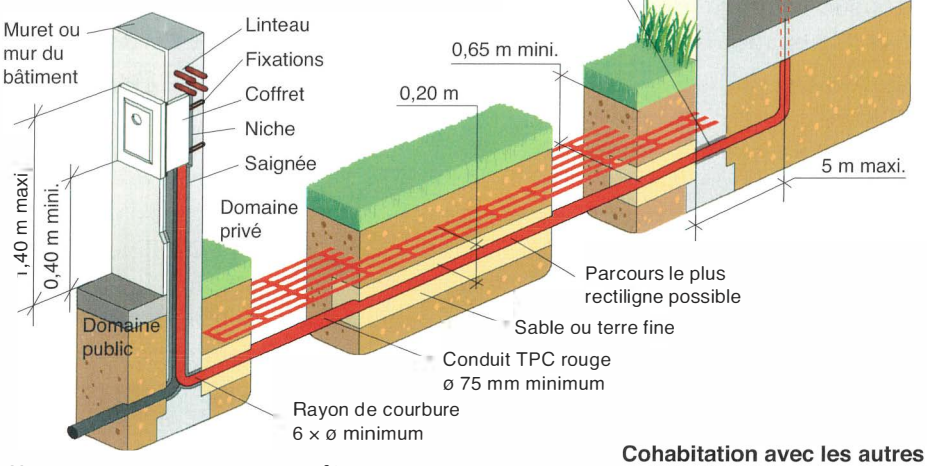
Détails de mise en œuvre du raccordement

Emplacements interdits pour le panneau de contrôle

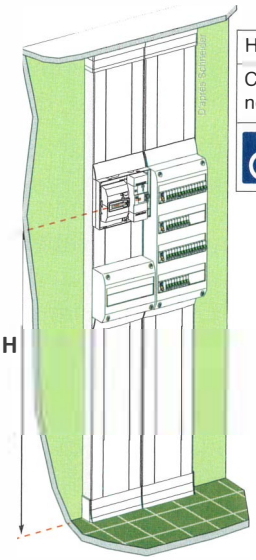




Exemple de raccordement de type 1 (d'après ERDF)

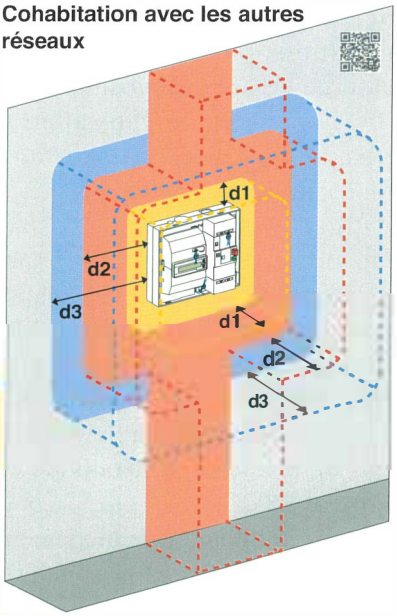


Hauteur du panneau de contrôle



H : hauteur du cadran du compteur	
Conditions normales	Entre 0,90 et 1,80 m
	Entre 0,90 et 1,30 m

Cohabitation avec les autres réseaux



d1 = 10 cm - Emplacement interdit pour installation de gaz, d'une source de chaleur ou d'un point d'eau.

d2 = 40 cm - Emplacement interdit pour une source de chaleur ou un point d'eau.

d3 = 60 cm - Emplacement interdit pour un point d'eau.

Figure 243 : La mise en œuvre du raccordement

Longueur maximale des câbles de branchement (en m) pour une chute de tension de 2 %					
Courant assigné de l'AGCP (disjoncteur de branchement) en ampères	Section des conducteurs en cuivre (Cu) et aluminium (Al) en mm²				
	6	10	16	25	35
15 A	40	68	108 - 68	168 - 104	236 - 148
30 A	20	32	52 - 32	84 - 52	116 - 72
45 A	0	20	36 - 20	56 - 36	76 - 48
60 A	0	0	28 - 0	40 - 24	56 - 36
90 A	0	0	0 - 0	28 - 0	36 - 24
La liaison au réseau peut être en cuivre ou en aluminium. La dérivation individuelle est en cuivre. Dans le cas d'une alimentation en triphasé, les longueurs sont à multiplier par 2. La section de 6 mm² est réservée aux dérivations de locaux non habitables (caves, parkings).					

Figure 244 : La longueur des câbles de branchement

norme NF C-15 100. Il s'appelle alors AGCP (appareil général de commande et de protection). Attention : l'AGCP doit être accessible à partir du local d'habitation.

Dans le cas où il est placé, par exemple, dans un garage n'ayant pas de communication directe avec l'habitation, il est nécessaire d'installer un dispositif de coupure d'urgence (interrupteur ou disjoncteur) au niveau de la partie habitable (figure 246). Quand le disjoncteur de branchement est placé dans le coffret extérieur de branchement (type 2), il ne peut pas faire office de coupure d'urgence. Vous devez installer dans la partie habitable (et au niveau de l'unité de vie pour les logements soumis aux règles de l'accessibilité aux personnes handicapées) un dispositif de coupure omnipolaire (interrupteur ou disjoncteur) assurant la fonction de sectionnement sur le tableau de répartition. Son courant assigné doit être au moins égal à l'intensité de réglage du disjoncteur de branchement. Si le disjoncteur de branchement n'est pas différentiel, reportez-vous au branchement de type 2.

Les puissances de branchement minimales à prévoir selon le type de local			
Type de local	Puissance en kVA	Courant assigné de l'AGCP (en ampères)	
		Monophasé	Triphasé
Annexe non habitable (cave, parking…)	3	15/45	–
Logement de 1 à 2 pièces principales ou surface ≤ 35 m²	6	15/45	10/30
Logement de 3 à 5 pièces principales ou surface comprise entre 35 m² et 100 m²	9	30/60	10/30
Logement de 6 pièces principales ou plus ou de surface supérieure à 100 m²	12	60/90	30/60

Figure 245 : Les puissances de branchement

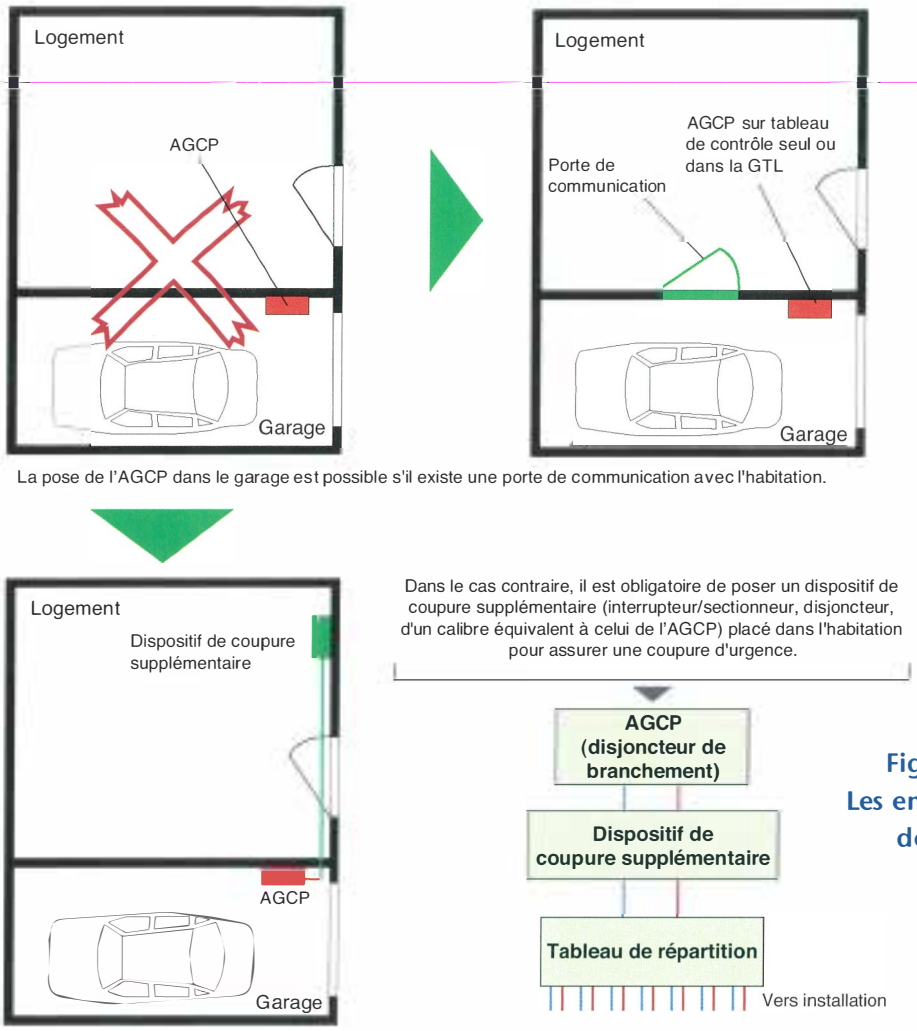


Figure 246 : Les emplacements de l'AGCP

L'ETEL et la GTL

À l'origine, la GTL (gaine technique du logement) était un espace technique dédié aux alimentations électriques, aux dispositifs de protection et de commande. Cependant, l'utilisation généralisée de goulottes pour la matérialiser en a souvent réduit les dimensions minimales prévues dans la norme. Le dernier amendement redéfinit les caractéristiques de cet espace dédié à l'installation électrique en établissant l'ETEL.

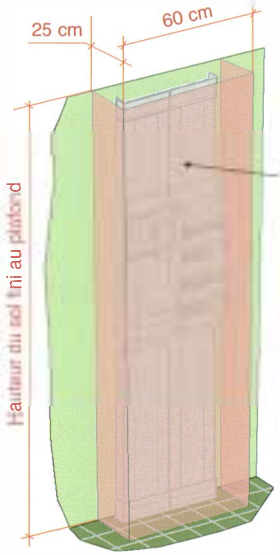
L'ETEL

L'ETEL (espace technique électrique du logement) consiste en un volume situé dans le logement spécialement dédié aux alimentations électriques, protections et commandes. Cet espace est obligatoire dans tous les logements neufs individuels ou collectifs ou dans les rénovations lourdes avec redistribution des cloisons. L'ETEL doit être prévu prioritairement au niveau de l'accès au logement : entrée, circulation, dégagement ou local

L'ETEL et la GTL

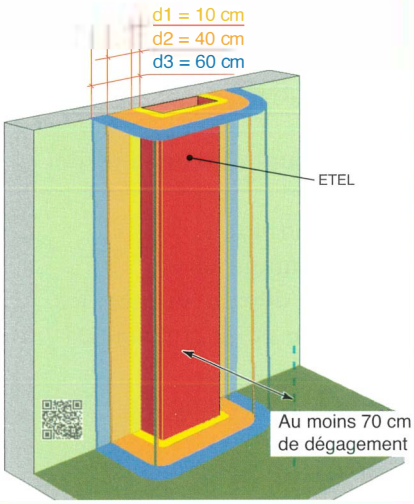
L'ETEL
(espace technique électrique du logement)

Dimensions minimales intérieures de l'ETEL



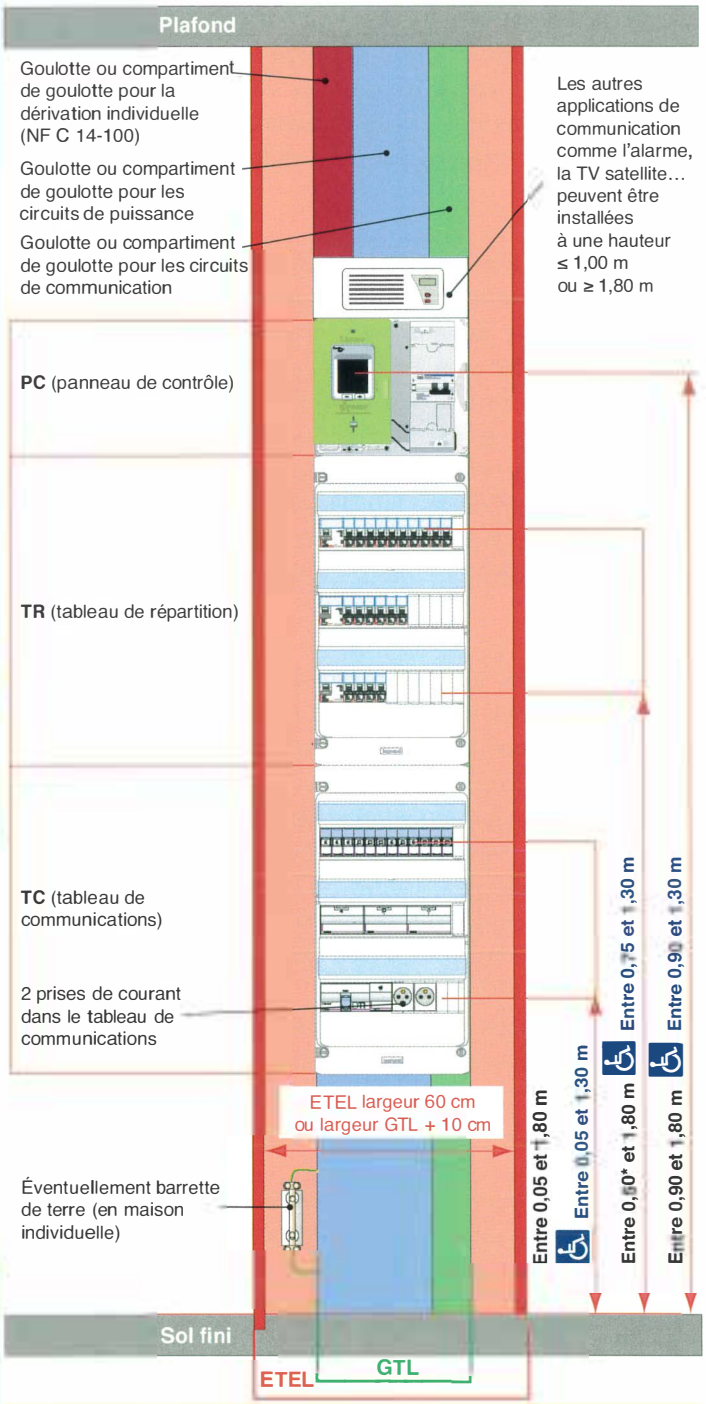
Quand la GTL est installée, la largeur de l'ETEL peut être réduite à la largeur de la GTL augmentée de 10 cm.

Voisinage avec d'autres réseaux



d1 : volume interdit pour une installation gaz, une source de chaleur ou un point d'eau.
d2 : volume interdit pour une source de chaleur ou un point d'eau.
d3 : volume interdit pour un point d'eau.
Ces volumes ne s'appliquent pas si l'ETEL est matérialisé par des cloisons ou des portes.

La GTL (gaine technique du logement) installée dans l'ETEL



* La partie des dispositifs de protection situés entre 0,50 et 0,90 m doit être accessible par une porte.

Figure 247 : L'ETEL et la GTL

technique. Il est interdit dans les pièces contenant une baignoire ou une douche, dans des locaux exigus ou difficiles d'accès, sous une volée d'escalier, dans des locaux poussiéreux, humides ou à l'extérieur.

Les dimensions intérieures minimales de l'ETEL, pour tous les logements sont : une largeur de 600 mm, une profondeur de 250 mm et la hauteur totale du sol fini au plafond (figure 247). Ces dimensions peuvent être augmentées selon l'importance des équipements électriques. Comme la GTL prend place dans l'ETEL, la largeur de ce dernier peut être ramenée à la largeur de la GTL plus 100 mm.

L'ETEL peut être matérialisé ou non. S'il l'est, tout matériau de construction courant est valable : maçonnerie, bois, PVC... Si l'espace est clos (porte ou habillage), prévoyez une ventilation naturelle.
L'ETEL ne doit pas être utilisé comme lieu de stockage, placard ou penderie.
Afin de faciliter les interventions, une distance de 70 cm doit être laissée libre devant les tableaux.
L'ETEL partage nécessairement une face commune avec un mur ou une cloison du logement qui doit par conséquent permettre des fixations mécaniques suffisantes.
Si l'ETEL n'est pas matérialisé, il doit se situer à plus de 10 cm d'une installation de gaz, à plus de 40 cm d'une source de chaleur (sauf si elle est isolée thermiquement) et à plus de 60 cm d'un point d'eau. Si des portes ou fenêtres sont situés à proximité, leur ouverture doit être limitée afin de ne pas pénétrer dans l'espace.
Aucune canalisation (eau, gaz, ventilation, chauffage) ne doit la traverser. Toutefois, une traversée horizontale est admise dans la limite de 30 cm par rapport au sol si toutes les arrivées et départs électriques se font par le plafond ou par rapport au plafond si toutes les arrivées et départ se font par le sol.
L'ETEL abrite la GTL et accueille au minimum le panneau de contrôle s'il est placé à l'intérieur du logement, sinon le dispositif de coupure d'urgence, le tableau de répartition, toutes les arrivées et départs des circuits de puissance et de communication, toutes les installations de communication, de télévision, d'alarme, de gestion du bâtiment, d'alarmes techniques...

La GTL

La GTL est matérialisée par l'installation des éléments suivants :
– le panneau de contrôle, s'il est situé dans l'habitation, avec la dérivation individuelle ;
– le dispositif de coupure d'urgence de toutes les sources ;
– le tableau de répartition ;
– le tableau de communication ;
– les arrivées et les départs de tous les circuits de puissance et de communication ;
– les installations de gestion du bâtiment ;
– les installations d'alarme anti-intrusion ou technique ;
– 2 socles de prises de courant alimentés par un circuit dédié destinées au tableau de communication.

Ces deux prises sont installées de préférence dans le tableau de commu-

nication. Leur alimentation doit être séparée des équipements de communication et être protégée par une canalisation de classe II (conducteurs isolés placés dans un conduit isolant ou câble de type U 1000 R2V).
S'il n'est pas prévu dans le tableau de communication, un espace attenant doit accueillir les équipements additionnels (box, switch...). Les fabricants proposent ce type de tableau, avec deux socles de prises de courant et un bornier de raccordement de terre.

La matérialisation de la GTL est obligatoire selon la configuration des arrivées et départs des circuits, notamment si les arrivées sont uniquement par le haut.
Dans tous les cas, la dérivation individuelle, les circuits de puissance et les circuits de communication doivent cheminer dans des conduits distincts ou dans des compartiments de goulotte munis de séparations (figure 248). Les croisements s'ils ne peuvent être évités doivent se faire à 90°.

Dans tous les cas, l'accès aux départs et aux arrivées des circuits de puissance ou de communication doit rester possible grâce à des parties démontables ou mobiles. C'est le cas avec les systèmes de goulotte pour GTL.
La GTL peut être en saillie, encastrée ou semi-encastrée.
La plupart des fabricants proposent des systèmes de goulotte avex tableaux (figure 249).

Le positionnement des divers éléments de la GTL (tableaux et goulottes) est libre, néanmoins, certaines règles doivent être respectées.

Les organes de manœuvre des dispositifs de protection du tableau de répartition doivent être situés à une hauteur comprise entre 0,50 et 1,80 m. Si le tableau est installé entre 0,50 et 0,90 m, il doit être protégé par une porte.
Si le logement est soumis aux règles de l'accessibilité, certaines hauteurs d'installation doivent être respectées.

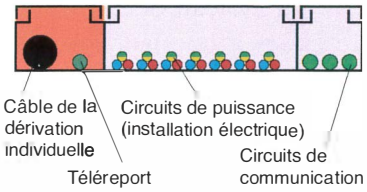
Un dispositif de coupure d'urgence doit équiper chaque logement pour couper l'ensemble de l'installation. En règle générale, il s'agit du disjoncteur de branchement (AGCP) s'il est installé dans le logement. Il peut être installé dans un local annexe ou un garage s'il y a une porte de communication directe avec la partie habitable. Dans le cas contraire, il est nécessaire d'installer un dispositif de coupure d'urgence dans la GTL du logement. La hauteur de la commande du dispositif de coupure d'urgence doit être situé entre 0,90 et 1,80 m.

La section minimale des conducteurs d'alimentation entre le disjoncteur de branchement et le tableau de répartition est indiquée à la figure 250. Elle est fonction de la puissance de réglage du disjoncteur de branchement. Pour les tableaux éloignés du disjoncteur de branchement, il faut prendre en compte la chute de tension maximale selon la section et la longueur des conducteurs. Ces informations sont indiquées dans les tableaux de la figure.

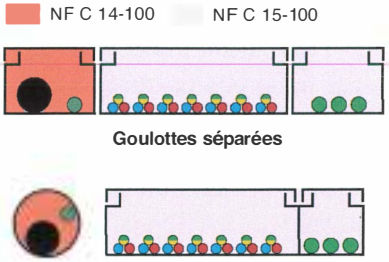
Dans les immeubles d'habitation collectifs, elle doit communiquer avec les gaines des réseaux de puissance et de communication de l'immeuble. Chacune

Exemples d'organisation d'une GTL

La séparation des circuits



Goulotte à compartiments séparés

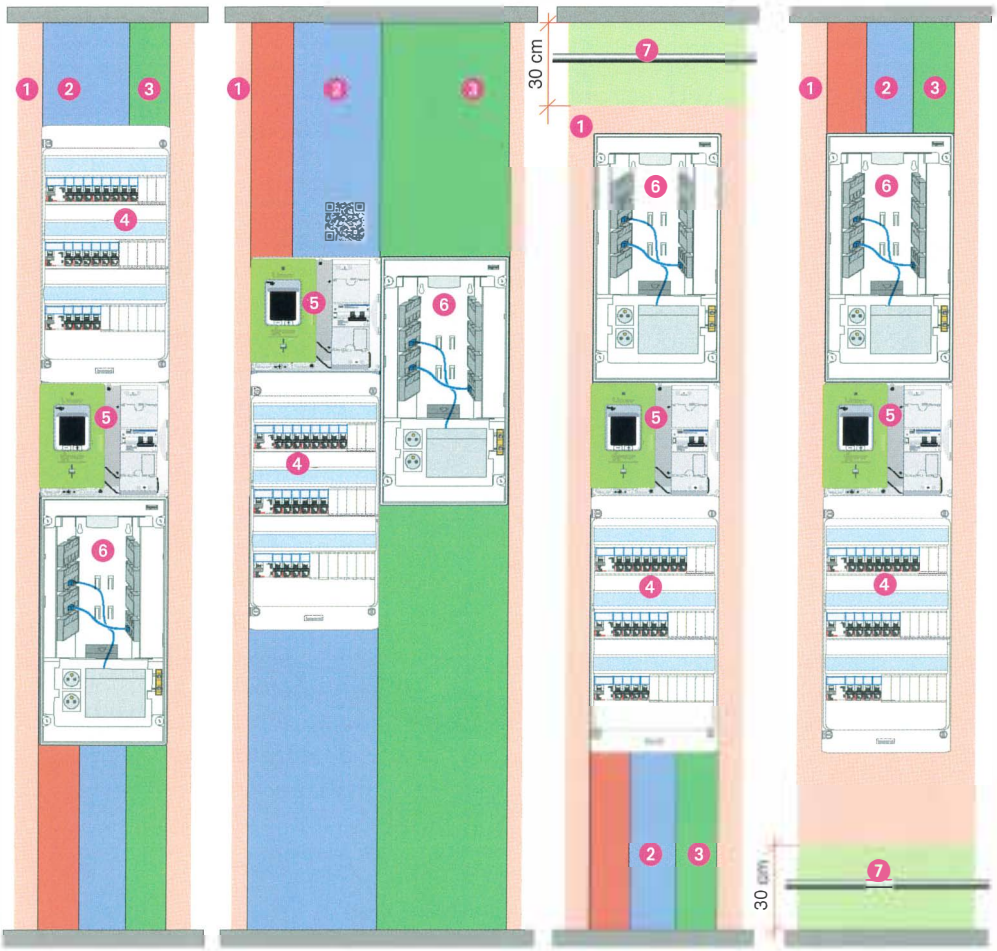


Goulottes séparées

Goulotte et conduit pour la dérivation

Exemples d'organisation de GTL

1. ETEL
2. Goulotte circuits de puissance
3. Goulotte circuits de communication
4. Tableau de répartition
5. Panneau de contrôle
6. Tableau de communication
7. Traversée horizontale d'une canalisation de fluides, de ventilation ou de chauffage autorisée dans l'ETEL uniquement dans les cas présentés, dans la limite de 30 cm du sol ou du plafond.



GTL avec tableaux superposés

GTL avec tableaux superposés et juxtaposés

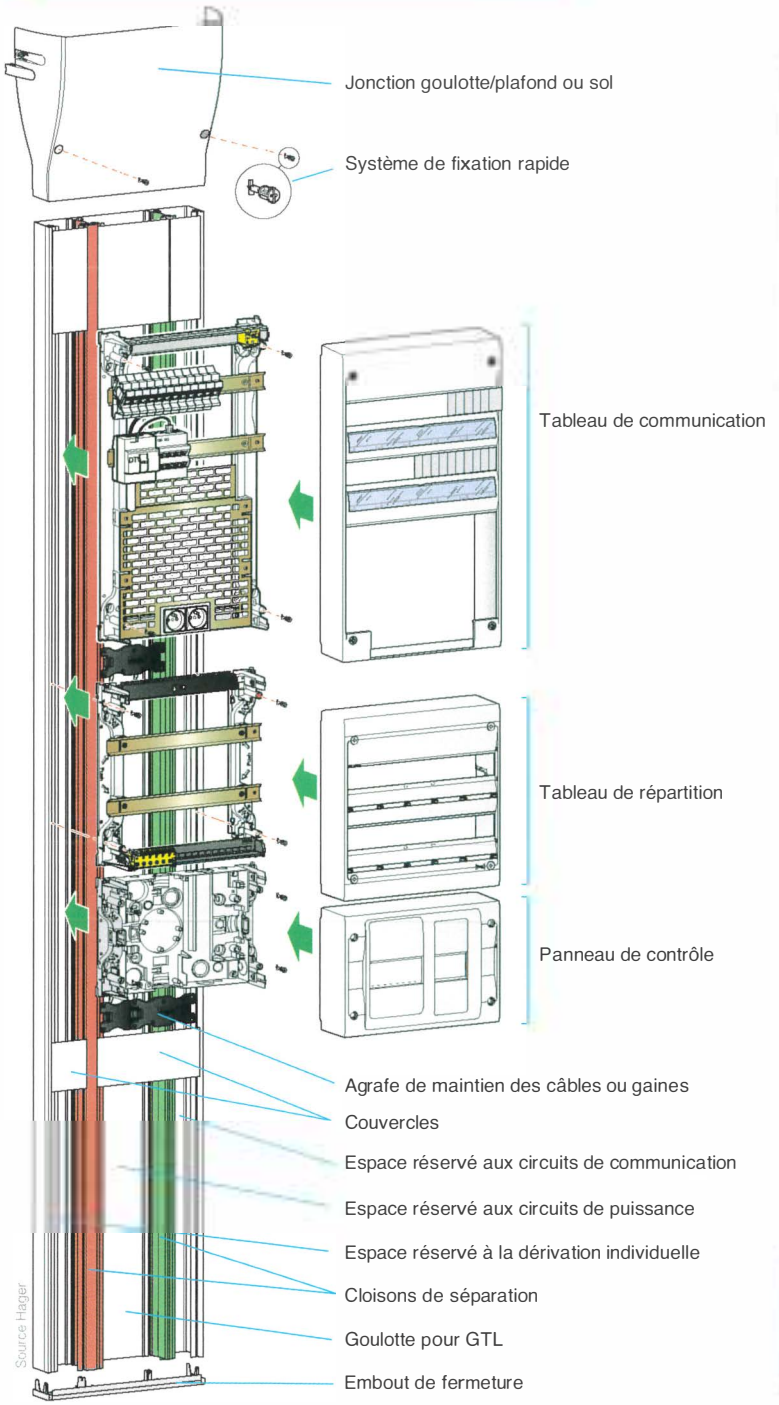
GTL avec arrivées et départs uniquement par le bas

GTL avec arrivées et départs uniquement par le haut

Figure 248 : Exemples d'organisation de la GTL

La GTL en saillie matérialisée par une goulotte

Détail des éléments



Exemple de GTL

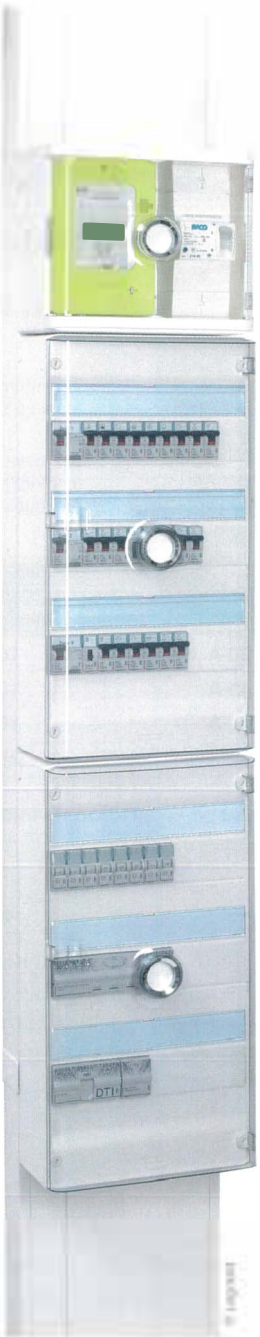
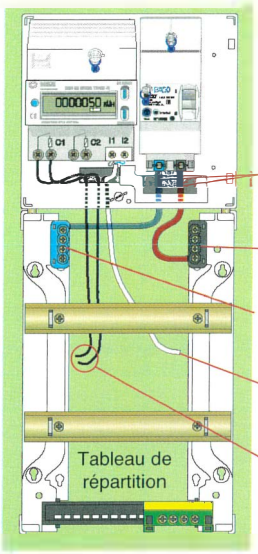


Figure 249 :
La GTL en saillie matérialisée par une goulotte

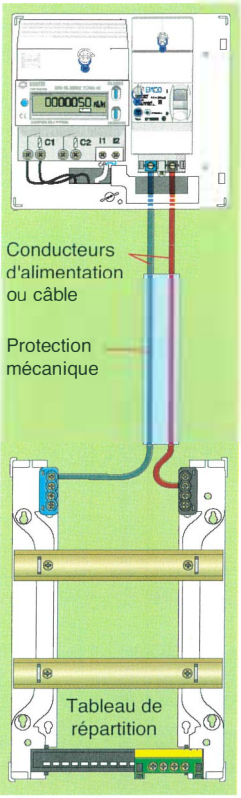
L'alimentation du tableau de répartition

1 Tableau de répartition accolé au panneau de contrôle



Réglage du disjoncteur de branchement	Section minimale des conducteurs d'alimentation (cuivre)
30 A	10 mm²
45 A	10 mm²
60 A	16 mm²
90 A	25 mm²

2 Tableau de répartition éloigné du panneau de contrôle

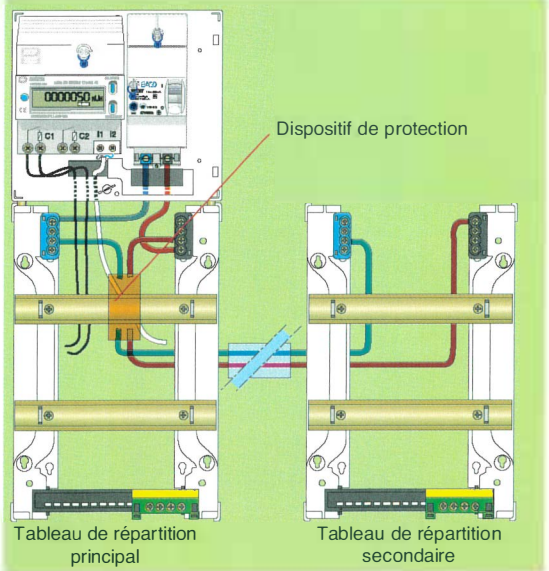


Longueur maximale (en m) et section des conducteurs d'alimentation				
Section (mm²)	Réglage du disjoncteur de branchement en A			
	30	45	60	90
10	33	22	_	_
16	53	36	27	_
25	83	56	42	28
35	117	78	58	39
50	167	111	83	56

Dans le cas d'une alimentation en triphasé, ces longueurs sont à multiplier par 2.
Le bus de téléinformation et l'asservissement demeurent dans les mêmes sections.

Figure 250 : La section des conducteurs d'alimentation d'un tableau de répartition

3 Tableau de répartition divisionnaire



Longueur maximale (en m) et section minimale des conducteurs d'alimentation du tableau divisionnaire selon le calibre du dispositif de protection				
Section des conducteurs en mm²	Calibre du dispositif de protection en A			
	Disjoncteur			
	16	20	25	32
2,5	16	12	_	_
4	25	20	16	_
6	37	30	24	19
10	62	50	40	31

Pour des sections et des calibres plus importants, reportez-vous au point 2. Divisez les longueurs par deux si le tableau de répartition n'est pas accolé au panneau de comptage. Multipliez les longueurs par deux en cas d'alimentation triphasée.

de ces communications doit présenter une section libre minimale de 300 mm^2. Pour les logements soumis à l'accessibilité aux personnes handicapées, la GTL doit se situer dans l'unité de vie.

La disposition des différents éléments de la GTL est libre si les contraintes réglementaires sont respectées :

- l'accès aux appareils de contrôle et de protection doit être facilité. Les bornes de l'AGCP doivent être accessibles sans dépose des parois latérales de la GTL ;
- le panneau de contrôle doit être démontable sans intervention préalable sur le tableau de répartition ;
- la distance minimale entre les bornes du compteur et un tableau de répartition adjacent est de 3 cm si la paroi est isolante, 8 cm dans le cas contraire. Les mêmes règles s'appliquent pour la distance entre le compteur et les parois de la GTL ;
- la liaison de terre entre le tableau de répartition et le tableau de communication doit être inférieure à 50 cm et d'une section minimale de 6 mm^2 ;
- les équipements de communication (TV, satellite) sont placés soit sous 1,10 m soit au-dessus de 1,80 m, avec une réservation de 35 cm de largeur et 18 cm de profondeur ;
- l'agencement du tableau de répartition est réalisé de manière à éloigner le plus possible les appareillages perturbateurs comme les contacteurs du tableau de communication.

Les appareils de protection et de sectionnement des circuits doivent être posés sur le tableau de répartition principal installé dans la GTL et, si nécessaire, sur un ou plusieurs tableaux divisionnaires supplémentaires répartis dans le logement. Une réserve minimale de 20 % doit être respectée dans chacun des tableaux.

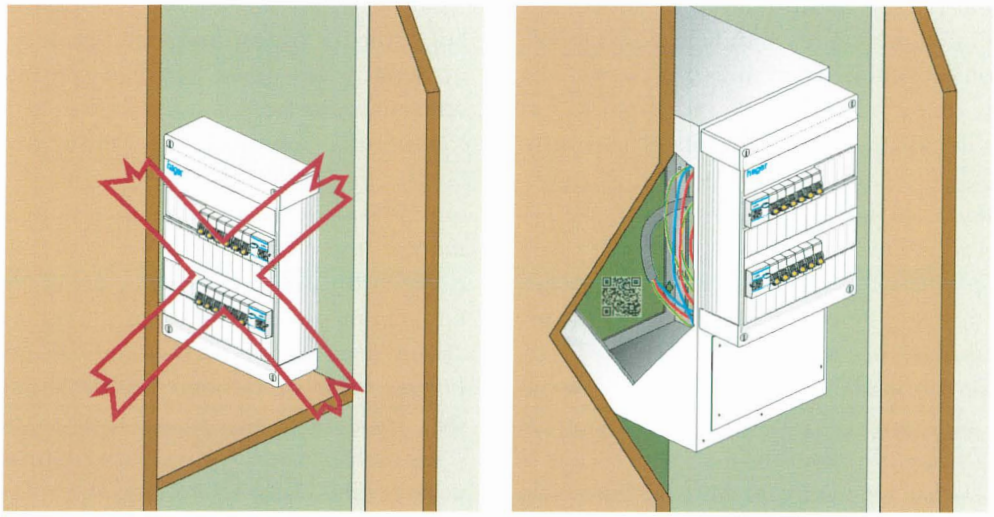
Les tableaux de répartition divisionnaires

Les tableaux divisionnaires permettent de répartir les protections en plusieurs endroits pour ne pas avoir à passer des longueurs excessives de conducteurs. On les utilise pour les habitations de grande surface ou, par exemple, pour alimenter une cuisine éloignée du tableau de répartition. Vous pouvez en prévoir également pour une habitation sur plusieurs niveaux. Ils sont aussi utilisés pour la protection de dépendances éloignées de l'habitation principale. L'installation d'un tableau de répartition divisionnaire est interdite dans les volumes 0, 1, 2 de la salle de bains. Elle est également interdite au-dessus ou au-dessous d'un évier, lavabo ou de tout poste d'eau, appareil de cuisson ou de chauffage, ainsi qu'à l'extérieur. Elle est déconseillée dans le reste de la salle d'eau, dans les volées d'escalier et dans les WC. Elle est tolérée dans un placard si des dispositions sont prises pour assurer une aération correcte et si le stockage d'objets devant le tableau est rendu impossible. Pour répondre à ces exigences, vous pouvez utiliser un set de placard qui sert d'entretoise de pose au tableau de répartition. Grâce à ce système, la façade du tableau affleure la porte du placard, ce qui rend facilement accessibles tous les organes de commande.
D'autres systèmes permettent de rehausser un tableau ou de l'encastrer dans les parois pleines ou avec complexe isolant (figures 251 et 252).

Les organes de manœuvre des dispositifs de protection du tableau de répartition doivent être situés à une hauteur comprise entre 0,50 et 1,80 m. La partie située entre 0,50 et 0,90 m doit être accessible par une porte. Ces hauteurs

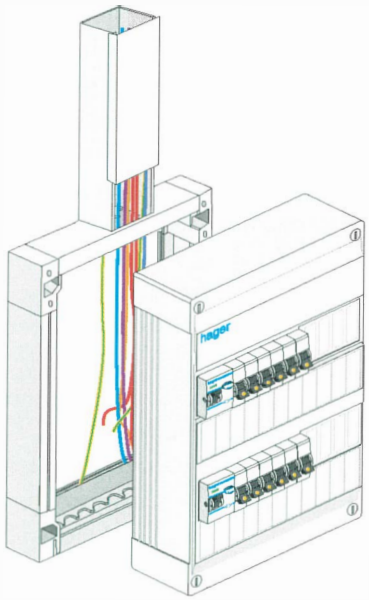
Les cas particuliers pour les tableaux divisionnaires

1 Tableau divisionnaire dans un placard



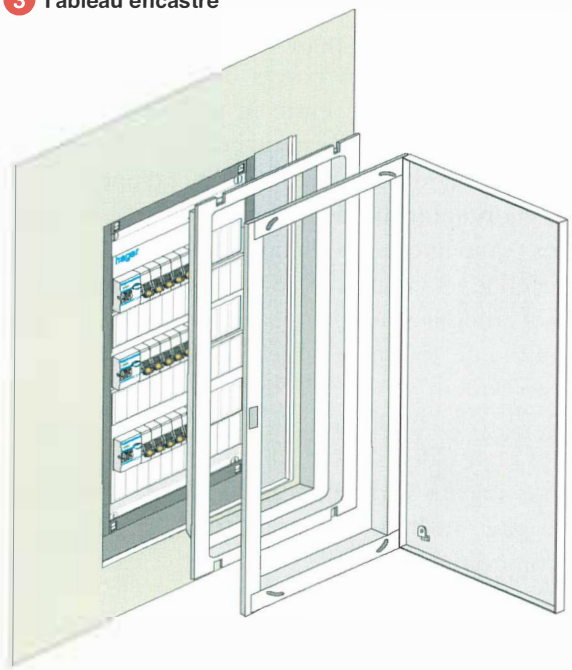
Utilisez un set de placard pour que le tableau reste accessible.

2 Tableau sur rehausse



Un set de rehausse peut être utilisé pour disposer de plus d'espace de câblage dans le tableau.

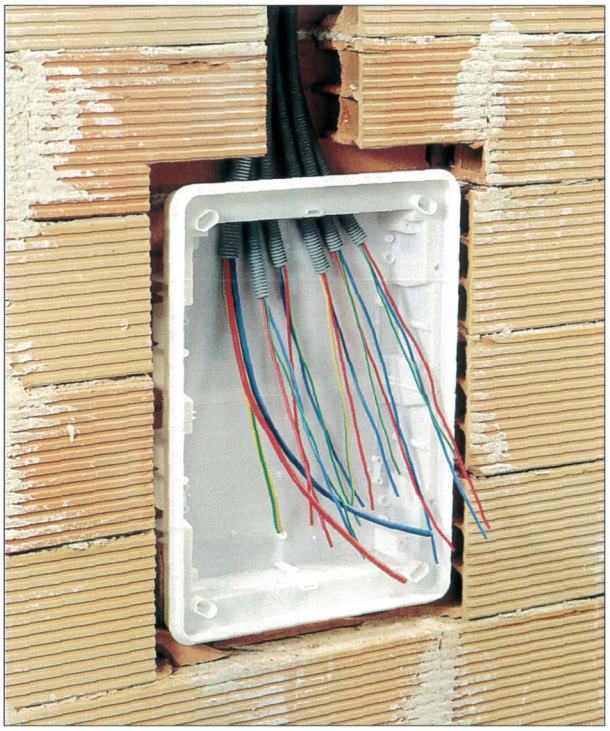
3 Tableau encastré



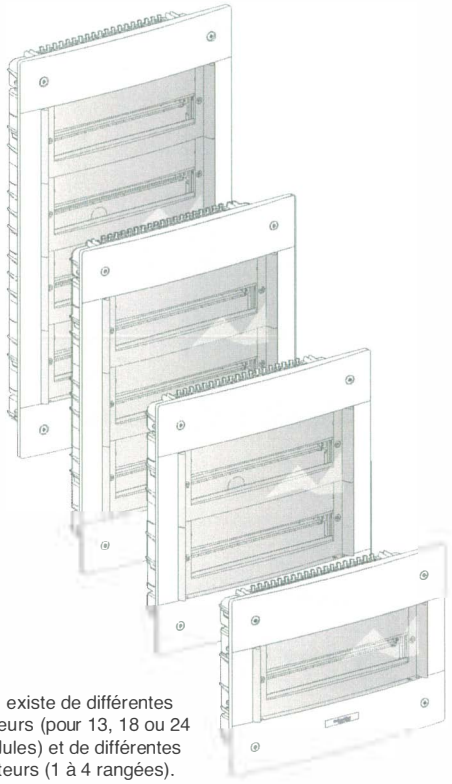
Des sets d'encastrement existent pour la plupart des tableaux pour des parois avec ou sans doublage.

Figure 251 :
Les règles d'implantation des tableaux divisionnaires

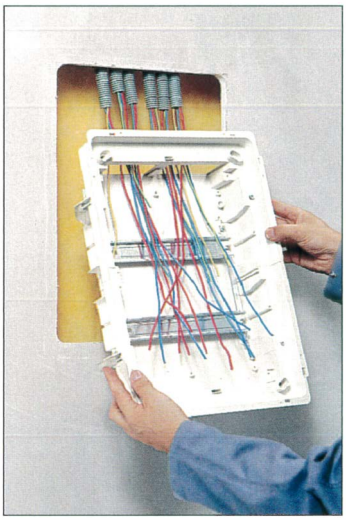
La pose d'un tableau divisionnaire encastré



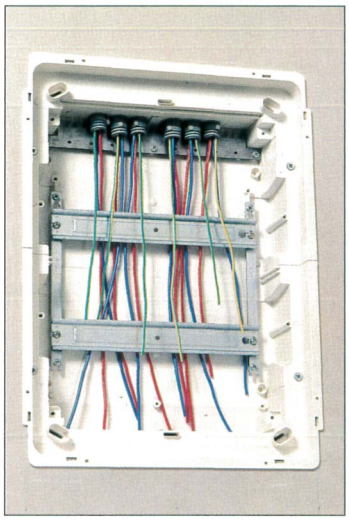
Les tableaux à encastrer se composent d'une cuve isolante, d'un châssis avec rails pour appareillage, d'un plastron et d'une porte.



Il en existe de différentes largeurs (pour 13, 18 ou 24 modules) et de différentes hauteurs (1 à 4 rangées).



Certains modèles peuvent être indifféremment scellés ou fixés sur des plaques de plâtre (cloisons creuses, doublages).



Les gaines sont coupées de manière à pénétrer dans le tableau. Elles sont fixées sur une plaque passe-câble au moyen de colliers de serrage.

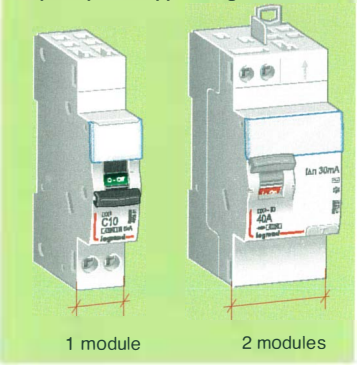


Les appareillages se posent sur les rails métalliques prévus à cet effet. Les fileries seront masquées par un plastron.

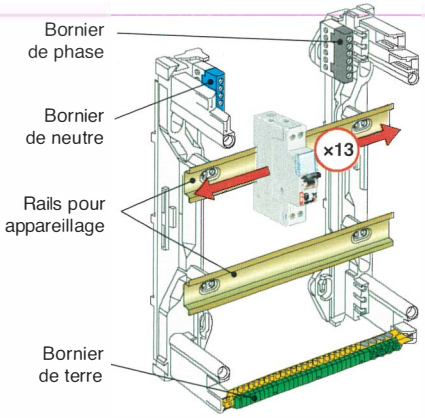
Figure 252 : La pose d'un tableau divisionnaire encastré

Le choix du tableau de répartition

Le principe de l'appareillage modulaire



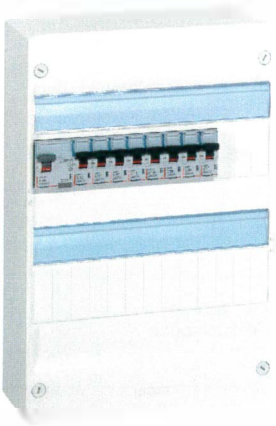
L'équipement d'une platine d'un coffret standard



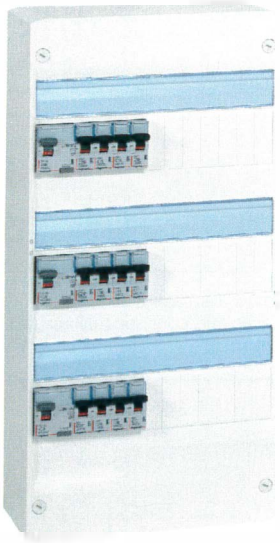
Exemples de coffrets



Coffret 1 rangée de 13 modules



Coffret 2 rangées de 13 modules



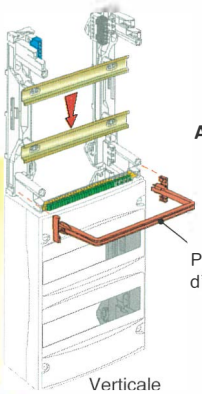
Coffret 3 rangées de 13 modules



Coffret 1 rangée de 18 modules

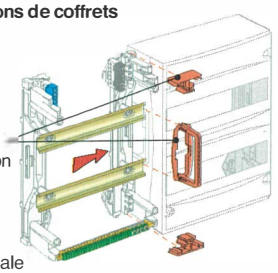
Exemple de choix

L'installation nécessite 18 protections (18 modules), un contacteur J/N (1 module) et deux interrupteurs différentiels (2 × 2 modules), soit 23 modules. Vous devez laisser une réserve de 20 % dans un coffret. Avec un coffret de 2 rangées, vous disposez de 26 modules moins 20 %, soit 21 modules, ce qui est trop juste. Choisissez un coffret de 3 rangées.



Verticale

Associations de coffrets



Horizontale

Figure 253 :
Le tableau de répartition

diffèrent pour les logements soumis à l'accessibilité aux personnes handicapées. L'alimentation électrique d'un tableau divisionnaire est reprise au niveau du tableau de répartition principal (généralement situé dans la GTL). La ligne d'alimentation du tableau divisionnaire est protégée à son origine par un disjoncteur divisionnaire.

Le tableau de répartition

Aussi appelé tableau de protection ou de fusibles, le tableau de répartition se compose d'un coffret à une ou plusieurs rangées servant à recevoir les différents dispositifs de protection et les systèmes de raccordement. Il peut être séparé ou juxtaposé avec le panneau de contrôle. Il est possible de lui associer des coffrets verticaux ou horizontaux. Les tableaux se fixent directement sur la paroi, ou en intercalant un dosseret avec vis et chevilles. Il est également possible de les fixer sur des systèmes de goulotte GTL. Les appareillages destinés à être installés dans les tableaux de répartition (disjoncteurs divisionnaires, disjoncteurs différentiels, etc.) sont de tailles standardisées, mais quelques différences peuvent subsister selon les fabricants. La largeur d'un appareillage est exprimée en pas ou modules (figure 253). Elle est comprise entre 17,5 et 18 mm.
Les tableaux de répartition sont prévus pour recevoir un certain nombre de modules. On trouve des tableaux pour deux, quatre, six, neuf, treize modules et plus selon la largeur et le nombre de rangées.
Les appareillages se clipsent sur un rail métallique. La platine des tableaux est pourvue de borniers servant à raccorder les conducteurs de phase, de neutre et de terre.
Vous devez déterminer le tableau dont vous avez besoin. Pour cela, comptez le nombre d'appareillages nécessaires d'après le nombre de circuits. Définissez le nombre de modules par type d'appareillage et additionnez le tout. Ajoutez 20 % en guise de réservation pour de futures extensions, comme le prescrit la norme.
En logement collectif, cette réserve doit être au minimum de 6 modules.

Le tableau de répartition accueille tous les dispositifs de protection des circuits de l'installation, ainsi que les dispositifs de gestion ou de contrôle de certains équipements. Certains sont imposés par la norme, d'autres dépendent du niveau de confort recherché.

Les dispositifs de protection

Le disjoncteur de branchement détecte tous les défauts possibles (surintensité, court-circuit, fuite de courant) sur une installation, mais, peu sensible (réglage de l'intensité nominale selon l'abonnement et sensibilité différentielle de 500 mA), il n'offre pas à lui seul une protection suffisante, notamment pour les personnes. De plus, en cas de problème, il se déclenche et coupe l'ensemble de l'installation, ce qui rend difficile la localisation du dysfonctionnement.

Pour plus de confort, la sélectivité des dispositifs de protection est donc nécessaire. Chaque circuit doit avoir à son origine un dispositif de protection contre les surintensités (surcharges et courts-circuits). Cette protection est assurée par des disjoncteurs divisionnaires magnétothermiques, les coupe-circuits à cartouche fusible étant désormais inter-

dits. Mais, il est également obligatoire de protéger les personnes contre les défauts d'isolement (fuites de courant) et les risques d'électrocution. La norme impose une protection supplémentaire (fonction différentielle haute sensibilité). Pour cela, on crée des groupes de circuits que l'on protège avec des systèmes de coupure automatique de l'alimentation associés à une prise de terre : les interrupteurs différentiels haute sensibilité 30 mA. Pour protéger un circuit indépendant contre les surchages, courts-circuits et fuites de courant, on utilise un disjoncteur différentiel.

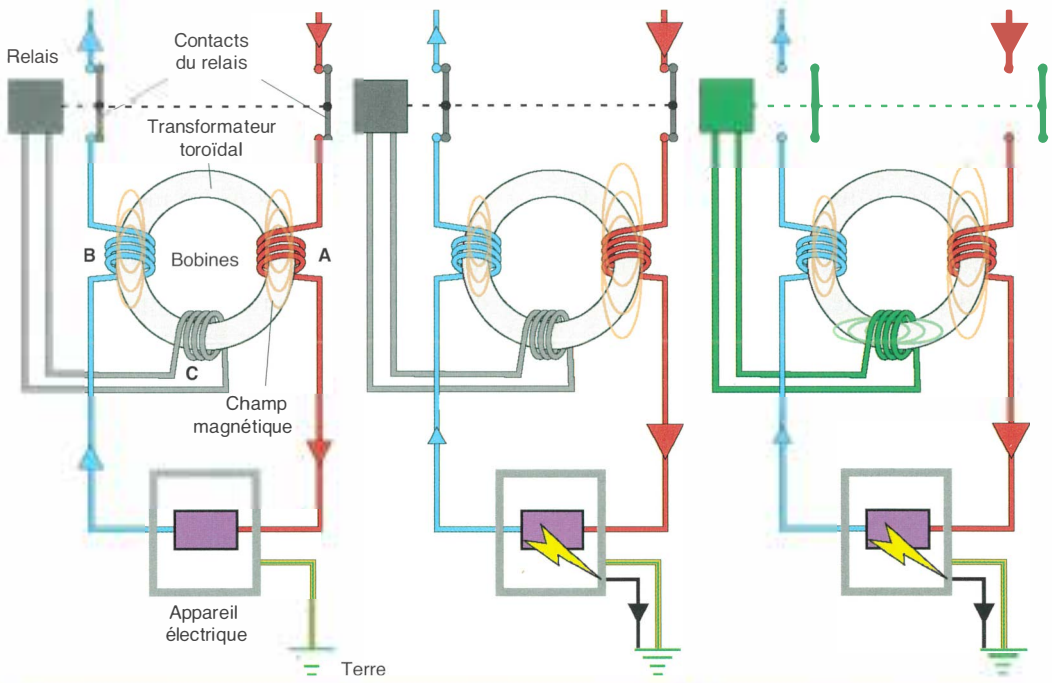
Certaines régions étant très exposées aux risques d'impacts de foudre, la protection de l'installation électrique y est obligatoire, grâce à l'installation d'un parafoudre.

Les dispositifs différentiels haute sensibilité (DDRHS)

Un dispositif différentiel, comme en sont équipés la plupart des disjoncteurs de branchement, mesure l'intensité qui transite dans un circuit. Les conducteurs transitent par un transformateur (bobinage) où ils créent chacun un champ magnétique. En fonctionnement normal, les deux champs s'annulent, le circuit en aval est alimenté. En cas de défaut sur le circuit, les intensités parcourant les deux transformateurs sont différentes, puisqu'il y a une fuite de courant. Les champs magnétiques sont déséquilibrés. Un courant apparaît alors dans le bobinage de détection qui alimente un relais, qui lui-même coupe le circuit (figure 254).

Les disjoncteurs de branchement détectent les courants de fuite d'une intensité minimale de 500 mA. Le courant étant dangereux pour l'homme à partir de 50 mA, la norme exige de protéger toute l'installation avec des dispositifs différentiels à haute sensibilité 30 mA (DDRHS 30 mA).
Ces dispositifs doivent être installés en tête de tous les circuits de l'installation. Cette protection peut être divisionnaire, pour un groupe de circuits, ou individuelle, pour un circuit spécialisé.
Il existe deux catégories de DDRHS 30 mA : les interrupteurs, pour protéger un groupe de circuits, et les disjoncteurs, plus chers, pour protéger un circuit spécialisé. Les interrupteurs différentiels remplissent deux fonctions : commande manuelle pour mise en service ou arrêt de la partie de l'installation en aval et protection automatique différentielle haute sensibilité. Un disjoncteur différentiel remplit en plus la fonction de protection contre les surcharges et les courts-circuits. Il existe trois types de DDRHS selon leur aptitude à assimiler les courants parasites.
Les DDRHS 30 mA de type AC sont les plus courants pour les applications domestiques. Ils sont protégés contre les déclenchements intempestifs provoqués par les courants de fuite transitoires comme les foudroiements ou les charges capacitives.

Les DDRHS 30 mA de type A sont exigés pour la protection de matériels susceptibles de produire des courants de défaut à composante continue, comme les plaques de cuisson ou le lave-linge.
Les DDRHS 30 mA de type Hpi ou Hi ou Si (selon les fabricants) disposent d'une immunisation complémentaire contre les déclenchements intempestifs supérieure aux niveaux exigés par la norme. On les utilise pour la protection



En régime normal, l'intensité de l'installation transite par les bobines formées par les conducteurs d'alimentation. Chaque bobine traversée par l'intensité de l'installation crée un champ magnétique. L'intensité étant identique dans les deux bobines, les champs magnétiques s'annulent.

En cas de défaut d'isolement, une partie du courant s'échappe vers la terre. L'intensité traversant la bobine A est plus importante que celle traversant la bobine B.

Le déséquilibre des champs magnétiques A et B crée un champ magnétique dans la bobine C qui induit un courant électrique et alimente le relais. Le relais alimenté coupe alors l'alimentation.

Figure 254 : Le principe de la protection différentielle

de circuits spécialisés qui ne doivent pas être coupés, comme le congélateur, l'informatique ou l'alarme.

Il n'est pas possible d'utiliser un interrupteur DDRHS à la place d'un disjoncteur DDRHS et inversement. En effet, en cas de défaut sur un circuit, il ne faut pas que toute l'installation soit coupée. On utilise donc plusieurs interrupteurs différentiels et un disjoncteur de branchement de type S, qui est légèrement retardé pour permettre aux DDRHS de se déclencher en premier. Quand un défaut d'isolement se produit dans un groupe de circuits situé sous un interrupteur différentiel, seul ce groupe est coupé. En cas de court-circuit ou de surintensité, l'interrupteur différentiel reste insensible (il n'est pas prévu pour cela). Seul le disjoncteur divisionnaire du circuit en cause se déclenche, isolant un seul circuit de l'installation. Il serait possible de protéger le groupe avec un disjoncteur différentiel, mais cela coûterait plus cher et entraînerait inutilement la coupure de tout le groupe de circuits

à chaque court-circuit ou surintensité. On appelle ce principe la sélectivité. Dans le cas de l'alimentation d'un tableau divisionnaire, le DDRHS peut être placé soit à l'origine du circuit (dans le tableau de répartition de la GTL) soit dans le tableau divisionnaire. Un parafoudre, placé à l'origine de l'installation, ne doit pas être protégé par un DDRHS.

Les interrupteurs différentiels

Les interrupteurs différentiels 30 mA (figure 255) doivent être installés dans le tableau de répartition entre le disjoncteur de branchement et les dispositifs de protection des circuits (disjoncteur divisionnaire). Ils ne détectent que les fuites de courant, donc pas les courts-circuits ni les surcharges (rôle des disjoncteurs divisionnaires).

Leur but est de protéger les personnes. Un bouton de test permet de les déclencher pour vérifier leur fonctionnement. Il est conseillé d'effectuer cette opération une fois par mois. Une autre manette permet de couper manuellement l'alimentation des circuits en aval ou de réenclencher l'appareil suite à un défaut. Leur fonctionnement doit être testé et mesuré pour le rapport du Consuel.

Les interrupteurs différentiels 30 mA sont utilisés pour protéger les groupes de circuits situés en aval et disposant de leur propre protection contre les court-circuits et les surintensités.

L'amendement 5 de la norme électrique a modifié l'équipement minimal à prévoir et ne prend plus en compte la surface du logement.

Toute installation électrique doit disposer d'au moins 2 DDR.

On ne doit pas raccorder plus de 8 circuits en aval d'un DDR (8 protections).

Les circuits de prises de courant et d'éclairage doivent être répartis sous au moins 2 DDR 30 mA différents.

Dans le cas d'un chauffage électrique à fil pilote, l'ensemble des circuits de chauffage et le fil pilote sont placés par zone de pilotage sous un même DDR.

Vous devez utiliser des DDR 30 mA de type A pour les circuits d'alimentation de la cuisinière ou des plaques de cuisson, du lave-linge et les installations de recharge pour les véhicules électriques (IRVE). Mais vous pouvez également y ajouter d'autres circuits dans la limite de 8 protections.

Les autres circuits peuvent être protégés par des interrupteurs différentiels de type AC ou de type A.

Pour le choix du courant assigné du DDR, deux solutions sont possibles.

La première consiste à utiliser des DDR dont l'intensité nominale (In) est supérieure ou égale à l'intensité nominale du disjoncteur de branchement (AGCP). Par exemple, si vous disposez d'un disjoncteur de branchement réglé sur 30 A, vous pouvez utiliser des DDR d'une intensité nominale de 40 A.

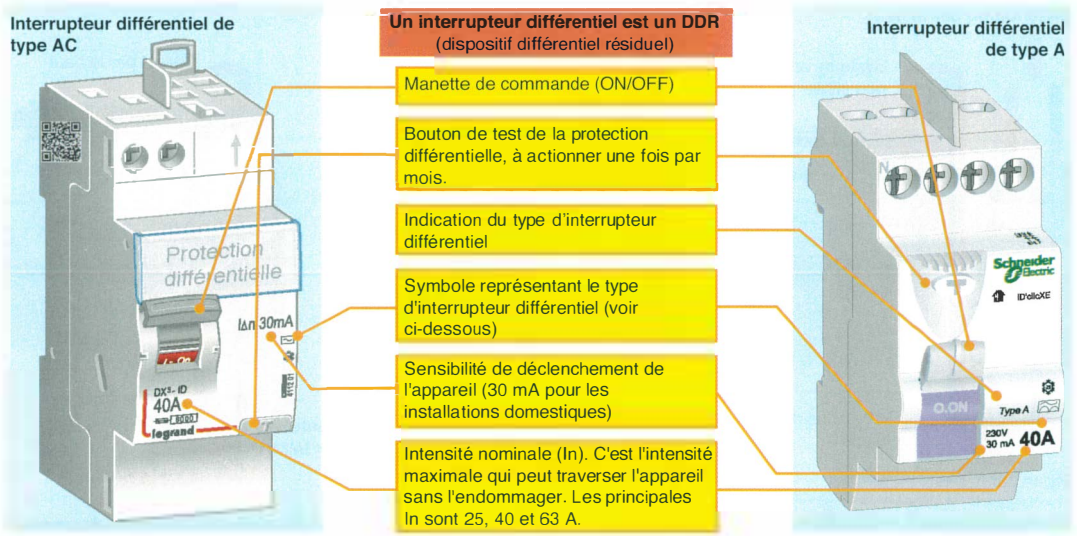
La seconde solution tient compte des circuits placés en aval. Il faut calculer la somme des intensités nominales de chaque protection située en aval du DDR, de la manière suivante. Une fois la somme pour les circuits de chauffage direct, de l'eau chaude sanitaire ou de l'IRVE à laquelle vous ajoutez 0,5 fois la somme des intensités nominales des autres circuits.

Par exemple, sous un DDR on place 3 protections de 10 A pour le chauffage électrique, 2 protections de 20 A pour des circuits de prises de courant et un circuit lumière protégé à 16 A.

Le calibre du DDR doit donc être supérieur ou égal à : $3 \times 10 + (20 + 20 + 16)/2$, soit $30 + 56/2 = 58$ A. Vous devez donc

L'interrupteur différentiel haute sensibilité (30 mA)

Les différents types d'interrupteurs différentiels



Correspondance des symboles

Type AC : pour toutes les applications courantes domestiques

Type A : possède les mêmes caractéristiques que le type AC mais détecte également les courants résiduels à composante continue. Il doit être utilisé pour la protection de la cuisinière ou des plaques de cuisson et pour le lave-linge.

Types Hpi ou Hi ou Si : selon les fabricants, disposent d'une immunisation complémentaire aux déclenchements intempestifs supérieurs aux niveaux exigés par la norme. On les utilise pour la protection de circuits qui ne doivent pas être coupés (congélateur, informatique, alarme…).

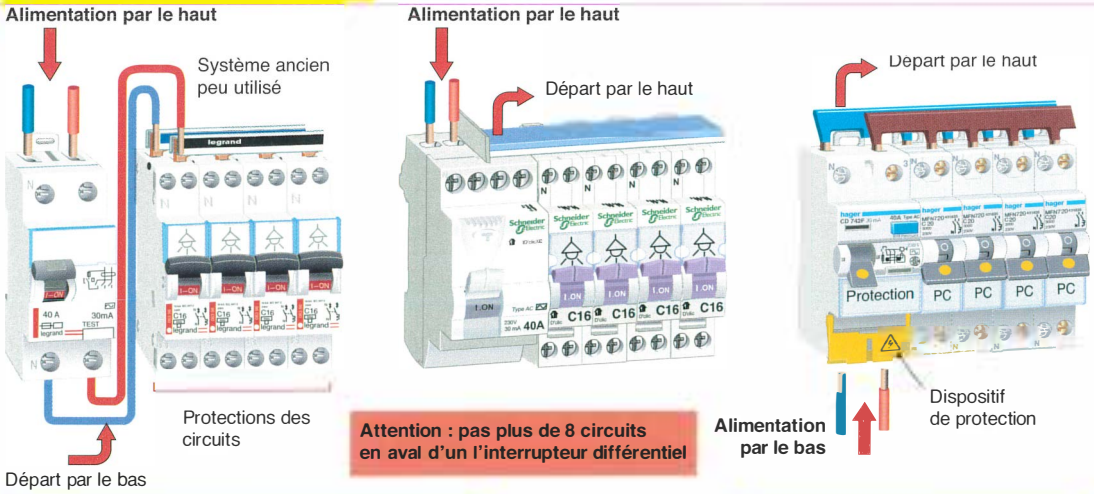
Hpi

Choix des dispositifs différentiels selon la norme NF C 15-100 Amendement A5 (installations domestiques)	
Critères de choix	**Règles à respecter**
Nombre minimal de DDR dans une installation	2 DDR
Types de DDR à installer	Les circuits suivants doivent être protégés par un DDR de **type A** : - plaque de cuisson ou la cuisinière - lave-linge - infrastructure de recharge des véhicules électriques (IRVE) Les autres circuits sont protégés par un DDR de **type AC** ou de **type A**.
Nombre maximal de circuits en aval d'un DDR	8
Choix de l'intensité nominale d'un DDR	**Solution 1** : prise en compte des protections en amont. In du DDR supérieure ou égale à l'intensité nominale du disjoncteur de branchement (AGCP) (1) **Solution 2** : prise en compte des protections en aval. L'In du DDR est supérieure ou égale à la somme des In des protections des circuits du chauffage, de la production d'eau chaude ou de l'IRVE + la moitié de la somme des In des protections des autres circuits (2).
Répartition des circuits	Répartissez les circuits d'éclairage et de prises de courant sous au moins 2 DDR différents. Les protections du chauffage électrique et du fil pilote doivent être raccordées en aval du même DDR (par zone de pilotage).
(1) Exemple : avec un disjoncteur de branchement calibré à 45 A vous pouvez utiliser des DDR de 63 A. (2) Exemple : un DDR protège la production d'eau chaude (chauffe-eau protégé à 20 A) et 4 autres circuits (3 protégés à 20 A et 1 à 16 A). La somme des 4 circuits 3 × 20 + 16 = 76/2, soit 38 auquel on ajoute l'In de la protection du chauffe-eau (20 A), ce qui donne 38 + 20 = 58 A. Vous devez choisir un DDR de 63 A.	

Figure 255 :
L'interrupteur différentiel

Le raccordement d'un interrupteur différentiel et des protections

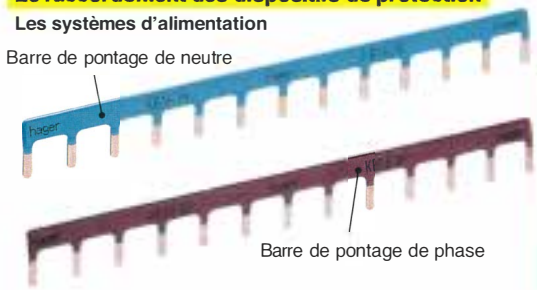
Les différents types d'alimentation

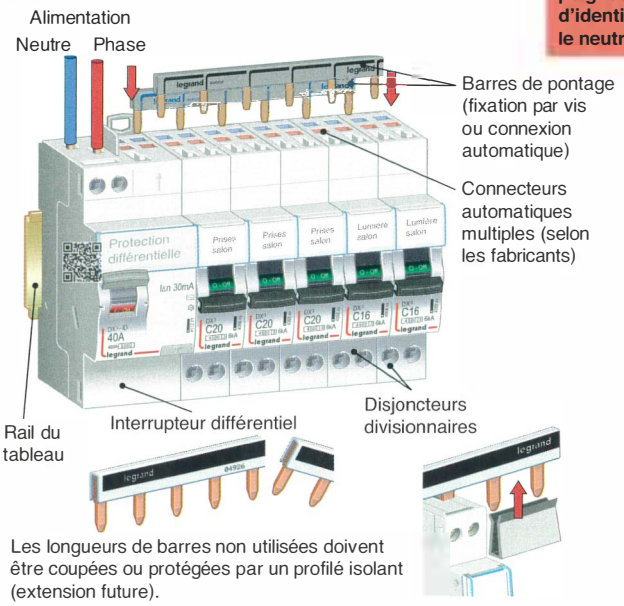


Attention : pas plus de 8 circuits en aval d'un l'interrupteur différentiel

Le raccordement des dispositifs de protection

Les systèmes d'alimentation



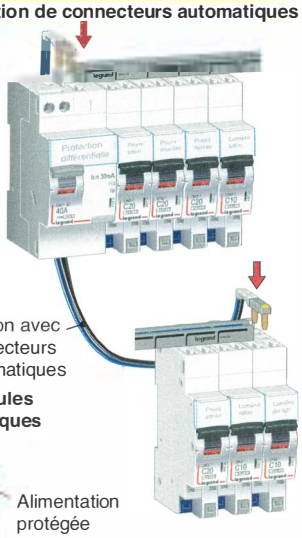


Les longueurs de barres non utilisées doivent être coupées ou protégées par un profilé isolant (extension future).

Le raccordement entre la sortie de l'interrupteur différentiel et les bornes d'entrée des dispositifs de protection doit être réalisé avec des systèmes de liaison préfabriqués (barres de pontage, répartiteurs, peignes) permettant d'identifier la phase et le neutre.

L'alimentation de protections sur deux rangées

Utilisation de connecteurs automatiques



Utilisation de modules de pontage spécifiques

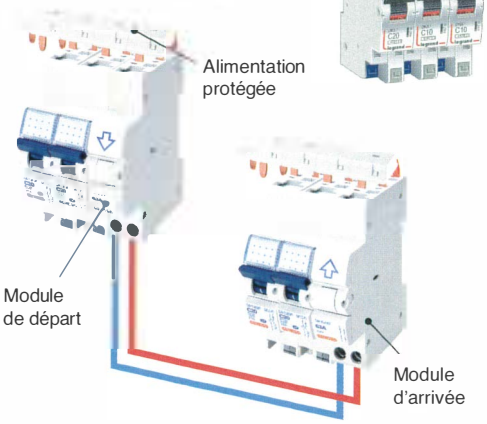


Figure 256 : Le raccordement d'un interrupteur différentiel

choisir un DDR de 63 A. Les calibres courants des interrupteurs différentiels étant actuellement de 16, 25, 40 et 63 et 80 A.

Si le chauffage électrique est à fil pilote, l'ensemble des circuits, y compris les fils pilotes et la régulation, sont placés en aval d'un même DDR.

Selon les fabricants et les modèles proposés, le raccordement des interrupteurs différentiels comporte plusieurs variantes. Pour les modèles de base (figure 256), l'arrivée électrique s'effectue par le haut. L'alimentation du groupe de protections (disjoncteurs divisionnaires) est reprise au niveau des bornes inférieures de l'interrupteur. L'alimentation des modules du groupe s'effectue toujours par le haut grâce à deux peignes, dont l'un pour la phase et l'autre pour le neutre.
D'autres modèles sont alimentés par le bas. Dans ce cas, l'appareil porte un signe de sécurité et un capot de protection. Cette solution permet de raccorder directement les peignes d'alimentation des modules de protection sur le haut de l'interrupteur (la seconde dent du peigne de neutre doit être coupée). La dernière variante reprend les avantages des deux autres : l'alimentation s'effectue par le haut (bornes de gauche) et le départ également (bornes de droite). Une protection permet d'isoler les deux borniers.
Dans tous les cas, respectez le sens de raccordement des conducteurs et des peignes : neutre à gauche, phase à droite. Il existe également des systèmes sans vis avec brochage automatique des peignes et des alimentations des lignes. Une autre version propose des appareils qui se clipsent sur un rail spécifique d'alimentation.

Si vous devez raccorder plusieurs interrupteurs différentiels, deux solutions s'offrent à vous (figure 257). La première, traditionnelle, consiste à alimenter chaque appareil avec deux conducteurs (phase et neutre) repris sur les borniers du tableau de répartition (eux-mêmes alimentés depuis le disjoncteur de branchement). La seconde consiste à utiliser des peignes d'alimentation verticaux qui permettent de raccorder plusieurs interrupteurs différentiels situés sur deux à quatre rangées avec uniquement deux fils d'alimentation repris sur le bornier du tableau.

Si l'alimentation est en triphasé (400 V), les raccordements sont plus compliqués selon que vous devez alimenter uniquement des circuits monophasés ou des circuits monophasés et triphasés (figure 258). Dans tous les cas, les conducteurs d'alimentation en provenance du disjoncteur de branchement aboutissent dans un répartiteur triphasé + neutre. Les alimentations des dispositifs différentiels seront raccordées sur ce boîtier. Si vous alimentez uniquement des circuits monophasés, vous devez les équilibrer sur les trois phases (puissance consommée à peu près équivalente sur chacune). Vous pouvez alimenter trois interrupteurs (ou plus), chacun avec une phase différente et le neutre (commun à tous). Si vous alimentez des circuits triphasés, vous devez utiliser des interrupteurs différentiels tétrapolaires (trois phases et un neutre) qui peuvent protéger et alimenter des disjoncteurs divisionnaires tétrapolaires ou bipolaires, en utilisant des peignes de raccordement spécifiques.

La figure 259 reprend les critères de choix des interrupteurs différentiels pour respecter la norme.

L'alimentation de plusieurs interrupteurs différentiels

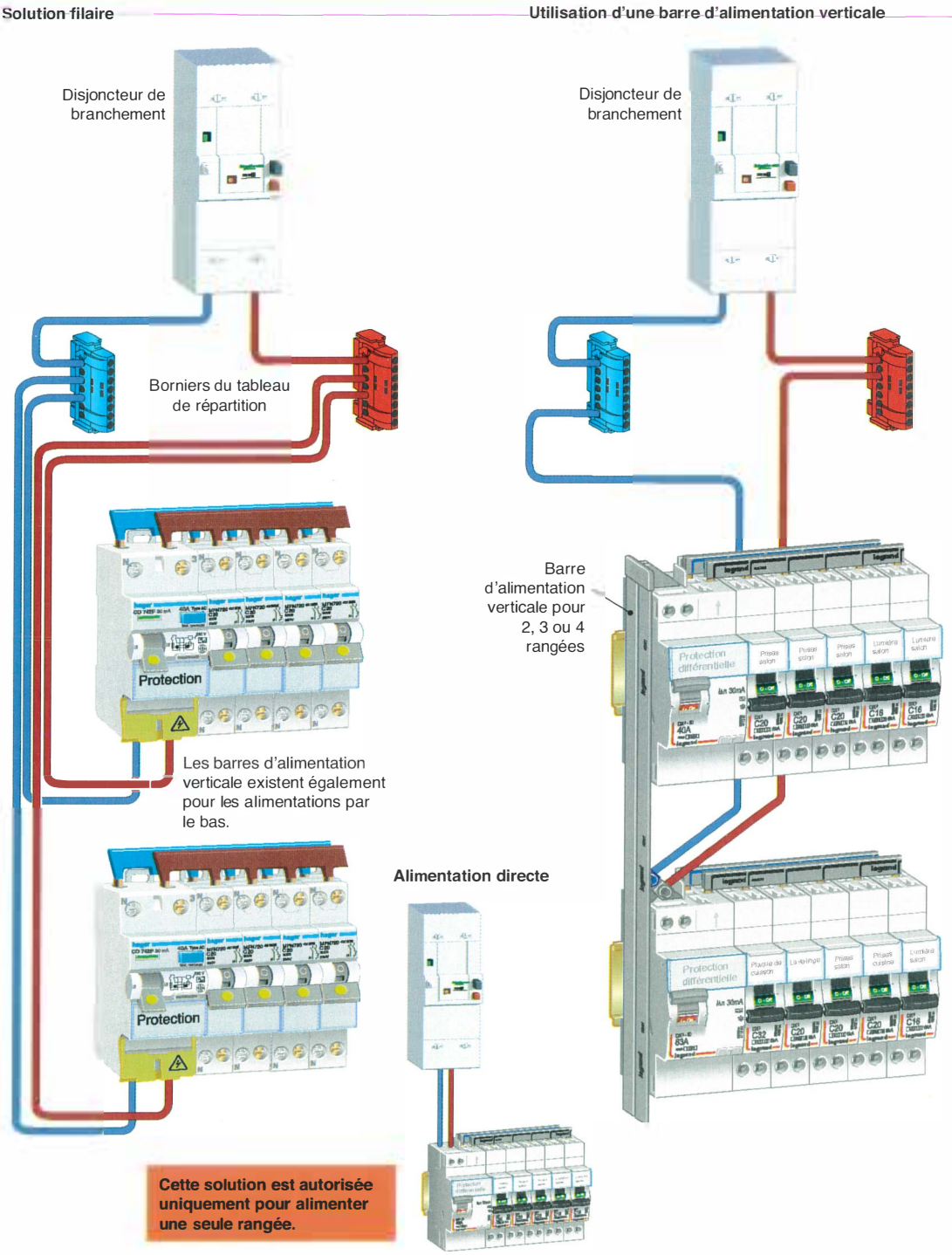


Figure 257 : L'alimentation de plusieurs interrupteurs différentiels

La répartition avec une alimentation en triphasé

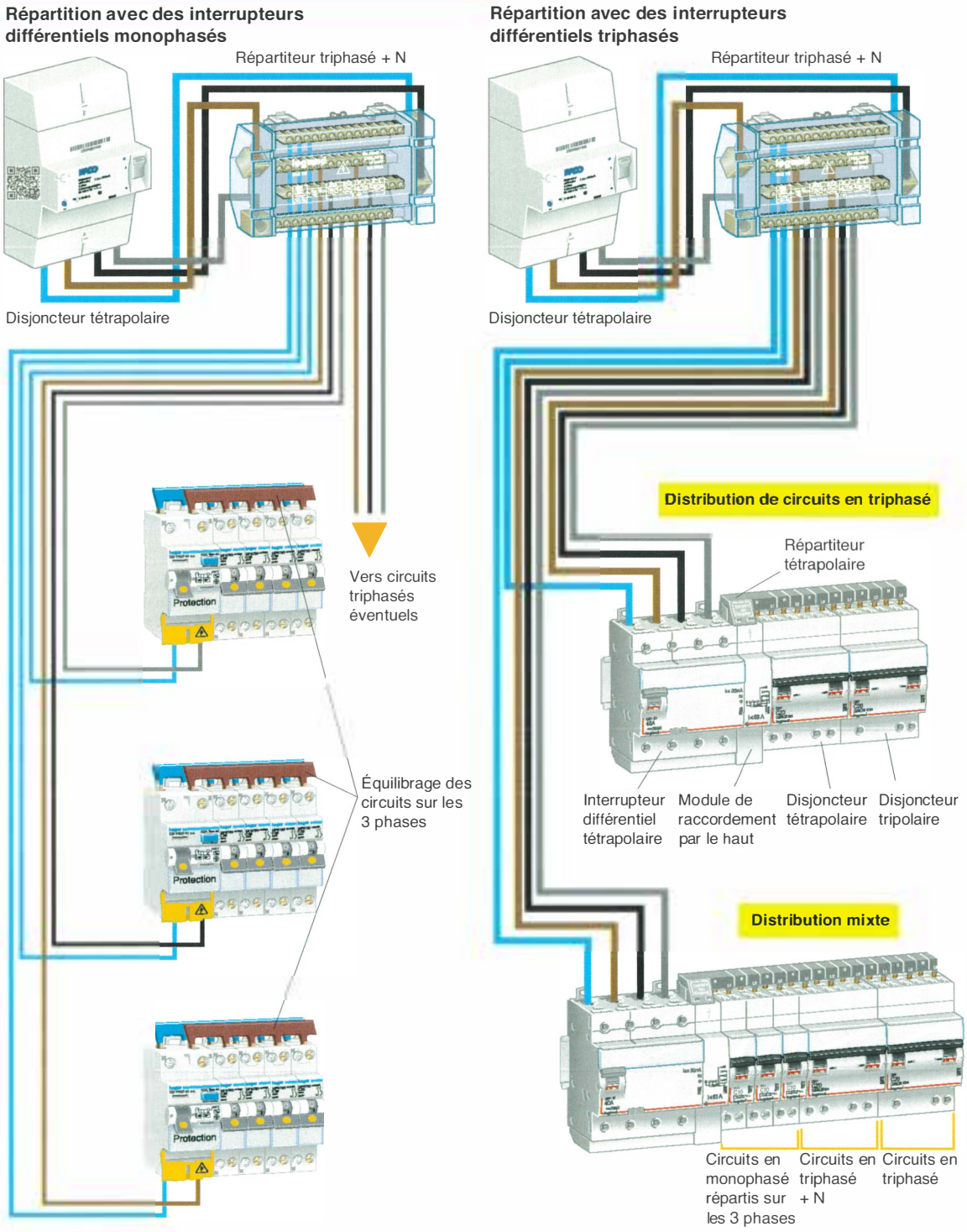
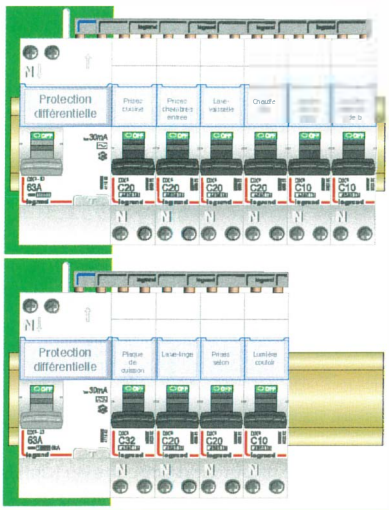


Figure 258 : La répartition en triphasé

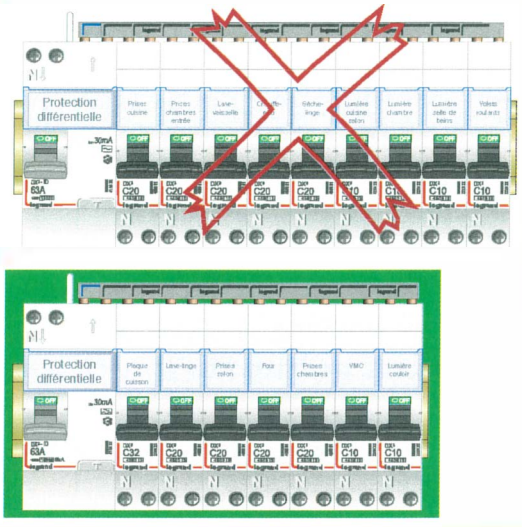
L'équipement en interrupteurs différentiels en conformité avec la norme

Deux interrupteurs différentiels 30 mA au minimum

Dont un de type A pour la plaque de cuisson et le lave-linge. Répartition des circuits d'éclairage et de prises sous au moins deux DDR.



Pas plus de 8 protections en aval d'un interrupteur différentiel



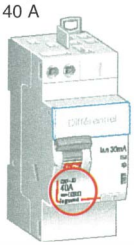
Choix du calibre

Solution 1 : calibre de l'interrupteur ≥ au réglage du disjoncteur de branchement

Disjoncteur de branchement (AGCP) réglé à 30 A



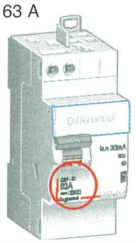
Interrupteur différentiel de 40 A



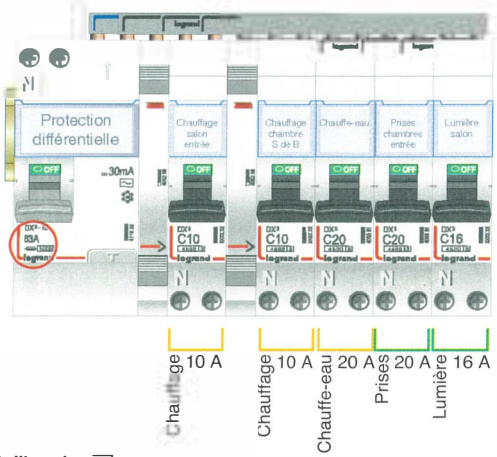
Disjoncteur de branchement (AGCP) réglé à 45 A



Interrupteur différentiel de 63 A



Solution 2 : calibre de l'interrupteur ≥ à la somme des calibres des disjoncteurs situés en aval (chauffage, production d'eau chaude, prise de recharge voiture électrique) + la moitié de la somme des autres protections



Calibre de l'interrupteur différentiel ≥ 10 + 10 + 20 + 10 + 8 = 58 A

Le calibre le plus approchant est de 63 A

Figure 259 :
L'équipement minimal en interrupteurs différentiels

Les disjoncteurs différentiels

Les disjoncteurs différentiels haute sensibilité 30 mA (figure 260) protègent contre tous les risques de défauts susceptibles de se produire sur un circuit, c'est-à-dire les surcharges (demande de puissance trop importante), les courts-circuits et les fuites de courant. Ils sont plus chers que les interrupteurs différentiels et que les disjoncteurs divisionnaires. C'est pourquoi, dans les installations domestiques, on les réserve à la protection de certains circuits considérés comme potentiellement à risque (circuits extérieurs, par

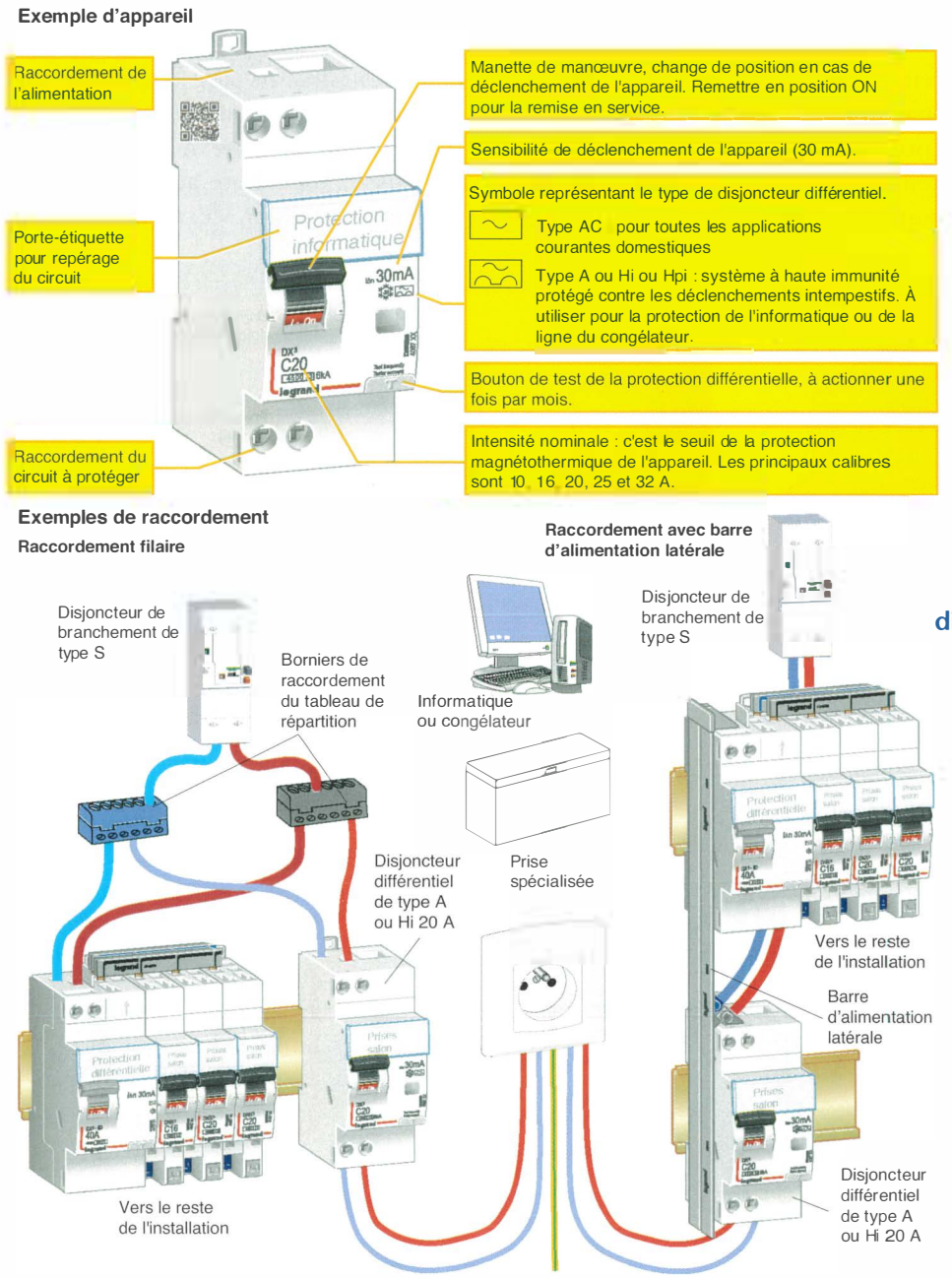


Figure 260 : Les disjoncteurs différentiels haute sensibilité

exemple) ou des circuits alimentant des appareils qui doivent rester en permanence sous tension, comme les congélateurs, les ordinateurs ou l'alarme.

En théorie, il serait possible d'en placer un en tête de chaque circuit et de se passer d'interrupteur différentiel en tête des groupes de circuits. En pratique, cela coûterait beaucoup plus cher et prendrait inutilement de la place dans le tableau de répartition.
C'est pourquoi on utilise un interrupteur différentiel en tête d'un groupe de disjoncteurs divisionnaires.

Le raccordement des disjoncteurs différentiels s'effectue en aval du disjoncteur de branchement (comme les interrupteurs différentiels). Chaque circuit d'utilisation est raccordé directement en sortie de son disjoncteur différentiel. Il n'est plus nécessaire de transiter par un disjoncteur divisionnaire, puisque le disjoncteur différentiel assure lui-même la protection contre les surintensités et les courts-circuits. Ils sont disponibles sous des intensités nominales de 2 à 40 A. Il en existe de type A et de type AC. Choisissez un calibre adapté au type de circuit à protéger (le même que pour

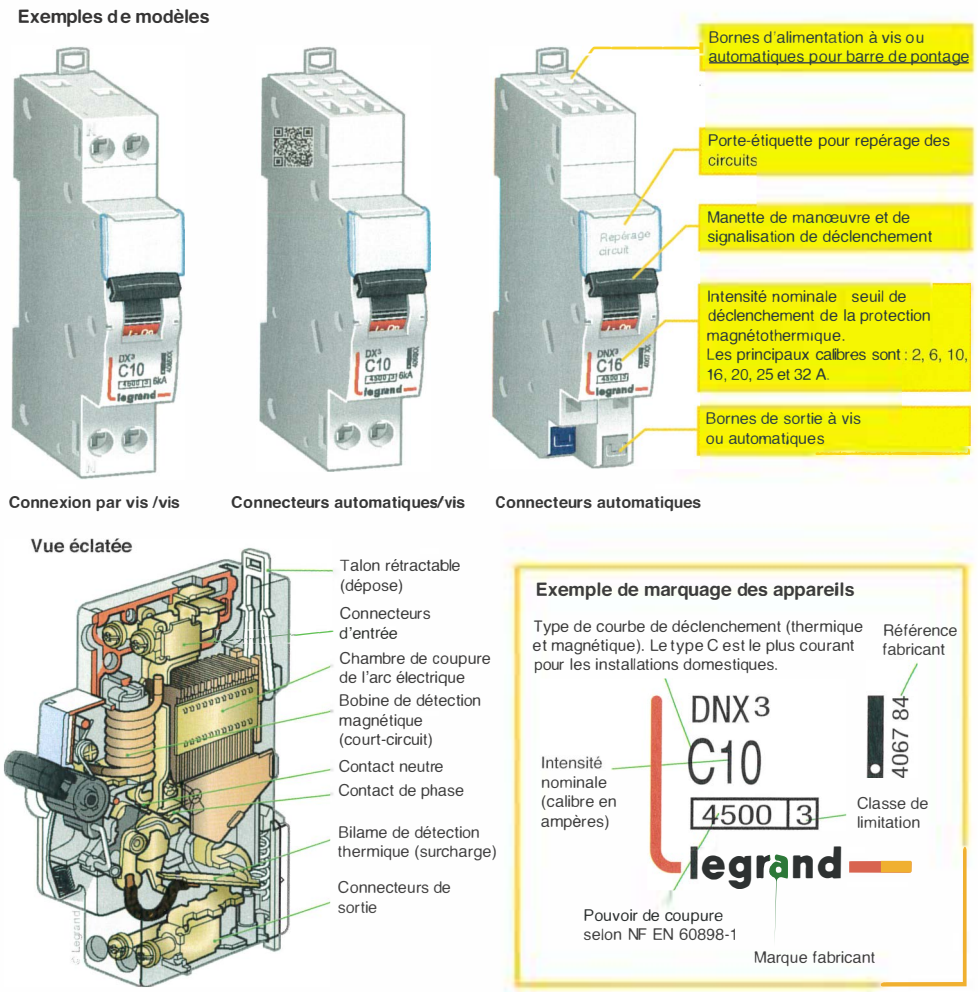


Figure 261 : Les disjoncteurs divisionnaires

un disjoncteur divisionnaire). La norme n'impose pas l'utilisation de disjoncteurs différentiels, mais les recommande pour la protection du congélateur si son emplacement est défini au moment de la réalisation de l'installation.

Les coupe-circuits domestiques

Depuis l'amendement A5 de la NF C 15-100 la protection des circuits contre les surintensités et les courts-circuits au moyen de coupe-circuits à cartouche fusible n'est plus autorisée.

Les disjoncteurs divisionnaires

Les disjoncteurs divisionnaires (figure 261) servent à protéger les circuits contre les surcharges et les courts-circuits. On les installe sur le tableau de répartition, à l'origine de chaque circuit, sous l'interrupteur différentiel du groupe.

Dans les installations domestiques, on utilise des disjoncteurs divisionnaires phase + neutre dont la largeur correspond à un module. Il existe également des disjoncteurs divisionnaires bipolaires dont la largeur est de deux modules. On les utilise conjointement à un parafoudre, s'il est nécessaire, ou dans les installations du secteur tertiaire.

Plusieurs modèles sont disponibles selon leur intensité nominale (2, 6, 10, 16, 20, 25, 32 A), en fonction de la section des conducteurs et de la nature des circuits à protéger (voir figure 262). La protection est assurée par un dispositif magnéto-thermique fondé sur un bilame et un électro-aimant qui assurent la coupure instantanée du circuit en défaut. Les disjoncteurs divisionnaires. Ils sont fiables, sûrs et rentables à l'usage, puisqu'ils ne contiennent pas de cartouches fusibles à remplacer, comme c'était le cas auparavant avec les coupe-circuits. Lorsqu'une surcharge ou un court-circuit se produit, le disjoncteur divisionnaire en tête du circuit se déclenche et sa manette s'abaisse, ce qui permet de repérer visuellement et immédiatement le circuit en défaut. Après élimination du défaut (débranchement de l'appareil défectueux, par exemple), il suffit de remonter la manette, le circuit est rétabli.

Pour la protection des chauffages à fil pilote, il existe des disjoncteurs divisionnaires qui assurent la coupure simultanée de l'alimentation et du fil pilote, comme l'exige la norme (voir page 430).

La mise à la terre

La prise de terre est indispensable, en association avec un dispositif différentiel, afin de couper l'alimentation électrique en cas de défaut. Elle permet l'évacuation du courant de défaut en éliminant tout risque pour les personnes.
Les systèmes de mise à la terre se composent de

- la prise de terre ;
- le conducteur de terre (conducteur reliant la prise de terre à la barrette de mesure) ;
- la barrette de mesure ;
- le conducteur principal de protection (reliant la barrette de mesure au tableau de répartition) ;
- la borne principale de terre, destinée au raccordement de la liaison équipotentielle principale (LEP) ;
- le répartiteur de terre du tableau de répartition ;

Choix des protections en fonction des circuits (NF C 15-100 Amendement A5)

Nature du circuit	Nombre de points d'utilisation		Courant assigné maximal du disjoncteur de protection (en ampères)
Circuits d'éclairage	8	1,5	16
Prises de courant commandées	8	1,5	16
Prises de courant 16 A 2P + T non spécialisées	8 12	1,5 2,5	16 20
Prises de courant 16 A 2P + T non spécialisées de la cuisine	6	2,5	20
Circuits spécialisés avec prise de courant 16 A 2P + T (lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge, four, congélateur…)	1	2,5	20
Cuisinière, plaque de cuisson en : - monophasé (230 V) - triphasé (400 V)	 1 1	 6 2,5	 32 20
Chauffe-eau électrique (non instantané)	1	2,5	20
Ventilation : VMC, VMR	1	1,5	2[1]
Volets roulants motorisés	Selon protection	1,5	16
Circuits d'asservissement tarifaire, fils pilotes, gestionnaire d'énergie…	1 circuit par fonction	1,5	2
Autres circuits, y compris un tableau divisionnaire	– – – –	1,5 2,5 4 6	16 20 25 32
Infrastructures de recharge des véhicules électriques (IRVE) : - prise 16 A 2P + T adaptée ou borne 16 A - borne 32 A en monophasé	 1 1	 2,5 10	 20 40

Chauffage électrique[2] [3]

Type	Puissance maximale (en W sous 230 V)	Section minimale des conducteurs en cuivre (en mm²)	Courant assigné maximal du disjoncteur de protection (en ampères)
Plancher chauffant électrique (à accumulation ou direct avec câbles autorégulants)	1 700 3 400 4 200 5 400 7 500	1,5 2,5 4 6 10	16 25 32 40 50
Tous les autres chauffages : convecteurs, panneaux rayonnants, émetteurs à accumulation, plafond rayonnant…	3 500 4 500 5 750 7 250	1,5 2,5 4 6	16 20 25 32

(1) Sauf cas particuliers où cette valeur peut être augmentée jusqu'à 16 A.
(2) Les appareils de chauffage doivent être répartis sur des circuits distincts, de telle façon que chaque circuit ne dépasse pas les valeurs indiquées dans le tableau.
(3) Les circuits de plancher ou de plafond chauffant électrique sont protégés par un ou plusieurs DDR 30 mA. Chaque DDR doit protéger des circuits d'une puissance maximale de 7,5 kW en 230 V ou 13 kW en 400 V.

Depuis l'amendement A5 de la norme NF C15-100, la protection des circuits contre les surintensités et les court-circuits avec des coupe-circuits à cartouches fusibles n'est plus autorisée.

Figure 262 :
Le choix des protections en fonction des circuits

- les conducteurs de protection (mise à la terre de chaque circuit électrique) ;
- les liaisons équipotentielles locales de la salle d'eau et éventuellement de la cuisine ;
- la liaison équipotentielle principale (pour un immeuble ou une maison individuelle).

La prise de terre

Deux méthodes principales sont possibles pour réaliser une prise de terre. Des conducteurs peuvent être enfouis horizontalement ou un piquet planté verticalement. La première méthode consiste à utiliser des conducteurs enfouis en boucle à fond de fouille ou en tranchée horizontale (figure 263).

La boucle à fond de fouille est la solution la plus performante, cependant elle n'est pas applicable dans l'existant. Elle consiste à réaliser un ceinturage à fond de fouille dans le béton de propreté des fondations de la maison. Le contact avec le sol est excellent, il n'est pas nécessaire de réaliser de terrassements complémentaires et la profondeur est suffisante pour s'affranchir des conditions climatiques.
La pose horizontale en tranchée peut être réalisée à l'occasion du passage de l'alimentation électrique du local. Elle consiste à enterrer un conducteur à une profondeur comprise entre 1 m et 1,60 m. La tranchée doit être remplie par la suite de terre épierrée.
Les conducteurs utilisables dans les deux cas sont massifs ou câblés en cuivre nu ou recouverts d'une gaine de plomb. La section minimale est de 25 mm^2. Pour les boucles à fond de fouille, on peut utiliser également des feuillards en acier doux galvanisé d'au moins 100 mm^2 de section et 3 mm d'épaisseur ou des câbles en acier galvanisé d'au moins 95 mm^2 de section.

La seconde méthode consiste à planter un ou plusieurs piquets de terre en acier galvanisé, d'un diamètre de 25 mm et d'une longueur minimale de 1,5 m (figure 264). Il est également possible d'utiliser des barres d'au moins 15 mm de diamètre, en cuivre ou en acier recouvert de cuivre, ou encore des barres d'acier galvanisé d'au moins 60 mm de côté. Les piquets sont installés de préférence dans le sous-sol afin de ne pas dépendre des conditions climatiques qui influencent la valeur de la prise de terre. Les terres de remblai et de drainage sont déconseillées ainsi que les sols sensibles à la sécheresse ou au gel. Les zones de cours d'eau souterrains ou proches des rivières ne conviennent pas à la réalisation d'une prise de terre. Le sol y est généralement caillouteux, très perméable et délavé par une eau filtrée naturellement donc de grande résistivité.

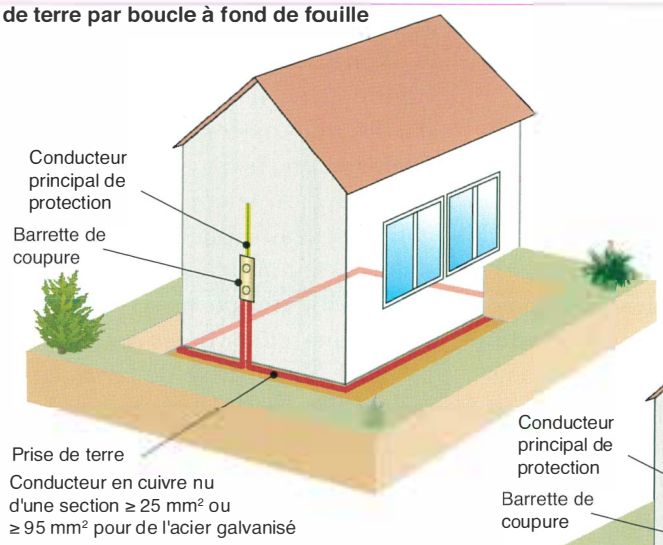
Pour les protéger, coiffez les piquets de terre d'un regard de visite scellé dans le sol. La connexion entre le conducteur de terre et le piquet doit également être protégée contre la corrosion, par exemple avec de la graisse.

Il est interdit de réaliser une prise de terre en plongeant un corps métallique dans l'eau courante ou dans une pièce d'eau (étang, par exemple). De même, il n'est plus autorisé d'utiliser des canalisations métalliques enterrées ou non.

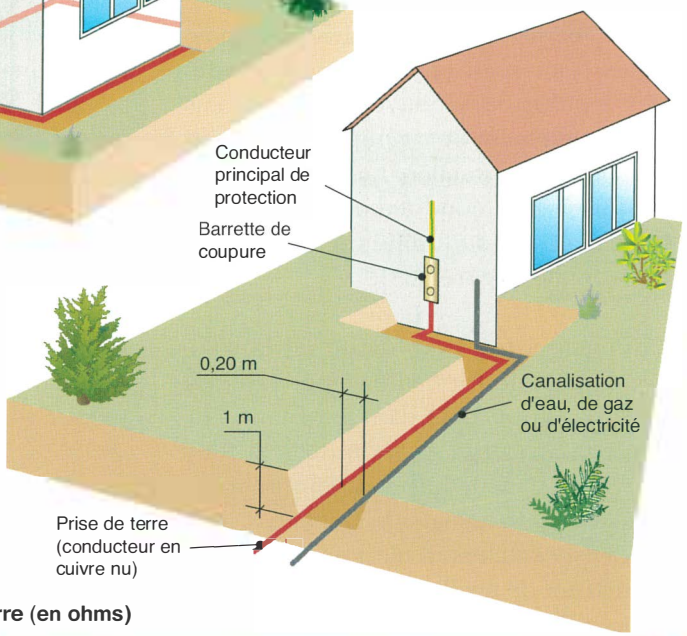
Il existe aussi des prises de terre « naturelles » constituées par l'ossature de certains bâtiments dont les piliers métalliques sont connectés entre eux et enterrés à une certaine profondeur dans le sol. Le tableau de la figure 263 présente des exemples de valeurs de prises de terre selon la méthode employée.

Les prises de terre réalisables à la construction

Prise de terre par boucle à fond de fouille



Prise de terre par conducteur enfoui dans une tranchée



Exemple de valeurs de prises de terre (en ohms)

Constitution de la prise de terre (maison individuelle de 8 x 7 m)	Nature du terrain		
	Remblais humides arables gras	Remblais grossiers arables maigres	Pierreux secs sable sec
Boucle à fond de fouille	3 à 10	30 à 60	100 à 200
Piquet vertical de 2 m	2 à 75	220 à 300	750 à 1 500
4 piquets verticaux (un à chaque angle, interconnectés)	6 à 18	60 à 120	220 à 450
Une tranchée de 10 m	8 à 30	90 à 120	300 à 600

Valeur maximale de la prise de terre (en ohms)

Sensibilité du disjoncteur de branchement	Valeur maximale de la prise de terre
500 mA	**100**
300 mA	167
100 mA	500

Figure 263 :
Les prises de terre à fond de fouille et en tranchée

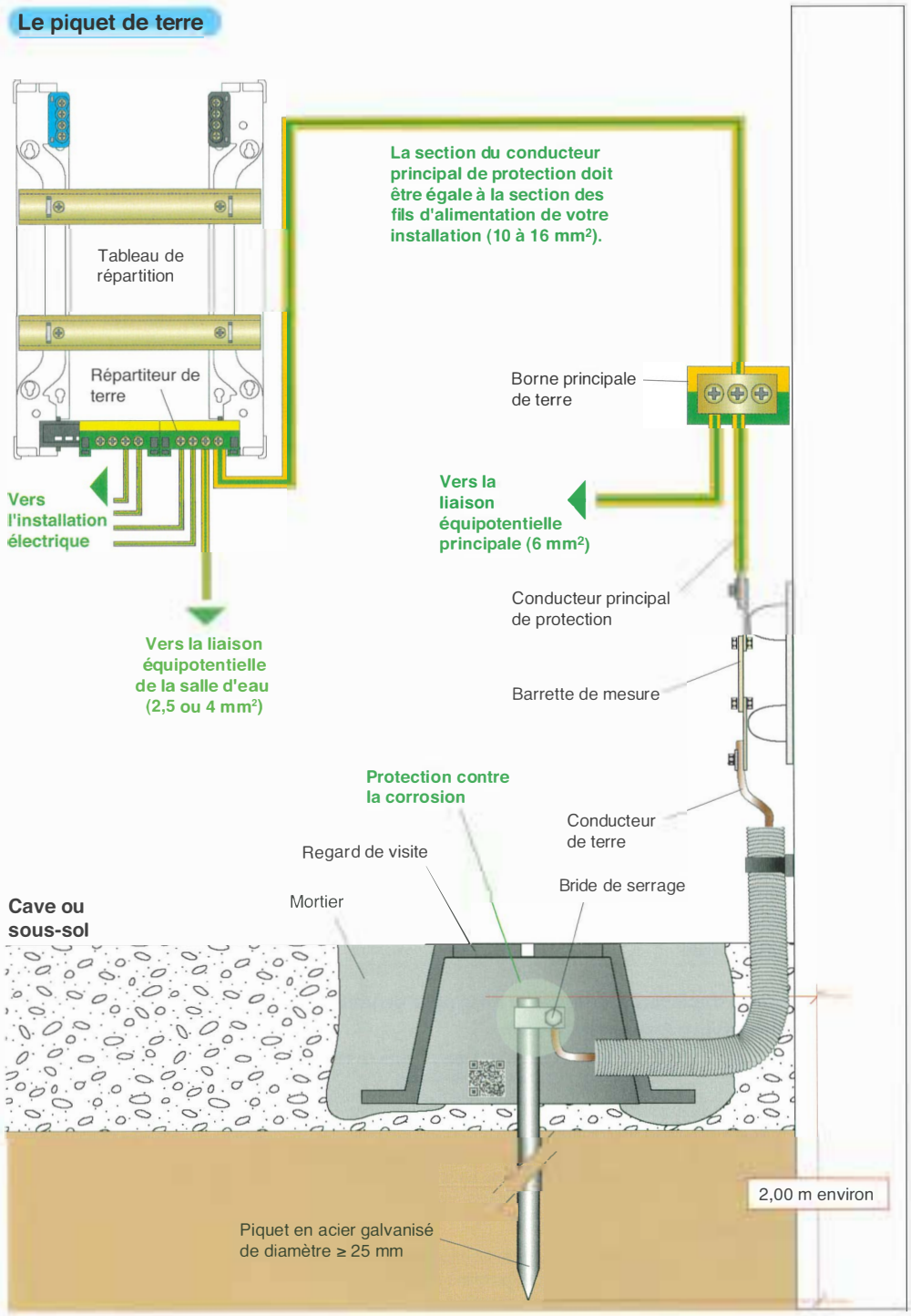


Figure 264 :
Les piquets de terre

Il est possible d'estimer la valeur future de la prise de terre en fonction de la nature du sol afin de choisir la méthode de mise en œuvre la mieux adaptée. Une formule permet de calculer la longueur des conducteurs enfouis ou du piquet de terre nécessaires. Si un seul piquet ne suffit pas, il est possible d'en planter plusieurs, puis de les relier entre eux. La figure 265 indique la méthode de calcul et les résistivités des sols courants.

Le conducteur de terre

Le conducteur de terre relie la prise de terre à la barrette de mesure. Sa section minimale est de 16 mm^2 s'il est en cuivre isolé (ou 25 mm^2 pour le cuivre nu, ou 50 mm^2 pour l'acier galvanisé). Il sera protégé par une gaine dans la partie enterrée.

La barrette de mesure

Elle permet d'effectuer la mesure de la résistance de terre et de déconnecter la

La résistivité du sol selon sa nature

Nature des terrains	Résistivité en ohms-mètres
Argiles plastiques	50
Calcaires compacts	1 000 à 5 000
Calcaires fissurés	500 à 1 000
Calcaires tendres	100 à 300
Granits et grès selon altération	1 500 à 10 000
Granits et grès très altérés	100 à 600
Humus	10 à 150
Limons	20 à 100
Marnes du jurassique	30 à 40
Marnes et argiles compactes	100 à 200
Micaschistes	800
Sables argileux	50 à 500
Sables silicieux	200 à 3 000
Schistes	50 à 300
Sol pierreux nu	1 500 à 3 000
Sol pierreux engazonné	300 à 500
Terrains marécageux	de quelques unités à 30
Tourbe humide	5 à 100

Figure 265 : La résistivité des sols

Calculs d'estimation de la valeur de la prise de terre

Conducteurs enfouis horizontalement

$$R = \frac{2\rho}{L}$$

R : résistance estimée de la prise de terre en ohms (W)
ρ : résistivité du terrain en ohms-mètres
L : longueur de la tranchée en mètres

Plaques enterrées verticalement

$$R = 0{,}8\,\frac{\rho}{L}$$

R : résistance estimée de la prise de terre en ohms (W)
ρ : résistivité du terrain en ohms-mètres
L : périmètre de la plaque en mètres

Piquets verticaux

$$R = \frac{\rho}{L}$$

R : résistance estimée de la prise de terre en ohms (W)
ρ : résistivité du terrain en ohms-mètres
L : longueur du piquet en mètres

Exemple :

Pour un piquet de 1,5 mètre enfoncé dans un sol en schistes d'une résistivité de 200 W.m : $R = \frac{200}{1{,}5} = 133{,}33$ W

La valeur minimale de 100 W ne peut être atteinte qu'avec un piquet d'au moins 2 m.

prise de terre du reste de l'installation. Elle doit être accessible et démontable uniquement à l'aide d'un outil. Elle peut également jouer le rôle de borne principale de terre. En maison individuelle, la barrette de mesure peut être installée dans la GTL. Important : elle ne doit pas être ouverte lorsque l'installation est en service.

La borne principale de terre

Cet élément assure la connexion entre le conducteur principal de protection et la liaison équipotentielle principale (figure 266). Celle-ci doit relier au conducteur principal de protection :

- les canalisations métalliques pénétrant dans le bâtiment (conduite d'eau avant compteur, gaz) ;
- les canalisations métalliques de chauffage central ;
- les canalisations métalliques de gaz liquéfié ou de fuel (stockage extérieur) ;
- les éléments métalliques de la structure du bâtiment qui sont accessibles (charpente métallique et poutrelles métalliques).

Pour réaliser ces connexions, on peut intercaler, sur le conducteur principal de protection, une barrette de raccordement. Ce type de barrette ne nécessite pas la coupure de ce conducteur, mais simplement sa dénudation. Les conducteurs de la liaison équipotentielle principale doivent avoir une section minimale de 6 mm^2.

Le conducteur principal de protection

Ce dispositif relie la borne principale de terre au répartiteur de terre du tableau de répartition.

Sa section dépend de la section des conducteurs de l'alimentation de l'installation :

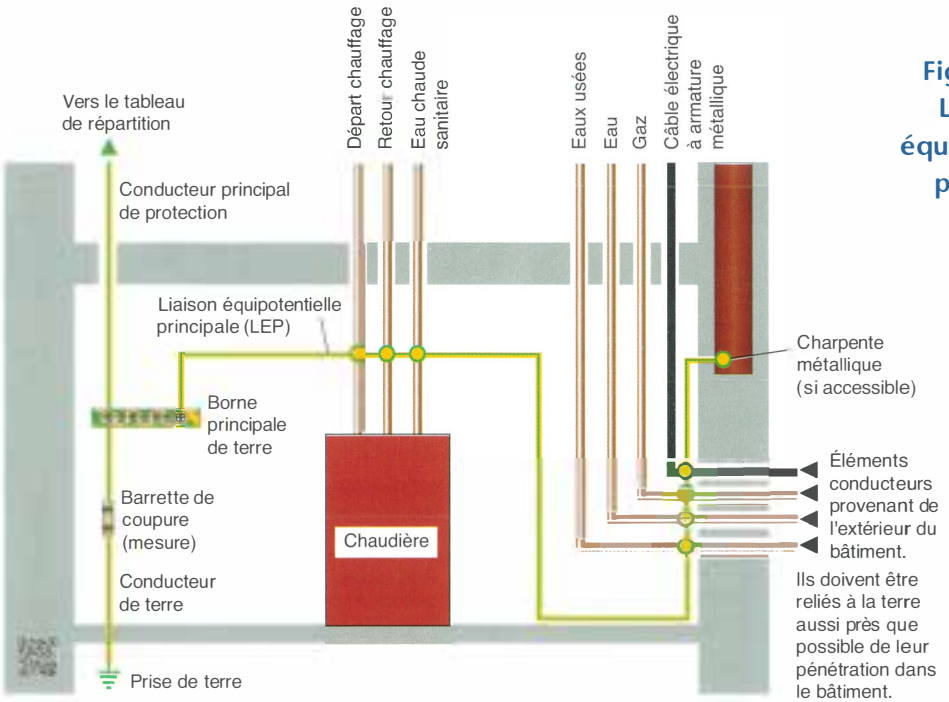


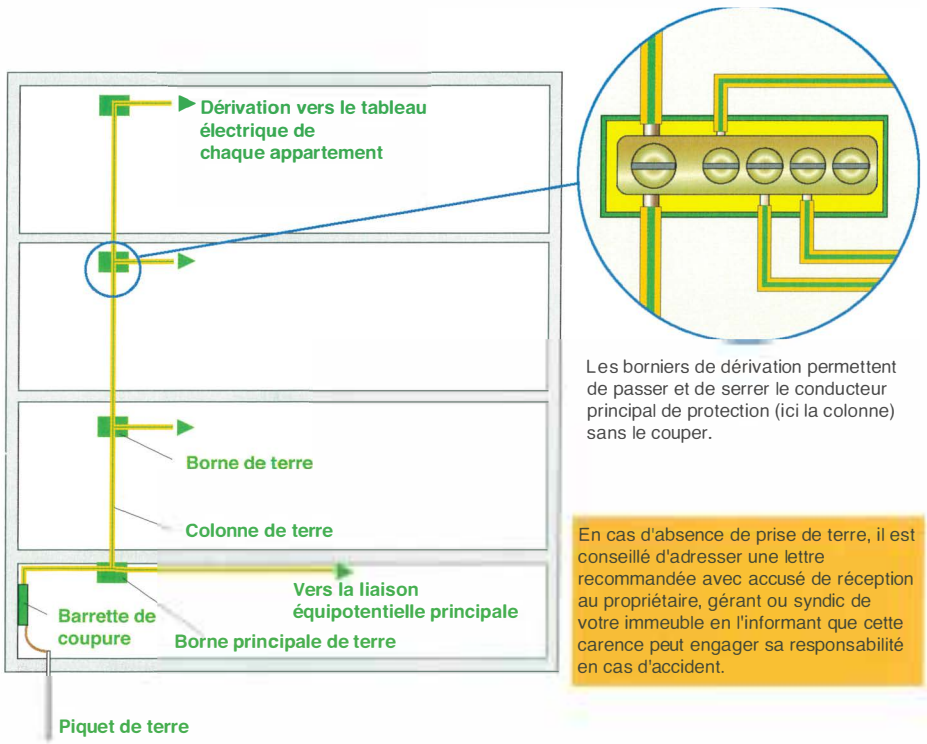
Figure 266 : La liaison équipotentielle principale

La section minimale du conducteur de la LEP doit être au moins égale à la moitié de la section du conducteur principal de protection avec un minimum de 6 mm^2 et un maximum de 25 mm^2 (cuivre).

- si les conducteurs d'alimentation ont une section inférieure ou égale à 16 mm^2, le conducteur de protection doit avoir la même section ;
- si les conducteurs d'alimentation ont une section de 25 ou 35 mm^2, le conducteur de protection aura une section de 16 mm^2 ;
- si les conducteurs d'alimentation ont une section supérieure à 35 mm^2, le conducteur principal de protection doit avoir une section minimale égale à la moitié de celle du conducteur d'alimentation.

Il est interdit d'utiliser les canalisations métalliques comme conducteur principal de protection ou colonne de terre, même dans les immeubles anciens. En général, pour raccorder un appartement (figure 267), il suffit de connecter le conducteur principal de protection à la borne de raccordement située sur le palier, si l'immeuble est équipé d'une colonne de terre.

Les constructions récentes en sont toutes équipées et son installation dans les immeubles anciens est obligatoire. Si l'immeuble ne dispose toujours pas de la prise de terre, le copropriétaire doit contacter son syndic pour lui demander de procéder aux travaux par lettre recommandée afin de mettre en jeu sa responsabilité. Dans ce cas, dans l'attente de la réalisation de la prise de terre, il est obligatoire de réaliser une liaison équipotentielle locale dans la cuisine (comme pour les salles d'eau), de protéger l'ensemble de l'installation



Les borniers de dérivation permettent de passer et de serrer le conducteur principal de protection (ici la colonne) sans le couper.

En cas d'absence de prise de terre, il est conseillé d'adresser une lettre recommandée avec accusé de réception au propriétaire, gérant ou syndic de votre immeuble en l'informant que cette carence peut engager sa responsabilité en cas d'accident.

Figure 267 : La prise de terr en immeuble collectif

Si vous rénovez l'installation électrique d'un appartement et que l'immeuble ne dispose pas encore d'une prise de terre, prévoyez un conducteur de protection en attente sur le palier pour son raccordement futur à la borne de terre.

avec des DDRHS 30 mA et de mettre en garde l'usager contre les dangers dus à l'absence de prise de terre avec une étiquette sur le tableau électrique. Prévoyez le passage du conducteur principal de protection pour son raccordement futur.

Le répartiteur du tableau

Il s'agit d'un bornier fourni généralement avec le tableau de répartition. Son rôle est d'accueillir le conducteur principal de protection, les conducteurs de protection des différents circuits de l'installation et les conducteurs des liaisons équipotentielles supplémentaires. Ne raccordez qu'un seul conducteur par alvéole.

Les liaisons équipotentielles locales

Il est obligatoire de réaliser une liaison équipotentielle dans les salles d'eau. Elle nécessite l'utilisation d'un conducteur en cuivre nu de 4 mm^2 ou de 2,5 mm^2 isolé. Pour connaître les règles de réalisation, reportez-vous à la page 210. En cas de rénovation d'un logement en immeuble collectif non encore équipé d'une colonne de terre, vous devez réaliser une liaison équipotentielle supplémentaire dans la cuisine.

Les conducteurs de protection

Tous les circuits doivent comporter un conducteur de protection. Sa section est égale à celle du conducteur de phase. Lorsqu'un conducteur de protection est commun à plusieurs circuits, sa section doit être égale à la plus grande section présente des conducteurs de phase.

Les conducteurs de protection sont reliés d'une part au répartiteur de terre du tableau de répartition, d'autre part au contact de terre des socles de prise de courant, des prises DCL et aux bornes des appareils de classe I. Pour l'alimentation d'appareils de classe II (ne nécessitant pas de terre), il convient d'acheminer un conducteur de protection jusqu'à la boîte de connexion, puis de le laisser en attente.
Tous les circuits de mise à la terre doivent avoir la double coloration verte et jaune.

La mesure de la terre et le contrôle de l'installation

L'installation électrique terminée, il sera nécessaire d'effectuer certaines vérifications. Plusieurs mesures sont exigées par la norme. Elles sont, par conséquent, demandées et visées par le Consuel. Il incombe à l'installateur de les effectuer au préalable et de reporter les valeurs obtenues sur le certificat de conformité.

Ces mesures sont :

- la résistance d'isolement de l'installation. C'est la résistance d'isolement en ohms (Ω) entre les conducteurs actifs et la terre. Pour la mesurer, on utilise un ohmmètre à courant continu sous 500 V. Tous les appareils de l'installation doivent être débranchés au préalable. Elle doit être inférieure à 500 000 Ω. Pour les câbles chauffants, elle ne doit pas dépasser 200 000 Ω ;
- la résistance de la prise de terre. Cette mesure s'effectue directement au moyen d'un ohmmètre de terre ou en mesurant l'impédance de la boucle de défaut phase/terre. La valeur de la prise de terre doit être inférieure à 100 Ω ;
- la continuité des conducteurs de protection (au niveau des appareillages et des liaisons équipotentielles) ;
- l'efficacité des dispositifs de protection. On pratique des essais de déclenchement des DDRHS et des mesures à l'aide d'un contrôleur spécifique.

Des appareils spécifiques permettent toutes ces mesures (figure 268). Il incombe à l'installateur de relever les résultats. La résistance de la prise de terre doit être inscrite sur la demande de certificat de conformité du Consuel. Il existe plusieurs méthodes pour mesurer la terre dont celle de la mesure en ligne, également appelée « méthode des 62 % ». Pour la réaliser, nous vous propo-

Les appareils de mesure de la terre avec méthode des piquets



Appareil de mesure de la terre avec piquets et de la résistivité des sols

Les appareils de mesure de la terre en boucle



Exemples d'appareils professionnels

Les appareils de test des dispositifs différentiels





Appareil de mesure de la terre en boucle et de test des différentiels

Les testeurs d'installation électrique multifonctions



Ils permettent de réaliser toutes les mesures imposées par la norme NF C 15-100

Figure 268 : Les appareils de contrôle de l'installation

sons la procédure suivante (figure 269). Munissez-vous d'un ohmmètre de terre (attention : un multimètre classique ne convient pas !) et de deux électrodes ou piquets auxiliaires. Les trois piquets, prise de terre (E), première électrode (S) et seconde électrode (H) doivent être plantés en ligne droite. La distance (L) entre E et H doit être de 25 m au minimum. Les électrodes S et H servent à injecter le courant et à établir la référence de potentiel 0 V. La plus grande précision de mesure est obtenue lorsque la distance entre le piquet S et le piquet E est égale à 62 % de L. La barrette de terre étant ouverte, effectuez la mesure. Pour vérifier le résultat obtenu, déplacez le piquet S à 52 % de L, puis à 72 % de L, toujours sur le même alignement E-L. Si les mesures varient, cela signifie que le piquet S se trouve dans une zone d'influence de H ou de E. Il est alors nécessaire d'augmenter la distance L, puis de recommencer les mesures. Si les mesures sont identiques et inférieures à 100 Ω, la prise de terre est correcte.

La mesure de boucle consiste à évaluer la résistance entre le conducteur de phase de l'installation et la prise de terre via le sol. La résistance de boucle ainsi mesurée englobe la terre à mesurer, la terre du transformateur et sa résistance interne, ainsi que la résistance des câbles. Toutes ces résistances étant faibles, la valeur obtenue est supérieure à la résistance effective de la prise de terre. Si elle est inférieure à 100 Ω, la prise de terre est correcte. Pour effectuer la mesure, il suffit de brancher le testeur de boucle de terre sur une prise de courant.
Cette méthode, reconnue par la norme, est très pratique en ville où il est difficile de planter des piquets à bonne distance. On l'utilise uniquement si l'alimentation électrique correspond au schéma TT, c'est-à-dire avec neutre à la terre, comme c'est le cas de la majorité des installations domestiques. Au niveau du transformateur du distributeur, la moyenne tension est transformée en basse tension (230-400 V) et le neutre est relié à la terre.

Le seul inconvénient de cette méthode est qu'elle se fonde sur la prise de terre du neutre du transformateur, généralement inférieure à 1 Ω. Si celle-ci n'est pas correcte, ce qui est extrêmement rare, vous obtiendrez une valeur non satisfaisante, même si la prise de terre est correcte. En cas de doute, renseignez-vous auprès du distributeur.

La protection contre les surtensions d'origine atmosphérique

La foudre peut provoquer des surtensions dans les installations électriques qui se traduisent par la destruction des équipements électroniques, la détérioration d'appareils électroménagers, la perturbation des systèmes d'alarme ou informatiques. Elle peut se manifester de deux façons : par effet direct ou indirect. Si la foudre tombe sur une habitation, l'effet est direct. Pour se protéger de ce cas rare, on a recours à un paratonnerre.

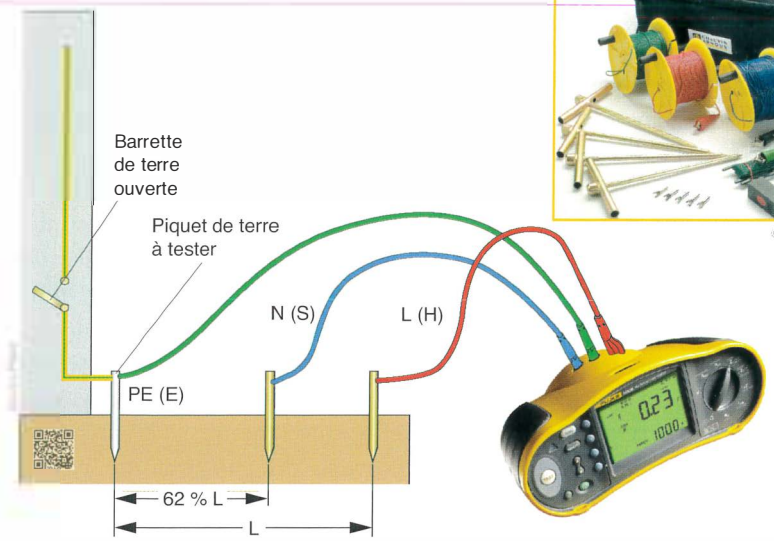
Les effets indirects de la foudre peuvent également atteindre l'installation électrique. Lorsque la foudre tombe sur une ligne aérienne alimentant l'installation, il peut se créer une forte surtension : c'est la conduction. Si la foudre frappe un arbre, par exemple, à proximité de l'habitation, le courant induit peut transmettre des surtensions dans l'installation électrique : c'est le rayonnement. Lorsque la foudre frappe le sol ou une structure

Exemple de kit d'accessoires pour les mesures



© Chauvin-Arnoux

Mesure en ligne dite des 62 %



Mesure en boucle (en régime de neutre TT uniquement)

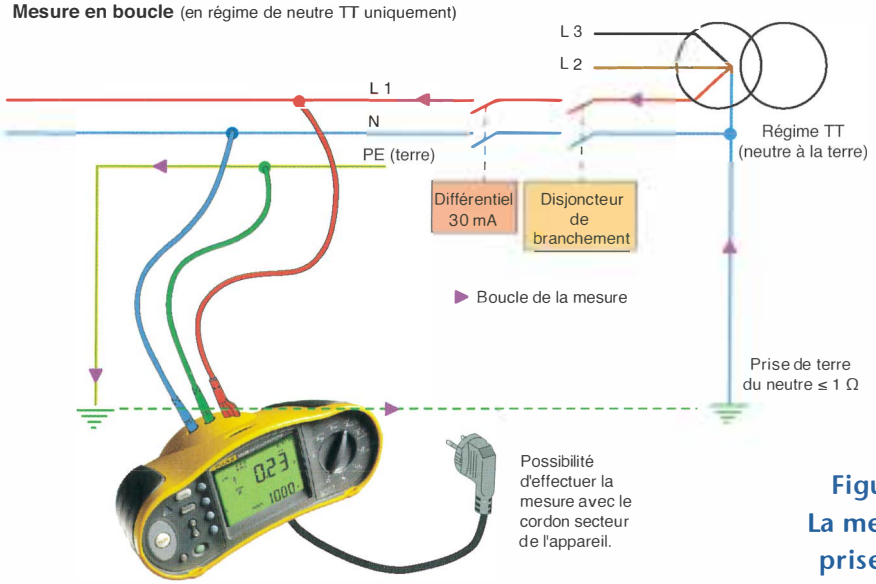


Figure 269 : La mesure de la prise de terre

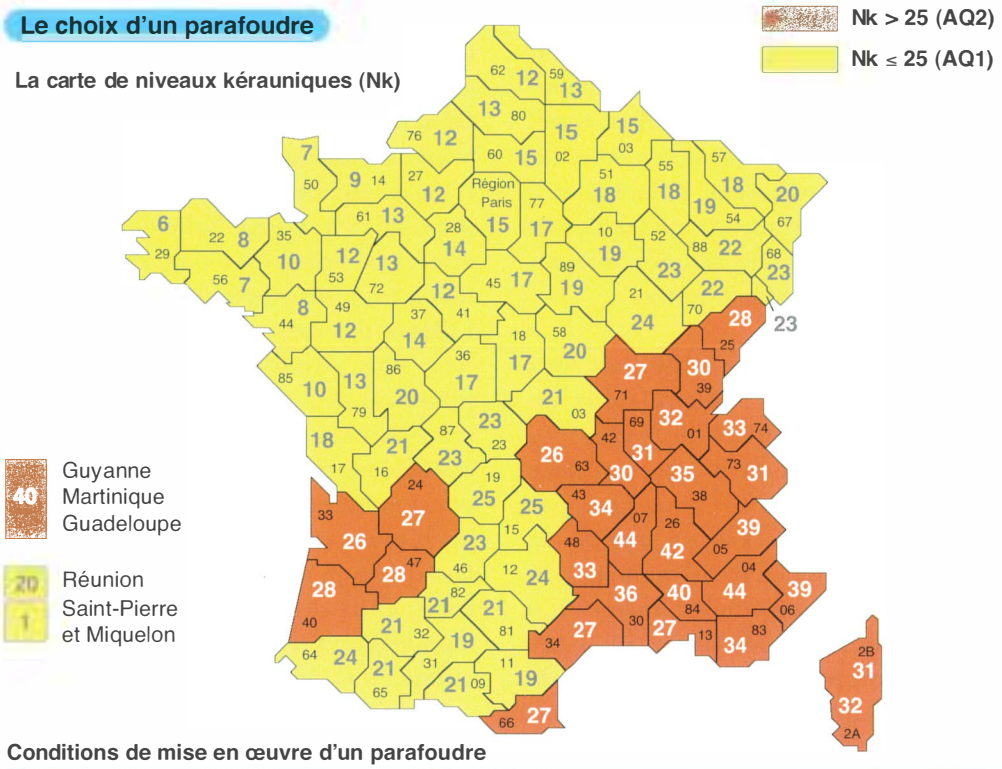
mise à la terre, il peut se produire une surtension de plusieurs milliers de volts dans le réseau de terre de l'installation électrique. Toutes les régions ne sont pas exposées aux mêmes risques de foudre. La carte de la figure 270 indique les zones subissant le plus d'impacts de foudre. Le tableau de cette figure indique dans quels cas l'installation d'un parafoudre est obligatoire.

Le parafoudre basse tension

Pour lutter contre les phénomènes de surtensions dues à la foudre, il est néces-

Le choix d'un parafoudre

La carte de niveaux kérauniques (Nk)



Conditions de mise en œuvre d'un parafoudre

Caractéristiques et alimentation du bâtiment	Densité de foudroiement (Ng) niveau kéraunique (Nk)	
	Ng ≤ 2,5 Nk ≤ 25 (AQ1)	Ng > 2,5 Nk > 25 (AQ2)
Bâtiment équipé d'un paratonnerre	**Obligatoire**(2) (3)	**Obligatoire**(2) (3)
Bâtiment alimenté en basse tension par une ligne entièrement ou partiellement aérienne(4)	Non obligatoire(5)	**Obligatoire**(6)
Bâtiment alimenté en basse tension par une ligne entièrement souterraine	Non obligatoire(5)	Non obligatoire(5)
Bâtiment où l'indisponibilité de l'installation ou des matériels concerne la sécurité des personnes(1)	Selon analyse du risque	**Obligatoire**

(1) Par exemple, installations avec médicalisation à domicile, systèmes de sécurité incendie, d'alarmes techniques..
(2) Dans le cas des bâtiments intégrant un poste de transformation, si la prise de terre du neutre du transformateur est confondue avec la terre des masses interconnectée à la prise de terre du paratonnerre, le parafoudre n'est pas obligatoire.
(3) Dans le cas des immeubles équipés d'un paratonnerre et comportant plusieurs installations privatives, un parafoudre de type 1 ne peut pas être mis en œuvre à l'origine de l'installation. Il est remplacé par un parafoudre de type 2 (In ≥ 5kA), placé à l'origine de chaque installation privative.
(4) Les lignes aériennes constituées de conducteurs isolés avec un écran métallique relié à la terre sont considérées comme des lignes souterraines.
(5) L'utilisation d'un parafoudre peut être nécessaire pour la protection d'équipements électriques ou électroniques sensibles ou onéreux.
(6) L'absence d'un parafoudre est admise si elle est justifiée par l'analyse du risque définie dans le guide UTE C 15-443.
Lorsqu'un parafoudre est installé sur le circuit de puissance, il est recommandé d'en installer un également sur le circuit de communication.

Figure 270 : Le parafoudre basse tension

saire d'installer un appareil de protection dans le tableau de répartition : le parafoudre. Il protège l'installation en écoulant le courant excédentaire vers la terre. Son installation est obligatoire dans les régions les plus exposées, notamment si l'installation électrique est alimentée par un réseau public de distribution intégralement ou partiellement aérien.

Avant d'installer un parafoudre, vous devez disposer d'un disjoncteur de branchement différentiel, de préférence sélectif. Le parafoudre trouve sa place en tête de l'installation. On ne pose pas de dispositif différentiel en amont. La section des conducteurs d'alimentation du parafoudre doit être la même que celle de ceux alimentant l'installation. Les fabricants proposent plusieurs types de parafoudres domestiques avec des principes de raccordement différents, plus ou moins pratiques. Les plus communs sont à cartouches débrochables (figure 271). On les installe avec un disjoncteur divisionnaire bipolaire en aval (dispositif de déconnexion). La longueur des conducteurs jusqu'au raccordement à la barrette de terre ne doit pas excéder 50 cm.

Les systèmes monoblocs intègrent dans le même appareillage le disjoncteur et le parafoudre en n'occupant plus que deux modules. Il suffit de raccorder les alimentations et le conducteur de protection. Les modèles monoblocs de tête permettent d'y raccorder directement un interrupteur différentiel. Par conséquent, on ne passe qu'une alimentation pour le parafoudre et l'alimentation de l'interrupteur différentiel et tous les circuits en aval. Les autres interrupteurs différentiels ne comportent pas de parafoudre.
Le parafoudre doit être installé avec un dispositif de déconnexion tel qu'un disjoncteur divisionnaire bipolaire. Après un foudroiement, il peut être nécessaire de remplacer la cartouche du parafoudre. Généralement, un voyant indique quand le parafoudre est hors d'usage.
Pour une sécurité accrue, il est également possible de protéger individuellement les matériels sensibles comme les ordinateurs, les télévisions ou le matériel hi-fi. Utilisez des prises de courant équipées d'un bloc parafoudre, des blocs multiprises ou des adaptateurs pourvus d'un parasurtenseur (figure 271). Ces dispositifs ne dispensent pas de poser un parafoudre en tête de l'installation dans les régions exposées.
Lorsqu'un parafoudre est nécessaire sur les circuits de puissance, il est recommandé d'en prévoir un également sur les circuits de communication.

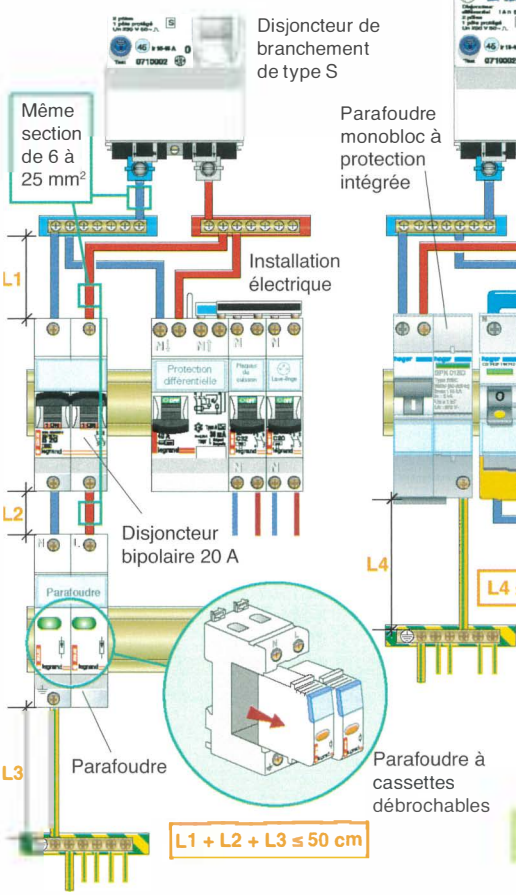
Le parafoudre pour les circuits de communication

Les surtensions engendrées par la chute de la foudre peuvent également causer des dommages importants sur les équipements et appareils reliés à la ligne téléphonique tels que téléphone, télécopieur, ordinateur ou box ADSL. Pour compléter la protection du parafoudre basse tension, il est possible d'installer un parafoudre pour ligne téléphonique (figure 272). Si vous disposez d'une gaine technique de logement (GTL), le parafoudre téléphonique doit être installé dans le tableau de communication. Il doit être agréé DGPT. Son montage peut s'effectuer en parallèle ou en série sur la ligne téléphonique. Il existe des modèles pour la ligne téléphonique simple (installations existantes) ou pour la protection de la ligne téléphonique des réseaux de communication. Ils sont reliés à la borne de terre qui doit être pré-

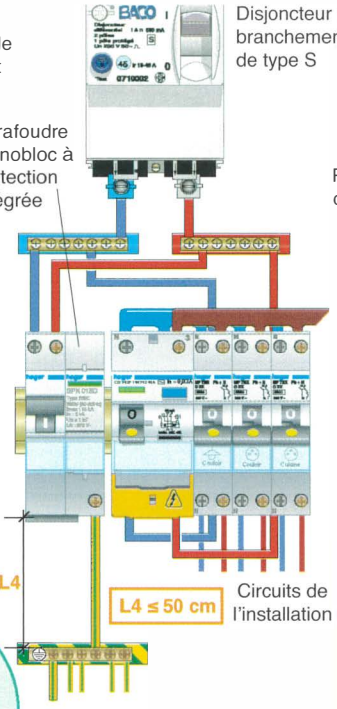
La mise en œuvre des parafoudres

Les parafoudres de tableau

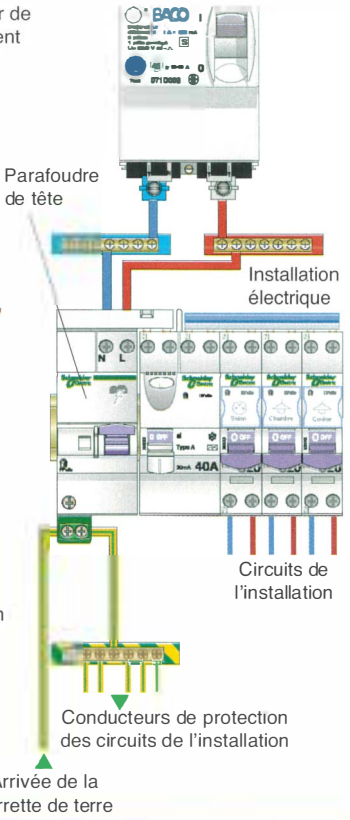
Parafoudre débrochable



Parafoudre à protection interne



Parafoudre monobloc de tête



Les fabricants proposent tous plusieurs types de parafoudre. Utilisez des éléments d'un même fabricant.

Les prises et les blocs parafoudres

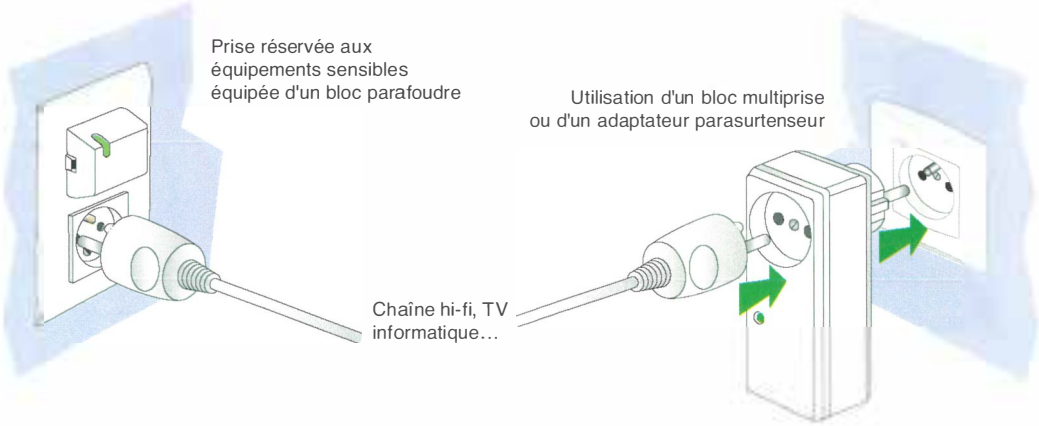
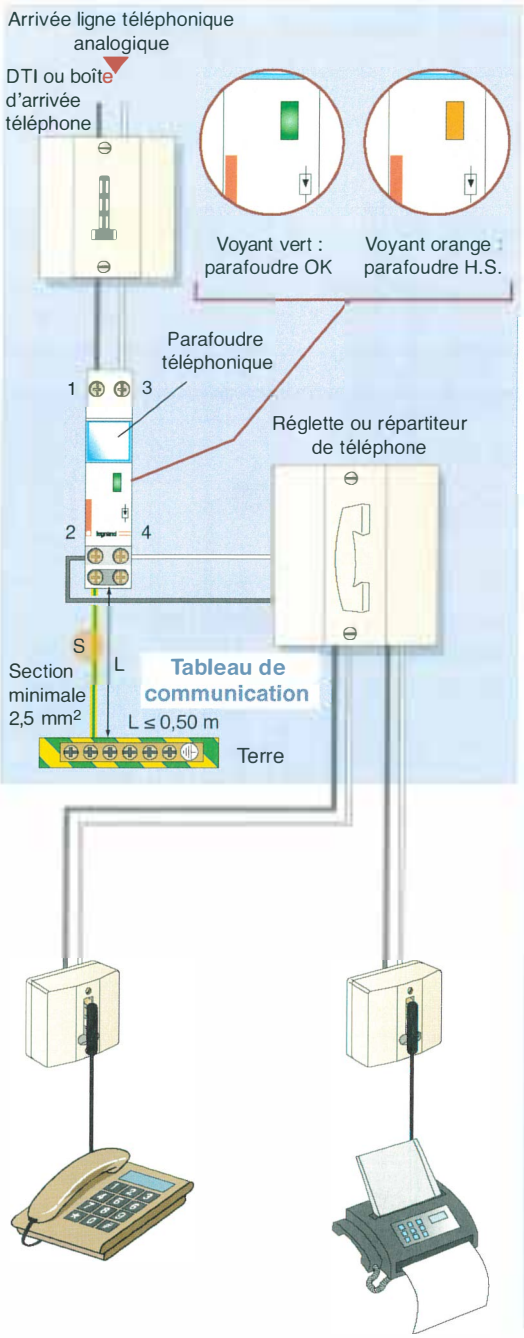


Figure 271 : Le raccordement des parafoudres

Les parafoudres pour les circuits de communication

Installations téléphoniques avant le 01/01/ 2008



Réseau de communication

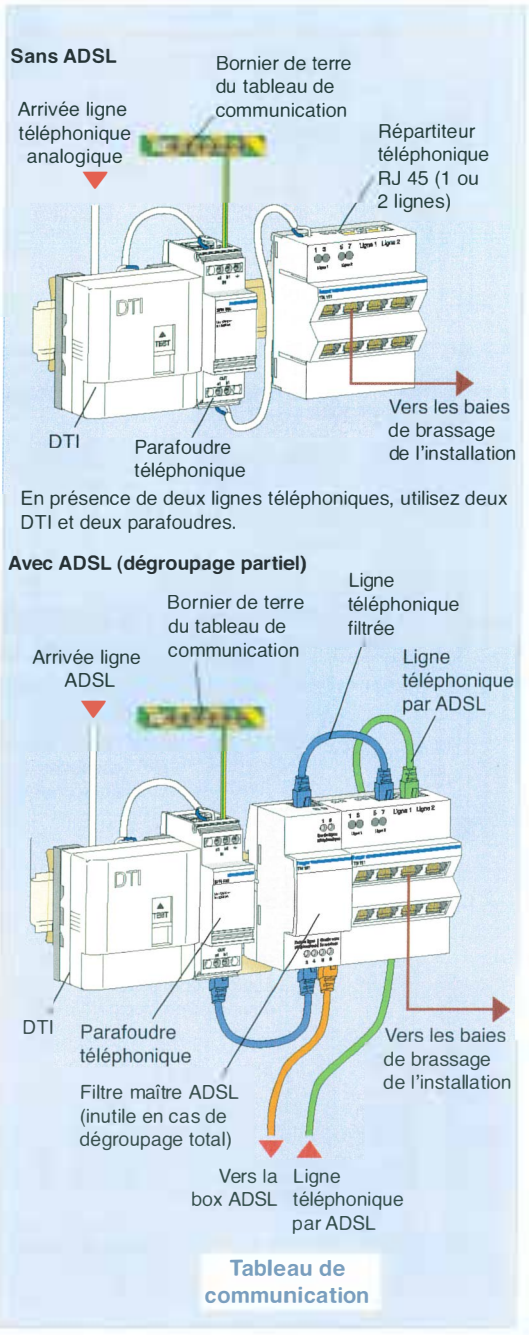


Figure 272 : Les parafoudres pour circuits de communication

sente dans le tableau de communication. En cas d'impact de foudre, l'appareil peut être endommagé. Sa fin de vie est signalée par un voyant mécanique ; il convient alors de le remplacer.

Les circuits de puissance

Dans cette section sont traités les modes de raccordement des circuits de puissance, c'est-à-dire les circuits qui consomment le plus d'énergie.

Certains schémas ne sont donnés qu'à titre indicatif. En effet, dans le domaine des régulations de chauffage, par exemple, la variété de modèles disponibles sur le marché ne permet pas d'établir un schéma type. Vous pouvez néanmoins vous en inspirer en fonction du modèle dont vous disposez.

Les prises de courant

Seules les prises disposant d'un contact pour le conducteur de protection (terre) sont autorisées (figure 273). Les prises normalisées sont équipées d'un système qui obstrue les alvéoles en cas de non-utilisation pour éviter toute introduction d'objets par un enfant (pour toutes les prises d'un courant assigné inférieur ou égal à 32 A). Depuis 2004, la norme exige ce type de prises avec obturation. Seules les prises de type rasoir avec transformateur de séparation sont dispensées de ces obligations.
Les socles de prise de courant ne doivent pas pouvoir se séparer de leur support et rendre accessibles les bornes des conducteurs d'alimentation. C'est pourquoi depuis 2004, les prises de courant à fixation par griffes sont interdites.

La hauteur d'installation des prises est également normalisée :
- les prises 16 A + terre et 20 A + terre sont installées de façon que la distance entre l'axe des alvéoles et le sol soit au minimum de 5 cm ;
- les prises 32 A + terre sont installées à un minimum de 12 cm du sol par rapport à l'axe de leurs alvéoles.

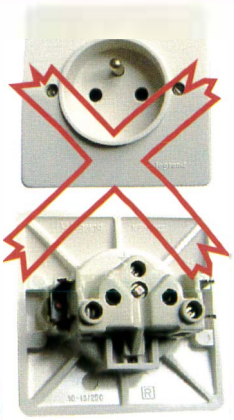
Ces valeurs sont minimales : vous pouvez les placer plus haut. Dans une installation encastrée, installer les prises à 25 ou 30 cm du sol facilite leur utilisation.
Pour les logements soumis à l'accessibilité aux personnes handicapées, l'axe des prises de courant doit être situé à une hauteur inférieure ou égale à 1,30 m. Une installation entre 0,40 et 1,30 m est un bon compromis. Ces dispositions prévoient également une prise supplémentaire à l'entrée de chaque pièce de vie, située au niveau de l'interrupteur de commande de l'éclairage, à une hauteur comprise entre 0,90 et 1,30 m.
Comme tous les circuits, les circuits alimentant des prises de courant sont protégés à leur origine par un DDR ou dispositif différentiel à haute sensibilité (30 mA) de type AC. Les circuits de prises de courant spécialisés dédiés à la plaque de cuisson, au lave-linge et appareils de même type doivent être protégés par un DDR 30 mA de type A.
Attention : l'installation de prises de courant dans les salles d'eau est réglementée (voir page 216).
La norme prévoit un nombre minimal de socles de prises de courant pour chaque pièce. Pour connaître ce nombre, reportez-vous aux paragraphes relatifs à chaque pièce.
Lorsque les prises de courant sont fixées sur des goulottes ou des plinthes, elles doivent être solidaires de leur socle.

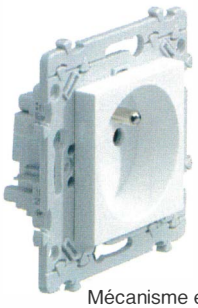
Les prises de courant

Les prises de courant normalisées

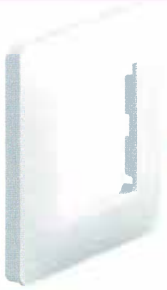
Exemple de prise à fixation par vis

Prise 2 pôles
10 / 16 A + terre





Mécanisme et plaque



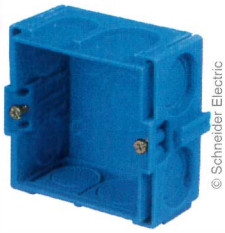
Enjoliveur



Les prises doivent être équipées de dispositifs d'obturation des alvéoles

Depuis le 01/06/2004 les prises de courant à fixation par griffes sont interdites pour le neuf ou la rénovation. Vous ne pouvez les utiliser qu'en dépannage en remplacement d'une prise de même type.

Exemples de boîtes d'encastrement pour appareillage à fixation à vis

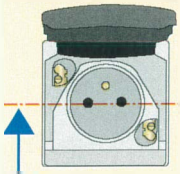


© Schneider Electric



Hauteur minimale d'installation des socles des prises de courant

Prise étanche installée en extérieur ou dans une cave



Prise de courant supplémentaire située à l'entrée des pièces de l'unité de vie (côté intérieur) pour les logements visés par l'accessibilité aux personnes handicapées



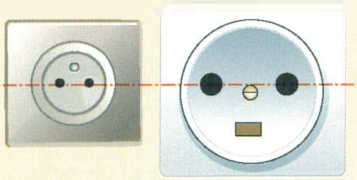
Prises 32 A 2P + T



Entre 0,90 et 1,30 m

≥ 1 m

Prises encastrées ou en saillie
10/16 A 2P + T et 20 A 2P + T



≥ 12 cm

≥ 5 cm

Sol fini

Figure 273 : Les prises de courant normalisées

Au moins un socle de prise de courant doit être installé près de chaque prise de communication (ou télévision ou téléphone). De même, la GTL doit comporter au minimum deux prises de courant pour pouvoir alimenter des appareils de communication (généralement installées dans le tableau de communication).
Lorsqu'une prise est placée à l'extérieur, il est conseillé d'installer, à l'intérieur de l'habitation, un dispositif de coupure (par exemple, un interrupteur bipolaire) couplé à un voyant de signalisation.
Il est judicieux d'installer les prises extérieures ou dans les sous-sols et caves à une hauteur minimale de 1 m.

Les prises de courant peuvent être encastrées (pose dans des boîtiers d'encastrement munis de vis) ou posées en saillie selon le type d'installation. Elles peuvent comprendre plusieurs éléments : mécanisme, platine de fixation et enjoliveur.

Les prises de courant non spécialisées

Les prises de courant 16 A - 2 P + T

Chaque circuit de prises 16 A peut alimenter au maximum (figure 274) :
– 8 socles 16 A 2P + T si la section des conducteurs d'alimentation est réalisée en 1,5 mm^2 ;
– 12 socles 16 A 2P + T si la section des conducteurs d'alimentation est de 2,5 mm^2.
Un circuit dédié doit alimenter le circuit de 6 socles 16 A 2P + T de la cuisine (équipement minimal). Ce circuit doit être réalisé avec des conducteurs de 2,5 mm^2 et protégé par un disjoncteur divisionnaire de 20 A au maximum. Si des prises supplémentaires sont prévues dans la cuisine, elles peuvent être reprises sur d'autres circuits. Le décompte des prises installées dans un même boîtier établi sous l'ancienne version de la norme n'a plus cours. Depuis l'amendement A5, chaque socle est décompté. Ainsi, une prise double compte pour deux socles (figure 275). Étant donné que l'amendement A5 a augmenté le nombre de socles possibles par circuit, il y a pratiquement équivalence avec l'ancienne méthode de décompte.

S'il est alimenté par des conducteurs de 1,5 mm^2 de section, un circuit de prises de courant est protégé contre les courts-circuits et les surintensités par un disjoncteur divisionnaire de 16 A maximum. S'il est alimenté par des conducteurs de 2,5 mm^2 de section, un circuit de prises de courant est protégé contre les courts-circuits et les surintensités par un disjoncteur divisionnaire de 20 A.
Respectez le code couleur pour les conducteurs :
- bleu pour le neutre ;
- bicolore (vert et jaune) pour le conducteur de protection (terre) ;
- toutes couleurs pour la phase, sauf celles citées précédemment ainsi que le vert et le jaune. Généralement, on utilise le rouge, le noir ou le marron.

Dans la mesure du possible, raccordez le neutre sur l'alvéole de gauche et la phase sur celle de droite (vue de face). Respectez cette convention pour toute l'installation.

Attention, les prises commandées sont considérées comme des points d'éclairage et ne répondent pas à cette règle.

Les prises peuvent être reprises les unes sur les autres : c'est la technique du repiquage (figure 276).

L'alimentation des prises de courant

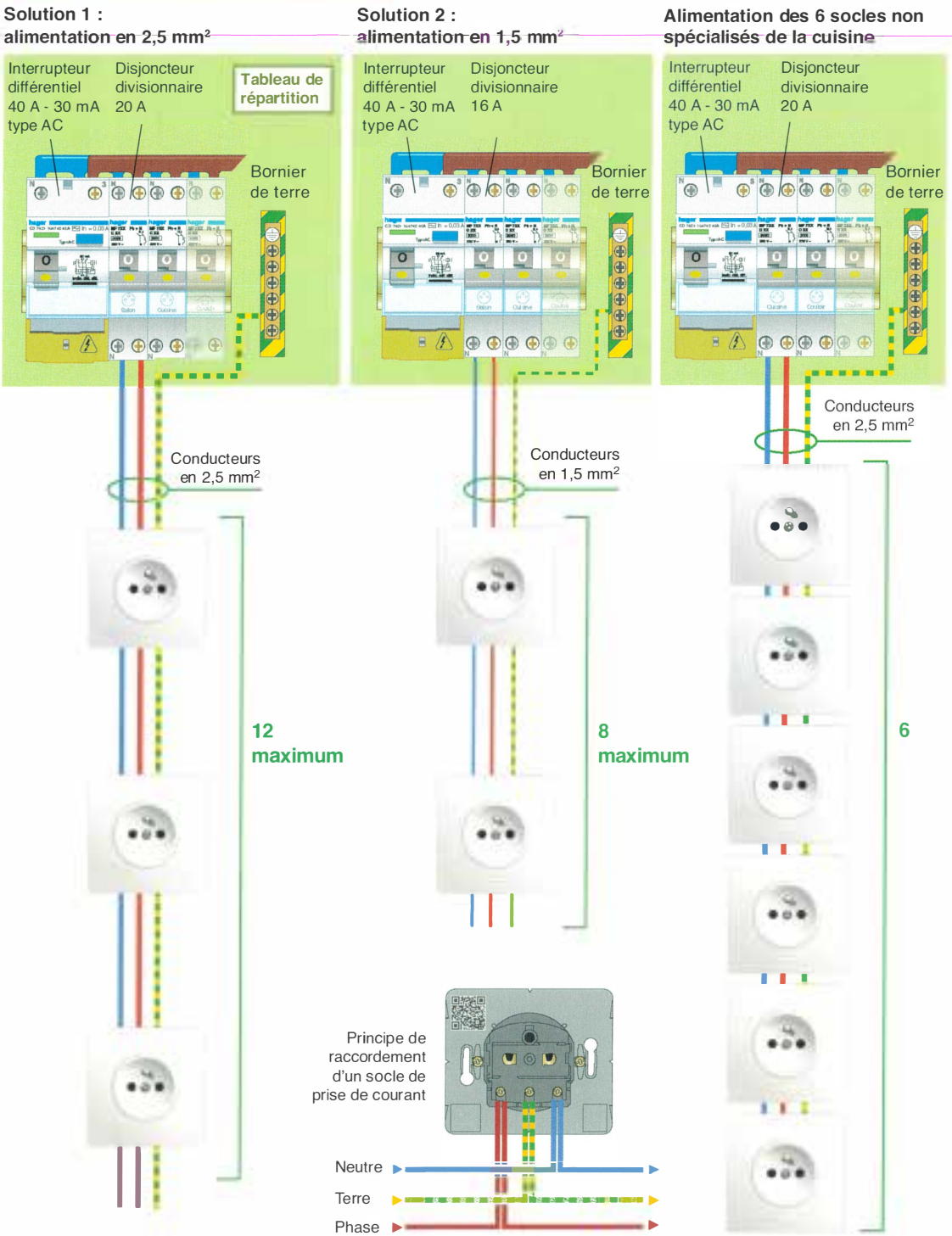


Figure 274 :
Le raccordement des prises directes

Décompte des prises de courant placées dans un même boîtier

Depuis l'amendement A5 de la norme NF C15-100, il n'y a plus de décompte spécial pour les socles de prises de courant installées dans un même boîtier. Chaque socle est pris en compte, qu'il soit individuel ou groupé dans un même boîtier.



Compte pour deux socles | Compte pour trois socles | Compte pour quatre socles

Figure 275 : L'équivalence des socles à prises multiples

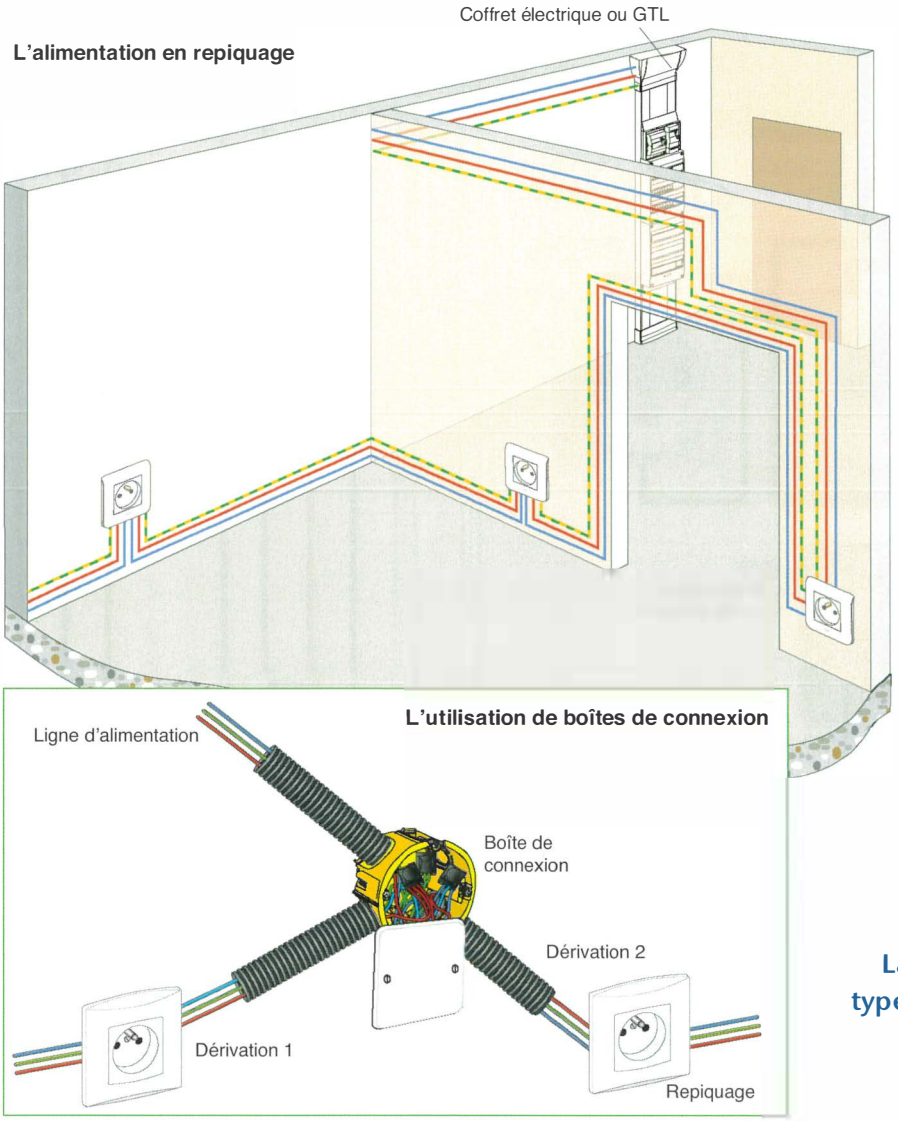


Figure 276 : La distribution type d'un circuit de prises

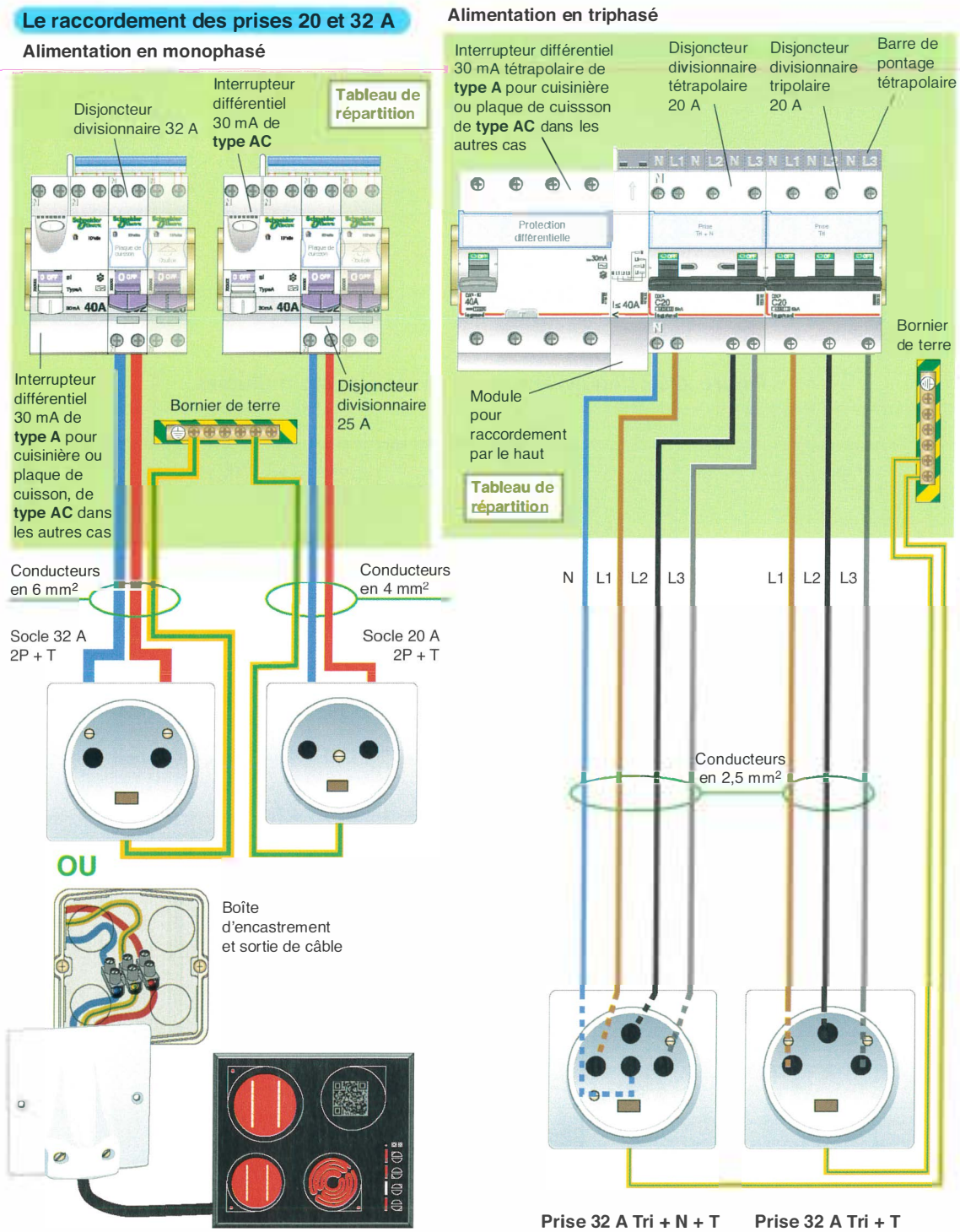


Figure 277 :
Le raccordement des prises 20 et 32 A en monophasé

Il est également possible de distribuer les circuits de prises de courant à partir de boîtes de dérivation.

Les prises 20 A et 32 A en monophasé

Il est autorisé d'alimenter uniquement une prise par circuit (figure 277).

Pour une prise 20 A + terre :

- outre le DDR 30 mA, il convient d'assurer une protection par un disjoncteur divisionnaire de 25 A ;
- les conducteurs employés doivent présenter au minimum une section de 4 mm^2.

Pour une prise 32 A + terre :

- la protection est assurée par un disjoncteur divisionnaire de 32 A ;
- les conducteurs ont une section de 6 mm^2 ;
- dans le cas où la prise 32 A est destinée au raccordement d'une plaque de cuisson ou d'une cuisinière électrique, l'interrupteur différentiel doit être de type A. Dans les autres cas, il peut être de type AC.

Les prises 32 A en triphasé

Bien que le triphasé ne soit plus très utilisé dans les installations domestiques, la figure 277 illustre le raccordement d'une prise 32 A en triphasé et en triphasé plus neutre. En effet, certains appareils nécessitent la présence du neutre. La protection des personnes est assurée par un DDRHS de 30 mA tétrapolaire, et une protection contre les surintensités et les courts-circuits assurée par un disjoncteur divisionnaire tripolaire de 20 A.

Pour une prise en triphasé plus neutre, la protection contre les courts-circuits et les surintensités est assurée par un disjoncteur divisionnaire tétrapolaire de 20 A. Les conducteurs d'alimentation ont une section de 2,5 mm^2.

Les prises commandées

Le principe consiste à commander le conducteur de phase par un interrupteur, de façon à assurer la mise en fonction et l'arrêt de l'appareil raccordé sur la prise (lampadaire ou lampe de chevet) par l'intermédiaire d'un interrupteur (figure 278). Il est conseillé de différencier les prises commandées au moyen d'adhésifs de repérage, afin de ne pas y raccorder des appareils non prévus (aspirateur, par exemple).

En complément du DDR 30 mA, la protection contre les surintensités et les courts-circuits est assurée par un disjoncteur divisionnaire de 16 A. Les conducteurs doivent avoir une section de 1,5 mm^2. Les socles de prises de courant commandées sont considérés comme des points d'éclairage fixes. Ils sont donc alimentés par les circuits d'éclairage de l'installation. Un interrupteur peut commander au maximum deux socles de prise de courant à condition qu'ils soient situés dans la même pièce. Pour commander plus de deux socles, il faut installer un télérupteur. Chaque prise de courant commandée compte pour un point d'utilisation.

Il est possible de commander individuellement deux socles situés dans une même pièce grâce à un commutateur double allumage. De même, ils peuvent être commandés par un va-et-vient.

La figure 278 présente également le positionnement conventionnel de la touche d'un interrupteur simple : on appuie vers le bas pour allumer et vers le haut pour éteindre. Cette disposition n'est pas possible avec un va-et-vient. La figure 279 présente un exemple d'implantation de prise commandée. Les conducteurs de neutre et de terre vont directement à

Les prises de courant commandées

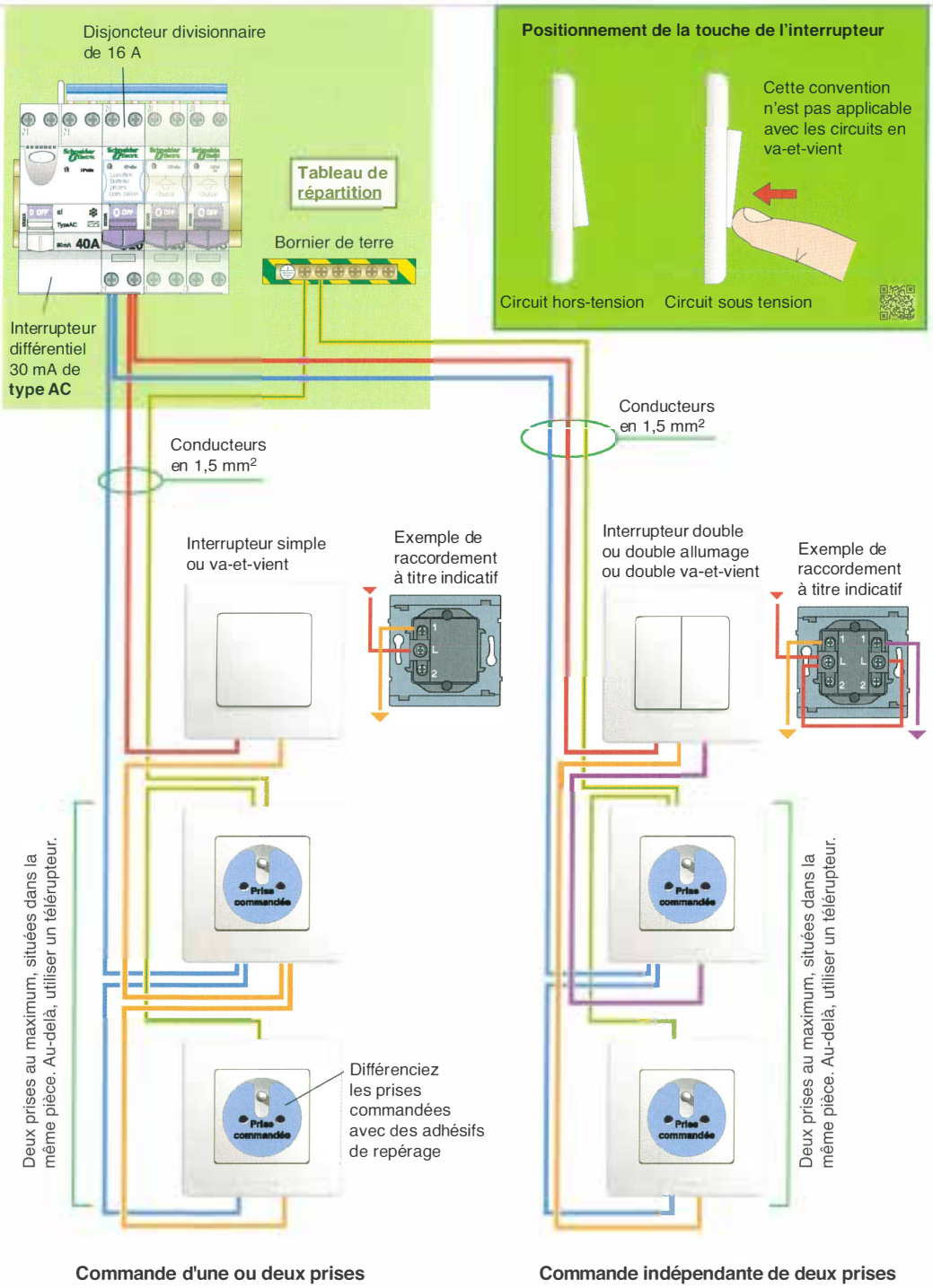


Figure 278 : Le raccordement d'une prise commandée

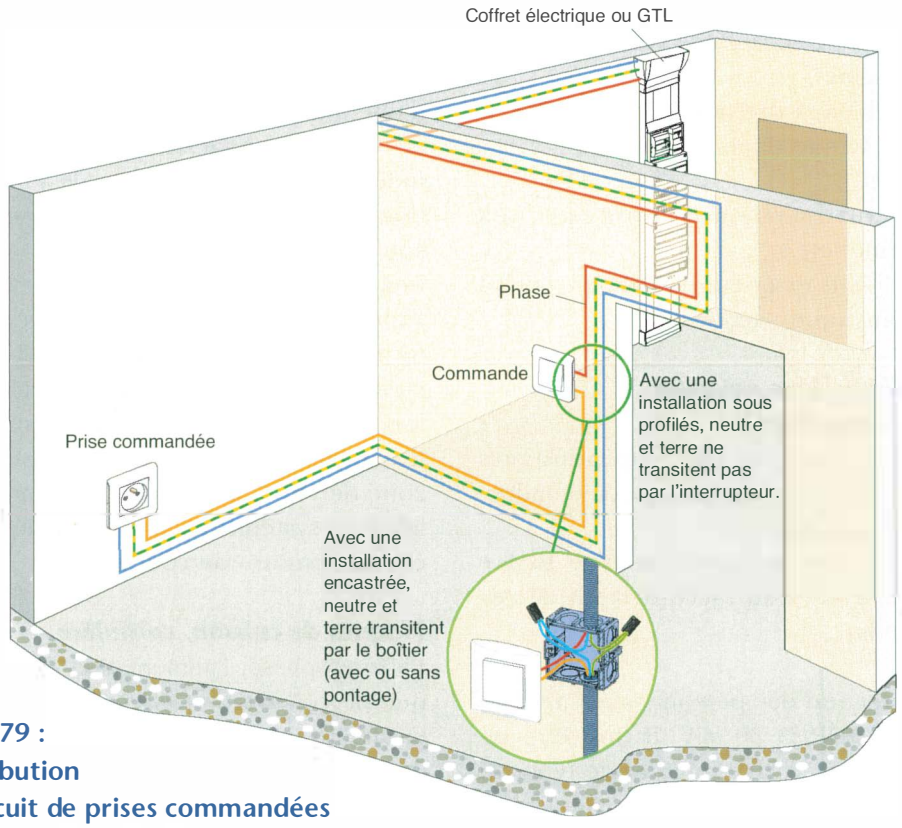


Figure 279 : La distribution d'un circuit de prises commandées

la prise. Dans le cas d'une installation encastrée, il est possible de reprendre les connexions de ces conducteurs dans le boîtier de l'interrupteur.

Les prises et les circuits spécialisés

Chaque appareil électroménager de forte puissance doit être alimenté par un circuit spécialisé. Un circuit spécialisé est raccordé seul sous un dispositif de protection qui lui est réservé et alimente directement la prise de courant ou l'appareil. Aucun piquage ne doit être effectué sur ce circuit. La norme prévoit un minimum de quatre de ces circuits spécialisés : un pour l'alimentation de la cuisinière ou de la plaque de cuisson électrique (même si une autre énergie est prévue) et trois circuits spécialisés de 16 A en prévision de l'alimentation d'appareils tels que le lave-linge, le lave-vaisselle, le sèche-linge, le four et le congélateur. Pour un logement de type T1, la norme requiert trois circuits spécialisés, un de 32 A et deux de 16 A. Pour l'alimentation de la plaque de cuisson, prévoyez une prise de courant ou une boîte d'encastrement avec sortie de fil de 32 A en monophasé et 20 A en triphasé. D'autres applications requièrent également des circuits spécialisés :

- les chauffe-eau électriques ;
- la chaudière et ses auxiliaires ;
- la pompe à chaleur ;
- la climatisation ;
- les convecteurs et appareils de chauffage électrique ;

- l'appareil de chauffage des salles d'eau ;
- la piscine ;
- les tableaux divisionnaires ;
- les volets roulants électriques ;
- la VMC ;
- les automatismes domestiques (alarme, etc.) ;
- les circuits extérieurs (éclairage, portail automatique, etc.).

Lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge, four

Chacun des circuits indépendants (figure 280) est alimenté avec des conducteurs de 2,5 mm^2.
Ils alimentent des prises de type 16 A + terre réservées au raccordement de ces appareils.

La protection des personnes est assurée par un DDRHS 30 mA. Il doit être de type A pour le lave-linge et de type AC pour les autres appareils. La protection contre les courts-circuits et les surintensités est assurée par un disjoncteur divisionnaire de 20 A.
Il est conseillé de différencier les prises des circuits spécialisés au moyen d'adhésifs de repérage, afin de ne pas y raccorder des appareils non prévus. Vous devez déterminer leur emplacement exact avant la réalisation de l'installation.

Les fours à micro-ondes peuvent être raccordés sur n'importe quelle prise 16 A + terre, leur consommation n'étant pas excessive.

Congélateur, informatique

L'alimentation du congélateur est réalisée avec des conducteurs de 2,5 mm^2, par l'intermédiaire d'une prise de courant de type 16 A + terre.
La protection contre les surcharges, les courts-circuits, et la sécurité des personnes sont assurées par un disjoncteur différentiel 30 mA à immunité renforcée d'une intensité nominale de 20 A. Ainsi, la ligne du congélateur sera protégée indépendamment du reste de l'installation, ce qui évitera autant que possible son arrêt.
Cette solution convient également pour l'alimentation de circuits dédiés à l'informatique. Elle n'est applicable que si l'emplacement de l'appareil est défini lors de la réalisation de l'installation. Si le congélateur est installé en dehors de la zone de vie, il peut être judicieux d'installer un système d'alarme spécifique, en cas de coupure de courant.

Plaques de cuisson, cuisinière

En monophasé, l'alimentation d'une plaque de cuisson tout électrique ou d'une cuisinière est réalisée avec des conducteurs de 6 mm^2. La protection est identique à celle d'un circuit d'alimentation d'une prise 32 A (en monophasé).
Le raccordement à l'installation est effectué soit :

- par une prise de courant de 32 A et la fiche correspondante ;
- par une sortie de câble de caractéristiques identiques.

La sortie de câble est la plus utilisée, car elle évite les nombreuses connexions intermédiaires (comme dans le cas d'une prise et d'une fiche 32 A) et limite ainsi les risques de panne. En effet, ces appareils sont de gros consommateurs d'énergie et la moindre connexion mal réalisée serait très vite soumise à un échauffement qui entraînerait la destruction de la prise. Rappelons que cette alimentation doit être prévue dans l'installation, même si vous utilisez une autre énergie pour la cuisson. Si vous utilisez une cuisinière à gaz, prévoyez, en plus de la sortie de

Les circuits de prises spécialisés

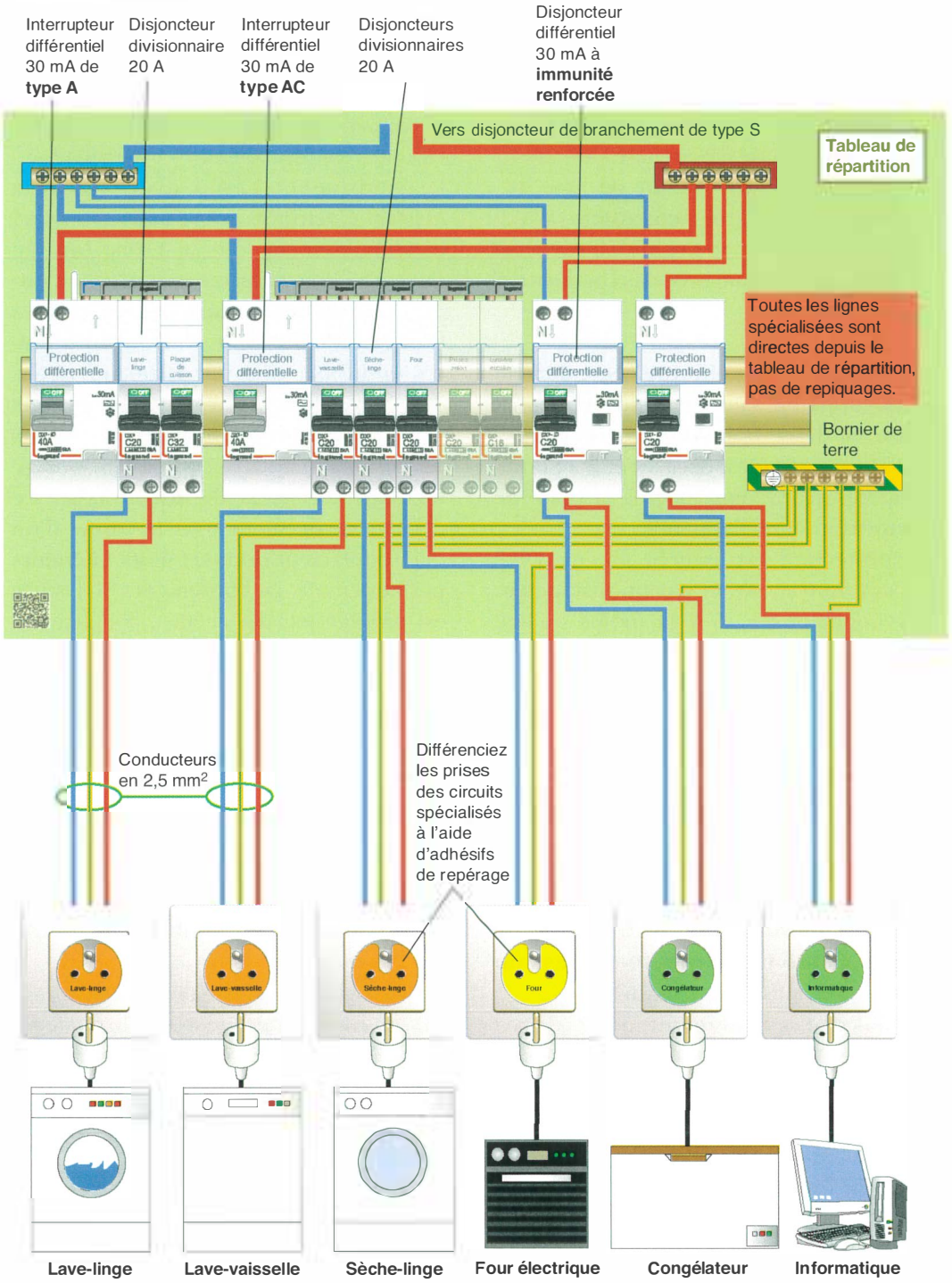


Figure 280 : Les circuits prises spécialisés

fil 32 A, une prise 10/16 A + terre pour l'alimentation des éléments électriques de la cuisinière (éclairage, tournebroche, allumage automatique des brûleurs…).

La chaudière

La protection des personnes est assurée par un DDRHS 30 mA de type AC. L'alimentation d'une chaudière à gaz (figure 281) ou d'une pompe à chaleur est réalisée au minimum avec des conducteurs de 1,5 mm^2.

Le raccordement s'effectue généralement dans l'appareil, sans l'intermédiaire d'une prise ou d'une boîte de raccordement.
Si l'alimentation est encastrée, le conduit pénètre directement jusqu'à la boîte de connexion dans l'appareil.
La protection est assurée par un DDR 30 mA de type AC et par un disjoncteur divisionnaire de 16 A (à moins qu'une intensité nominale inférieure ne soit recommandée par le fabricant).

Le chauffe-eau électrique à accumulation

La protection des personnes est assurée par un DDR 30 mA de type AC. La protection contre les surcharges et les courts-circuits est assurée par un disjoncteur divisionnaire de 20 A. La ligne d'alimentation du chauffe-eau est un circuit spécialisé en 2,5 mm^2.
Dans ce cas également, vous devez raccorder l'alimentation dans l'appareil (figure 281). Pour les règles d'implantation de l'appareil dans une salle d'eau, reportez-vous page 217.
Cette installation est valable pour un chauffe-eau électrique de petite capacité. Pour un appareil de grande capacité (à partir de 150 l), choisissez un abonnement double tarif afin de mettre l'appareil en chauffe uniquement la nuit, lorsque le prix du kWh est moins cher. Pour bénéficier de ce système et activer automatiquement la mise en chauffe de l'appareil lors du passage aux heures creuses, un contacteur jour/nuit est nécessaire. La figure 282 illustre le principe de fonctionnement du contacteur.
Le distributeur met à disposition un contact électrique, appelé aussi contact d'asservissement, qui se ferme lors du passage en heures creuses et qui s'ouvre lors du retour aux heures pleines (figure 283). Il peut se trouver à divers endroits : dans la partie inférieure des compteurs électroniques (contacts repérés C1 ou C2), dans un relais de télécommande, dans une horloge ou dans un relais de découplage. Ce dernier se présente sous la forme d'un petit contacteur dont les plots inférieurs permettent le raccordement. Si l'accès est protégé par des scellés, contactez le distributeur. En règle générale, lors de l'installation d'un abonnement en double tarif, le distributeur laisse les deux fils aboutissant à ce contact en attente. Les nouveaux compteurs électroniques, destinés à remplacer tous les compteurs existants, disposent également d'un contact d'asservissement repéré (C1/C2). Ce contact est présent sur les modèles monophasés et triphasés (figure 284).

Le contact d'asservissement ne supporte pas de fortes intensités : on doit utiliser un contacteur. Le circuit de commande du contacteur (bobine) consomme une faible intensité. Il peut donc être commandé directement par le contact d'asservissement. En revanche, le circuit de puissance du contacteur est adapté à la puissance nécessaire au chauffe-eau.

La bobine du contacteur doit être protégée. Pour ce faire, on utilise un dis-

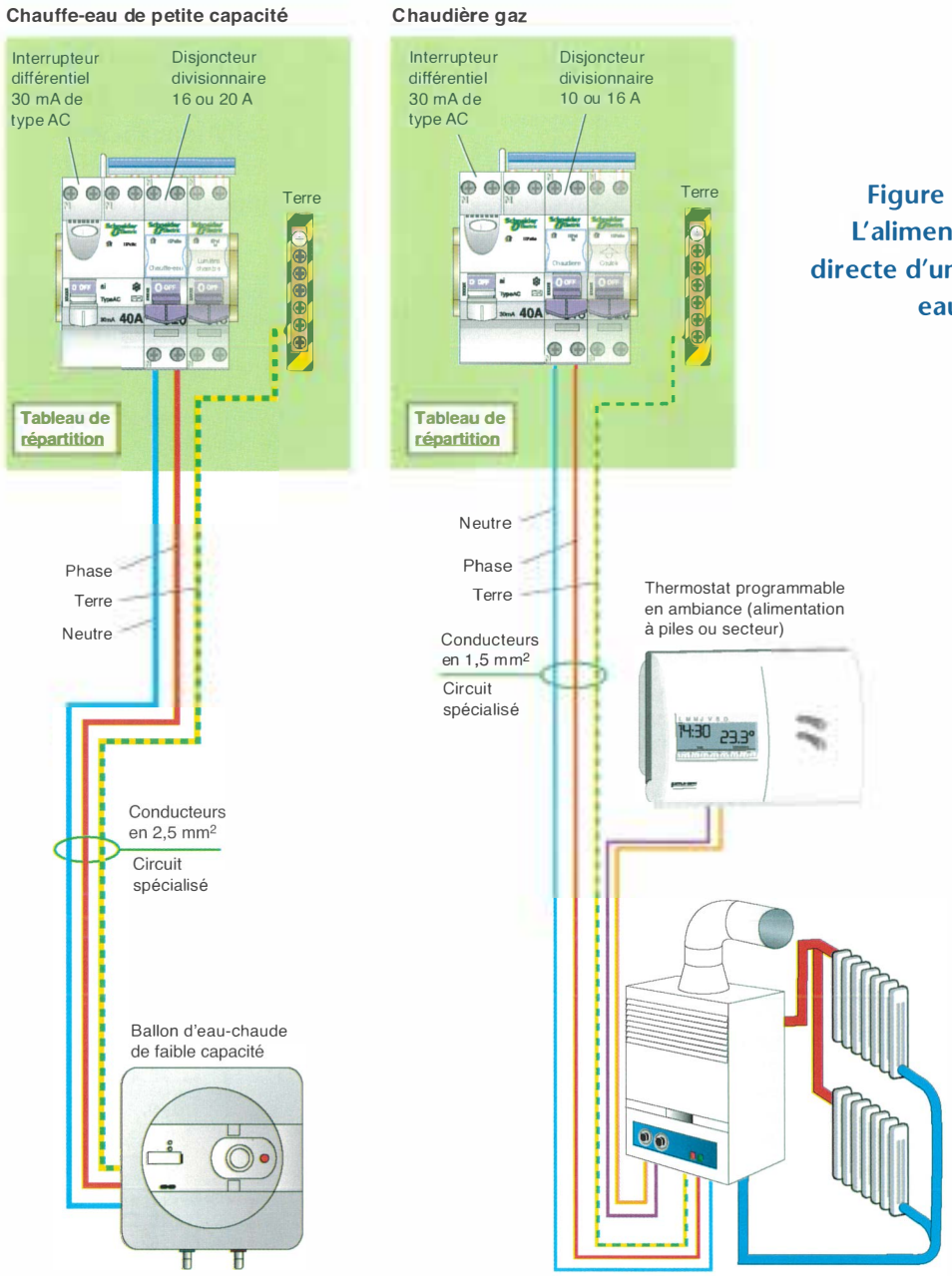


Figure 281 : L'alimentation directe d'un chauffe-eau

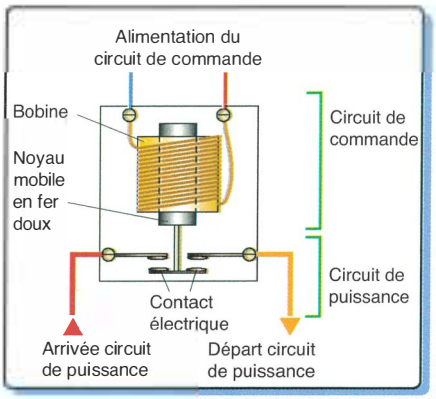
joncteur divisionnaire de 2 A. Le raccordement du circuit de commande est réalisé en 1,5 mm², celui du circuit de puissance (alimentation du chauffe-eau) en 2,5 mm². Le contacteur se place entre la sortie du disjoncteur divisionnaire et le chauffe-eau. L'alimentation est raccordée sur le haut du contacteur, le départ vers le chauffe-eau par le bas.

Les contacteurs prévus pour la commande du chauffe-eau disposent en outre d'une commande manuelle permettant

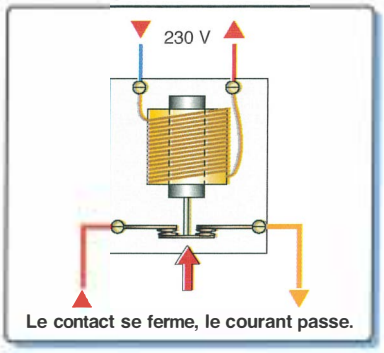
la mise en marche forcée aux heures pleines, l'arrêt total ou le fonctionnement automatique.

Le reste du raccordement est identique à celui d'un chauffe-eau raccordé en direct.

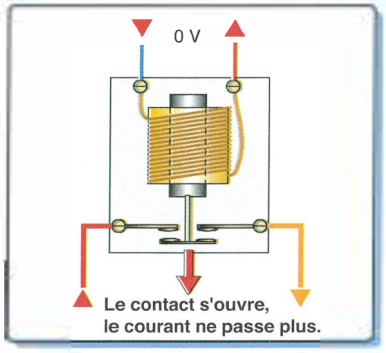
Si vous disposez d'un double tarif mais d'un circuit d'alimentation du chauffe-eau qui n'est pas indépendant (dans le cas d'une installation ancienne), il est possible d'intercaler une horloge électrique sur l'alimentation de celui-ci. Il



Un contacteur est une sorte d'interrupteur commandé électriquement. Il se compose d'une bobine en fil de cuivre isolé, à l'intérieur de laquelle coulisse un cylindre (noyau) en fer doux.
Ce cylindre est relié mécaniquement à un ou plusieurs contacts électriques.
Ces contacts peuvent être à fermeture (ils ferment le circuit et le courant passe) ou à ouverture (ils ouvrent le circuit et le courant ne passe plus).
Un même contacteur peut posséder plusieurs contacts à ouverture et à fermeture.



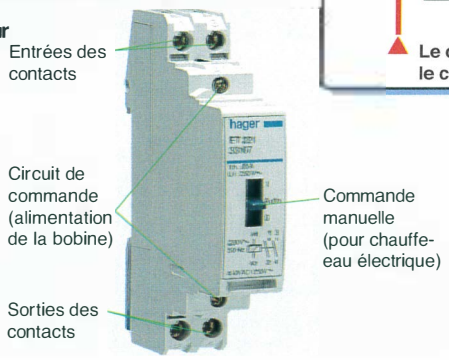
Lorsqu'on alimente la bobine (en 230 V, dans notre exemple), par effet magnétique le noyau est attiré vers le haut et le contact s'établit (le circuit est fermé).
Le circuit permettant d'alimenter la bobine est appelé circuit de commande. La tension de ce circuit n'est pas forcément de 230 V : il est possible de trouver des bobines en 12 V et 24 V.
Le circuit où s'établit le contact est appelé circuit de puissance car il permet de faire passer des intensités plus grandes que dans le circuit de commande dont il est électriquement indépendant.



Lorsque l'alimentation est coupée, le noyau reprend sa place (par un système de ressort) et le circuit est coupé.
Le contacteur, appelé aussi relais quand il gère de faibles intensités, trouve de nombreuses applications dans tous les automatismes (portes de garage automatiques, ascenceurs, etc.).
Il permet la commande à distance d'appareils.
Dans le cas du double tarif, le contact mis à disposition par EDF serait trop faible pour supporter le chauffe-eau il faut donc passer par l'intermédiaire d'un contacteur.

Figure 282 : Le principe de fonctionnement d'un contacteur

Exemple de contacteur modulaire pour chauffe-eau



L'alimentation d'un chauffe-eau en double tarif

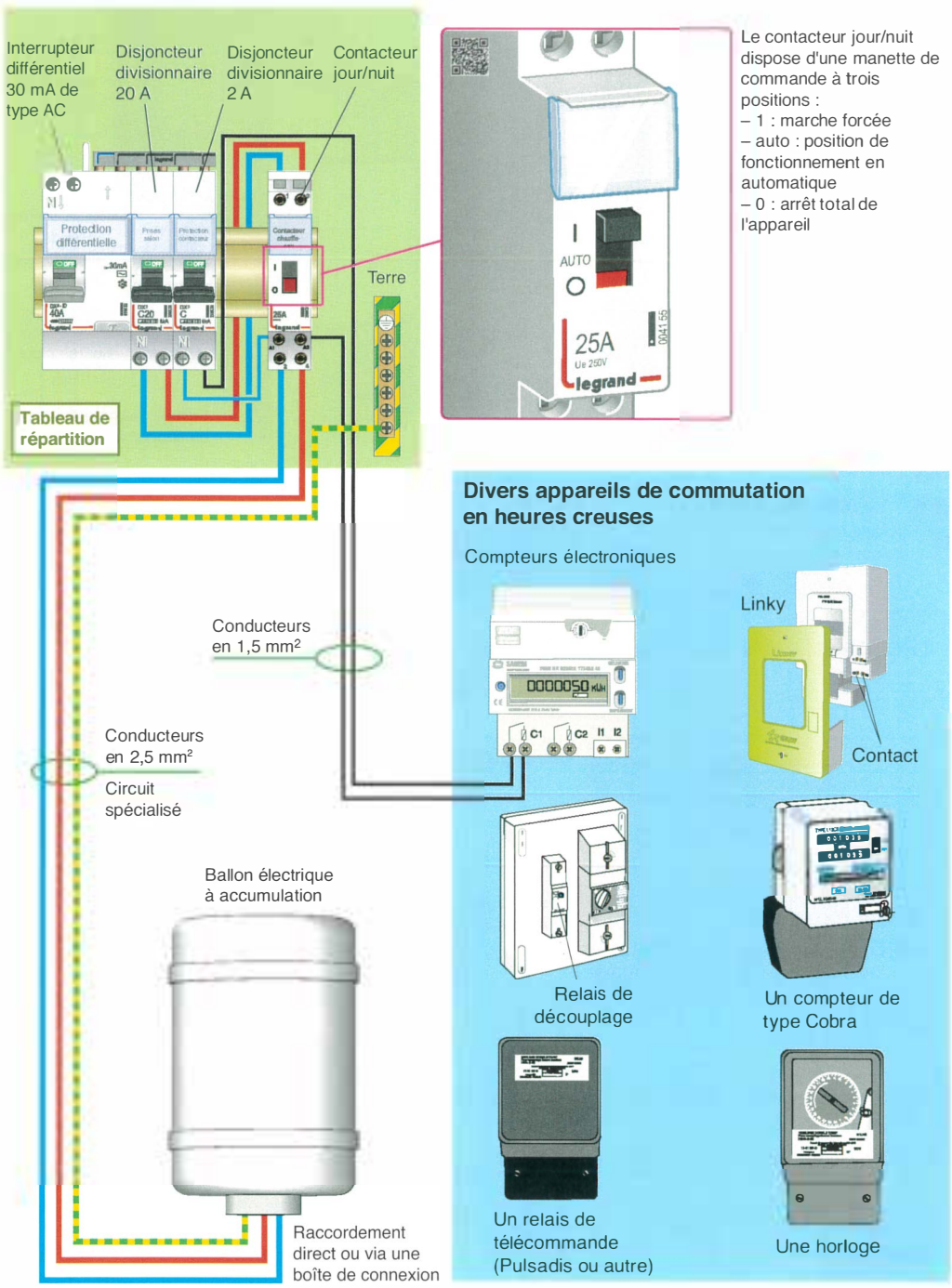


Figure 283 :
L'alimentation d'un chauffe-eau électrique en double tarif

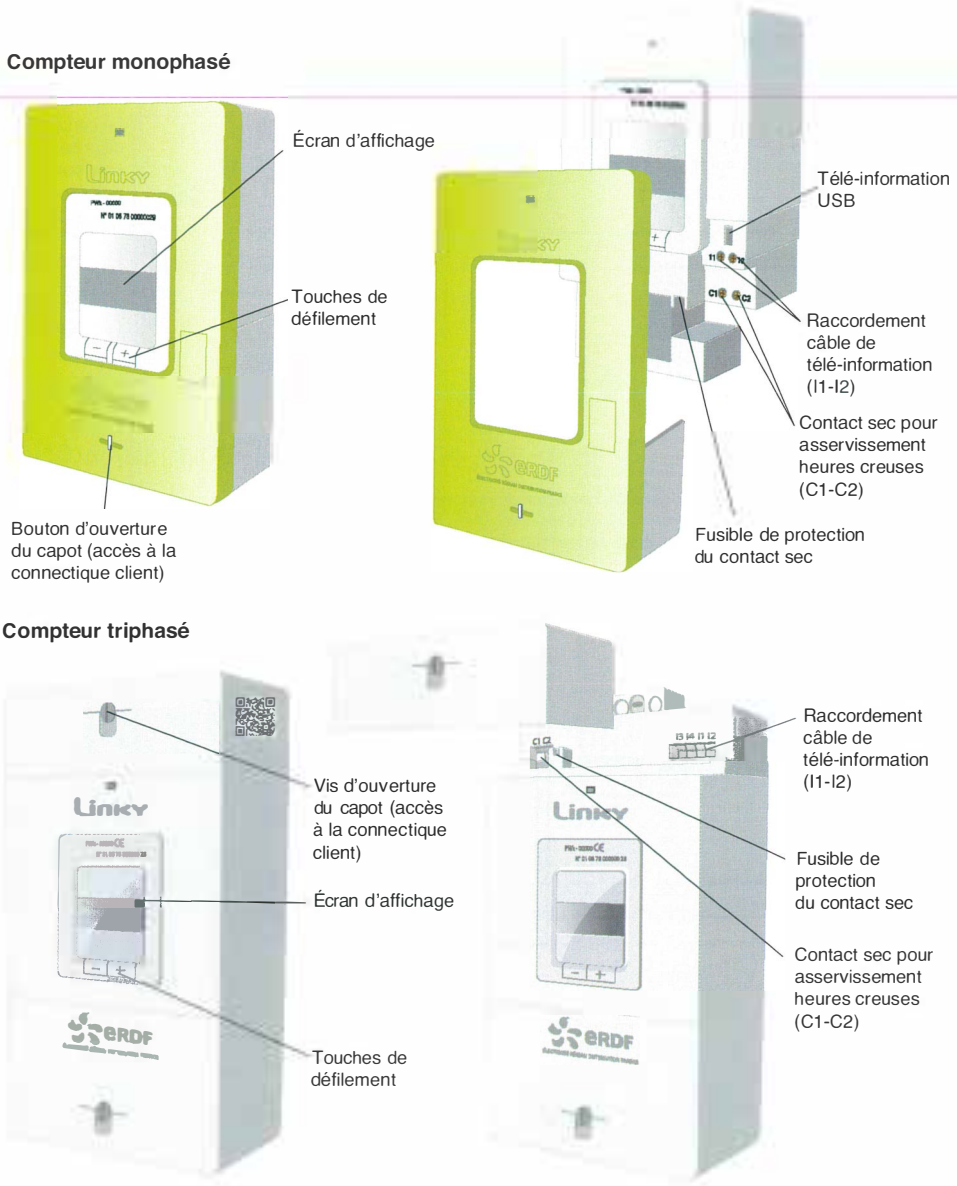


Figure 284 : Les compteurs électroniques intelligents

est nécessaire de la régler de telle façon qu'elle autorise le fonctionnement du chauffe-eau uniquement pendant les heures creuses. Vous bénéficiez ainsi d'un fonctionnement à un coût plus intéressant.

Les chauffe-eau thermodynamiques

Conséquence du respect de la RT 2012, la production d'eau chaude sanitaire en maison individuelle doit être assurée par une source d'énergie renouvelable. On peut avoir recours à un chauffe-eau solaire individuel (CESI), un chauffe-eau thermodynamique, un réseau de chaleur, une chaudière mixte à micro-cogénération ou faire appel à une contribution des énergies renouvelables du bâtiment.

La solution du chauffe-eau thermodynamique représente un moyen pratique

et permettrait selon les fabricants des économies d'énergie jusqu'à 70% par rapport à un chauffe-eau à accumulation électrique normal (sur le poste de production d'eau chaude sanitaire).
Un chauffe-eau thermodynamique est un chauffe-eau électrique à accumulation couplé à une petite pompe à chaleur qui puise l'énergie dans l'air ambiant (ou extérieur) et la transforme en chaleur (aérothermie). Cette chaleur est transmise au ballon grâce à un condenseur (échangeur thermique) plongé dans la cuve (figure 285). Un appoint éventuel est assuré par une résistance électrique (comme dans le cas du chauffe-eau classique). La pompe à chaleur est généralement efficace pour une plage de températures de - 5 à + 35 °.

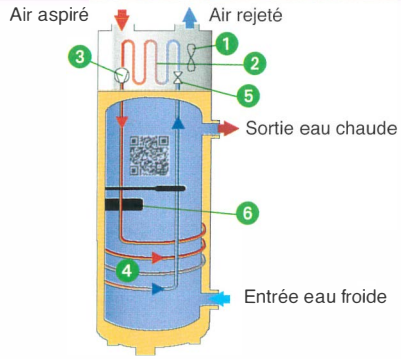
Les chauffe-eau thermodynamiques sont disponibles dans trois technologies : fonctionnement sur air ambiant, sur air extérieur ou sur air extrait, qui permettent de répondre à tous les cas de figure.
Un chauffe-eau thermodynamique fonctionnant sur air ambiant est prévu pour être installé dans un local hors gel (température minimale 5 °C), non chauffé et bien isolé des pièces voisines chauffées, comme un garage, une buanderie, une pièce semi-enterrée ou une cave ventilée. Le volume de ce local ne doit pas être inférieur à 20 m^3.
Les calories émises par les appareils électroménagers ou le moteur encore chaud de la voiture sont ainsi récupérées par la pompe à chaleur. Celle-ci assure également un rôle de désuhumidificateur.
Une variante de ce système consiste à installer l'appareil dans un local non chauffé (cave, sous-sol, garage) mais avec une gaine (pour assurer le refoulement). La pièce doit également avoir un volume minimal de 20 m^3. Elle ne doit pas être le local d'une chaufferie équipée d'une chaudière à tirage naturel. La pièce sera mise en dépression et elle doit donc disposer d'une entrée d'air d'un diamètre d'au moins 160 mm qui, en hiver, accentuera le refroidissement du local.
Ce type de chauffe-eau ne doit pas puiser l'air dans le volume chauffé de l'habitation, il ne doit pas être raccordé à une VMC, ne pas être raccordé sur les combles, ne pas aspirer l'air frais à l'extérieur et le refouler à l'intérieur et ne pas être raccordé à un puits canadien.
La seconde technologie fait appel à des appareils utilisant l'air extérieur (aspiration et refoulement). Ils sont de deux types : soit un appareil raccordé avec des gaines, soit un appareil split.
Lorsque l'appareil est raccordé avec des gaines, il peut être installé dans le volume chauffé ou non. Les gaines doivent être isolées thermiquement pour éviter tout risque de condensation et il convient de respecter les longueurs maximales préconisées par le fabricant.

Le chauffe-eau thermodynamique split est constitué de deux éléments : la cuve et l'unité extérieure accueillant la pompe à chaleur. La cuve est installée dans le volume chauffé et peut être installée dans un volume plus restreint que les autres types (qui demandent au minimum une hauteur sous plafond de 2,10 à 2,30 m). De plus, l'unité extérieure comprenant le compresseur évite les désagréments sonores à l'intérieur de l'habitation. Ce qui n'est pas le cas des appareil précédents qui doivent être installés le plus loin possible des chambres.
La distance entre l'unité extérieure et la cuve est limitée selon les modèles (de 5 à 10 m en général). La pompe à chaleur peut être installée au sol

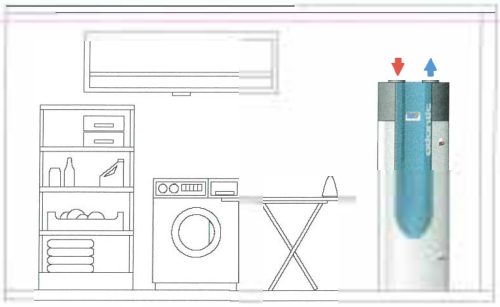
Les types de chauffe-eau thermodynamiques

Source Atlantic

Les chauffe-eau thermodynamiques monoblocs

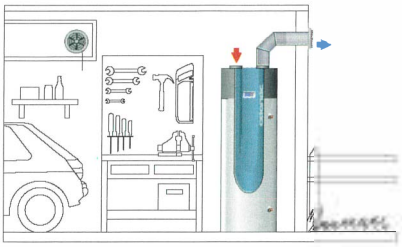


Aspiration et refoulement sur air ambiant



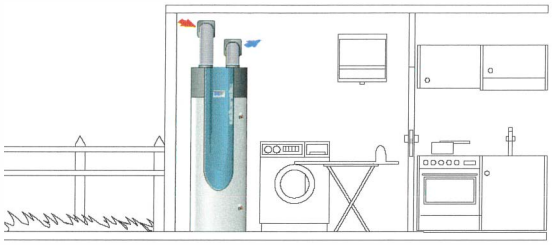
Cave, sous-sol, garage, grenier

Aspiration sur air ambiant et refoulement extérieur



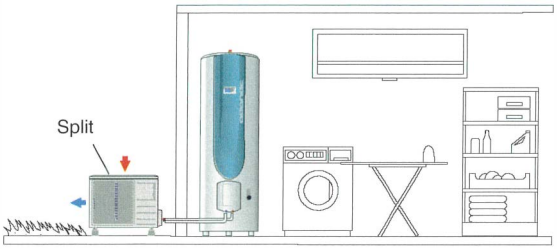
Cave, sous-sol, garage

Aspiration et refoulement sur air extérieur

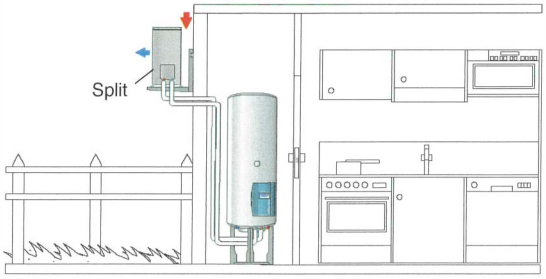


Buanderie, cellier

Les chauffe-eau thermodynamiques split sur air extérieur

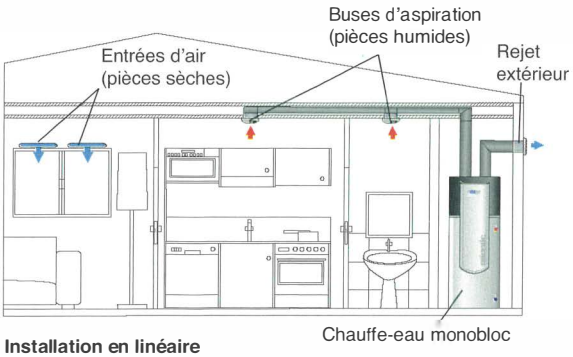


Installation sur socle

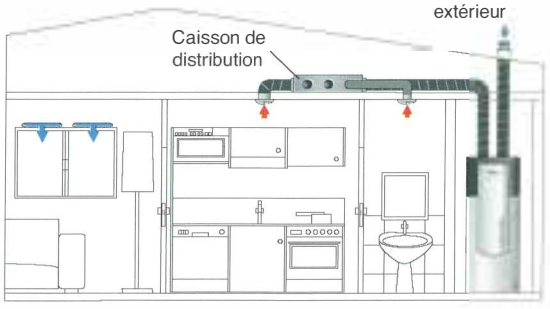


Installation murale

Les chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait (chauffe-eau et VMC)



Installation en linéaire



Installation en pieuvre avec caisson de distribution

Figure 285 : Les types de chauffe-eau thermodynamiques

sur un socle ou sur un support mural. Enfin, la dernière technologie d'appareil fonctionnant sur l'air extrait est en fait un combiné de chauffe-eau thermodynamique et d'une VMC simple flux. Il assure donc la production d'eau chaude du logement et la ventilation. Il est placé dans le volume habitable et est raccordé à un réseau de ventilation (soit en linéaire, soit avec un caisson de distribution). Ce système est très intéressant puisqu'il limite les déperditions thermiques créées par une VMC simple flux classique. L'air vicié et chaud est aspiré par les bouches d'extraction situées dans les pièces humides, dirigé vers la pompe à chaleur (dans des conduits isolés) qui en récupère les calories pour chauffer l'eau, puis rejeté refroidi à l'extérieur.

Les entrées d'air, comme pour une VMC simple flux classique, se font par des bouches situées dans les parties hautes des menuiseries des pièces sèches.
Le raccordement électrique est un peu différent de celui d'un chauffe-eau électrique à accumulation traditionnel (figure 286). En effet, le chauffe-eau thermodynamique doit être alimenté en permanence, tout comme les chauffe-eau de petite capacité. Dans ce cas, le raccordement est similaire : protection par un dispositif différentiel 30 mA, un disjoncteur divisionnaire 16 A, avec un circuit en 1,5 ou 2,5 mm^2 (phase, neutre et terre), selon les préconisations du fabricant. Dans ce cas, les conducteurs de raccordement du double tarif (heures creuses) du chauffe-eau sont laissés en attente.

Si vous disposez d'un double tarif, deux alimentations doivent être raccordées au chauffe-eau. Une permanente, comme indiqué, précédemment et une alimentation en 1,5 mm^2 (phase et neutre avec la phase commandée par les heures creuses) pour la commande heure creuses. Cette ligne est protégée par un disjoncteur divisionnaire de 2 A.
Selon les fabricants, plusieurs solutions pour cette ligne heures creuses sont préconisées. Soit vous utilisez directement le contact heures creuses du compteur électronique, soit vous utilisez un système de contacteur jour/nuit.
Pour l'existant, il est également possible d'utiliser un interrupteur horaire programmé sur les plages heures creuses afin de simuler le contact. On place alors les modules dans un tableau divisionnaire.

La ventilation

La ventilation est indispensable pour le confort et la salubrité d'une habitation. Elle crée des déperditions thermiques, mais offre une chaleur beaucoup plus homogène dans l'habitation et un air plus sain en évitant l'accumulation des polluants intérieurs.

La VMC (ventilation mécanique contrôlée)

C'est le système le plus utilisé en maison individuelle. Son installation est possible en appartement sous certaines conditions (possibilité d'évacuer l'air vicié) grâce à des modèles adaptés.
Le raccordement électrique est une ligne spécialisée en 1,5 mm^2. Il nécessite :

- une protection différentielle 30 mA de type AC ;
- un disjoncteur divisionnaire de 2 A.

L'intensité nominale du disjoncteur divisionnaire (2 A) peut être augmentée jusqu'à 16 A dans certains cas. Les VMC disposent de deux vitesses de

Exemples de raccordement de chauffe-eau thermodynamiques

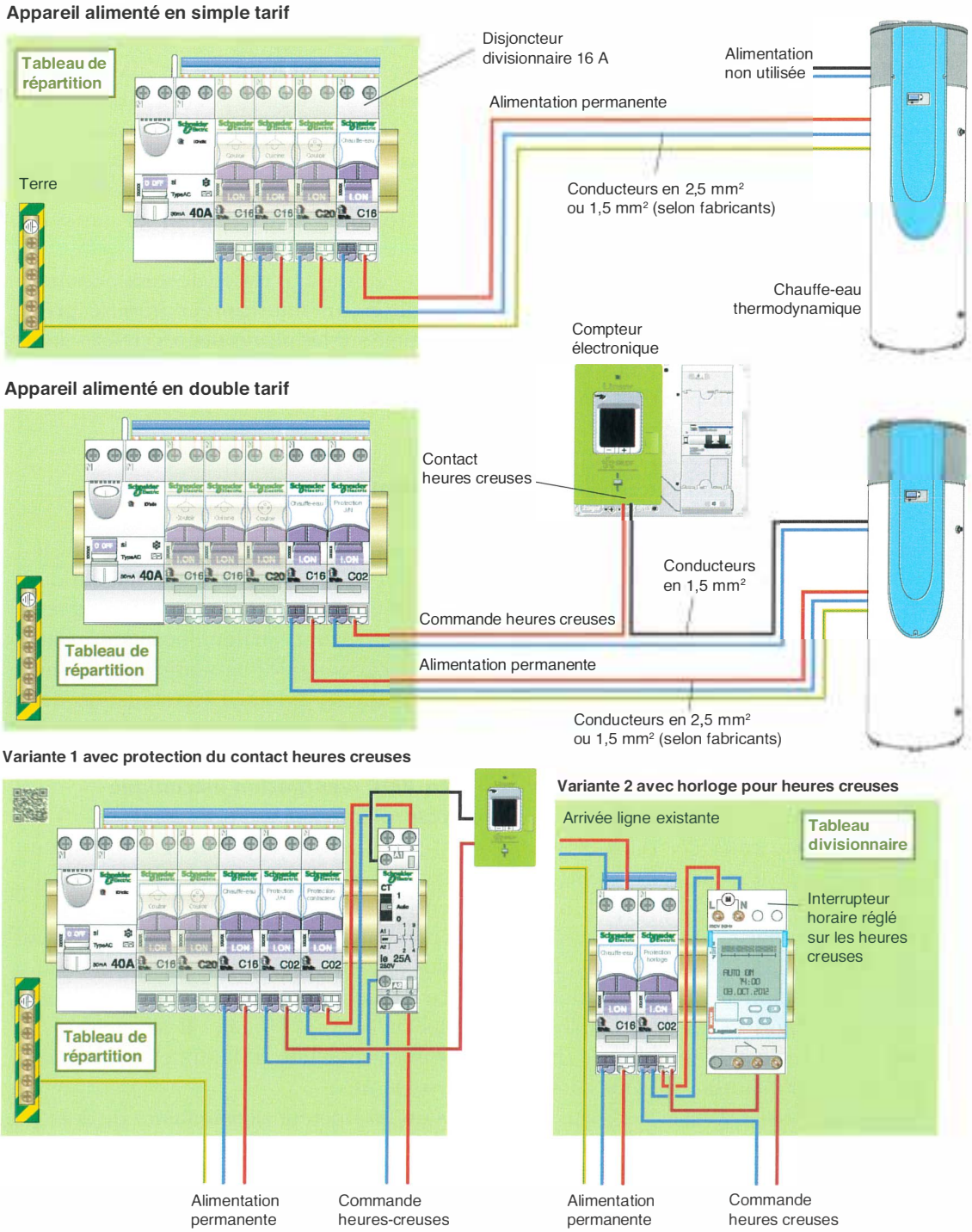


Figure 286 : Exemples de raccordement de chauffe-eau thermodynamiques

fonctionnement. Il est nécessaire de placer un commutateur afin de pouvoir sélectionner l'une ou l'autre des allures (figure 287).
Le commutateur peut être installé dans le tableau de répartition ou dans la cuisine afin de pouvoir passer en vitesse supérieure en cas d'émanation d'odeurs de cuisson ou de buée. Son raccordement est simple. Le conducteur de phase doit être permuté sur l'un ou l'autre des conducteurs d'alimentation pour obtenir la vitesse souhaitée. Le circuit d'alimentation de la VMC doit comporter un dispositif d'arrêt. Un disjoncteur divisionnaire peut assurer cette fonction. Le commutateur de commande ne doit pas disposer de la fonction arrêt, uniquement de l'inversion de vitesse.
Le schéma de raccordement présente une boîte de dérivation que vous pouvez installer dans les combles. Il est également possible d'effectuer tous les raccordements dans le tableau de répartition.
Certaines VMC sont hygroréglables, c'est-à-dire qu'elles adaptent automatiquement leur vitesse d'aspiration en fonction du taux d'humidité de l'air aspiré.

Le caisson de la VMC peut provoquer des vibrations. Étant donné que cet appareil doit fonctionner en permanence, bien que relativement silencieux, les vibrations qu'il engendre doivent être limitées au minimum. Il est conseillé de le suspendre à la charpente avec des fixations en caoutchouc ou des chutes de conducteurs électriques isolés de manière à ne pas transmettre le bruit.
Cependant, une bonne isolation avec des panneaux de laine de roche peut être suffisante.
Un caisson classique pour maison individuelle est pourvu de :
- quatre entrées de 80 mm de diamètre ;
- une entrée de 125 mm de diamètre ;
- une sortie de 150 mm de diamètre.

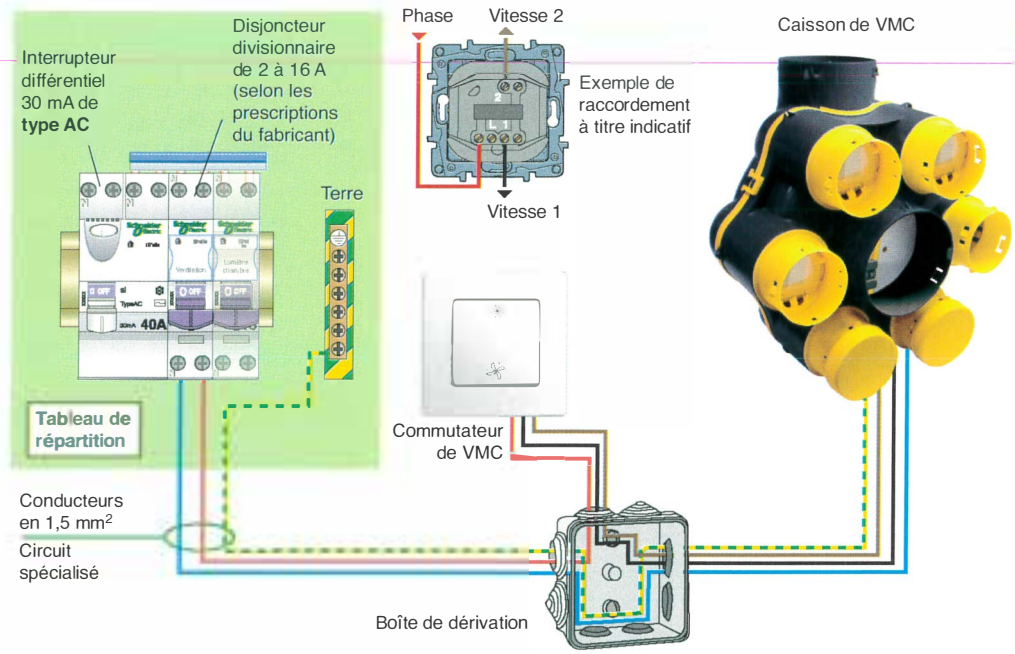
Les entrées de 80 mm de diamètre sont destinées aux salles d'eau et WC. L'entrée de 125 mm correspond à la cuisine et la sortie à l'évacuation en toiture. Vous trouverez dans le commerce des gaines en plastique ou en aluminium pour réaliser les raccordements. Fixez-les sur les ouvertures du caisson avec des colliers de serrage métalliques. Pour l'évacuation, utilisez un chapeau de toiture à installer à la place d'une tuile. Pour éviter l'accumulation d'eau due à la condensation, utilisez des conduits isolés ou veillez à respecter une allure ascendante sur tout le parcours des gaines (ne formez pas de « U » ou de ventres).

N'oubliez surtout pas de réaliser des entrées d'air dans les pièces de confort (salon, chambres) en partie haute des menuiseries.
Les dispositions d'installation des VMC double flux sont différentes puisqu'il n'y a plus d'entrées d'air dans les menuiseries des pièces de confort. Le raccordement des divers éléments peut nécessiter des consignes particulières. Reportez-vous dans ce cas à la notice du fabricant.

Les extracteurs

En appartement, on peut se contenter d'une aération ponctuelle avec des extracteurs situés en cuisine, salle d'eau et WC. Il est néanmoins nécessaire de prévoir, comme pour la VMC simple flux, des entrées d'air en partie haute des menuiseries dans les pièces sèches, afin d'assurer la circulation de l'air.
Le raccordement le plus simple consiste à alimenter l'extracteur comme un point d'éclairage en simple allumage (figure 288).

Principe de raccordement



Principe d'installation d'une VMC simple flux

Pour éviter que les gaines ne se remplissent d'eau de condensation, veillez à ce qu'elles aient un parcours descendant de la VMC à la bouche d'extraction ou utilisez des gaines isolées.

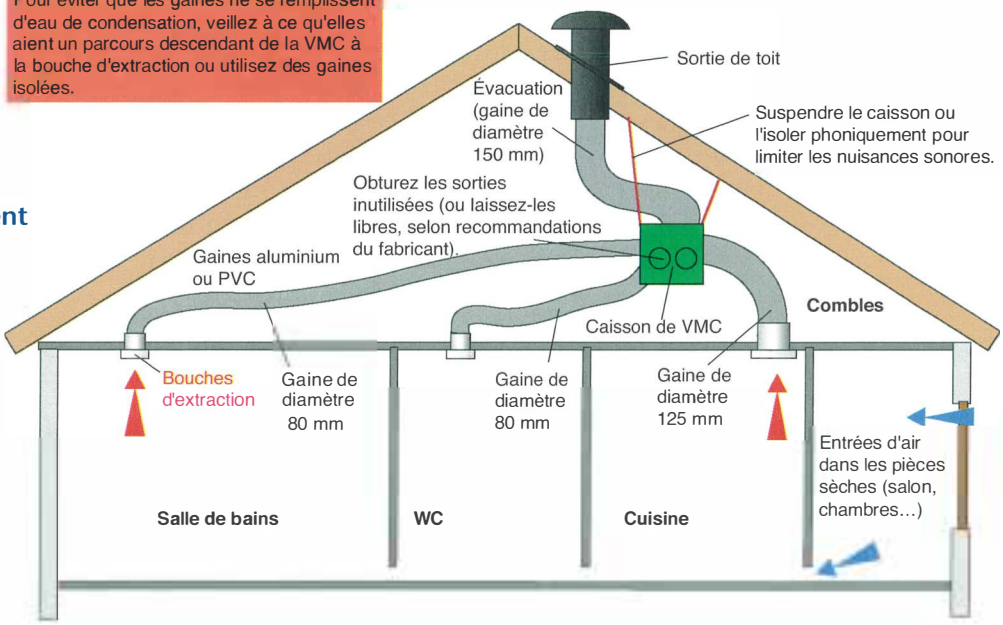


Figure 287 : Le raccordement d'une VMC

Cependant, le problème de cette installation est que l'on ne pense pas toujours à mettre l'appareil en marche, puis à l'arrêter manuellement. Une solution consiste à installer un appareil temporisé. Celui-ci se met en route à l'allumage de la lumière. Après l'extinction de celle-ci, il continue de fonctionner un certain temps (à programmer). L'extracteur est alimenté d'une part par

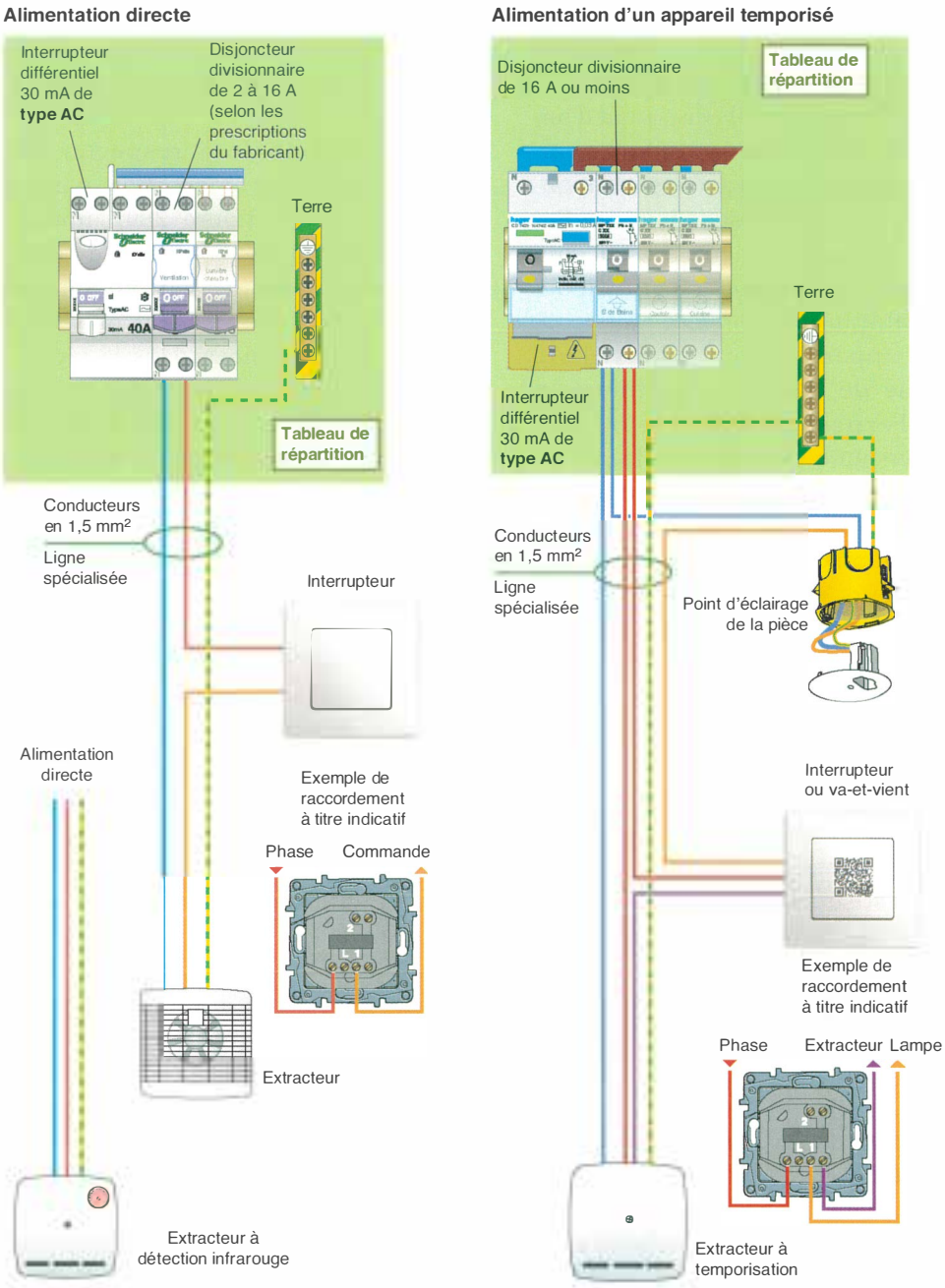


Figure 288 : Le raccordement des extracteurs

phase, neutre et terre et, d'autre part, par un conducteur (sorte de retour lampe) en provenance de l'interrupteur de commande de l'éclairage de la pièce (figure 288).

Le réglage du temps de temporisation s'effectue à l'intérieur de l'extracteur.
Dans le cas ou vous ne disposez pas d'un appareil avec temporisation, les fabricants de matériel électrique proposent

des relais multifonctions programmables. On peut les utiliser pour commander l'extracteur en programmant une durée de retard à l'extinction. Ils disposent d'un contact qui sera raccordé à l'interrupteur du point d'éclairage. La temporisation débutera à l'extinction de la lumière. En revanche, ces raccordements doivent être réalisés dans le tableau de répartition ou dans un tableau divisionnaire.
Certains appareils sont munis d'un mécanisme de détection à infrarouge qui met l'extracteur sous tension dès qu'une personne pénètre dans la pièce. Leur alimentation s'effectue directement à partir du tableau de répartition.
Si la ventilation du logement est réalisée avec plusieurs extracteurs, ils doivent tous être issus du même dispositif de protection.

Le chauffage électrique

Une installation de chauffage électrique n'est performante que si l'isolation du logement est suffisante et correctement réalisée. Nous présentons ici les systèmes les plus utilisés et les plus simples à mettre en œuvre. Les schémas de raccordement des régulations sont donnés à titre indicatif.

Les convecteurs et les panneaux rayonnants

Ils représentent le mode de chauffage électrique le plus répandu, le plus aisé à mettre en œuvre et le moins coûteux à l'installation.
Dans le cadre de l'obtention d'un label Promotelec et pour respecter les prescriptions de la RT, les émetteurs muraux doivent répondre à des critères de qualité. Ils doivent porter la marque NF-Électricité Performance, trois étoiles plus œil. Les appareils les plus performants sont munis d'un thermostat électronique avec fil pilote à six ordres et d'une sécurité thermique.
La règle principale à respecter est d'alimenter chaque convecteur par un circuit spécialisé (figure 289), notamment l'appareil de la salle de bains ou, éventuellement, par un circuit spécialisé par pièce (s'il y a plus d'un convecteur ou panneau dans la pièce). En règle générale, chaque convecteur est alimenté par une ligne en 1,5 mm^2 jusqu'à 3 500 W avec un disjoncteur divisionnaire 16 A. Une alimentation en 2,5 mm^2 permet jusqu'à 4 500 W avec un disjoncteur divisionnaire 20 A. Ces valeurs conviennent pour des convecteurs, des panneaux rayonnants, des émetteurs à accumulation ou des plafonds rayonnants.

Pour plus d'informations sur les conducteurs qu'il convient d'utiliser et les protections correspondantes, reportez-vous au tableau de la figure 262, page 390.
La protection différentielle est assurée par un DDRHS 30 mA de type AC (figure 290).
Le conducteur de protection (terre) doit toujours être amené jusqu'à la boîte de connexion. Si l'appareil est de classe I, raccordez le conducteur ; si le convecteur est de classe II, laissez en attente le conducteur de protection dans la boîte de connexion.

Les convecteurs sans fil pilote

Il s'agit généralement d'appareils d'entrée de gamme équipés d'un thermostat mécanique. Ils sont bon marché mais offrent des performances inégales. Ils disposent d'un cordon d'alimentation comportant un fil de neutre et un fil de phase pour les appareils de classe II, et un fil de terre en plus pour les appareils de classe I.

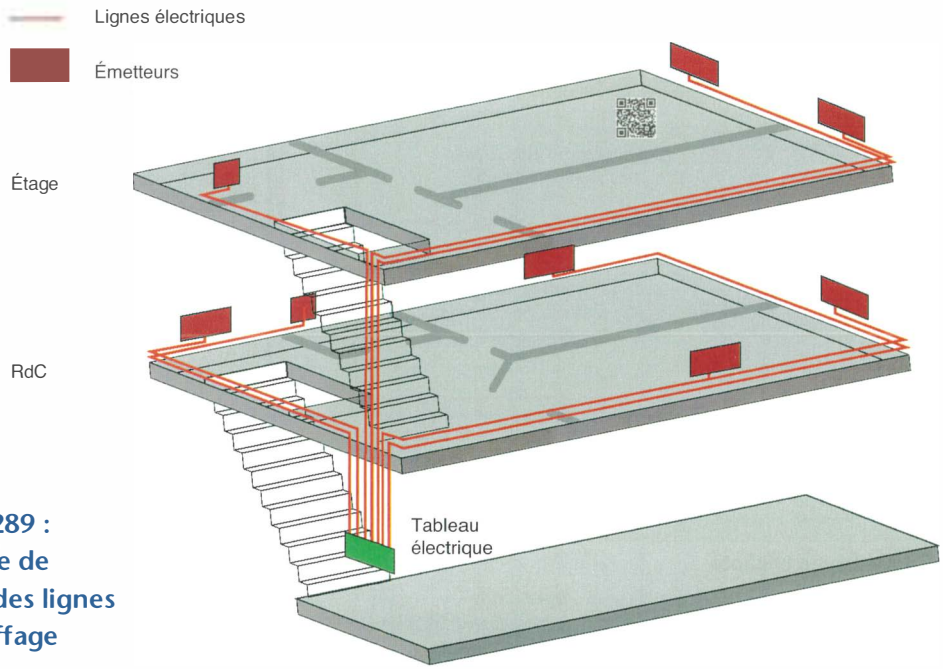


Figure 289 : Exemple de distribution des lignes de chauffage

Mais les appareils fixes de classe I ou sans fil pilote sont de plus en plus rares. L'installation d'un convecteur dans la salle d'eau est très réglementée ; voir à ce sujet les paragraphes sur la salle d'eau.

Les convecteurs à fil pilote

Les appareils de moyenne ou haut de gamme sont généralement équipés d'un thermostat électronique et d'un fil pilote. C'est un conducteur noir présent dans le câble d'alimentation, en plus des deux conducteurs traditionnels (phase et neutre), qui sert à transmettre des ordres à l'appareil de chauffage à partir d'une régulation. Il doit être raccordé uniquement à un conducteur spécial issu de la régulation. Selon les modèles, jusqu'à six consignes peuvent être transmises par le fil pilote : confort, réduit, éco -1 °C, éco -2 °C, hors gel et arrêt. Le tableau de la figure 291 présente les différentes consignes transmises. Pour l'obtention de labels de qualité de l'installation, ou pour le respect des réglementations thermiques, il est souvent exigé d'installer des appareils avec un fil pilote à six ordres.

La norme exige que le fil pilote puisse être coupé. En effet, il se peut que l'alimentation d'un appareil de chauffage soit coupée, mais pas son fil pilote, qui peut dans ce cas rester sous tension (phase). Il est donc indispensable de couper le fil pilote en même temps que l'alimentation de l'appareil (figure 290). Pour ce faire, utilisez des disjoncteurs divisionnaires équipés d'un module de coupure du fil pilote, intégré ou à associer à un disjoncteur classique. La distance entre les modules du tableau de répartition est plus grande. Par conséquent, utilisez des peignes d'alimentation prévus à cet effet. Il est admis de prévoir un dispositif général de sectionnement du fil pilote (au lieu du sectionnement au niveau de chaque protection d'appareil), soit par

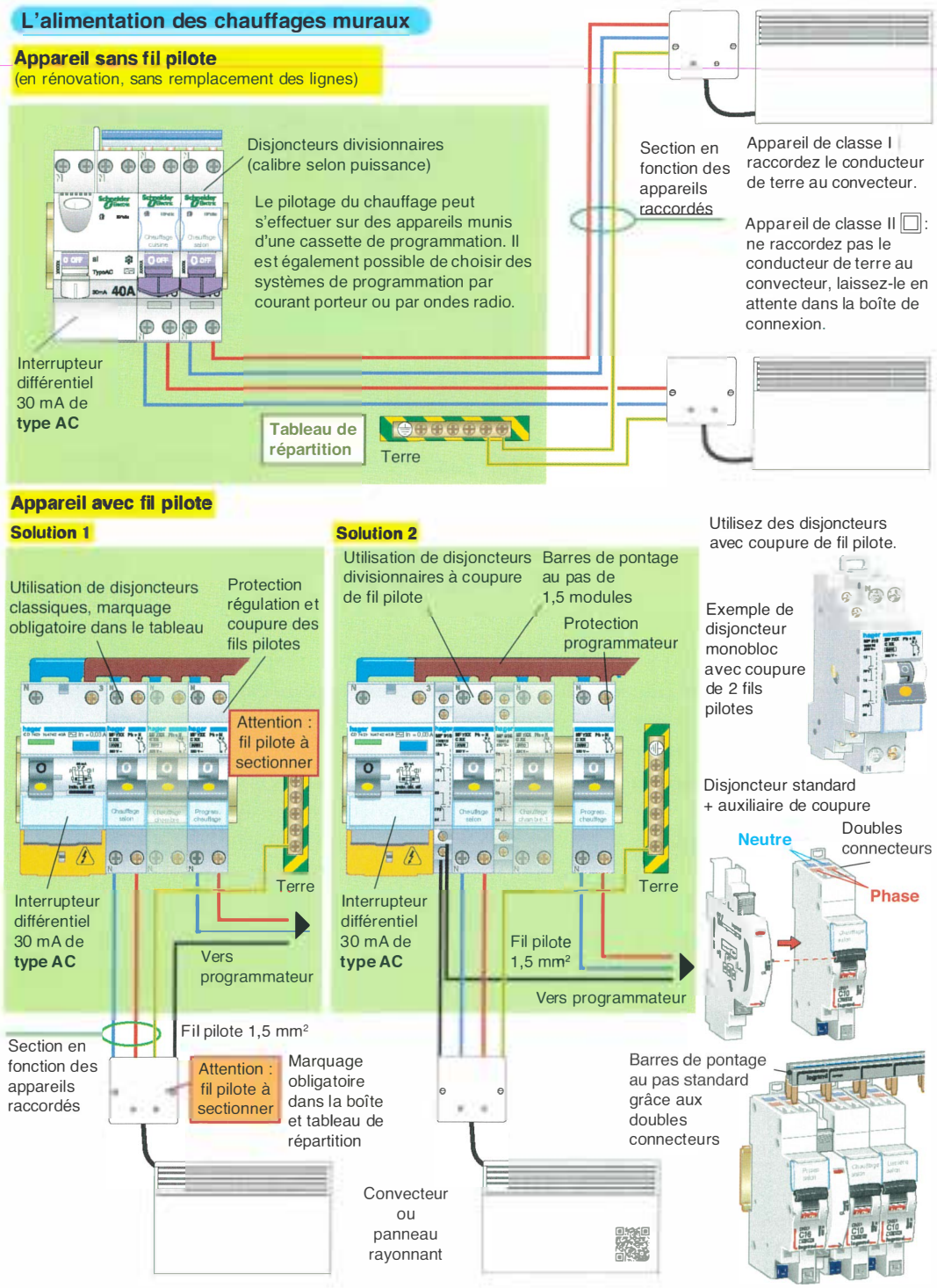


Figure 290 :
L'alimentation des convecteurs

Les ordres transmis par les fils pilotes			
Consigne	**Symbole**	**Signal émis**	**Résultat**
Confort			Température de confort réglée sur le convecteur
Réduit			Température de confort réduite de 3 ou 4 °C
Éco - 1 °C		3 s / 5 min	Température de confort réduite de 1 °C
Éco - 2 °C		7 s / 5 min	Température de confort réduite de 2 °C
Hors gel			Maintien d'une température de 7 à 8 °C
Arrêt	STOP		Arrêt total du chauffage

Figure 291 : Les ordres transmis par les fils pilotes

un dispositif associé à un interrupteur général de coupure du chauffage, soit par le dispositif de protection de la régulation. Dans ce cas, vous devez apposer un marquage dans le tableau de répartition : « Attention : fil pilote à sectionner », ainsi que dans les boîtes de connexion de chaque appareil de chauffage.
Dans le cas d'un chauffage électrique à fil pilote, l'ensemble des circuits de chauffage, y compris le fil pilote et la régulation, sont placés en aval du même DDR 30 mA.

Le raccordement du convecteur à l'installation se fait toujours par l'intermédiaire d'une boîte de connexion à sortie de câble que l'on place de préférence derrière l'appareil (figure 292). Il n'est pas autorisé d'interposer une prise de courant ou un connecteur quelconque entre l'appareil de chauffage et la canalisation fixe.

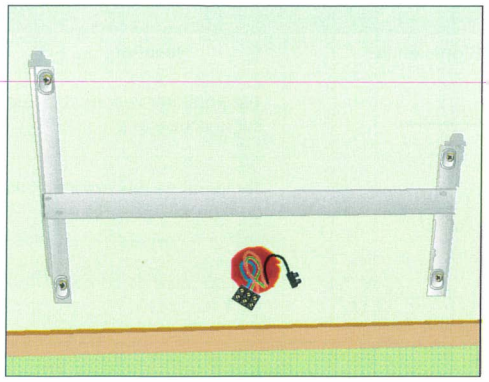
Dans la salle de bains, la boîte de connexion est obligatoirement placée derrière le convecteur et dans les volumes autorisés. Respectez la hauteur de pose signalée dans la notice du fabricant. Prévoyez une fixation mécanique solide, avec des chevilles adaptées au type de support.

Les appareils à accumulation

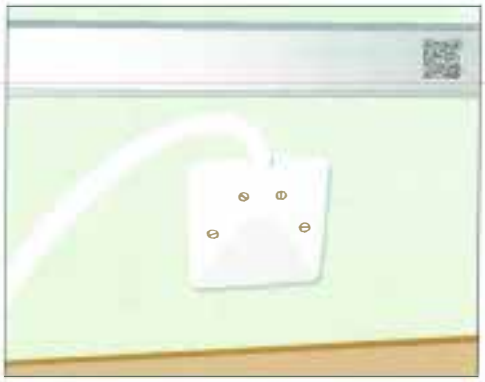
Le chauffage de locaux par des appareils à accumulation n'est plus très utilisé. Le principe consiste à accumuler de l'énergie calorifique dans l'appareil pendant les heures creuses (abonnement indispensable) dans un matériau réfractaire. L'énergie est ensuite restituée pendant la journée par une turbine commandée par un thermostat d'ambiance ou par convection naturelle.

Ce principe présente des inconvénients :
- l'appareil est généralement de taille imposante ;

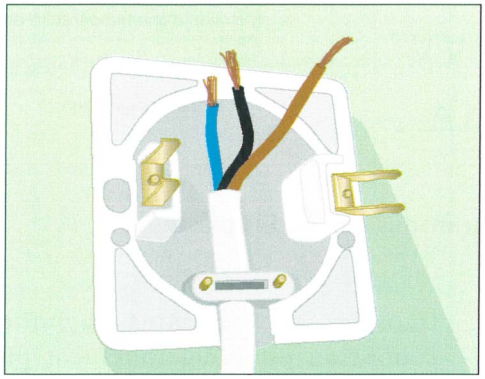
Figure 292 : L'installation d'un convecteur



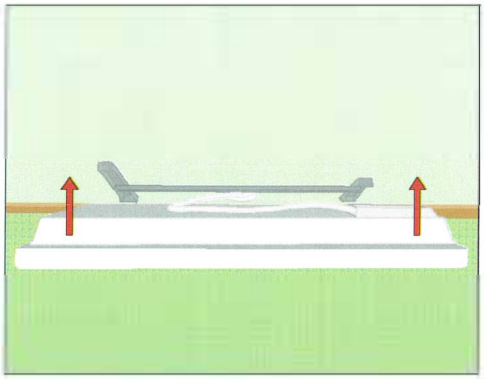
1 L'arrivée électrique doit se situer derrière l'appareil. Fixez le dosseret selon les recommandations du fabricant, en ce qui concerne la hauteur.



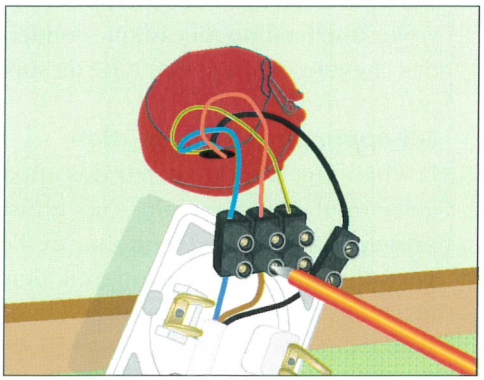
4 Fixez la plaque sortie de câble sur la boîte de connexion.



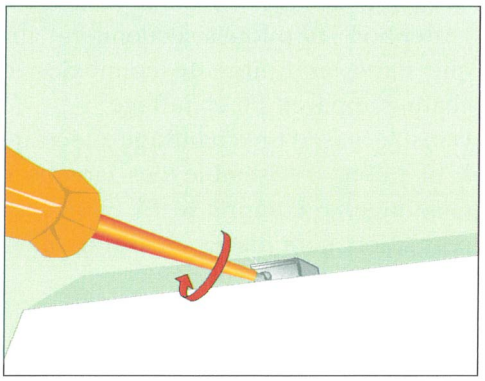
2 Serrez le câble issu du convecteur dans la bride de la sortie de câble.



5 Présentez le convecteur sur les ergots bas du dosseret, arrangez le câble d'alimentation, puis faites pivoter l'appareil sur le haut du dosseret jusqu'à fixation.



3 Raccordez le convecteur (en position arrêt) sur les conducteurs dans la boîte. La terre n'est pas raccordée si l'appareil est de classe II.



6 Généralement, le convecteur se fixe par clipsage sur le dosseret. Une ou deux sécurités de fixation sont ensuite verrouillées au moyen d'un tournevis.

- si un radoucissement intervient dans la nuit et la journée suivante, vous aurez accumulé de l'énergie inutilement ;
- si vous n'avez pas programmé une charge assez importante et qu'un rafraîchissement intervient, vous n'aurez pas assez d'énergie jusqu'au soir, il faudra relancer l'appareil.

La figure 293 illustre l'ancien système de raccordement encore utilisé par certaines marques, ou un raccordement d'un appareil existant. On peut voir que le circuit de commande du contacteur est commandé par le contact heures creuses. Il met en fonction le circuit de charge de l'appareil. La puissance du contacteur doit être adaptée à la puissance du chauffage.
La section des conducteurs d'alimentation du circuit de charge dépend elle aussi de la puissance de l'appareil.
Le circuit de jour, ou de restitution, est alimenté en permanence. La section des conducteurs du circuit de jour est de 2,5 mm^2 avec une protection par disjoncteur divisionnaire de 20 A.
Le raccordement de l'appareil au réseau s'effectue au moyen d'une boîte de connexion. Le conducteur de protection est obligatoirement de même section que les conducteurs du circuit de charge.
La figure 293 présente un deuxième type de raccordement correspondant aux modèles plus récents d'appareils à accumulation. Un contacteur n'est plus nécessaire, tout étant intégré dans l'appareil. Pour la commande de charge, on passe un fil de phase par le contact heures creuses, puis directement jusqu'à l'appareil (fil de section 1,5 mm^2). Attention, en triphasé, la phase du conducteur de commande de charge et celle du circuit de charge doivent être les mêmes.

Le circuit de puissance est alimenté en permanence, mais n'est mis en service que par la commande heures creuses. La section des conducteurs et le calibre du disjoncteur dépendent de la puissance de l'appareil. Les accumulateurs peuvent être prévus pour le raccordement d'une sonde extérieure permettant de doser la charge, d'un thermostat d'ambiance et d'un fil pilote relié à une régulation ou à un gestionnaire d'énergie.

Les éléments chauffants intégrés au bâti

Dans cette catégorie, on trouve les planchers rayonnants et les plafonds rayonnants plâtre (PRP).
Un plancher rayonnant se compose d'un câble électrique chauffant noyé dans le sol. Il en existe trois types (figure 294) :

- le plancher rayonnant à accumulation ;
- le plancher rayonnant direct (PRE) ;
- les sols tempérés électriques (STE) constitués de câbles chauffants posés sous carrelage. Ils sont considérés comme un élément de confort ou un chauffage d'appoint.

Le plancher rayonnant à accumulation

Le plancher rayonnant à accumulation apporte une base de chauffage par le sol. Il stocke de l'énergie pendant les heures creuses dans la dalle en béton. Le complément de chauffage est assuré par des émetteurs muraux. Le sol n'atteint jamais des températures élevées, ce qui ne provoque aucun désagrément. La chaleur est restituée par rayonnement de la dalle tout au long de la journée. Les émetteurs muraux servent à augmenter la température de quelques degrés afin d'atteindre le niveau de confort. Ils sont également utiles pour prendre le relais en cas de rafraîchissement subit pendant la journée ou le temps que la résistance de sol atteigne ses performances nominales (environ 48 heures). C'est ce que l'on appelle l'inertie. Elle est très importante pour ce type de chauffage. Ce système ne peut fonctionner qu'avec une régulation spécifique (figure 295).

Cette régulation possède deux capteurs :

- une sonde de sol qui régule l'accumulation et évite toute surchauffe ;

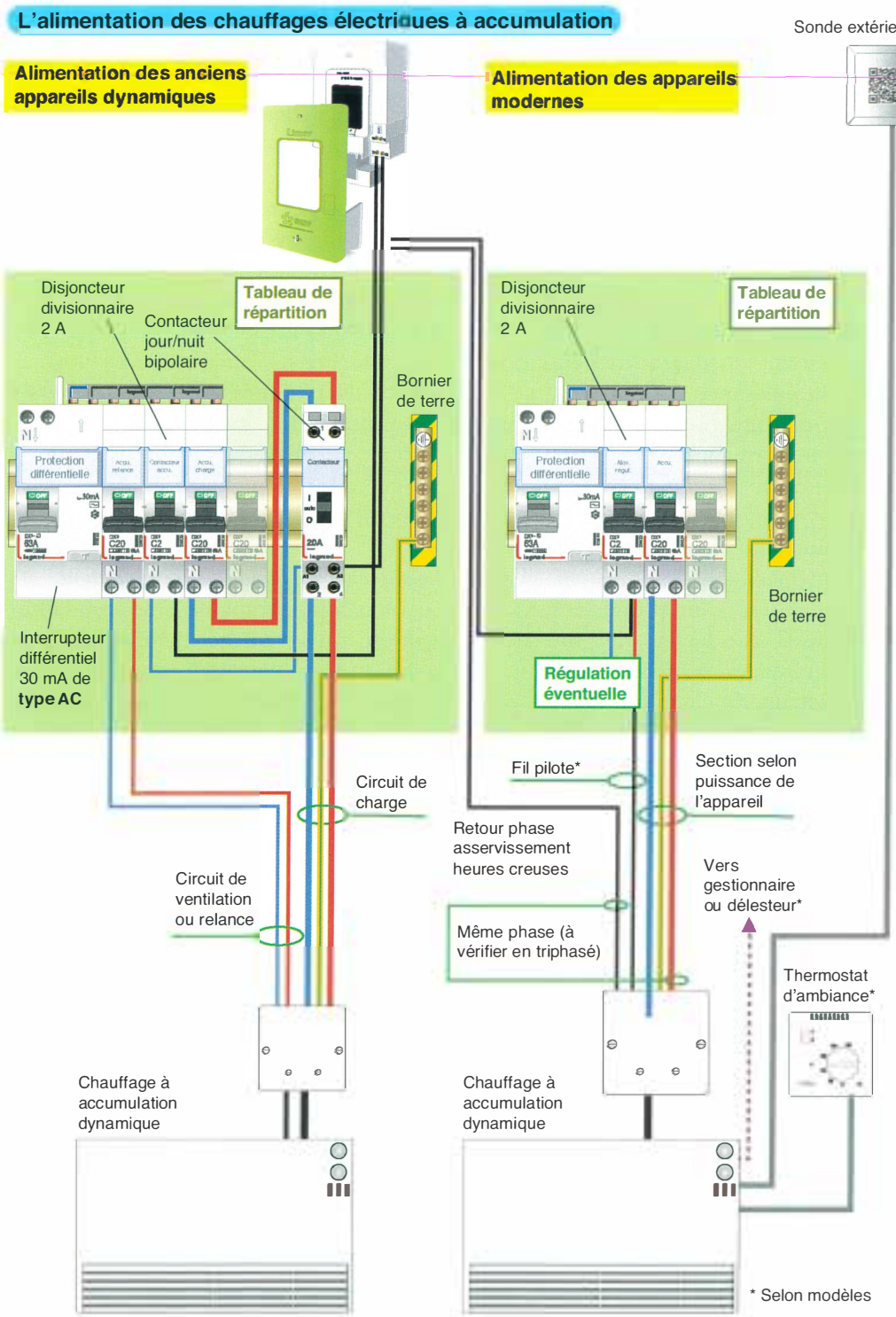


Figure 293 : Le raccordement d'un chauffage électrique à accumulation

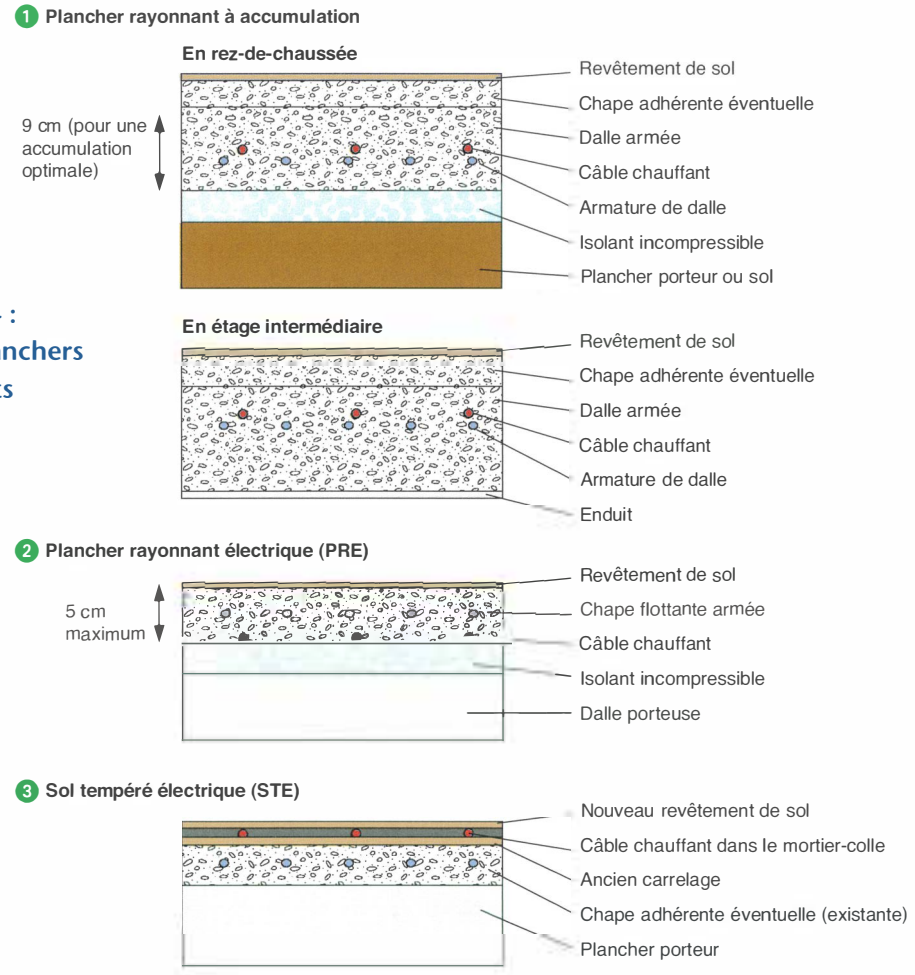
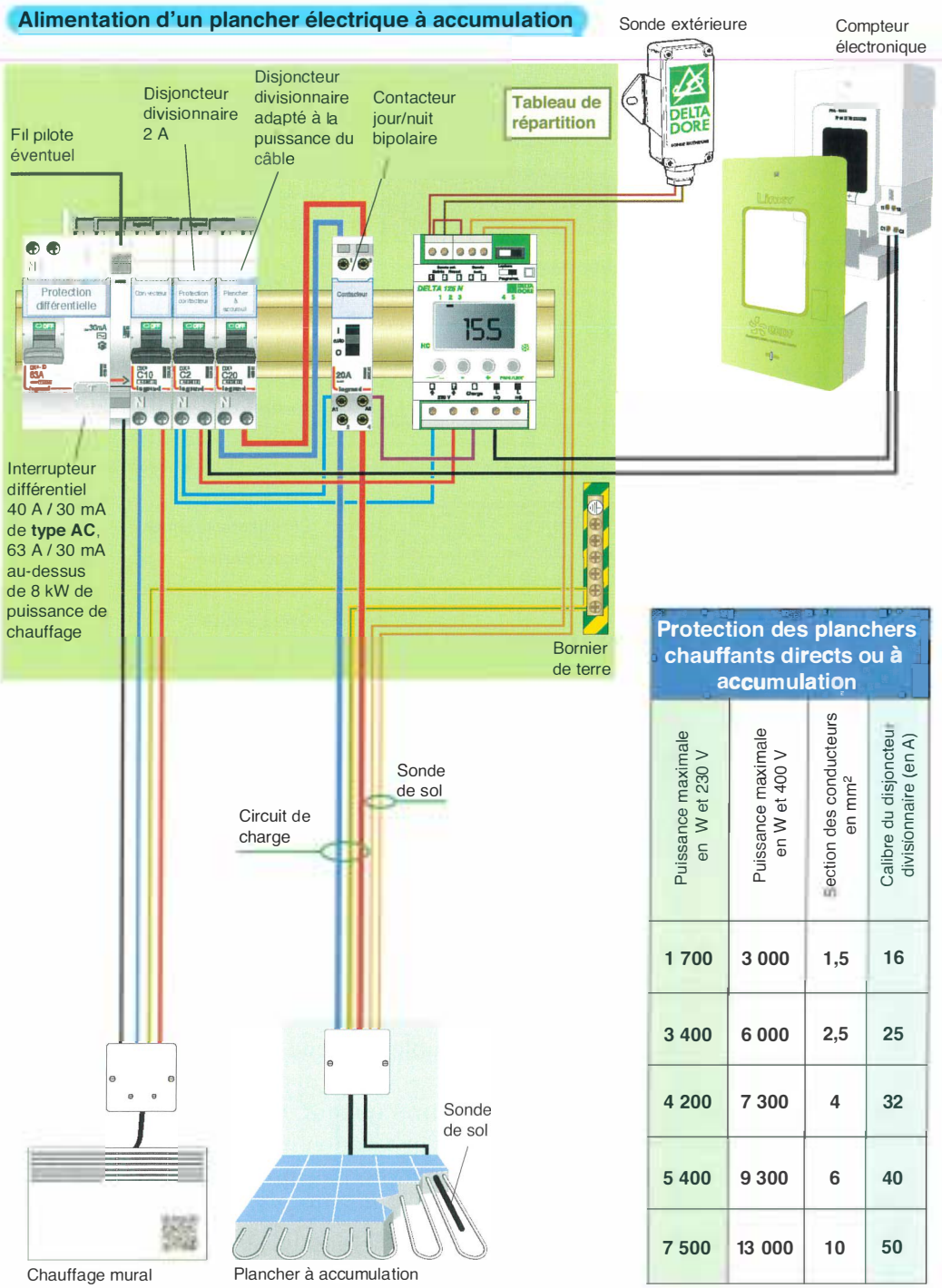


Figure 294 : Les types de planchers rayonnants

- une sonde extérieure qui prend en compte la température extérieure pour augmenter ou diminuer le temps d'accumulation.

Elle dispose d'un contact qui est raccordé en série avec le contact heures creuses et alimente la bobine d'un contacteur qui pilote le câble chauffant. La protection du circuit de commande est assurée par un disjoncteur divisionnaire de 2 A. La protection du circuit du câble chauffant est assurée par un disjoncteur divisionnaire. Son calibre est choisi en fonction de la puissance de l'élément chauffant selon le tableau de la figure 295. Attention, les intensités annoncées par les constructeurs de câbles doivent être majorées de 30 % pour tenir compte des mises sous tension à froid. Le tableau prend en compte cette marge. Les émetteurs muraux sont alimentés directement ou par une régulation. L'installation nécessite de respecter certaines règles présentées à la figure 296, à savoir :

- les liaisons froides (raccord entre résistance et conducteur d'alimentation) doivent être noyées dans le béton sur une longueur minimale de 50 cm. Ces liaisons sont protégées par un conduit ICTL ou ICTA. L'étanchéité est réalisée



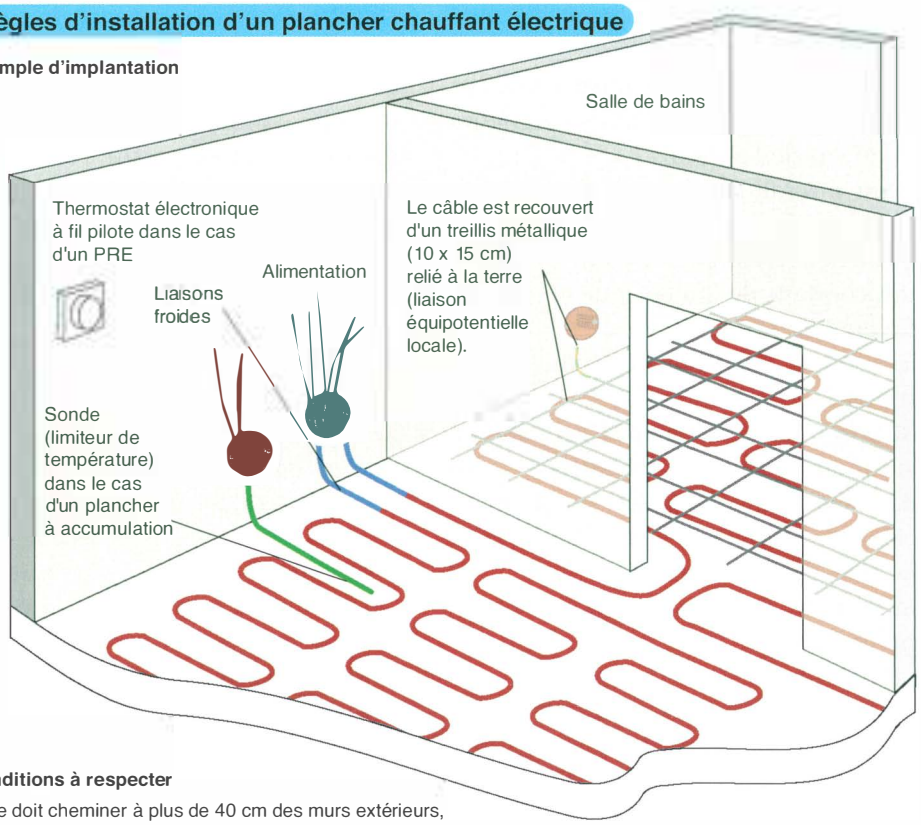
Protection des planchers chauffants directs ou à accumulation

Puissance maximale en W et 230 V	Puissance maximale en W et 400 V	Section des conducteurs en mm²	Calibre du disjoncteur divisionnaire (en A)
1 700	3 000	1,5	16
3 400	6 000	2,5	25
4 200	7 300	4	32
5 400	9 300	6	40
7 500	13 000	10	50

Figure 295 :
Le raccordement d'un plancher rayonnant à accumulation

Les règles d'installation d'un plancher chauffant électrique

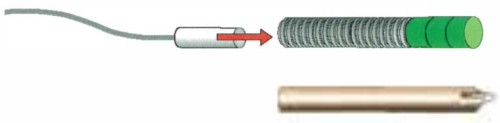
1 Exemple d'implantation



2 Conditions à respecter

Le câble doit cheminer à plus de 40 cm des murs extérieurs,
des foyers de cheminée ouverts et à plus de 20 cm des cloisons ou des conduits de fumée.
Il est interdit de franchir un joint de dilatation de la construction.
Le câble ne doit pas être placé sous les placards, les éléments bas de cuisine, les baignoires et les douches.
Le revêtement de sol ne doit pas avoir une résistance thermique supérieure à 0,15 $m^2.°K/W$. Le carrelage et certaines essences de parquet collé en plein satisfont à cette exigence.
Il est nécessaire d'utiliser un béton compact (2 200 kg/m^3) pour assurer un bon enrobage des éléments chauffants.

3 La sonde de sol



La sonde de sol (limiteur de température) est placée dans un conduit de type ICTA dont l'extrémité est rendue étanche avec du ruban adhésif ou dans un tube de cuivre d'un diamètre de 12 mm (coudé pour remonter jusqu'au boîtier) aplati à son extrémité. La sonde doit pouvoir coulisser en vue de son remplacement. On l'utilise pour un plancher à accumulation ou pour un plancher rayonnant direct, par exemple dans la salle de bains, si le thermostat est déporté pour respecter la sécurité.

4 Les liaisons froides

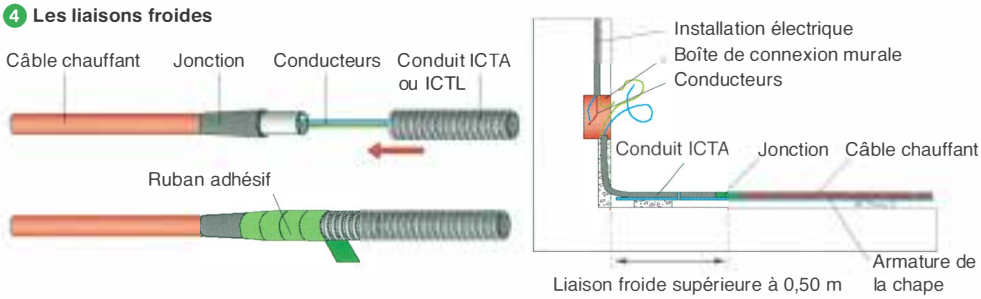


Figure 296 : Les règles d'installation d'un plancher chauffant

au moyen de ruban adhésif d'électricien ;
- le câble chauffant ne doit pas cheminer à moins de 40 cm des murs extérieurs et 20 cm des cloisons ;
- il est interdit de franchir un joint de dilatation ;
- il convient d'éloigner le câble de 20 cm des conduits de fumée et de 40 cm des foyers à feu ouvert ;
- la fixation du câble s'effectue sur le ferraillage de la dalle ;
- disposer le câble en spires régulières sur toute la surface à chauffer ;
- dans les pièces humides, recouvrir le câble d'un grillage métallique relié à la terre de l'installation ;
- utiliser du béton compact (vibré de préférence).

La sonde extérieure est placée de préférence sur un mur exposé au nord, à une hauteur de 1,50 m. La sonde de sol doit être placée sur le même plan que la résistance de sol, centrée dans une spire. La sonde doit être glissée dans un conduit ICTA fermé par un ruban adhésif ou dans un tube de cuivre. Il faut la raccorder à l'installation par l'intermédiaire d'une boîte de connexion murale (vérifiez que son remplacement est possible).

Si vous utilisez plusieurs câbles, ils doivent être raccordés lors de l'installation par l'intermédiaire de boîtes de connexion murales.

Le calcul des puissances à installer nécessite une étude thermique de l'habitation. Les câbles chauffants sont commercialisés en bobines ou en trames préformées (spires maintenues par un treillage).
Dans le cas d'une installation triphasée, les câbles chauffants doivent être répartis équitablement sur les trois phases.

Le PRE (plancher rayonnant électrique)

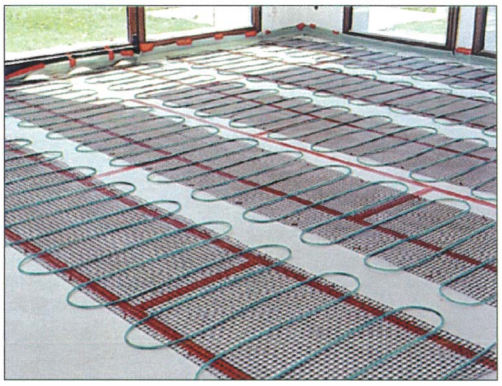
Dans ce cas, le câble chauffant est noyé dans une chape flottante et fonctionne de jour comme de nuit. Le câble est installé directement sur l'isolant. Il est généralement commercialisé fixé sur une trame vendue en rouleaux. Il suffit de dérouler la trame sur l'isolant du sol sur la longueur de la pièce, puis de la couper et de la retourner pour dérouler un autre lé dans l'autre sens (figure 297).

Respectez les mêmes consignes de pose que celles des câbles à accumulation. Les PRE tendent à être commercialisés avec une seule liaison froide. Il n'est donc plus nécessaire de faire revenir l'extrémité du câble à son début, vers la boîte de connexion.
Le fil pilote sert également à la régulation des planchers rayonnants électriques (PRE et STE) et des plafonds rayonnants plâtre (PRP). Il doit être raccordé au thermostat d'ambiance de chaque chauffage. En effet, ces types d'émetteurs sont régulés par des thermostats électroniques spéciaux à régulation proportionnelle. Il faut un thermostat par pièce équipée.
Si l'élément chauffant ne dépasse pas la charge admissible du contact du thermostat, la connexion directe de l'un sur l'autre est possible (figure 298). Si la puissance de l'élément chauffant dépasse la capacité du contact, il convient d'utiliser un contacteur de puissance. Le contact du thermostat agit alors sur la bobine de commande du contacteur. L'implantation des thermostats doit respecter certaines règles, comme indiqué figure 318 (page 466).

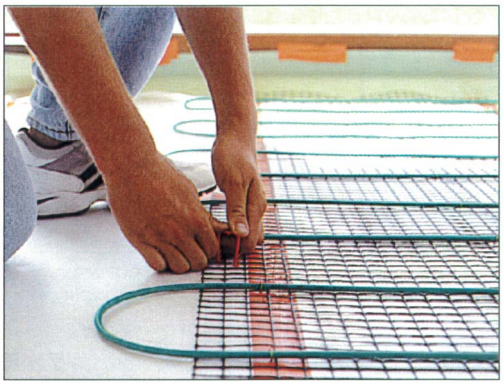
Le raccordement du câble chauffant s'effectue dans une boîte de connexion, qui peut être utilisée pour raccorder l'alimentation et le thermostat d'ambiance.



1 Posez une bande de mousse d'au moins 5 mm pour la désolidarisation latérale. Posez les plaques d'isolant et étanchez les raccords avec un adhésif.



3 Le câble doit être réparti de façon régulière afin d'assurer une température uniforme de la chape. Découpez la trame à chaque changement de direction.



2 Déroulez le câble chauffant selon le plan de calepinage. Fixez le câble sur l'isolant avec des cavaliers en plastique.



4 Raccordez les liaisons froides dans les boîtiers. Disposez éventuellemnt une armature, puis réalisez la chape.

Figure 297 : La pose d'un PRE

Pour les PRE et STE, équipez au moins 80 % de la surface. La protection contre les courts-circuits et surintensités est assurée par des disjoncteurs divisionnaires. Une alimentation en 1,5 mm^2 et un disjoncteur de 16 A permettent d'alimenter jusqu'à 1 700 W de câble chauffant. Une alimentation en 2,5 mm^2 et un disjoncteur de 25 A permettent d'alimenter jusqu'à 3 400 W de câble chauffant. La protection contre les contacts indirects est assurée par un DDRHS 30 mA. Chaque DDRHS 30 mA ne doit pas protéger plus de 7,5 kW d'éléments chauffants (sous 230 V ou 13 kW sous 400 V).

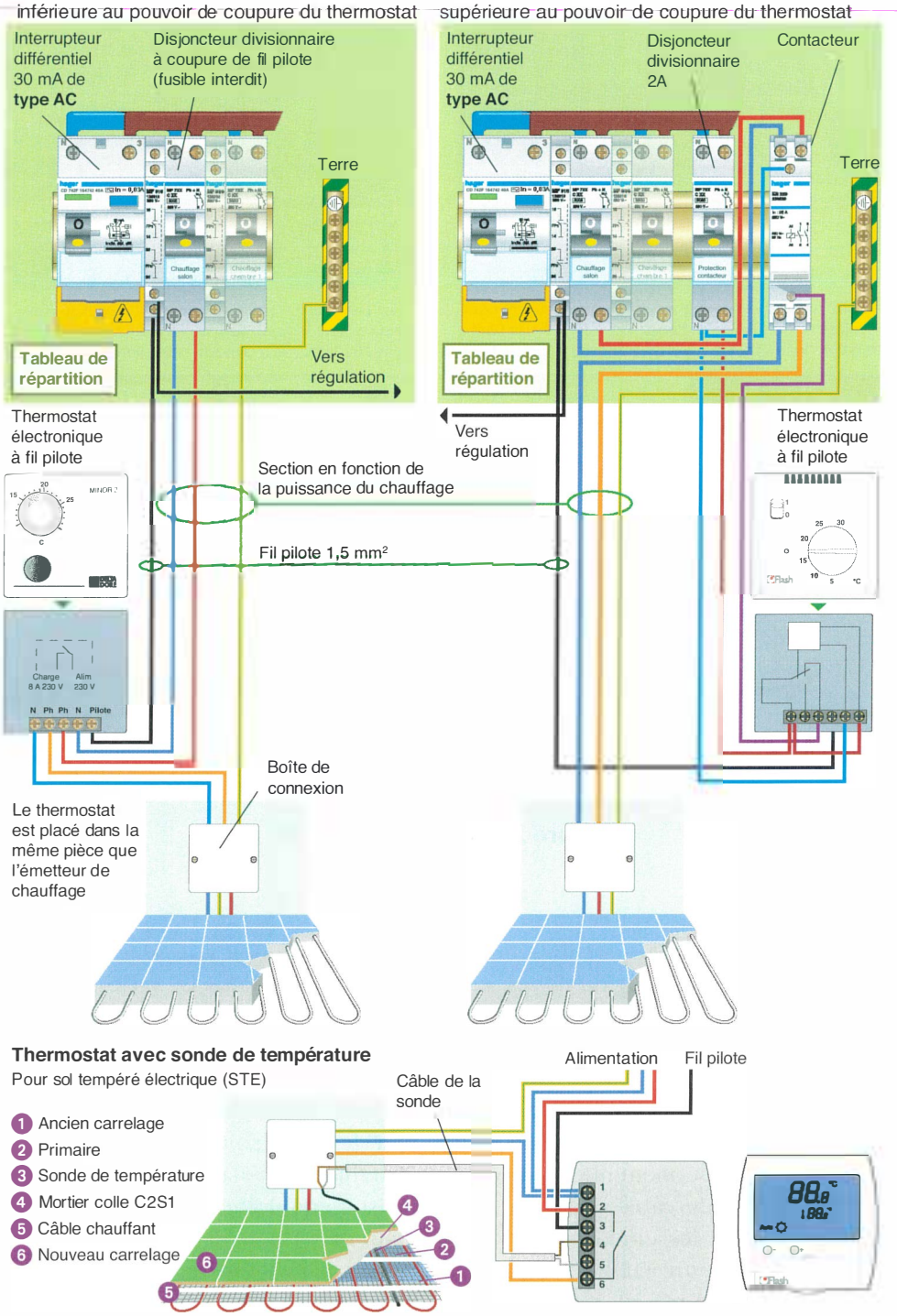
Dans le cas de câbles à armature métallique, celle-ci doit être reliée à la terre.

Attention : dans la salle d'eau, des précautions d'installation doivent être respectées. La pose noyée dans le sol des volumes 2 et 3 et hors volumes de la salle d'eau est autorisée sous réserve que le câble soit recouvert d'un treillis métallique relié à la prise de terre et à la liaison équipotentielle. Ce treillis métallique, dont la maille doit être inférieure à 5 × 5 cm, peut être matérialisé par l'armature de la chape. Le câble peut également être enrobé d'un tissage métallique qui sera relié à la terre.

L'alimentation électrique d'un plancher ou d'un plafond rayonnant

Cas n°1 : la puissance du chauffage est inférieure au pouvoir de coupure du thermostat

Cas n°2 : la puissance du chauffage est supérieure au pouvoir de coupure du thermostat



Thermostat avec sonde de température

Pour sol tempéré électrique (STE)

Figure 298 : Le raccordement d'un plancher ou d'un plafond rayonnant

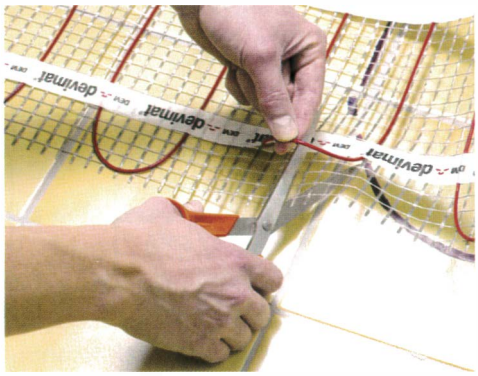
La pose est interdite en volumes 0 et 1, même noyée dans le sol ou dans les parois. Seuls les éléments chauffants noyés alimentés en TBTS (très basse tension de sécurité) sont autorisés dans le volume 1. Il est fortement déconseillé d'installer des tapis épais sur un PRE, au risque d'entraîner leur surchauffe et leur endommagement. Il existe des câbles chauffants autorégulés qui ne chauffent qu'aux endroits du sol laissés libres. Ils tiennent également compte des autres sources de chaleur, par exemple près d'une cheminée ou d'une baie vitrée



1 Faites un plan de pose détaillé pour connaître la longueur de câble nécessaire et approvisionnez le produit correspondant.



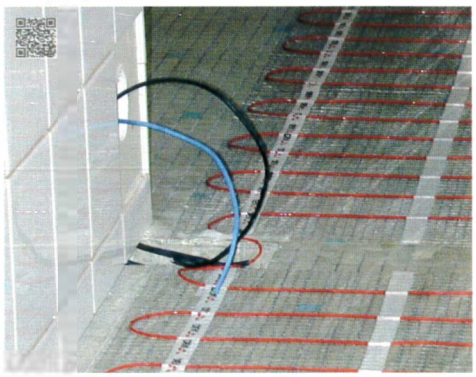
2 Nettoyez et dégraissez parfaitement l'ancien carrelage, puis débutez la pose du câble avec sa trame autocollante selon votre calepinage.



3 Pour effectuer un changement de direction, vous devez couper la trame support du câble chauffant.



4 Continuez la pose dans la nouvelle direction en procédant de la même manière que précédemment.



5 Raccordez les liaisons froides du câble dans une boîte de connexion. Prévoyez un engravement pour la sonde de sol si nécessaire (salle de bains, par exemple).



6 Appliquez éventuellement un primaire, puis un mortier-colle adapté aux sols chauffants (C2S). Procédez à la pose du nouveau carrelage.

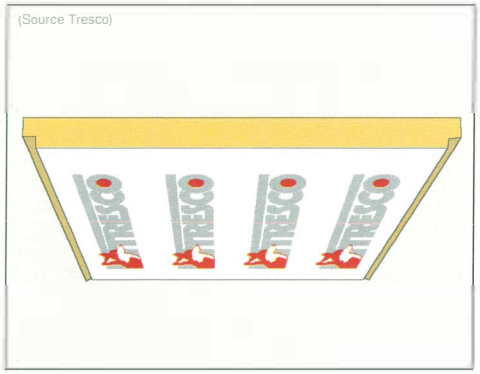
Figure 299 : La mise en œuvre d'un STE

ensoleillée, ce qui évite de chauffer des espaces qui n'en ont pas besoin.

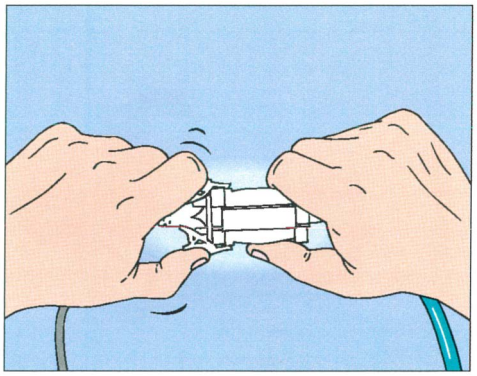
Les sols tempérés électriques (STE)

Ils ne sont pas reconnus pleinement comme système de chauffage, mais plutôt comme éléments de confort. La trame pourvue d'un câble fin chauffant est posée dans un ragréage ou dans l'épaisseur de la colle à carrelage, sur une dalle ou une chape existante isolée (figure 299).

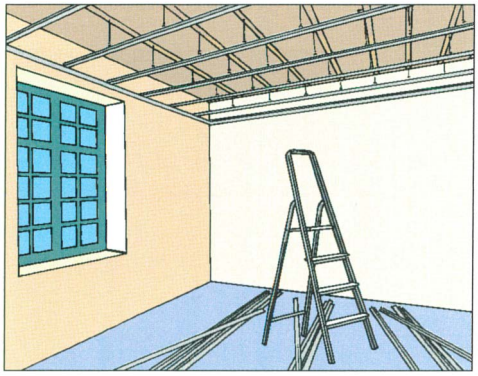
Figure 300 : L'installation d'un PRP



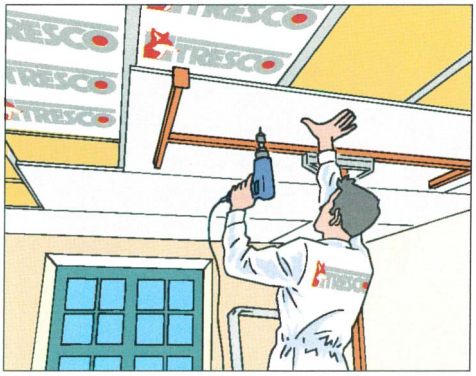
1 Un plafond rayonnant plâtre peut se réaliser avec des films ou avec des panneaux composés du film chauffant et de l'isolant (voir ci-dessus).



4 Raccordez les panneaux sur la guirlande de raccordement fournie par le fabricant. Raccordez ensuite le tout sur l'alimentation et procédez à des essais.



2 Montez l'ossature du faux-plafond dans les règles de l'art. L'espace entre les rails doit être de 0,60 m afin de pouvoir recevoir les éléments chauffants.



5 Posez des plaques de plâtre spécialement conçues pour les plafonds rayonnants.



3 En fonction du plan de calepinage préétabli, placez les panneaux chauffants et les panneaux neutres. Les panneaux neutres peuvent accueillir des luminaires encastrés.



6 Réalisez les joints entre les plaques de façon traditionnelle.

Pour les STE, il peut être nécessaire de placer une sonde de température entre les spires du câble chauffant. Cette sonde vient se raccorder sur le thermostat.
La régulation et les protections sont identiques à celles des PRE.

Le PRP (plafond rayonnant plâtre)

Les plafonds rayonnants plâtre consistent en des films ou des modules destinés à être installés sur les ossatures des faux-plafonds en plâtre, avec des plaques prévues à cet effet. Ils sont régulés par un thermostat électronique installé dans la même pièce.
Il est nécessaire d'effectuer au préalable une étude thermique pour connaître la puissance nécessaire et pour réaliser un plan de calepinage afin de déterminer les meilleurs emplacements possibles pour les émetteurs.

La figure 300 illustre la mise en œuvre d'un PRP avec modules composés d'un film chauffant fixé sur un support en laine minérale rigide, qui repose sur les rails du faux-plafond. L'isolant sert uniquement à diriger la chaleur vers le bas et non comme isolation thermique de l'habitation. Les éléments sont reliés entre eux avec des connecteurs jusqu'à une boîte de connexion. Les protections sont les mêmes que celles des circuits pour émetteurs muraux. Un même DDR 30 mA ne doit pas protéger plus de 7 500 W de PRP sous 230 V. Les plafonds rayonnants doivent respecter le même dimensionnement des protections que les émetteurs muraux.

Les délesteurs

Si l'installation comporte des convecteurs sans fil pilote, le délesteur est un moyen efficace d'optimiser l'abonnement électrique, qui permet de gérer finement les circuits de puissance. Réglez le calibre du délesteur à la même valeur que celle du disjoncteur de branchement. Lorsque vous utilisez de gros appareils ménagers, le délesteur coupe certains circuits de chauffage afin de ne jamais dépasser la puissance souscrite.
L'installation est donc divisée en plusieurs parties :

- les circuits prioritaires (éclairages, prises, appareils ménagers, etc.) ;
- les circuits non prioritaires (chauffage).

Les circuits non prioritaires peuvent être coupés en plusieurs étapes (en fonction du type de délesteur utilisé). On choisira pour la première étape les chauffages peu importants (couloir, chambres) et, au fur et à mesure, les plus importants. C'est une coupure en cascade.

On peut distinguer deux types de délesteurs : à tore intégré et à tore séparé. Le tore est un détecteur qui permet de mesurer la quantité de courant transitant dans un conducteur (figure 301). Pour les appareils à tore séparé, celui-ci est placé autour du conducteur général de phase alimentant l'installation. La figure 301 propose un exemple de raccordement d'un délesteur à tore séparé. Le schéma présente un exemple de délestage avec des contacteurs bipolaires. Pour couper plusieurs circuits à la fois, utilisez des contacteurs tripolaires ou tétrapolaires. Le délesteur présenté fonctionne avec des contacteurs à ouverture, c'est-à-dire que le circuit est sous tension (contacts fermés) lorsque la bobine du contacteur n'est pas alimentée.

Pour les modèles à tore intégré, le conducteur de phase alimentant l'installation est directement raccordé sur

le délesteur (figure 302). Le raccordement est plus compliqué, car il convient notamment de bien respecter l'emplacement des DDRHS 30 mA.

Les délesteurs possèdent des circuits de délestage directs, mais l'intensité pouvant les traverser est souvent très limitée, d'où l'emploi de contacteurs.

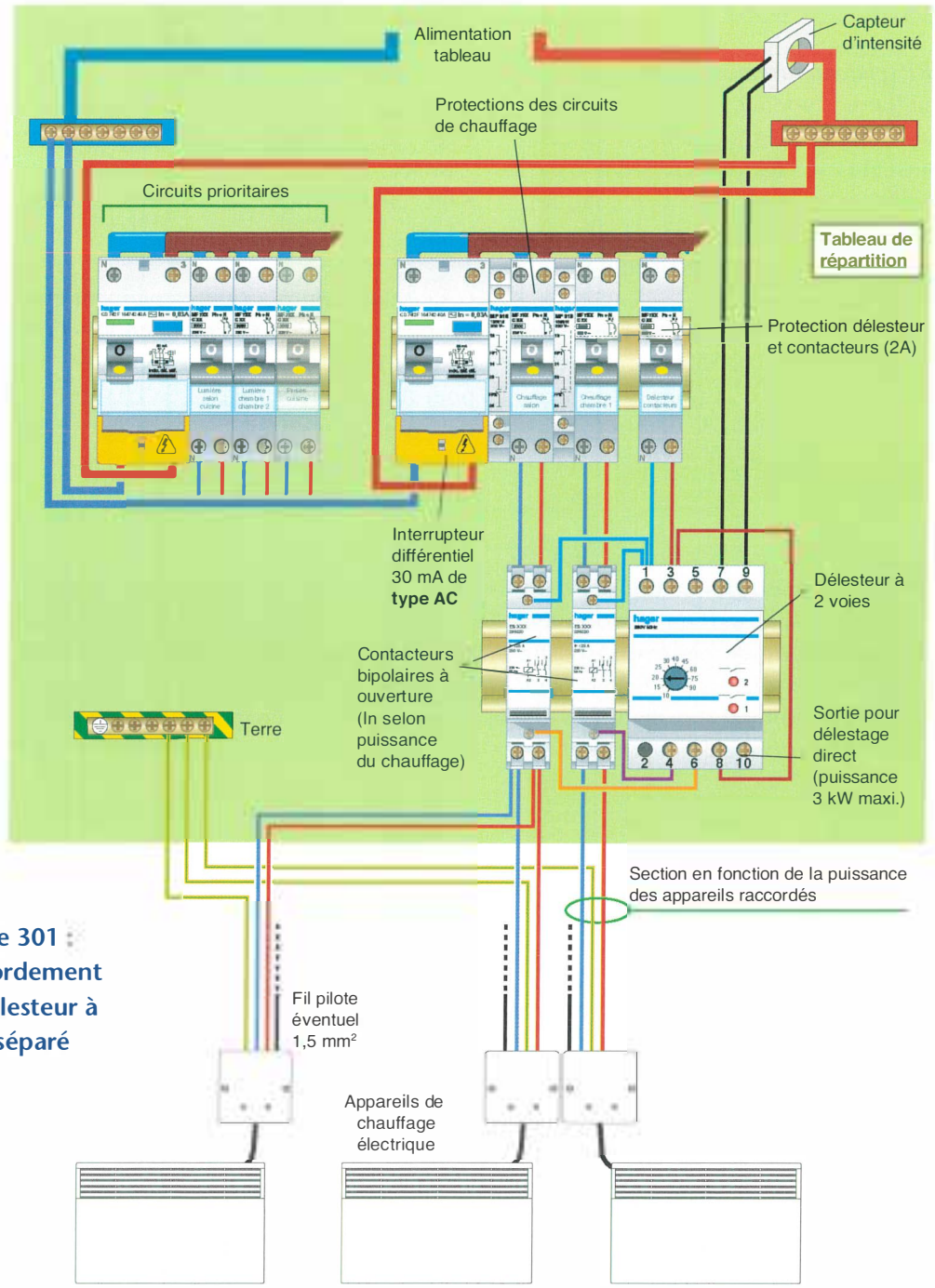


Figure 301 : Le raccordement d'un délesteur à tore séparé

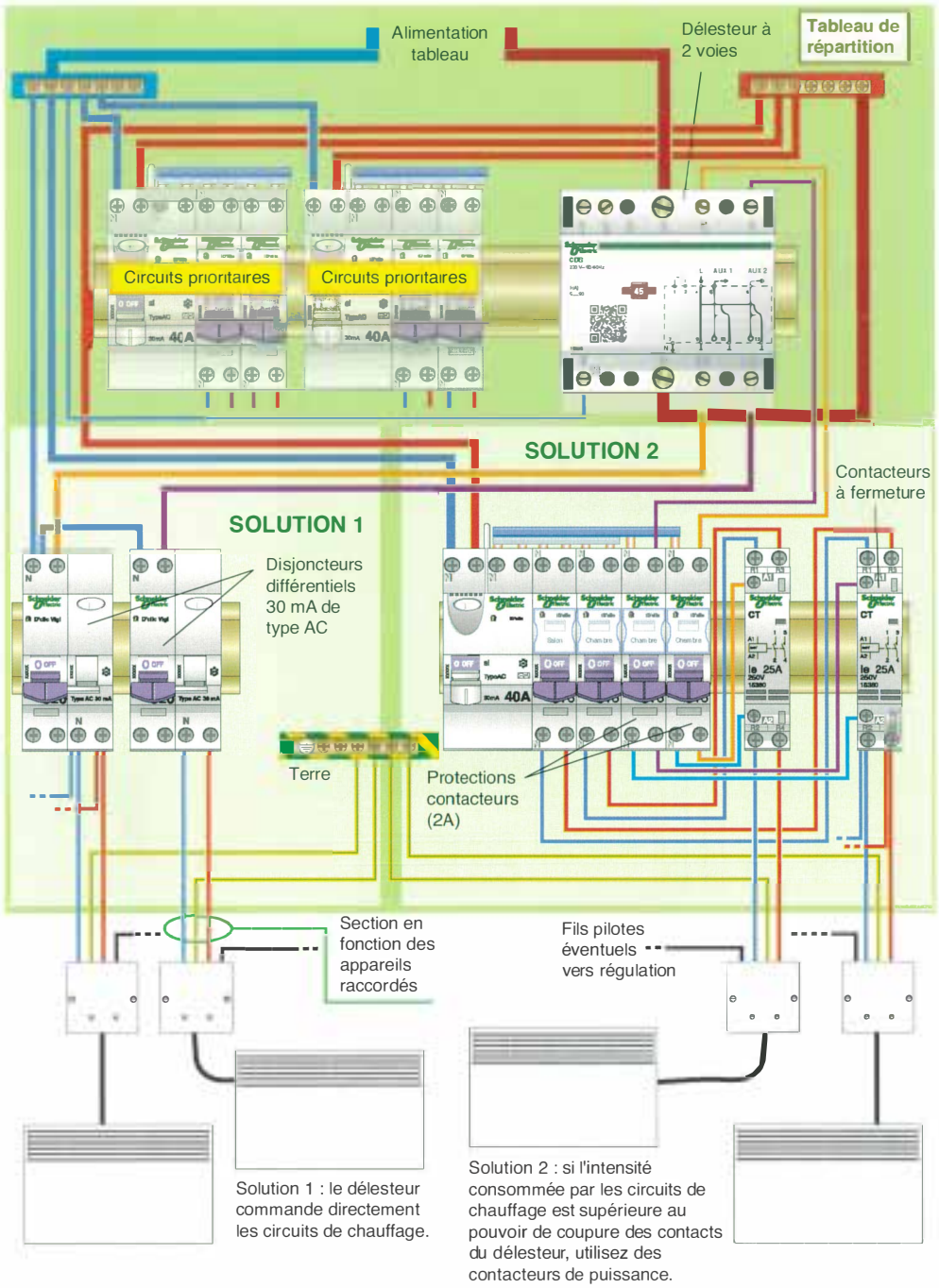


Figure 302 : Le raccordement d'un délesteur à tore intégré

Les modèles les plus récents fonctionnent avec les compteurs électroniques (figure 303) et analysent directement les données de consommation délivrées, transmises par un câble de télé-information. Mais le délestage n'est possible qu'avec des émetteurs à fil pilote.

Cependant, les délesteurs ont tendance à disparaître, remplacés par des gestion-

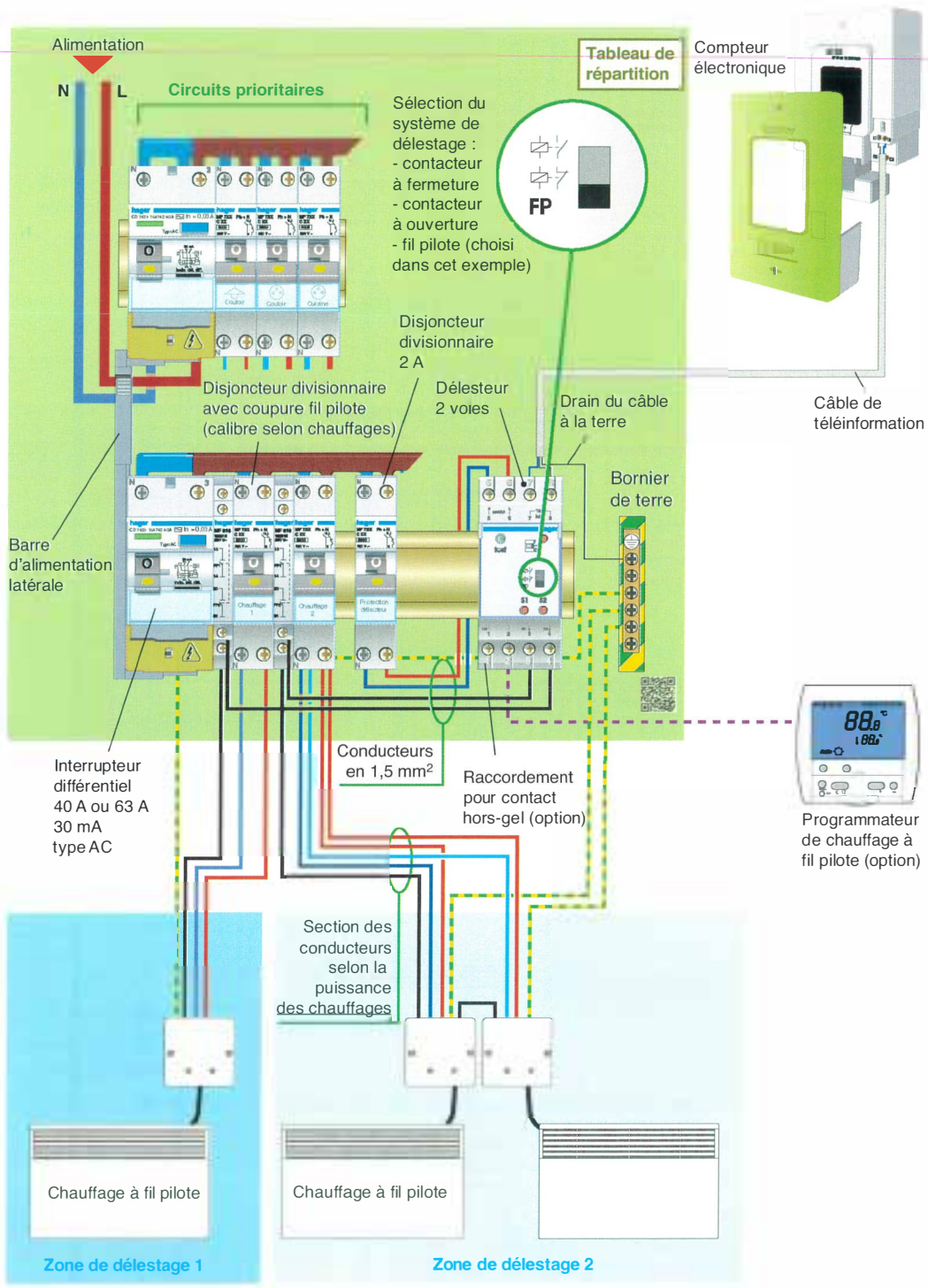


Figure 303 :
Un délesteur pour compteur électronique

naires d'énergie qui assurent la fonction délestage et sont couplés à un module de gestion du chauffage et éventuellement de la production d'eau chaude (selon les modèles).

Les programmateurs intégrés

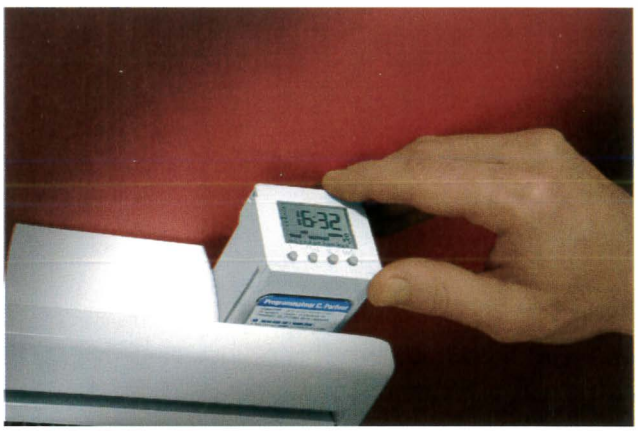
Comme son nom l'indique, ce système de programmation consiste à équiper le convecteur (ou le panneau rayonnant) d'un programmateur une zone. Cela permet de programmer individuellement chaque appareil en fonction des heures d'occupation du logement. De plus, rien n'empêche de créer de cette façon ses propres zones avec des programmations identiques pour les appareils de chaque zone. Généralement, ces programmateurs proposent trois niveaux de températures (confort, réduit, hors gel) et quelques programmes de type préenregistré. Le seul inconvénient est peut-être que ce système augmente sensiblement le prix des appareils. Les programmateurs intégrés se présentent sous diverses formes (figure 304), à savoir :

- le programmateur digital intégré à l'appareil ;
- la cassette de programmation enfichable dans l'appareil.

Ce type d'appareil peut être très intéressant dans un projet d'amélioration d'un chauffage où l'on prévoit seulement le remplacement des appareils. On bénéficie ainsi d'un chauffage programmable sans toucher à l'installation.

Cassette de programmation à courant porteur

La cassette s'insère directement dans l'appareil de chauffage.
Idéale en rénovation, pas besoin de fil pilote.
Elle peut commander d'autres appareils s'ils sont équipés d'une cassette réceptrice.





Cassette de programmation à fil pilote

La cassette s'insère directement dans l'appareil de chauffage.
Elle permet la programmation sur une zone.
Elle peut piloter plusieurs appareils s'ils sont reliés entre eux par un fil pilote.

Figure 304 : Les cassettes de programmation

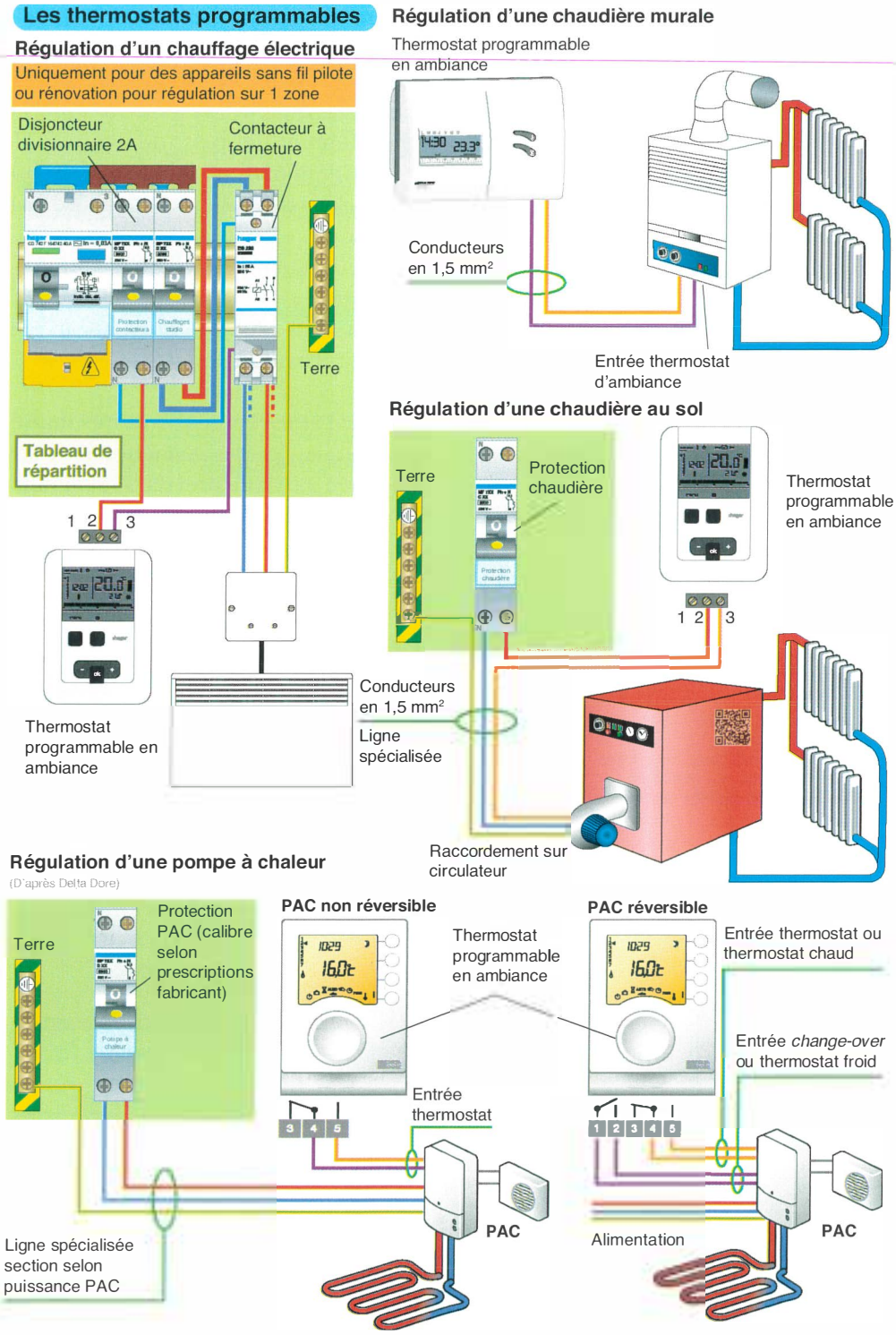


Figure 305 : Le raccordement d'un thermostat programmable

Les thermostats programmables

Ils se composent d'une horloge de programmation, d'un thermostat et de contacts électriques (figure 305). Ils servent à réguler les chaudières à gaz ou au fioul et les pompes à chaleur (PAC). On les installe dans la zone de vie. Plusieurs températures (confort, réduite) peuvent être programmées sur une base horaire ou hebdomadaire, selon les habitudes de vie des occupants.

On peut utiliser un thermostat programmable pour le chauffage électrique d'un petit logement (régulation sur une seule zone) avec des émetteurs sans fil pilote. L'alimentation de ces appareils peut être autonome, grâce à des piles, ou sur secteur. Ils disposent d'un contact qui permet de raccorder directement la chaudière ou la bobine d'un contacteur de puissance pour un chauffage électrique. Le contacteur doit être choisi en fonction de la puissance des chauffages à commander (idem pour le disjoncteur divisionnaire). Le principe est simple :

- l'alimentation des convecteurs est commandée par un contacteur ;
- la régulation agit sur le circuit de commande du contacteur ;
- le circuit de commande est protégé par un disjoncteur divisionnaire de 2 A.

Dans le cas de chaudières, le thermostat peut commander le brûleur, un circulateur ou se raccorder sur le bornier destiné au thermostat d'ambiance.
Pour les PAC, le thermostat d'ambiance se raccorde sur l'appareil. Les modèles peuvent disposer d'un seul contact (chauffage uniquement) ou de deux contacts (chauffage et rafraîchissement).

La gestion du chauffage par zones

Gestion sur une zone

Pour réguler au mieux le chauffage électrique, il convient de diviser l'espace habitable en plusieurs zones, par exemple, une zone jour et une zone nuit qui seront chauffées différemment selon leur période d'occupation. Pour de

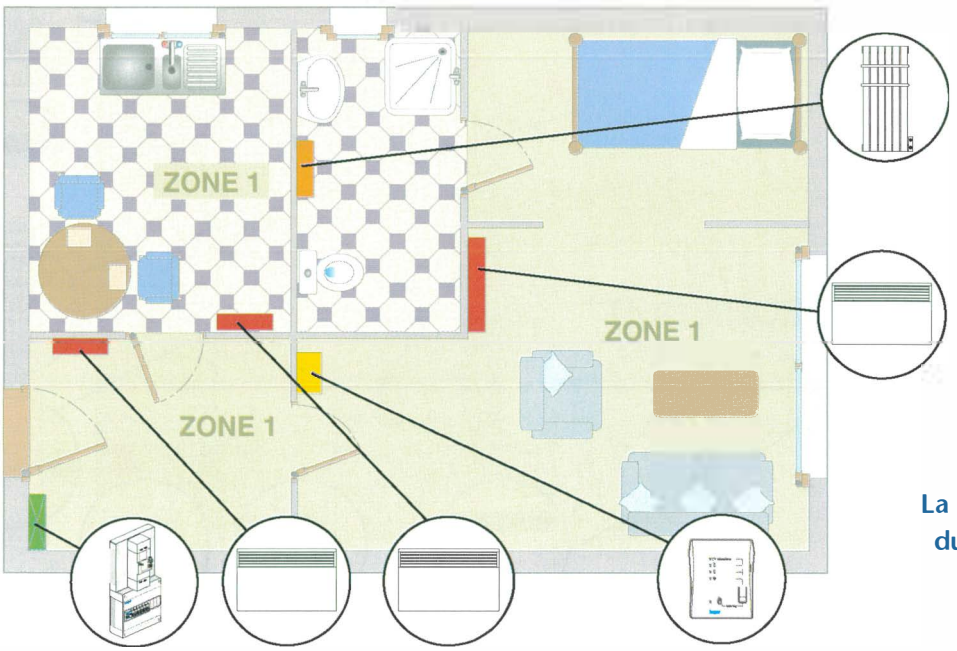


Figure 306 : La programmation du chauffage sur une zone

petites surfaces, comme un studio ou un deux pièces, une seule zone de programmation suffit (figure 306). Toute la zone est chauffée à la même température selon les périodes de programmation établies. Différents systèmes existent selon que vous disposez d'appareils de chauffage équipés ou non de dispositifs à fil pilote.

En l'absence de fil pilote, le thermostat programmable commande les circuits de chauffage par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs contacteurs de puissance. La température de confort est réglée directement sur les appareils. Les ordres d'abaissement sont transmis par la régulation. On utilise généralement des thermostats programmables qui permettent de sélectionner une température économique pour les périodes d'absence ou nocturnes, une température hors gel pour une absence prolongée et l'arrêt du chauffage.

Gestion sur deux zones

Pour une habitation de deux pièces et plus, il convient de diviser l'espace habitable en deux zones, au minimum (figure 307). La zone jour comprend toutes les pièces susceptibles d'être occupées pendant cette période (salon, cuisine, entrée, bureau…).

La zone nuit comprend principalement les chambres. La salle d'eau et les WC sont considérés comme pouvant être utilisés aussi bien de nuit que de jour, ils ne sont donc généralement pas pris en compte par la régulation.
La programmation sur deux zones permet ainsi la gestion indépendante du chauffage sur les différentes zones en fonction de leurs heures d'occupation et des jours de la semaine. On comprend aisément que cette solution offre une possibilité d'économie plus importante que le système précédent. Il existe des solutions

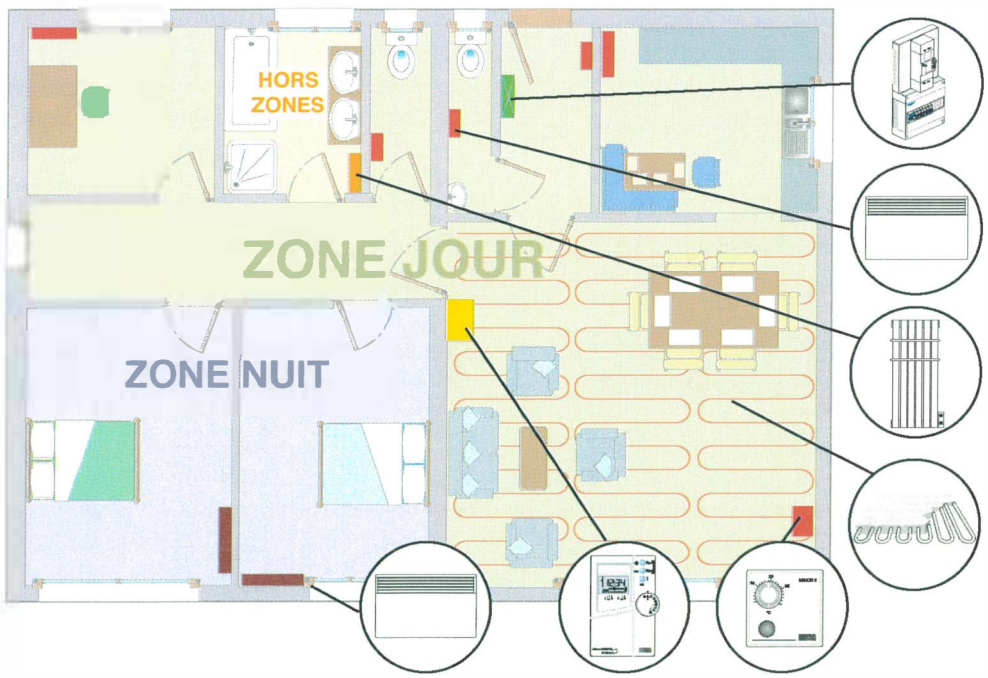


Figure 307 : La programmation du chauffage sur deux zones

pour les appareils avec ou sans fil pilote. Dans le cas d'appareils sans fil pilote, on a également recours à des contacteurs de puissance, et des sondes de température qui sont placées dans chaque zone. Les systèmes à fil pilote sont raccordés directement sur le thermostat programmable. On peut relier ensemble plusieurs fils pilotes d'une même zone, s'ils ne demandent pas d'être programmés indépendamment. Pour les planchers chauffants, le fil pilote est raccordé sur le thermostat d'ambiance qui commande le plancher.

Gestion sur trois zones

Dans certains cas, il est intéressant de pouvoir créer trois zones de chauffage (figure 308) avec une régulation adaptée, notamment pour les grands logements ou les habitations où les occupants ont des activités et des habitudes de vie très différentes. Les trois zones sont également appréciables pour les activités libérales ou artisanales. Par exemple, une salle d'attente et un bureau peuvent être situés en zone trois. Si vous disposez d'un abonnement qui module le prix de l'électricité en fonction des jours de basse et de forte consommation, par exemple l'offre Tempo®, la division en trois zones est également indiquée. Avec cette option, Le coût de l'électricité est élevé pendant les périodes rouges correspondant aux pointes de consommation hivernales. Si l'habitation est divisée en trois zones, il devient alors possible de conserver une température de confort dans certaines pièces prioritaires, par exemple la chambre du bébé. Les autres zones peuvent être régulées au niveau confort moins un ou deux degrés, pour réduire au minimum la consommation électrique en période rouge. La gestion s'effectue au moyen d'un gestionnaire d'énergie, intégrant un délesteur, relié

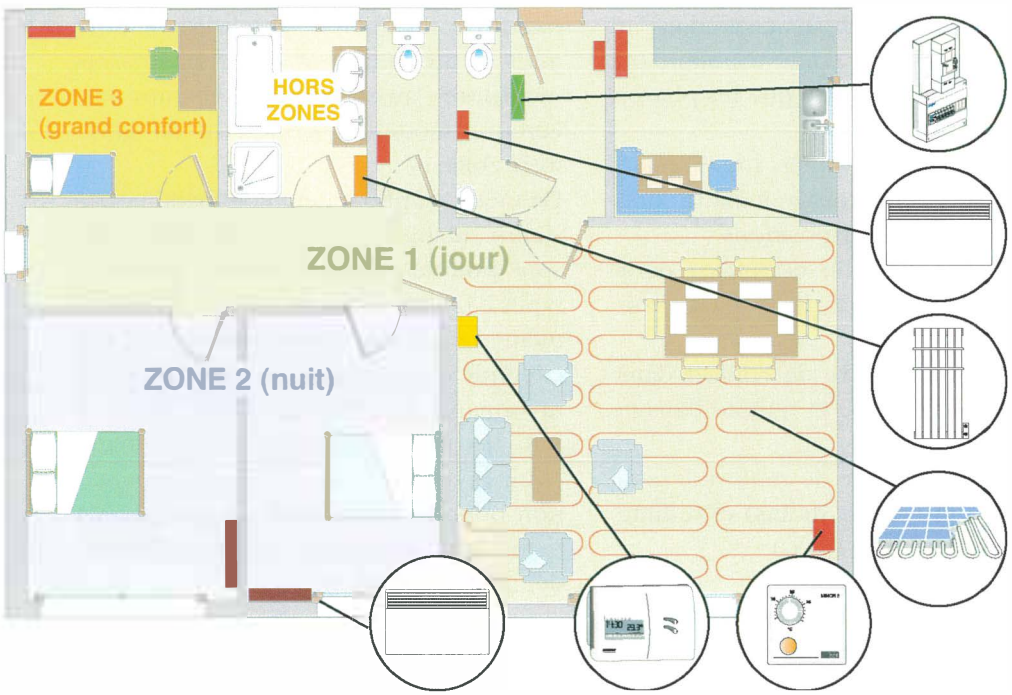


Figure 308 : La programmation du chauffage sur trois zones

à la téléinformation du compteur électronique et à un ou plusieurs boîtiers d'ambiance destinés à la programmation des températures ou à la dérogation d'une consigne en cours.

Programmateur deux zones pour émetteurs sans fil pilote

Le principe est similaire au thermostat programmable, mais dans ce cas on peut réguler indifféremment le chauffage sur deux zones.

Le programmateur est installé dans le tableau de répartition. Des sondes de température sont installées dans les zones à réguler (une dans le salon et une dans une chambre, par exemple).

On utilise des contacteurs pour commander les appareils de chauffage. Leur circuit de commande est protégé par un disjoncteur divisionnaire de 2 A. Les conducteurs de ce circuit de commande ont une section de 1,5 mm^2. La section des conducteurs de raccordement des sondes est choisie selon les recommandations du fabricant.

Si vous disposez de plusieurs circuits par zone, utilisez un contacteur tripolaire ou tétrapolaire et ne coupez que les phases des convecteurs.

L'emplacement des sondes, tout comme celui d'un thermostat programmable, doit respecter certaines dispositions.

Ce type de régulation est prévu pour moduler le chauffage de la façon suivante :

- le jour : température de confort dans la zone jour (19 °C) et réduite dans la zone nuit (17 °C) ;
- la nuit : température de confort dans la zone nuit (19 °C ou moins) et réduite dans la zone jour (17 °C).

Le choix des températures et des heures de commutation s'effectue en fonction des habitudes de vie des occupants.

Programmateur une ou deux zones pour émetteurs à fil pilote

La majorité des appareils de chauffage commercialisés disposent d'un fil pilote. La température de confort est réglée sur chaque appareil de chauffage. Les ordres d'abaissement, de mise hors gel ou d'arrêt sont transmis automatiquement à partir du programmateur via le fil pilote. Le programmateur est pourvu de touches de dérogation qui permettent d'interrompre le cycle en cours ou de le modifier temporairement sans perturber la programmation. Ce système est le plus courant.

Il est nécessaire de prévoir la répartition des appareils de chauffage en fonction des zones d'occupation du logement. La zone de jour regroupe les pièces occupées le jour (salon, cuisine, entrée, bureau…). La zone de nuit regroupe principalement les chambres. Si une troisième zone regroupe les pièces devant être constamment chauffées (salle d'eau, WC ou chambre d'enfant), elle ne sera pas prise en compte par la régulation, mais seulement par les thermostats incorporés aux appareils. Néanmoins, certains modèles permettent de gérer trois zones.

Un même fil pilote peut commander plusieurs émetteurs d'une même zone. S'ils sont pourvus d'un fil pilote, plusieurs types d'émetteurs peuvent être dirigés en même temps par le programmateur, par exemple des convecteurs, des panneaux rayonnants, un PRE ou un PRP. Dans ce but, les programmateurs sont souvent équipés de deux circuits de programmation pour la même zone, ce qui permet de prendre en compte l'inertie différente de chaque émetteur.

Dans les exemples de la figure 309, la protection des différents émetteurs est

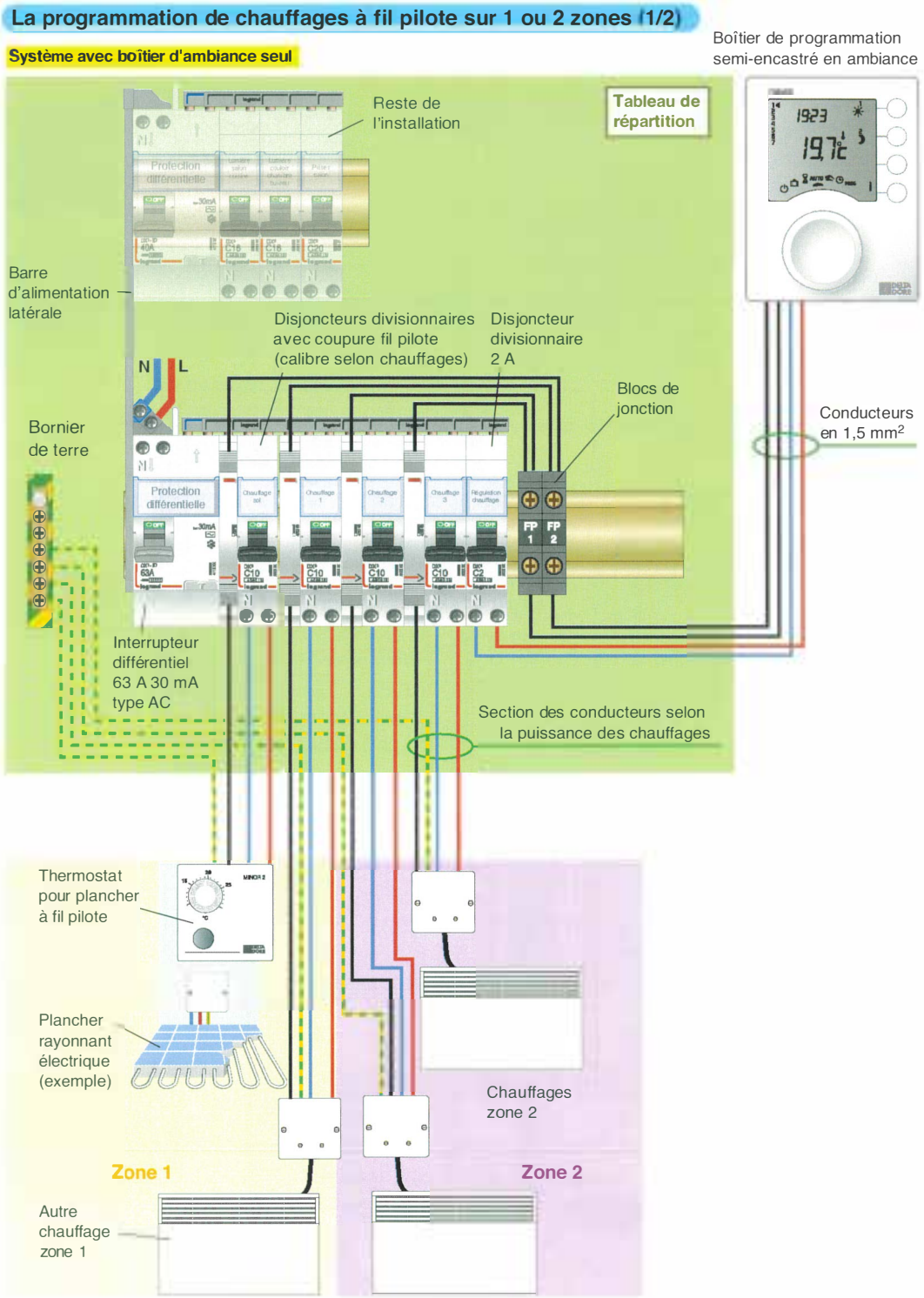


Figure 309 : Les programmateurs à fil pilote une ou deux zones (1/2)

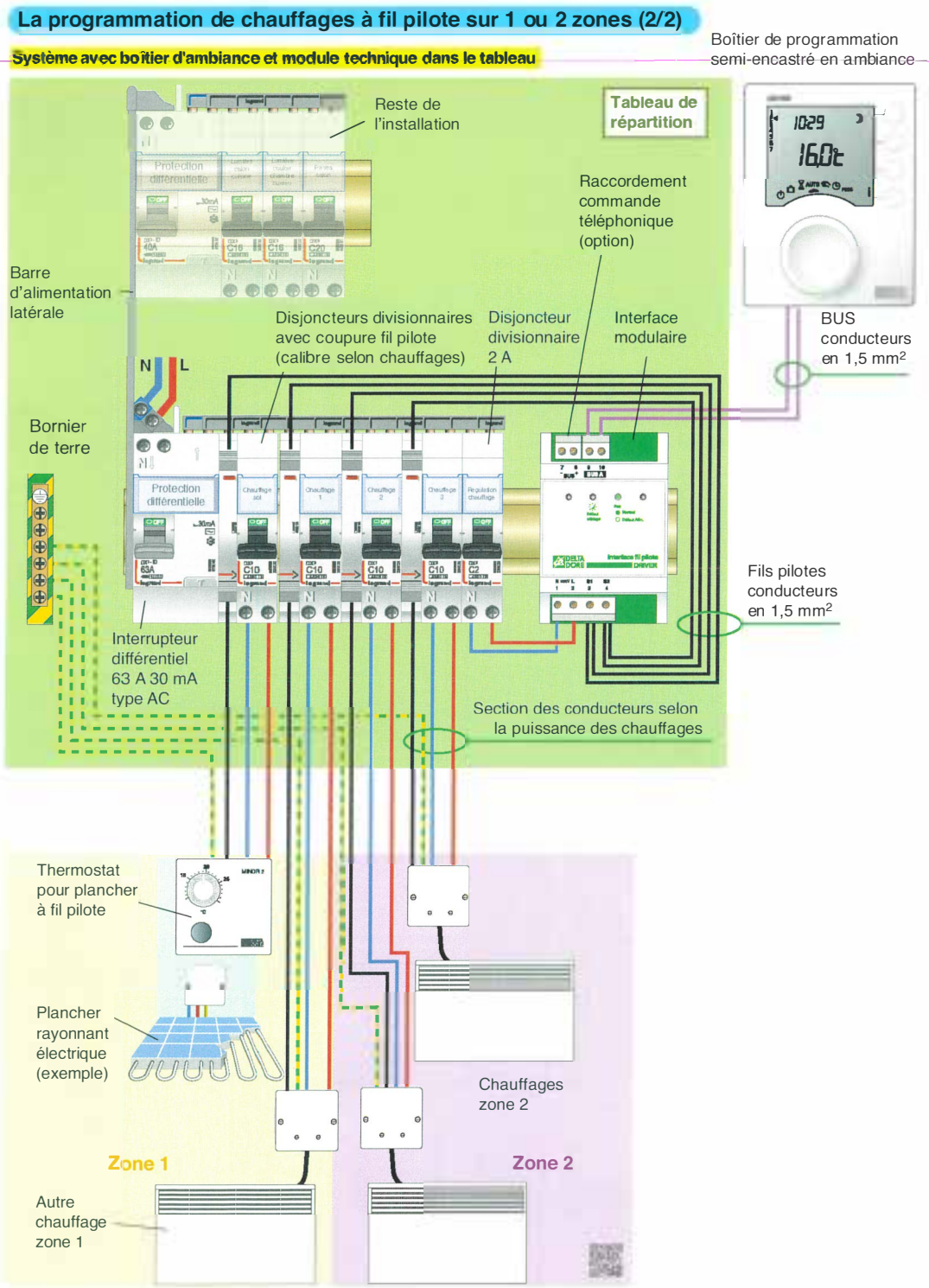


Figure 309 : Les programmateurs à fil pilote une ou deux zones (2/2)

assurée par des disjoncteurs divisionnaires avec coupure du fil pilote pour plus de simplicité. Il existe des programmateurs consistant uniquement en un boîtier à placer en ambiance (en zone de vie). Attention, pour les logements soumis à l'accessibilité aux personnes handicapées, ce boîtier doit être installé entre 0,90 et 1,30 m et placé dans l'unité de vie. Deux fils pilotes y sont raccordés et permettent la programmation indépendante de deux zones. Les fils pilotes des chauffages d'une même zone doivent être raccordés sur l'un ou l'autre des fils pilotes du programmateur avec un bloc de jonction, au niveau du tableau de répartition.
D'autres modèles disposent d'un boîtier à placer en ambiance et d'une interface à placer dans le tableau de répartition. Le raccordement entre ces deux éléments est simplifié (bus à deux fils). Les fils pilotes des chauffages des différentes zones sont, selon leur nombre, raccordés directement sous l'interface ou sur des blocs de jonction, puis à l'interface, comme précédemment. Selon les modèles, le boîtier d'ambiance peut être alimenté par piles ou sur secteur.

Enfin, le dernier modèle présenté se compose uniquement d'un boîtier technique à placer dans le tableau de répartition. Avec plusieurs circuits par zone, il permet, comme indiqué précédemment, de prendre en compte, par exemple, l'inertie d'un plancher rayonnant.

Programmation par courant porteur (CPL)

En rénovation, il est difficile d'installer un conducteur supplémentaire pour programmer les appareils de chauffage (fil pilote), à moins de refaire toute l'installation. Les courants porteurs permettent de s'affranchir de ces contraintes tout en offrant une programmation haut de gamme du chauffage, avec un minimum de travaux. La technologie des courants porteurs consiste à envoyer une information par l'intermédiaire du réseau électrique existant, comme c'est le cas depuis de nombreuses années avec le signal de passage en heures creuses envoyé par le distributeur. Tous types de données peuvent transiter avec ce système, y compris des données informatiques (réseau local, Internet, téléphonie, TV). Vous pouvez ainsi conserver les circuits d'alimentation des appareils de chauffage existants et vous équiper d'émetteurs muraux modernes disposant d'un fil pilote pour la régulation.
Les fabricants proposent des kits composés d'un délesteur, d'une interface de programmation et de récepteurs (voir figure 310).

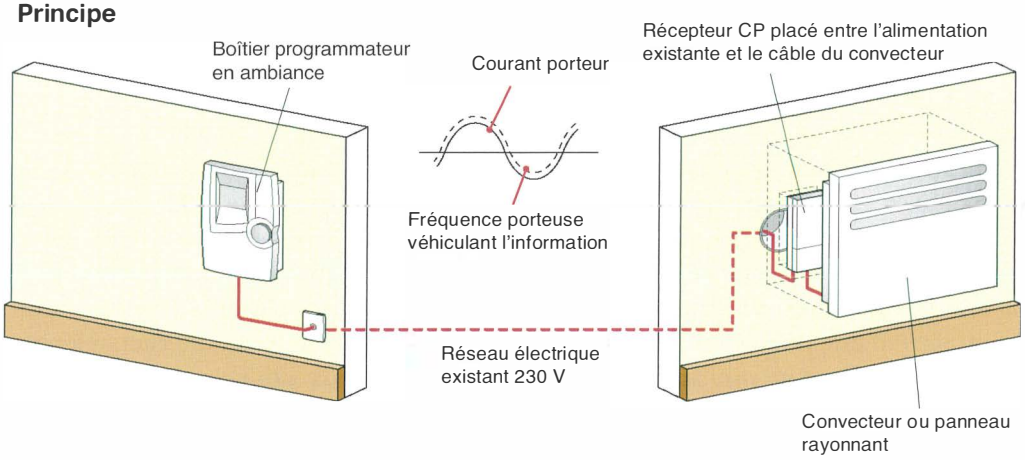
Le délesteur est installé dans le tableau de répartition. Il existe des modèles pour compteur électronique ou pour compteur électromécanique. L'interface de programmation est installée dans une pièce à vivre et simplement raccordée au secteur. Elle donne accès à tous les réglages de programmation. Les récepteurs sont de petites boîtes à fixation murale, à raccorder entre les convecteurs à fil pilote et l'alimentation existante, et dont le rôle est de décoder les signaux émis dans les conducteurs par l'interface de programmation. Le système est évolutif, puisque les convecteurs peuvent être équipés ou installés au fur et à mesure.

Le système permet la régulation et la programmation du chauffage sur deux zones, voire plus, et prend en compte la production d'eau chaude avec un ballon électrique (figure 311).

La régulation du chauffage par courant porteur en rénovation

(Source Delta Dore)

Principe



Exemple d'implantation

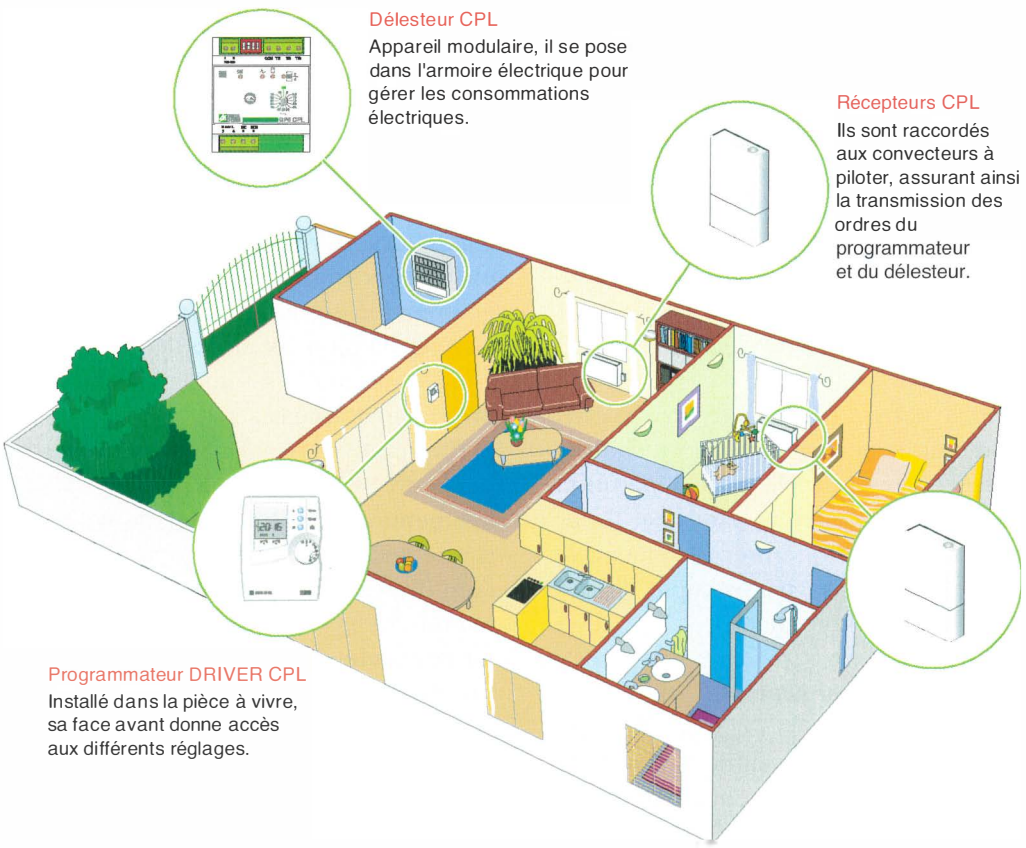


Figure 310 : La programmation d'un chauffage par courant porteur

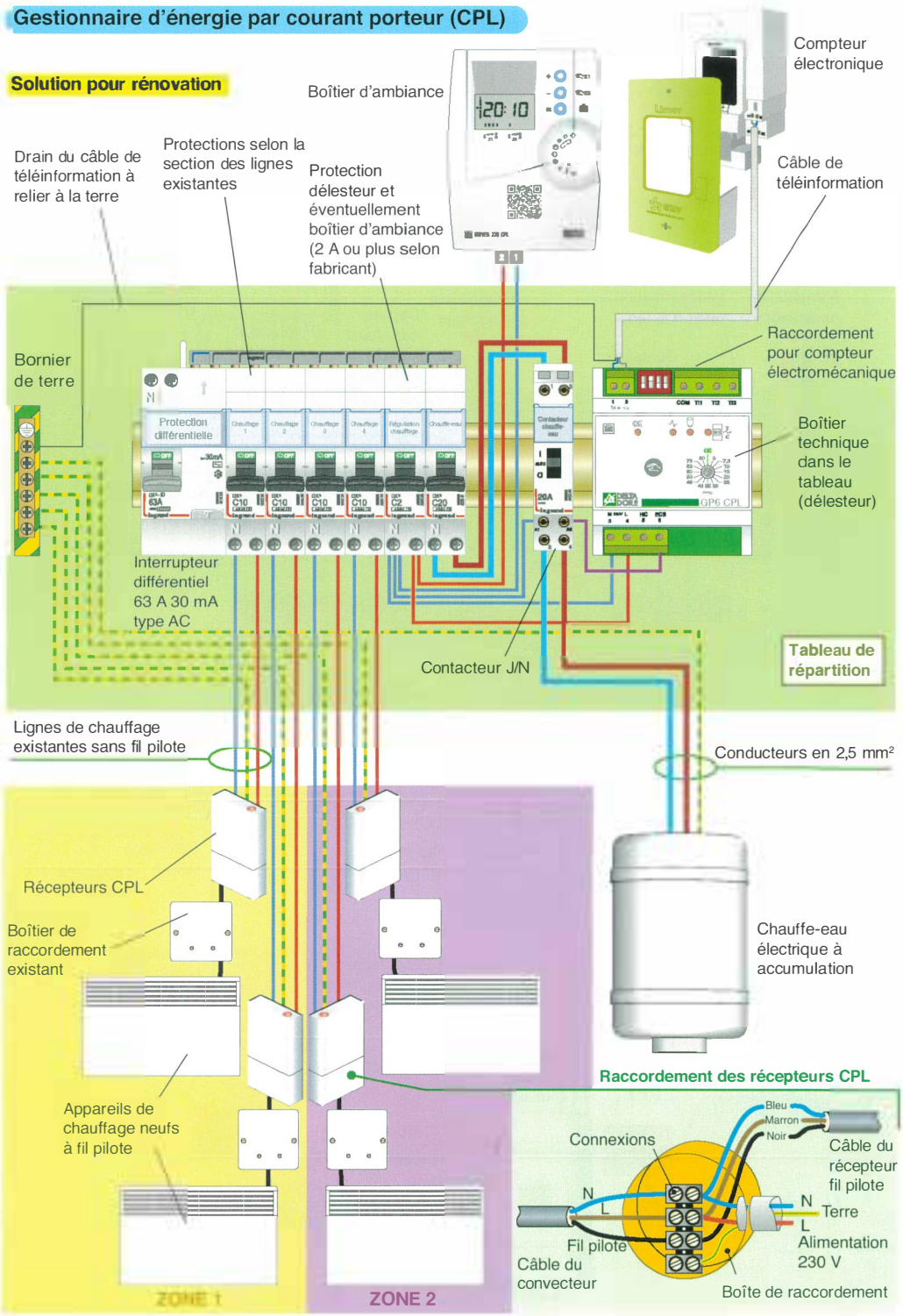


Figure 311 : Le raccordement d'un chauffage par courant porteur

Gestionnaire d'énergie 2 zones avec délestage

Si vous utilisez des disjoncteurs divisionnaires sans coupure du fil pilote, il est obligatoire de la signaler dans le tableau et au niveau des raccordements des appareils de chauffage. Dans notre exemple, le disjoncteur 2 A permet la coupure générale des fils pilotes.

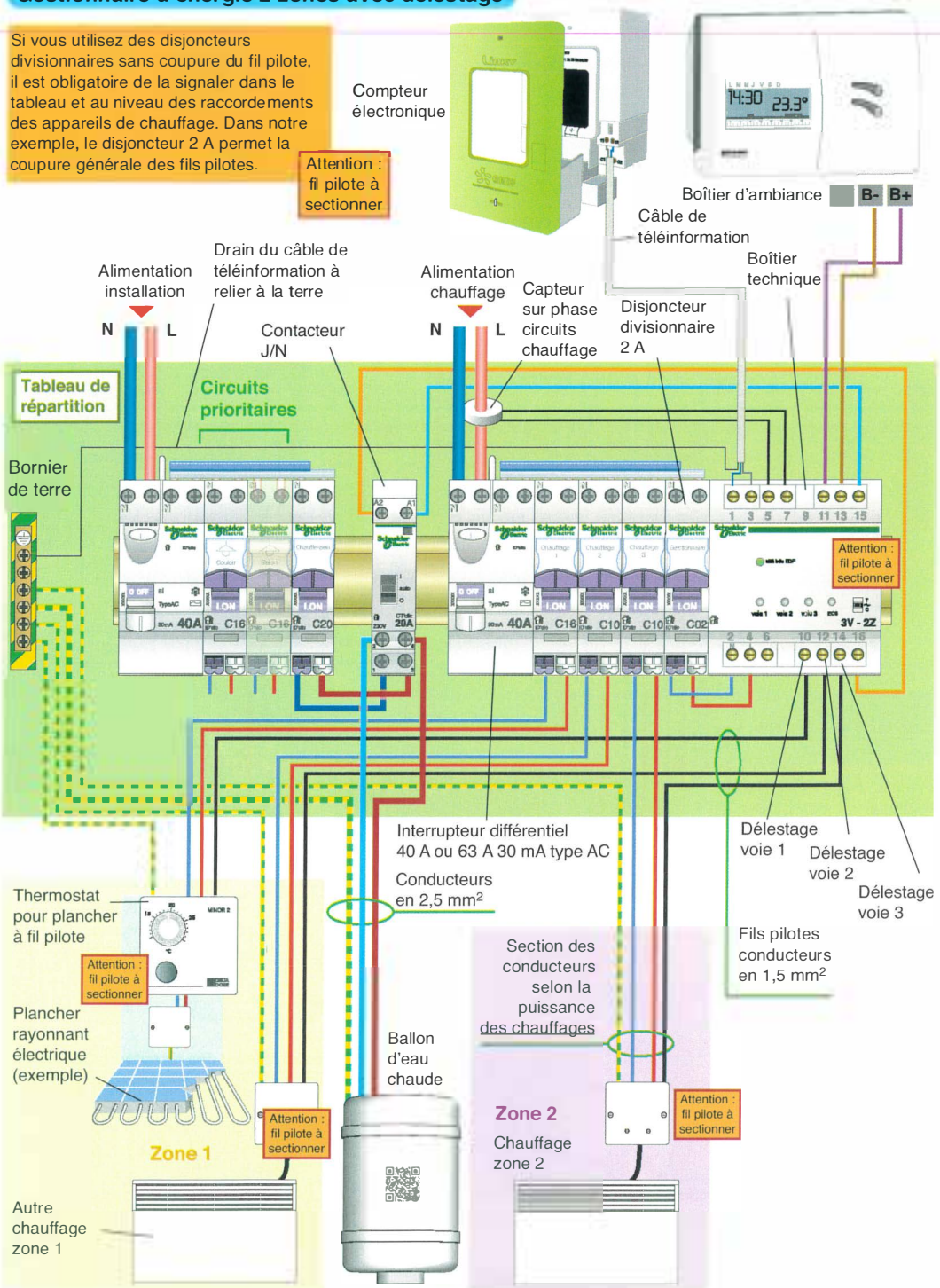


Figure 312 : Gestionnaire d'énergie sur deux zones

Les gestionnaires d'énergie

Sur les installations munies d'un compteur électronique, il est possible d'installer un gestionnaire d'énergie (figure 312). Il fait office de délesteur, de programmateur pour chauffage à fil pilote et de gestionnaire de la production d'eau chaude. Il permet d'automatiser le fonctionnement des appareils électriques selon l'heure, de déclencher certains appareils durant les périodes creuses et de limiter le chauffage pendant les périodes les plus chères (fil pilote à quatre ou six ordres). Il permet également de réduire l'abonnement électrique grâce au délestage, d'optimiser le fonctionnement du chauffage, par exemple pour commander une montée en température le matin avant la fin des heures creuses, et de connaître en temps réel la consommation électrique.

Un gestionnaire d'énergie se compose d'un module à installer dans le tableau de répartition et d'un boîtier d'ambiance à placer dans une pièce à vivre. Le module communique avec le compteur électronique par le biais d'un câble de téléinformation. Il transmet les ordres aux appareils de chauffage par fil pilote et gère l'eau chaude par l'intermédiaire d'un contacteur de puissance. Il est relié au boîtier d'ambiance par deux conducteurs. Il peut être nécessaire de placer un capteur également sur la phase d'alimentation des circuits de chauffage. Le délestage s'effectue en cascade sur trois voies. Vous devez y raccorder les fils pilotes des émetteurs de chauffage en fonction de leur importance (appareils peu utiles en premier, indispensables en dernier).
Le forçage hors gel permet de raccorder un conducteur de phase avec commande à distance, par exemple une télécommande téléphonique ou une application pour smartphone.

Le gestionnaire d'énergie pour option tarifaire Tempo

Les fabricants proposent des gestionnaires d'énergie spécialement adaptés aux abonnements Tempo pour compteurs électroniques (figure 313).
Ce type d'abonnement est divisé en plusieurs périodes de tarification comprenant des jours bleus, blancs et rouges.
Le rôle du gestionnaire est de réduire la consommation électrique pendant les périodes où le prix du kWh est élevé.
L'installation d'un gestionnaire est indispensable pour piloter automatiquement une installation tout électrique en fonction des périodes de tarification.
Le chauffage électrique doit être assuré par des émetteurs (convecteurs, panneaux rayonnants, PRE direct) munis de thermostats électroniques permettant quatre ou six niveaux de régulation.
Le gestionnaire d'énergie est composé :

- d'un boîtier technique placé dans le tableau de répartition ;
- d'un module d'ambiance placé dans une zone de vie, qui sert à piloter le gestionnaire.

Il permet aussi le délestage de l'installation et la gestion des périodes d'absence.
Le gestionnaire permet la programmation hebdomadaire du chauffage sur deux zones :

- la zone jour (salon, cuisine) ;
- la zone nuit (chambres).

Pour chaque zone, vous aurez le choix entre plusieurs programmations. Vous choisirez le niveau de confort en fonction des jours de tarification.
Le gestionnaire permet aussi la gestion de la production d'eau chaude sanitaire. Il

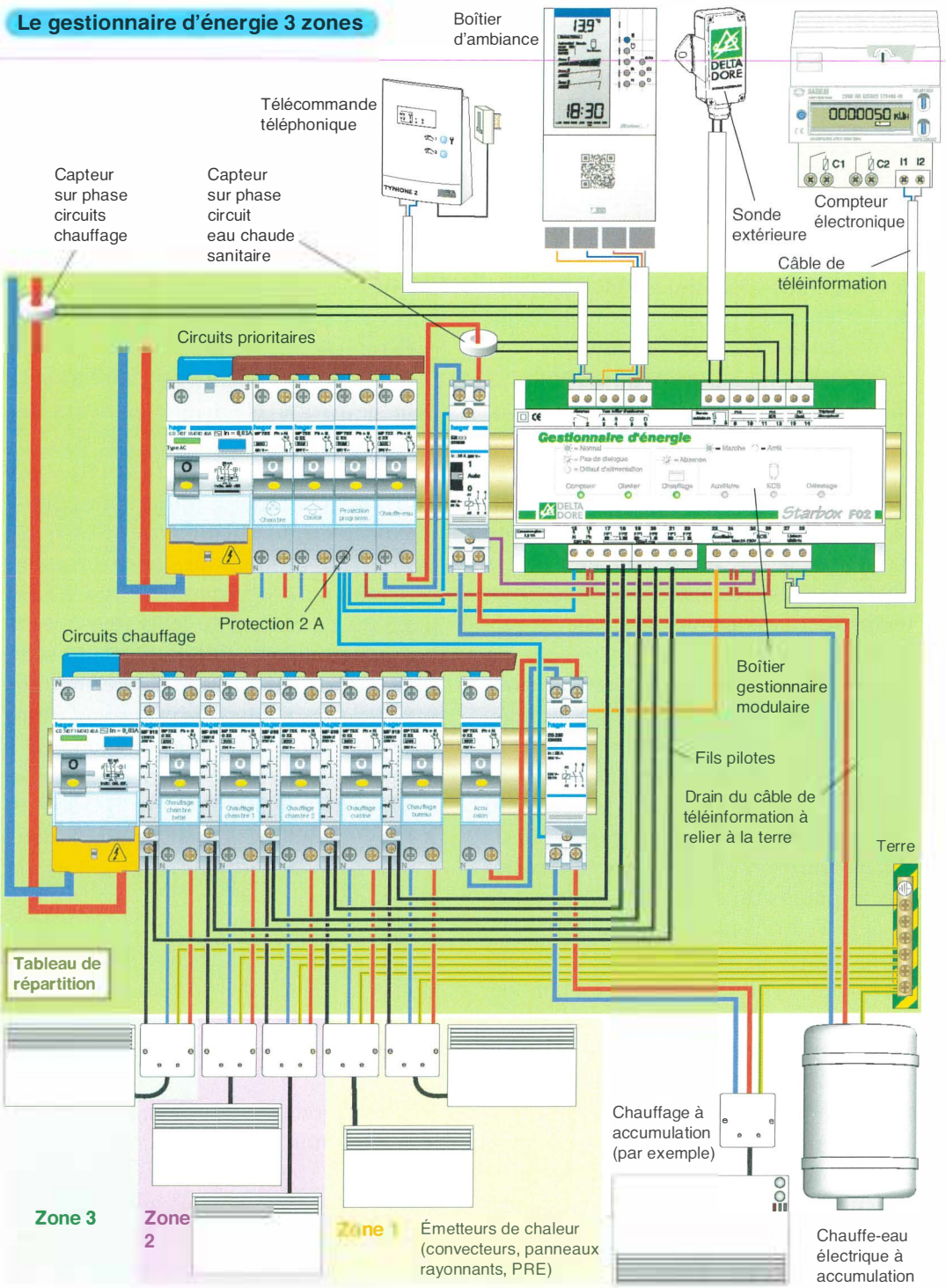


Figure 313 : Le gestionnaire d'énergie pour abonnement Tempo

peut également piloter un plancher électrique à accumulation ou un appareil de chauffage à accumulation. Dans ce cas, il est nécessaire d'installer une sonde de température à l'extérieur pour réguler la charge le plus précisément possible.
Une télécommande téléphonique en option permet de piloter le gestionnaire à distance.
La figure 314 présente les divers systèmes de programmation.

Les indicateurs de consommation

La réglementation thermique 2012 (RT 2012) est applicable depuis le 1er janvier 2013 pour les bâtiments neufs résidentiels (individuels ou collectifs). Elle impacte directement les installations électriques, notamment avec les articles 23 et 24.
L'article 23 impose un système d'affichage et de mesure des consommations permettant de mesurer ou d'estimer la consommation d'énergie et d'informer (dans le volume habitable) les occupants (au minimum mensuellement) de leur consommation d'énergie (par type d'énergie), selon la répartition minimale suivante : chauffage, refroidissement, production d'eau chaude sanitaire, réseau de prises électriques et autres. Cette mesure permettrait de réaliser des économies d'énergie d'environ 10 %.
L'article 24 impose la gestion et l'optimisation du chauffage. Une installation de chauffage doit comporter un ou plusieurs dispositifs d'arrêt manuel et de réglage automatique du chauffage en fonction de la température intérieure du local d'habitation. La gestion du chauffage permet de réaliser des économies de l'ordre de 30 %. Pour les habitations équipées en chauffage électrique, les fabricants proposent des gestionnaires d'énergie (gestion du chauffage et de la production d'eau chaude sanitaire) permettant également de disposer d'un système d'indicateur de consommation (figure 315).

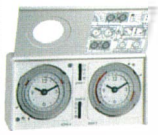
Le système présenté se compose d'un gestionnaire modulaire placé dans le tableau de répartition et d'un boîtier d'ambiance équipé d'un écran. Ce dernier permet la programmation du chauffage et indique les consommations d'énergie. Il dispose de tores installés sur les fils de phase des circuits à mesurer (chauffage, eau chaude sanitaire et éventuellement refroidissement). La mesure des circuits de prises se fait soit avec un tore, soit en mesurant la différence de consommation entre celle mesurée par les tores et la consommation totale estimée par le compteur électronique auquel le gestionnaire est relié. L'appareil représenté permet également de couper le chauffage dans les pièces en cas d'ouverture des fenêtres grâce à des détecteurs radio.

L'appareil de mesure des consommations peut également être indépendant du gestionnaire du chauffage, même si vous disposez d'un chauffage électrique (figure 316). Le principe de mesure des consommations des circuits est toujours basé sur des tores (transformateurs de courant) installés sur les conducteurs de phase des circuits. Mais il est également possible, avec ce type d'appareil, de mesurer la consommation d'énergie d'autres types de chauffages (figure 317) faisant appel à d'autres énergies, que ce soit en habitation collective ou individuelle. Un récepteur radio est relié au boîtier modulaire de l'indicateur dans le tableau de répartition. Il permet de recueillir les informations de modules

Choix d'un système de gestion pour un chauffage électrique

Neuf ou rénovation avec fil pilote		Rénovation sans fil pilote (de 1 à 3 zones)	
Sans délestage	Avec délestage	Sans délestage	Avec délestage
Programmateur (1 à 2 zones)	Gestionnaire d'énergie (1 à 3 zones et plus)	Programmateur radio ou courant porteur	Gestionnaire d'énergie courant porteur ou radio


Boîtier en ambiance 1 ou 2 zones


Boîtier en ambiance analogique 2 zones


Module dans le tableau de répartition 2 zones


Boîtier en ambiance et module dans le tableau de répartition 2 zones


Gestionnaire jusqu'à 8 zones indicateur de consommation


Gestionnaire jusqu'à 3 zones indicateur de consommation


Gestionnaire jusqu'à 3 zones


Boîtier radio en ambiance jusqu'à 3 zones


Boîtier courant porteur en ambiance jusqu'à 2 zones


Gestionnaire par courant porteur jusqu'à 3 zones


Gestionnaire par courant porteur et radio jusqu'à 3 zones

Choix d'un système de gestion pour un chauffage à eau chaude

Neuf ou rénovation avec thermostat existant		Rénovation sans thermostat existant
Avec programmation	Sans programmation	Avec programmation


Thermostat programmable filaire numérique


Thermostat programmable filaire analogique


Thermostat d'ambiance numérique


Thermostat d'ambiance analogique


Thermostat programmable radio analogique


Thermostat programmable radio numérique

Figure 314 : Le choix d'un système de gestion pour le chauffage

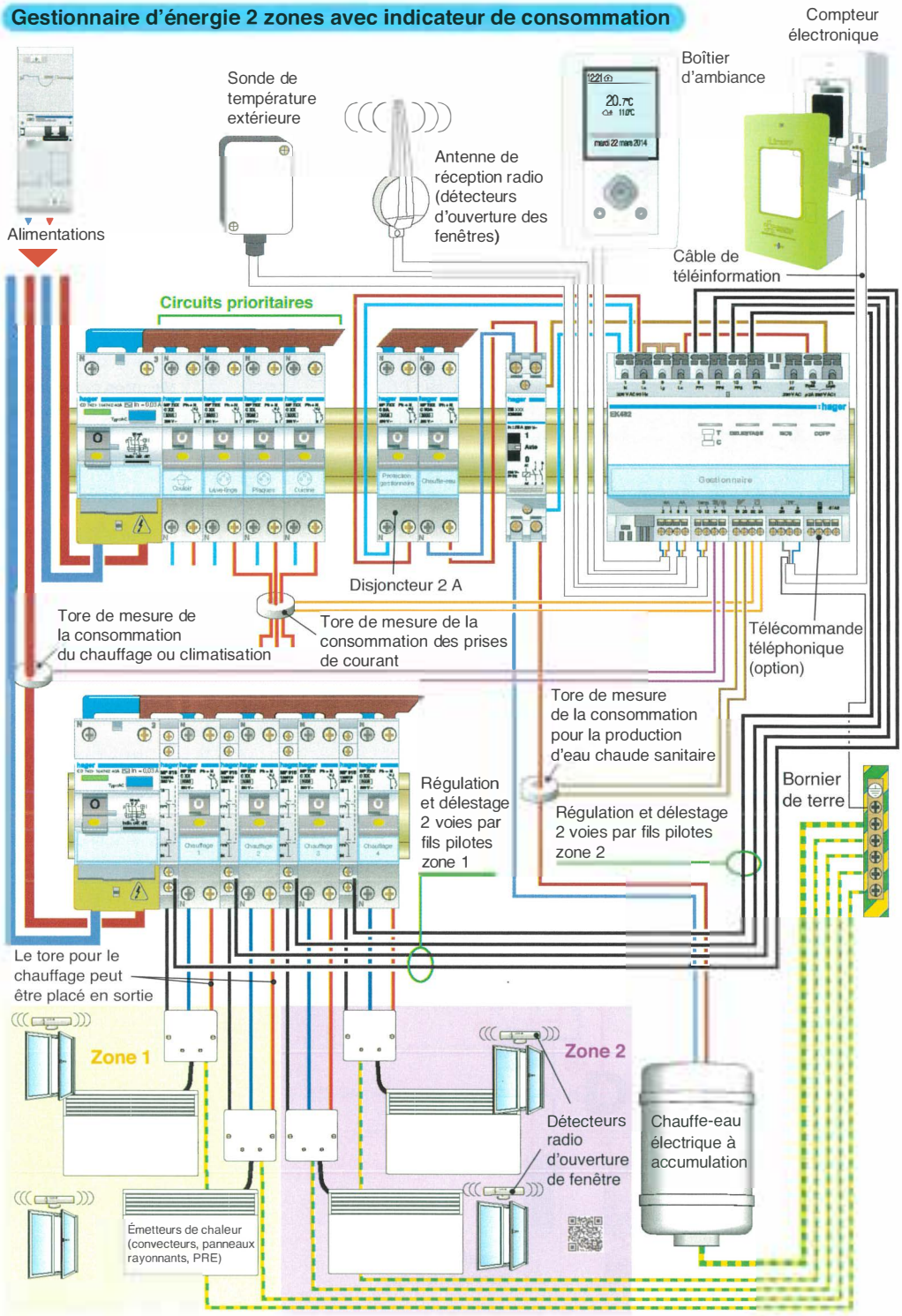


Figure 315 : Gestionnaire d'énergie deux zones avec indicateur de consommation

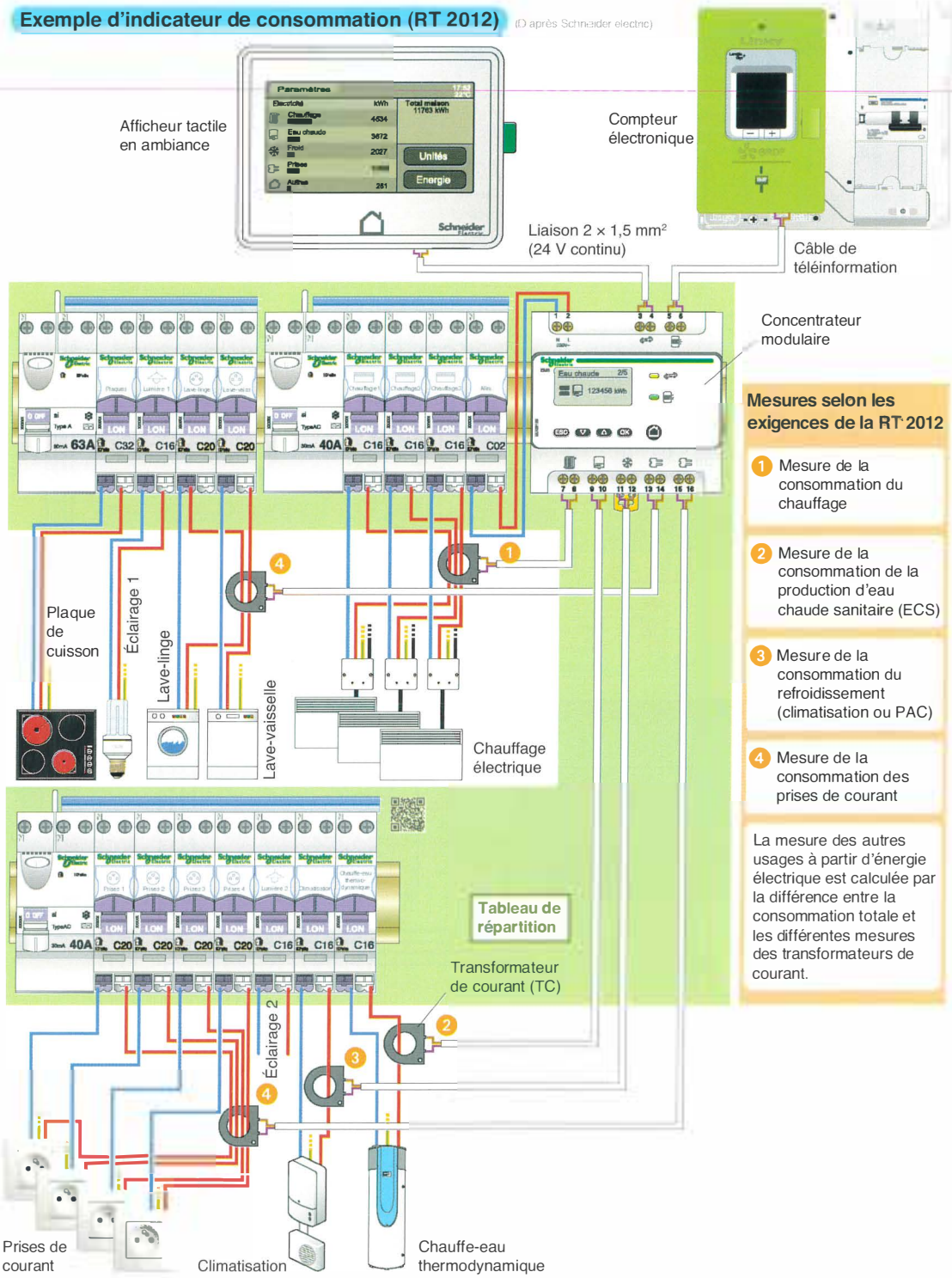


Figure 316 :
Exemple d'indicateur de consommation (RT 2012)

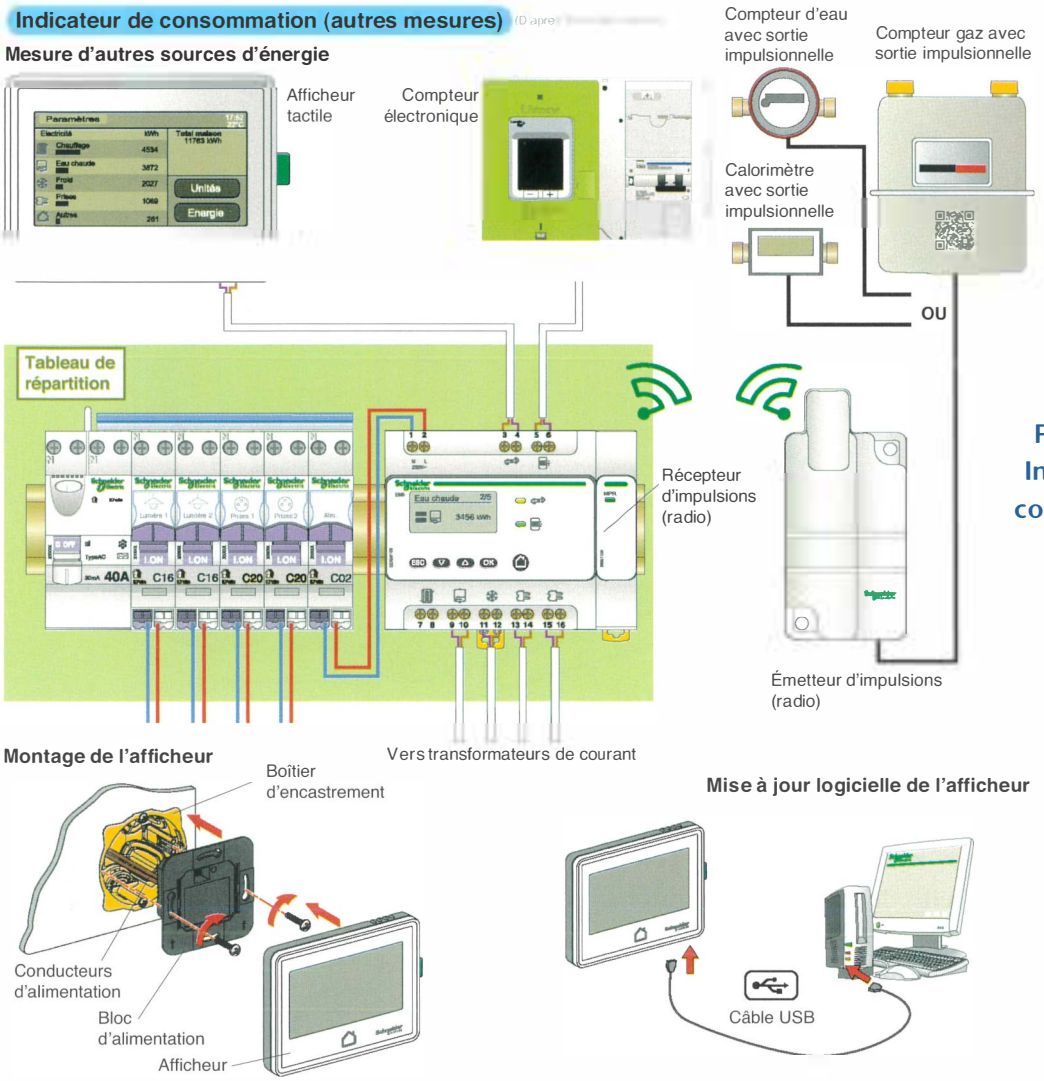


Figure 317 : Indicateur de consommation (autres mesures)

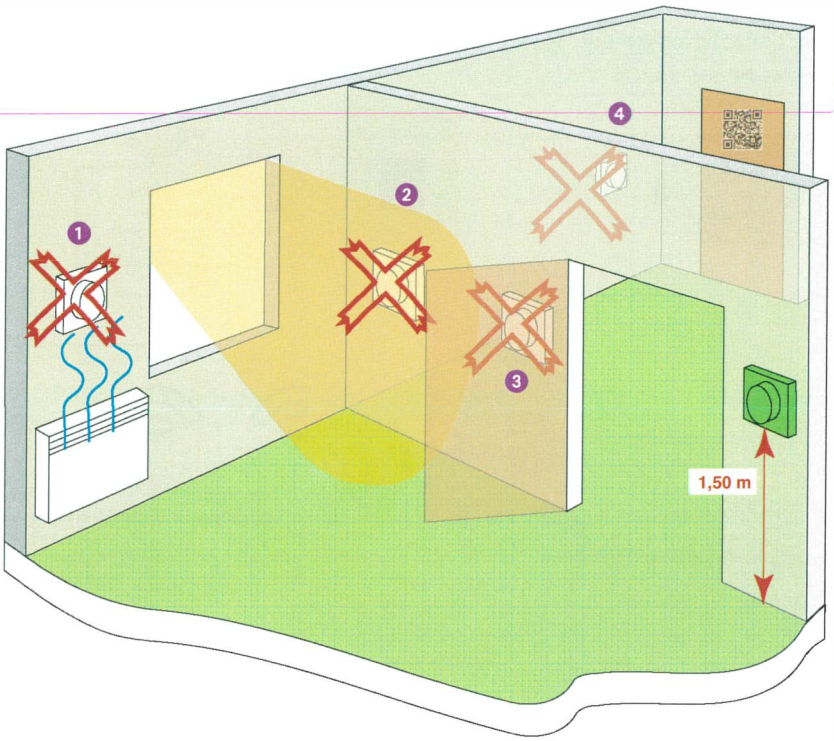
émetteurs reliés à des compteurs à sortie impulsionnelle (compteur gaz, compteur d'eau chaude, calorimètre…).

Emplacement des thermostats et des sondes

La figure 318 présente les règles à respecter pour la pose des thermostats d'ambiance, des sondes de température et des interfaces de programmation (boîtiers d'ambiance) des gestionnaires d'énergie. La hauteur standard d'installation est de 1,50 m environ. Pour les logements soumis à l'accessibilité aux personnes handicapées, la hauteur d'installation du boîtier d'ambiance doit être comprise entre 0,90 et 1,30 m. Le boîtier doit être installé dans l'unité de vie.

Puissance des émetteurs muraux

Rappelons qu'il est absolument indispensable de réaliser une bonne isolation thermique du logement, associée à un système d'aération performant. Les réglementations thermiques de plus en plus strictes aboutiront à l'installation



Ne pas placer un thermostat ou une sonde d'ambiance au-dessus d'une source de chaleur (1), sur un mur ensoleillé (2), derrière une porte (3) ou dans une zone soumise à des courants d'air (4).

Figure 318 : L'emplacement des thermostats et des sondes

d'appareils de chauffage de moins en moins puissants grâce au renforcement de l'isolation, au traitement des ponts thermiques et de l'étanchéité à l'air des logements.

En poussant le raisonnement à l'extrême, une isolation à hautes performances permet de se passer d'un chauffage conventionnel (maisons passives, par exemple). La puissance des émetteurs de chaleur doit être calculée par une étude thermique prenant en compte les déperditions du bâtiment, selon son niveau d'isolation.
Les modes de calcul qui suivent sont établis pour un logement disposant d'une isolation correcte. La figure 319 indique la marche à suivre pour calculer la puissance nécessaire à un chauffage par émetteurs muraux. Le tableau de cette figure donne une valeur générale.

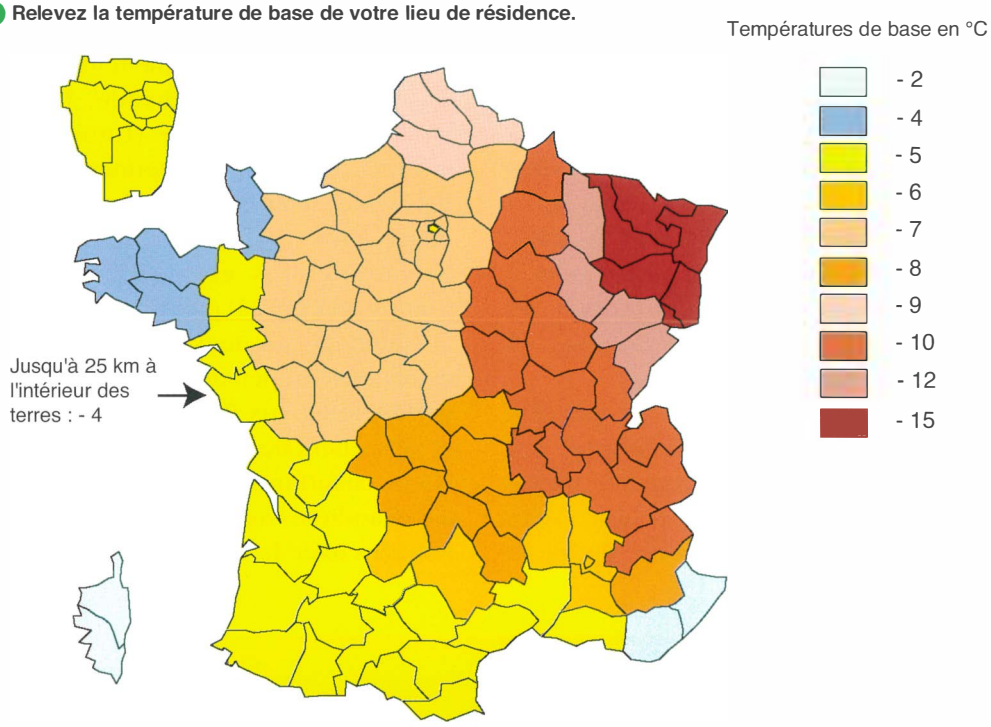
Pour un calcul plus précis (pièce par pièce), utilisez les formules suivantes :

- pour une maison individuelle :
  $p = (10 + 1{,}1\Delta t)V$
- pour un appartement en rez-de-chaussée ou sous les toits :
  $p = (15 + 0{,}9\Delta t)V$
- pour un appartement en étage :
  $p = (15 + 0{,}7\Delta t)V$

p = puissance des convecteurs en W
V = volume de la pièce en m^3
Δt = température de confort moins température de base en °C.

Ces calculs sont indicatifs et ne permettent qu'une estimation.

1 Relevez la température de base de votre lieu de résidence.



Facteur de correction en fonction de l'altitude (à ajouter à la valeur du département)

200 à 400 m	400 à 800 m	800 à 1 000 m	1 000 à 1 400 m	1 400 à 1 800 m	1 800 à 2 000 m
-1 à -2 °C	- 2 à -5 °C	- 5 à -7 °C	- 7 à -11 °C	- 11 à -15 °C	- 15 à -17 °C

2 Corrigez éventuellement la valeur selon l'altitude de la construction.

3 Déterminez la valeur de Δt (Δt = température de confort - température de base).

Exemple : vous habitez Paris. Température de confort 19 °C, température de base - 5 °C.

Δ t = 19 - (-5) = 24.

3 Déterminez la puissance de chauffage à installer en fonction de ce chiffre et du volume des pièces à équiper à l'aide du tableau ci-dessous :

Δt (°C)	21	22	23	24	25	26	27	28
P en W/m^3	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**31**	**32**	**33**
Δ t (°C)	29	30	31	32	33	34	35	36
P en W/m^3	**34**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**

Ces valeurs sont utilisables pour des habitations correctement isolées (RT 2000, RT 2005). Plus l'habitation est isolée, plus ces valeurs peuvent être diminuées.

Figure 319 :
L'estimation de puissance des émetteurs muraux

Régulation du chauffage à eau chaude

L'augmentation régulière du coût des énergies rend indispensable le recours à des systèmes de programmation qui vous permettront de réaliser des économies en gérant au mieux le chauffage. En effet, il est inutile de maintenir l'habitation à la température de confort pendant les périodes d'absence régulières (travail) ou occasionnelles (vacances).

Les chaudières murales sont généralement pourvues d'un thermostat qui permet uniquement de chauffer toutes les pièces à la même température. Vous pouvez utiliser des robinets thermostatiques sur chaque radiateur, mais le réglage reste manuel donc fastidieux. Plusieurs systèmes permettent de gérer un chauffage à eau chaude. Un thermostat programmable (figures 320), installé en zone jour, permet de régler différentes températures selon les heures ou les jours.

Novateurs, les gestionnaires radio (figures 321 et 322) permettent de réguler le chauffage sur deux zones différentes. Ils nécessitent peu de travaux, s'adaptent parfaitement aux installations existantes et permettent de gérer radiateurs ou planchers chauffants. Les régulations pour les chaudières au sol sont généralement fournies avec la chaudière.



Figure 320 :
Thermostats programmables

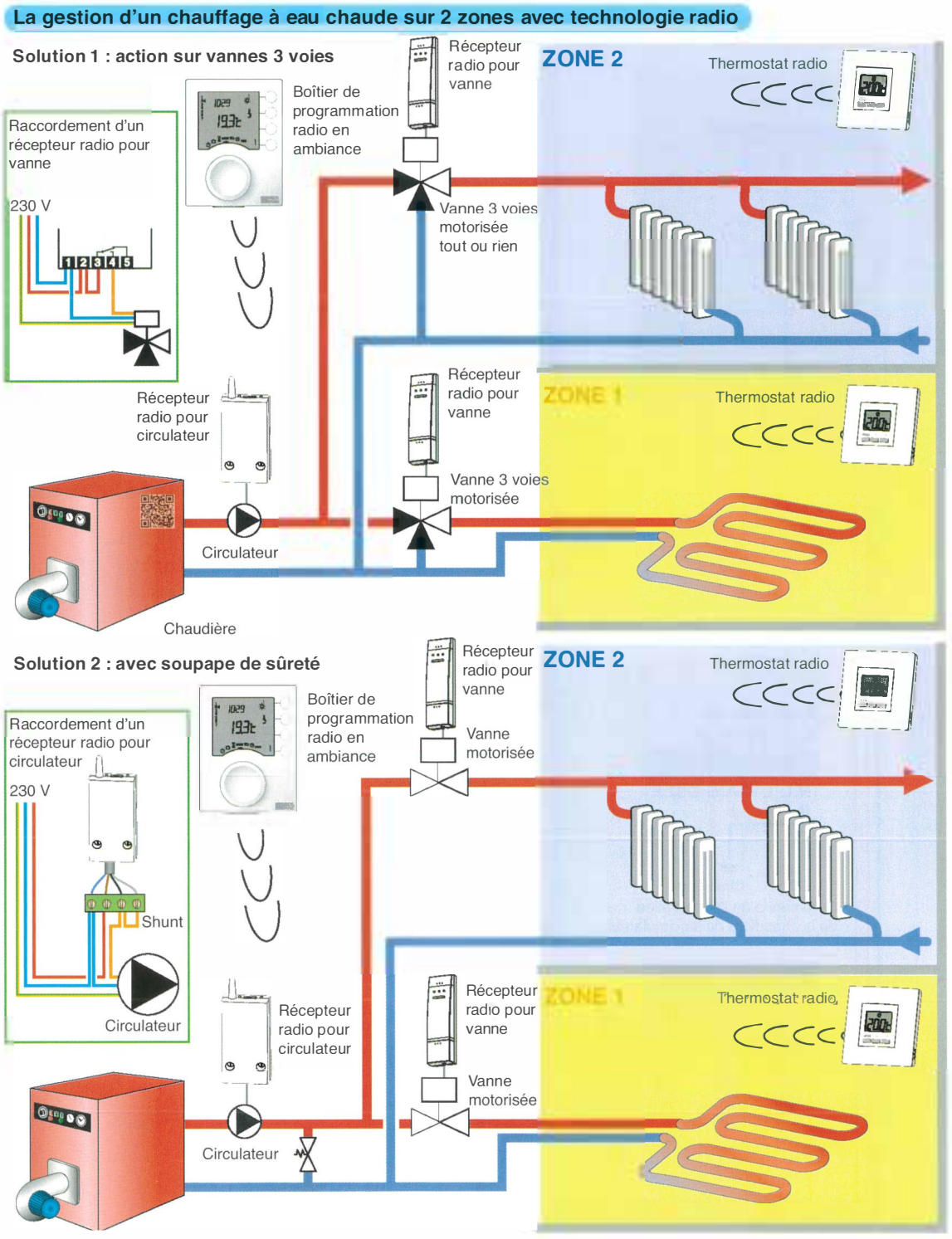


Figure 321 : Gestion d'un chauffage à eau chaude par ondes radio (exemple 1)

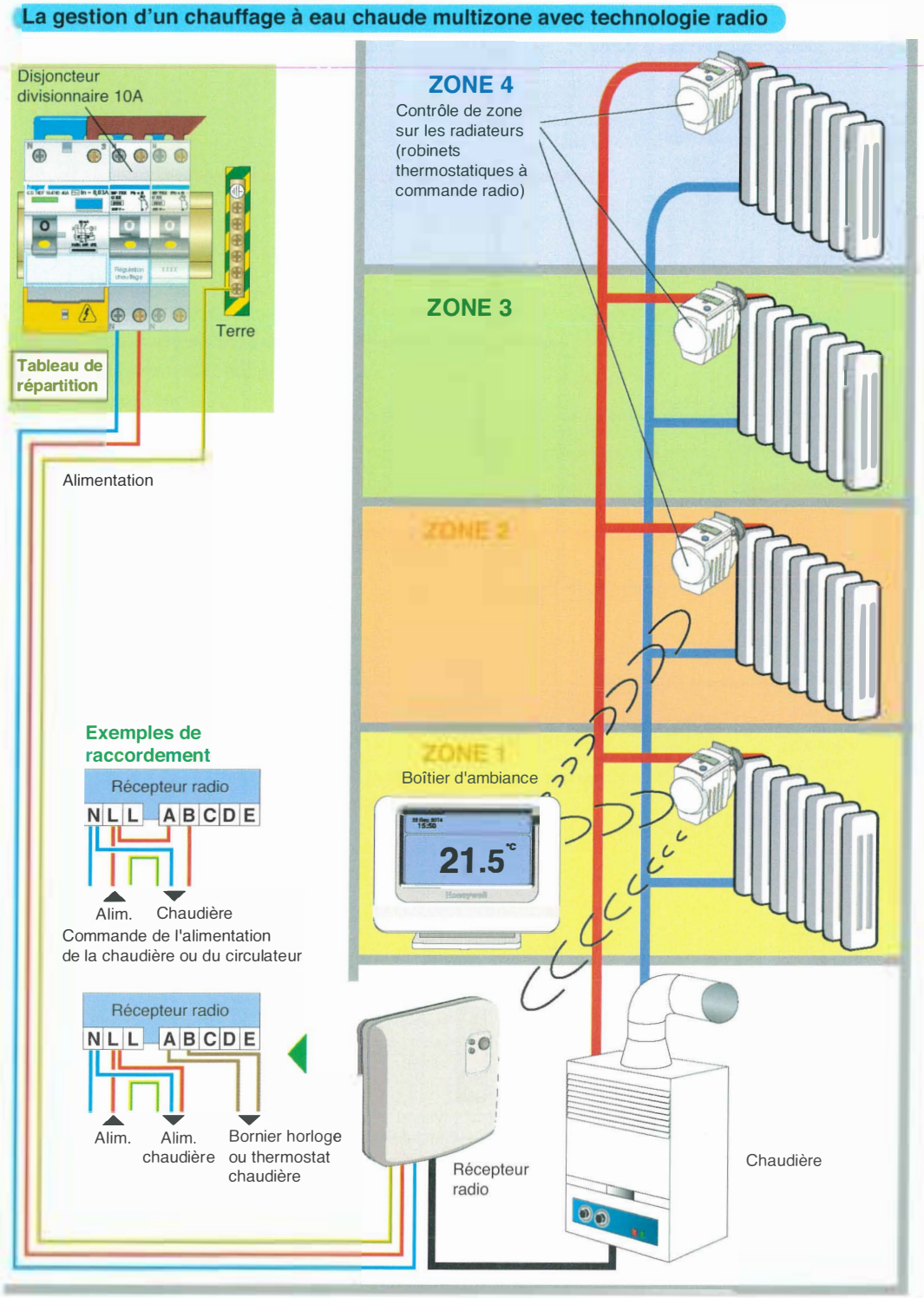


Figure 322 : Gestion d'un chauffage à eau chaude par ondes radio (exemple 2)

Les circuits d'éclairage

Les circuits d'éclairage doivent être alimentés avec des conducteurs de 1,5 mm^2 de section.

Chaque circuit ne doit pas alimenter plus de huit points d'utilisation. Dans le cas de spots ou de bandeaux lumineux, on compte un point d'utilisation par tranche de 300 VA dans une même pièce.
Un conducteur de protection (terre) est systématiquement passé avec les conducteurs d'alimentation. Respectez le code couleur pour les conducteurs :

- bleu pour le neutre ;
- bicolore (jaune et vert) pour le conducteur de protection ;
- toutes couleurs (sauf celles citées précédemment ainsi que vert ou jaune) pour la phase. Généralement, on utilise le rouge, le noir ou le marron.

Les autres couleurs sont réservées au retour lampe (orange, par exemple), aux navettes des va-et-vient (violet ou noir, par exemple) et aux retours des boutons-poussoirs des télérupteurs. Attribuez les mêmes couleurs pour les mêmes fonctions dans toute l'installation (tous les retours lampe en orange, par exemple), cela facilitera le repérage des circuits.
La norme prévoit un nombre minimal de points d'éclairage selon les pièces (voir les paragraphes concernant chaque pièce à partir de la page 295).

L'installation de points d'éclairage est réglementée dans les locaux humides (voir le paragraphe sur la salle d'eau).
Rappelons que toute canalisation encastrée doit aboutir dans une boîte. Cela vaut également pour les circuits d'éclairage qui doivent aboutir dans une boîte DCL, sauf à l'extérieur.

Les dispositifs de commande doivent être placés près d'une porte, à portée de main, du côté de l'ouvrant, à une hauteur comprise entre 0,90 et 1,30 m. Nous vous conseillons d'adopter la hauteur moyenne de 1,10 m. Dans les couloirs et les circulations, la norme définit certaines règles pour leur emplacement, ainsi que pour les logements soumis à l'accessibilité aux personnes handicapées (voir page 196).
Pour faciliter l'installation future d'appareils de détection automatique dans les couloirs et les circulations, il est recommandé de distribuer un conducteur de neutre pour chaque point de commande.

Dans une même pièce, il est recommandé de protéger les circuits d'éclairage et les circuits de prises de courant sur deux DDR 30 mA différents afin de préserver la continuité de service en cas de défaut (au moins l'un des circuits fonctionne si l'autre tombe en panne).
La protection contre les contacts indirects est assurée par un DDRHS 30 mA, la protection contre les courts-circuits et les surintensités par un disjoncteur divisionnaire de 16 A. Le commutateur doit être de type 10 A.

Le simple allumage

C'est le principe le plus simple pour commander un point d'éclairage (figure 323). La phase du circuit est coupée par un interrupteur. Le neutre et la terre sont directement raccordés au point d'éclairage. À la sortie de l'interrupteur, on utilise un fil de couleur différente de celle de la phase d'arrivée. C'est le retour lampe. Dans les installations, nous vous conseillons d'utiliser un conducteur orange pour ce retour lampe. La connexion dans

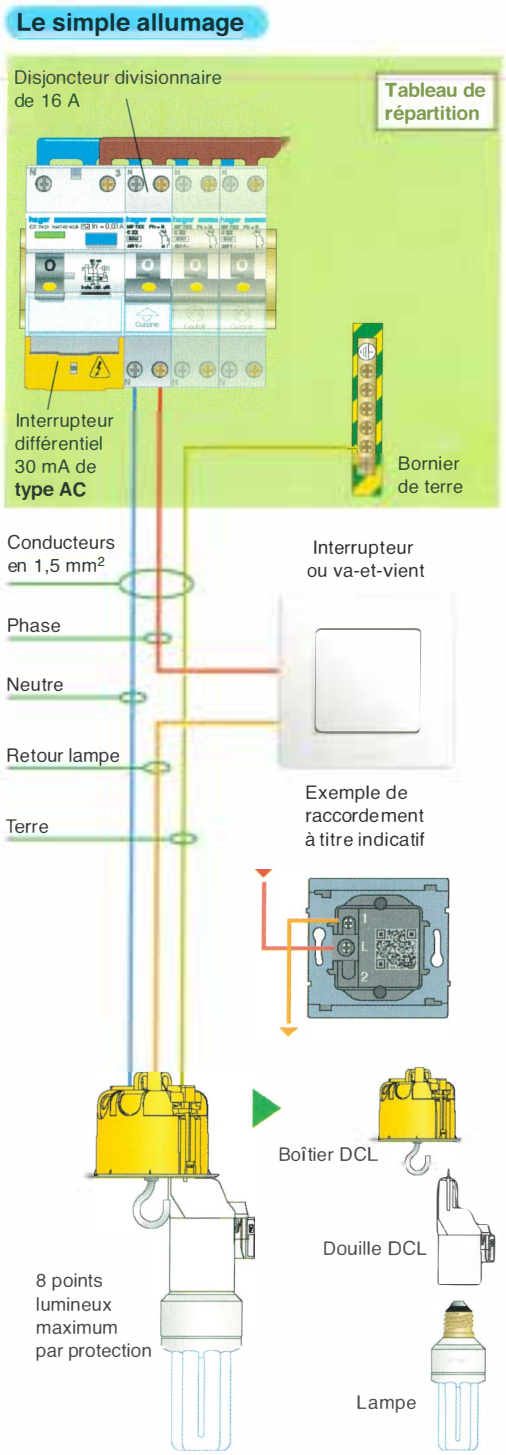


Figure 323 :
Le simple allumage

l'interrupteur est très simple, puisqu'il n'y a que deux plots de raccordement.

Lors de la mise en place, faites en sorte que tous les interrupteurs soient positionnés de la même manière. Par convention, on appuie vers le bas de la touche pour allumer et vers le haut pour éteindre.
Un commutateur va-et-vient peut très bien être utilisé en lieu et place d'un interrupteur ; il suffit pour cela de raccorder la phase sur le plot marqué « P », « commun » ou « L » et le retour lampe indifféremment sur l'un ou l'autre des deux plots restants.
L'interrupteur est généralement placé à l'intérieur et à l'entrée de la pièce, à l'inverse des gonds de la porte, à une hauteur comprise entre 1,10 et 1,20 m.

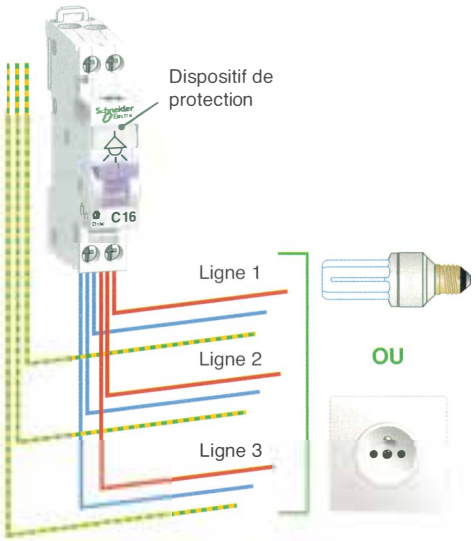
Pour alimenter plusieurs points d'utilisation sur un même circuit (jusqu'à huit autorisés), nous vous proposons plusieurs solutions, comme illustré à la figure 324. Plusieurs circuits d'éclairage peuvent être réunis sous un même dispositif de protection. Vous pouvez également utiliser des boîtes de dérivation ou les boîtes des appareillages de commande (figure 325).
Plusieurs points d'éclairage commandés par un même interrupteur peuvent être pontés dans les boîtes de connexion DCL si elles sont pourvues de connecteurs prévus à cet effet, ou si la place disponible le permet.

L'interrupteur à voyant lumineux

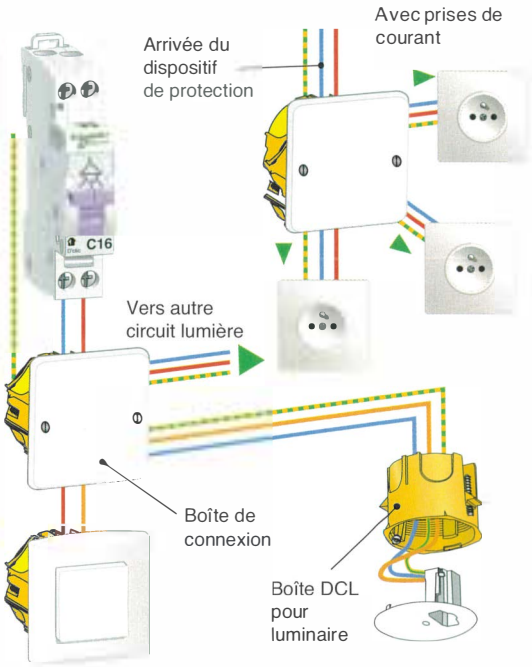
Ce système est utilisé pour indiquer si une pièce ou un local est éclairé ou non (fonction témoin). Il peut également être utilisé pour signaler le commutateur (emplacement sombre, par exemple) :

Le raccordement de plusieurs points d'utilisation sur une protection

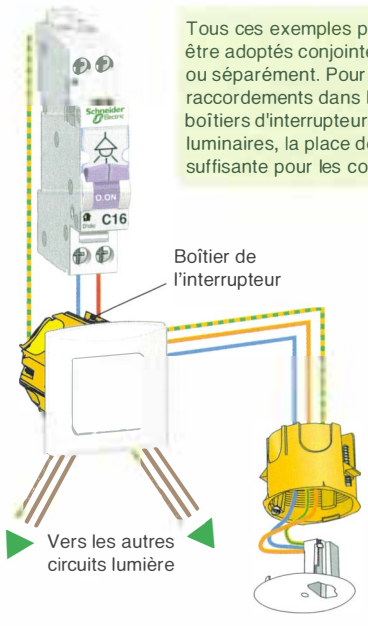
Départ de la protection avec plusieurs lignes



Utilisation d'une boîte de connexion

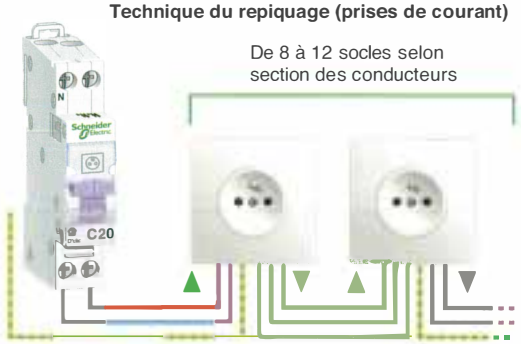


Connexions dans le boîtier de l'interrupteur



Tous ces exemples peuvent être adoptés conjointement ou séparément. Pour les raccordements dans les boîtiers d'interrupteur ou de luminaires, la place doit être suffisante pour les connexions.

Technique du repiquage (prises de courant)

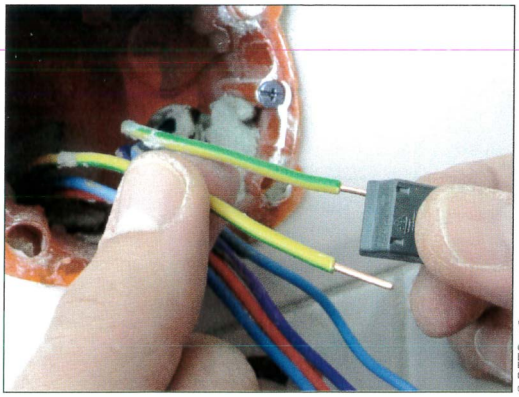


Plusieurs points d'éclairage avec une même commande



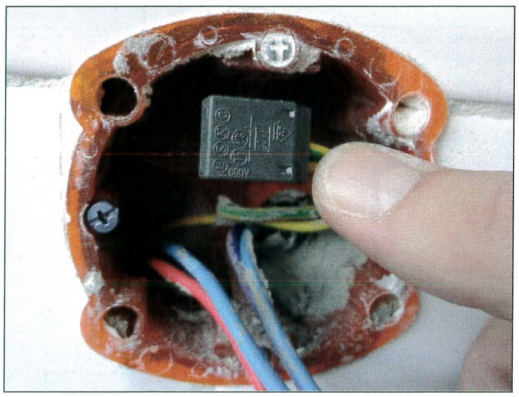
Figure 324 :
Le raccordement de plusieurs points d'utilisation

Les connexions dans les boîtes d'appareilla

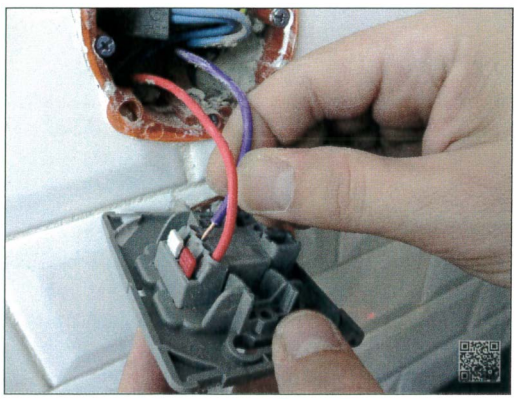


© DFTG × 3

1 Utilisez des connecteurs automatiques sans vis qui occupent peu de place. Dénudez les fils à la longueur recommandée et clipsez-les dans le connecteur.



2 Repliez les conducteurs raccordés et poussez-les au fond du boîtier de façon qu'ils occupent le moins de place possible.



3 Raccordez l'appareillage (ici un interrupteur), puis vissez-le sur le boîtier.

Figure 325 :
Les connexions dans les boîtes d'appareillage

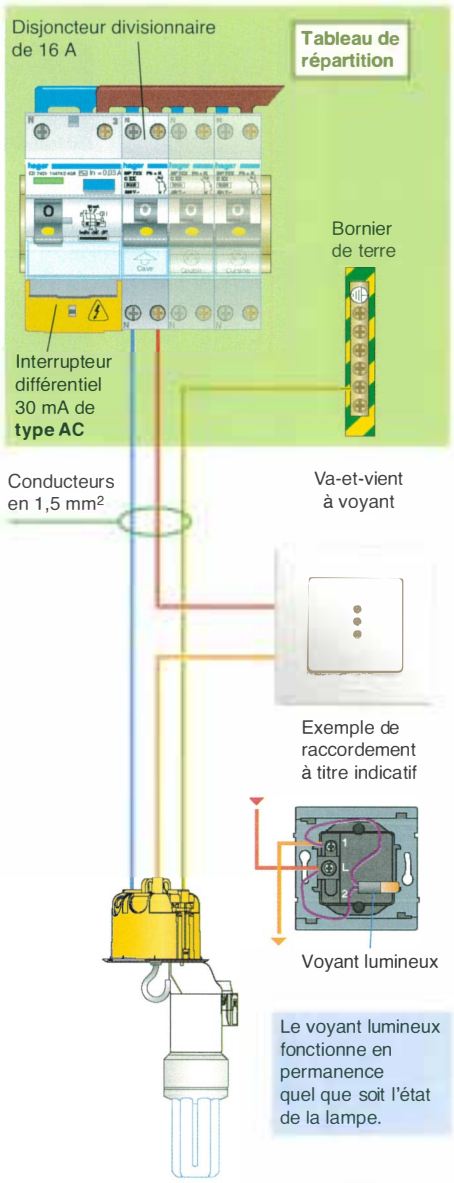
c'est la fonction signalisation. Généralement, le voyant lumineux s'adapte sur des interrupteurs classiques. Pour la fonction témoin, s'il est branché entre la phase et le retour lampe sur un circuit simple allumage, son fonctionnement est inversé par rapport à celui du point d'éclairage (voyant allumé = lampe éteinte). Pour que le voyant s'allume en même temps que la lampe, deux solutions sont possibles (figure 326). La première n'est envisageable qu'en cas de rénovation ou d'installation neuve. Il s'agit de distribuer le conducteur de neutre jusqu'à l'interrupteur. Raccordez alors le voyant sur le neutre, puis le plot sur le retour lampe de l'interrupteur.
La seconde solution, proposée par des fabricants, consiste à utiliser un interrupteur à voyant sans neutre. On le raccorde comme un interrupteur à simple allumage. Le voyant est prévu pour fonctionner sans conducteur de neutre.

L'interrupteur automatique

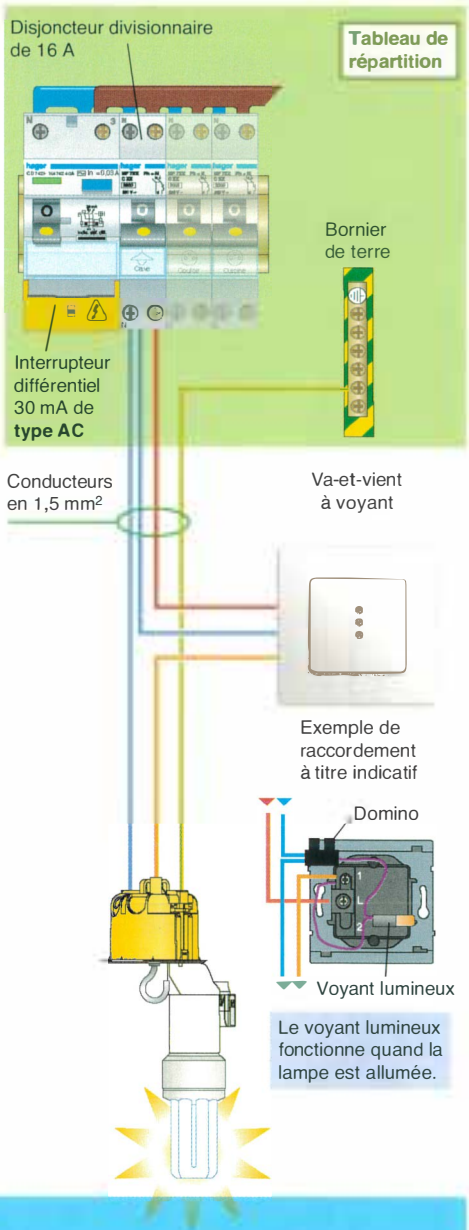
Cet interrupteur est pourvu d'un détecteur infrarouge (figure 327). Au moindre mouvement, il allume le point d'éclairage pour une durée réglable jusqu'à plusieurs minutes. Tant qu'un mouvement est détecté, le point d'éclairage reste allumé ou se rallume pour la durée de la temporisation. La distance de détection peut atteindre jusqu'à 8 m avec un seuil de luminosité réglable. Les puissances commandées peuvent atteindre 1 000 W. Selon les modèles proposés par les fabricants, un interrupteur automatique peut venir en remplacement d'un interrupteur classique, raccordé entre phase et retour lampe, ce qui s'avère pratique en rénovation. Pour permettre des fonctions plus évoluées, il est préférable de prévoir une

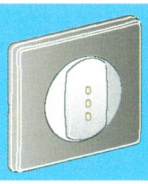
Les interrupteurs à voyant

Fonction signalisation



Fonction témoin





Il est possible, avec un schéma conforme à la solution signalisation, d'obtenir un fonctionnement en lampe témoin. Des fabricants proposent des interrupteurs ou va-et-vient à témoin sans raccordement du conducteur de neutre. Le point lumineux doit avoir une puissance minimale de 60 W. Cette solution est particulièrement intéressante en rénovation.

Figure 326 :
Le raccordement d'un interrupteur à voyant

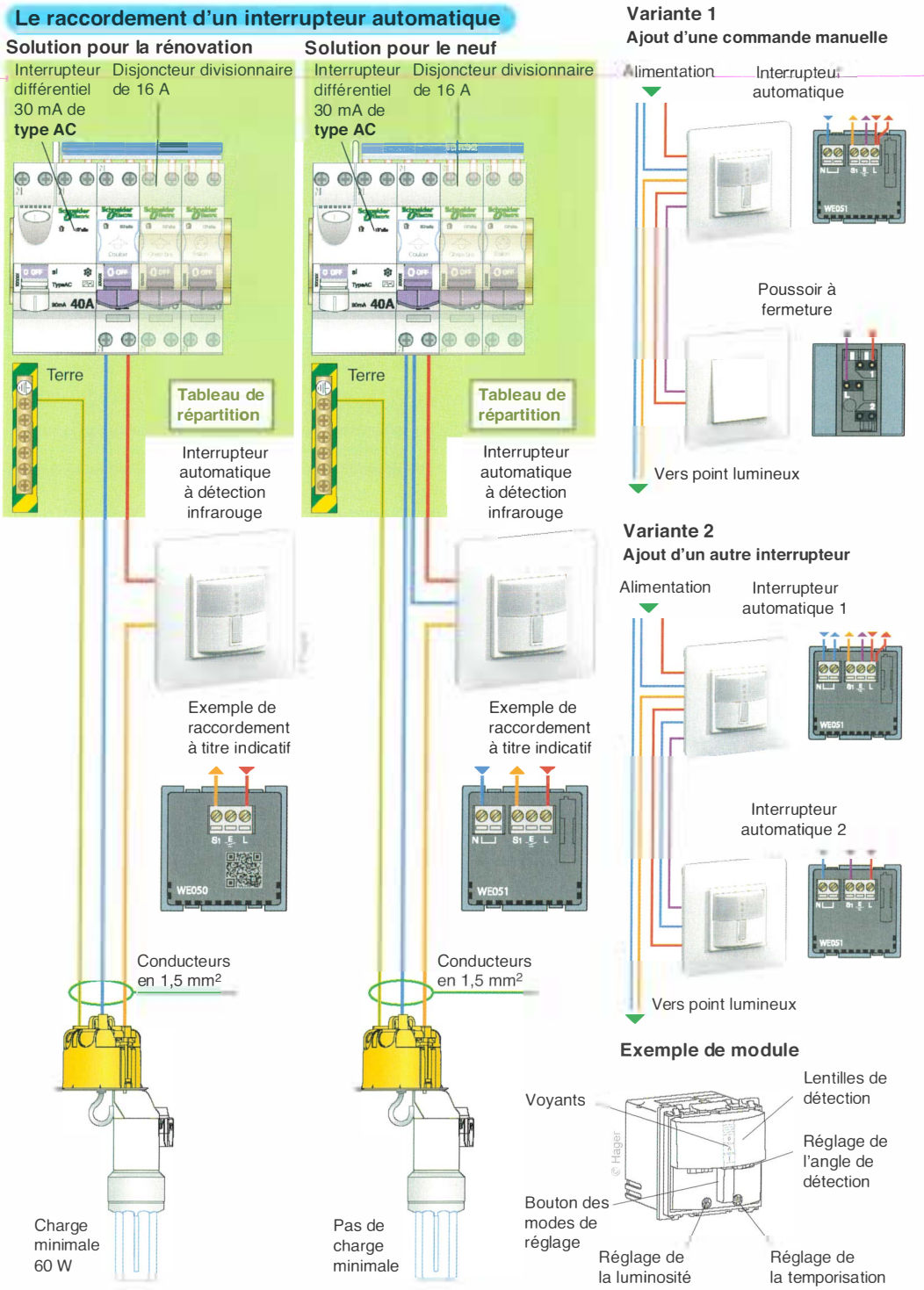


Figure 327 :
Le raccordement d'un interrupteur automatique

alimentation phase et neutre. Il est alors possible d'y ajouter des commandes supplémentaires manuelles sous la forme de poussoirs à fermeture. Il est également possible de coupler deux interrupteurs pour augmenter le champ de détection. Il est possible de régler l'angle de détection, le seuil de la luminosité pour le déclenchement et la temporisation.

Le double allumage

Le circuit d'alimentation et les protections sont analogues à ceux du simple allumage. Ce système de commande est utilisé pour alimenter un luminaire en double allumage (lustre que l'on peut allumer partiellement) ou deux luminaires dans une même pièce (figure 328). Dans ce cas, on utilise un commutateur à double allumage (bouton de commande spécifique).
La phase est raccordée sur le commun et les deux retours lampe sur les autres plots. Utilisez des conducteurs de couleur différente pour chacun des retours lampe.

Vous pouvez utiliser un commutateur à double interrupteur : raccordez la phase sur les plots d'arrivée de chaque module, puis les retours lampe sur les deux plots restants. Vous pouvez aussi utiliser un commutateur à double va-et-vient : raccordez la phase sur les deux communs (P ou L) et les retours lampe sur les sorties correspondantes.

Le va-et-vient

Le va-et-vient est utilisé pour commander un ou plusieurs points d'éclairage de deux endroits différents (en haut et en

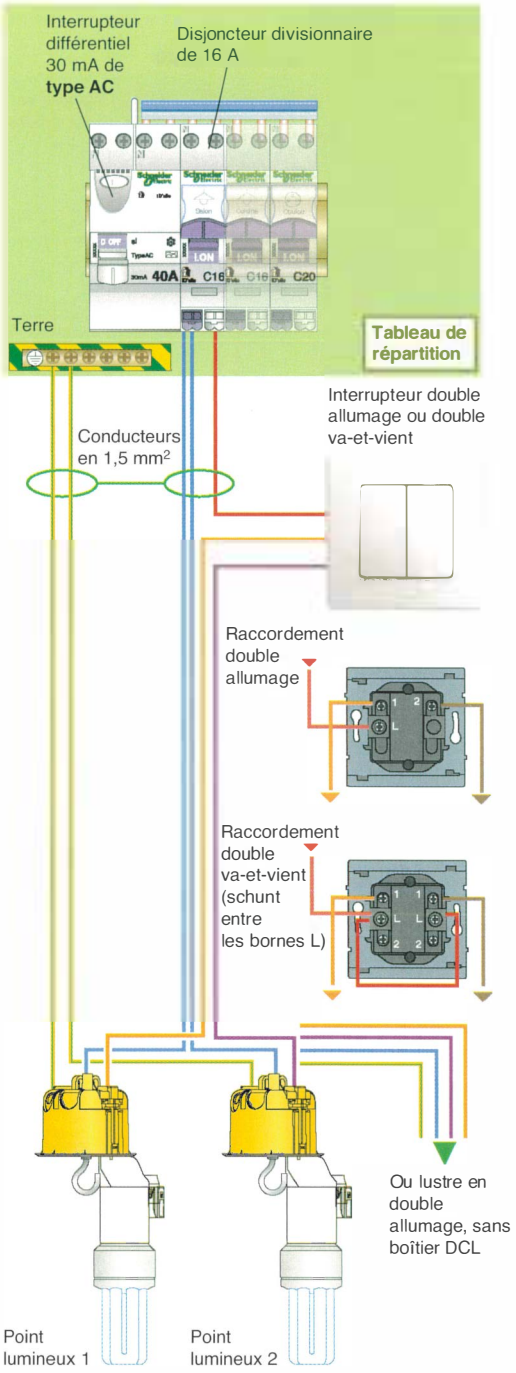


Figure 328 :
Le raccordement d'un double allumage

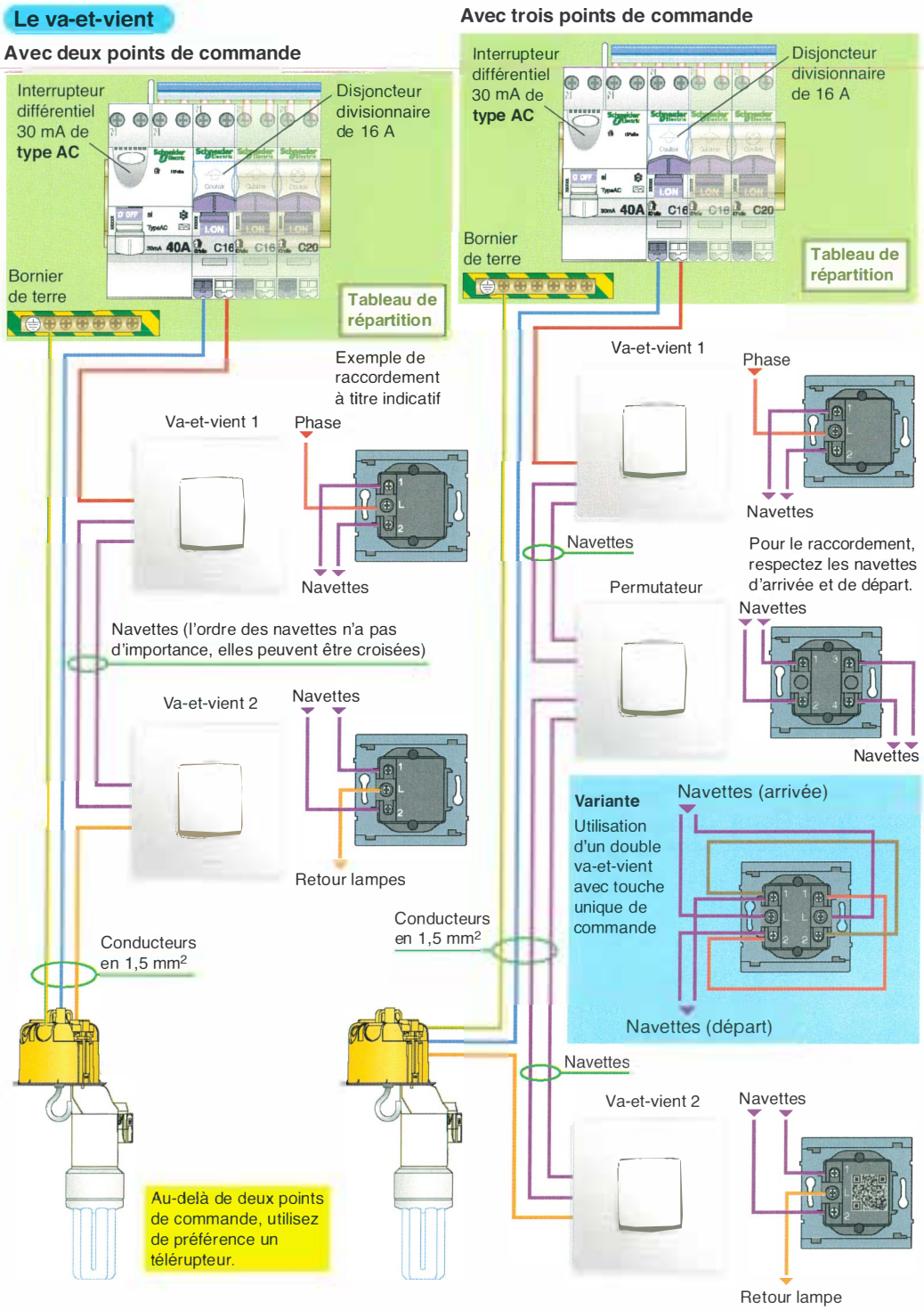


Figure 329 :
Le raccordement d'un va-et-vient

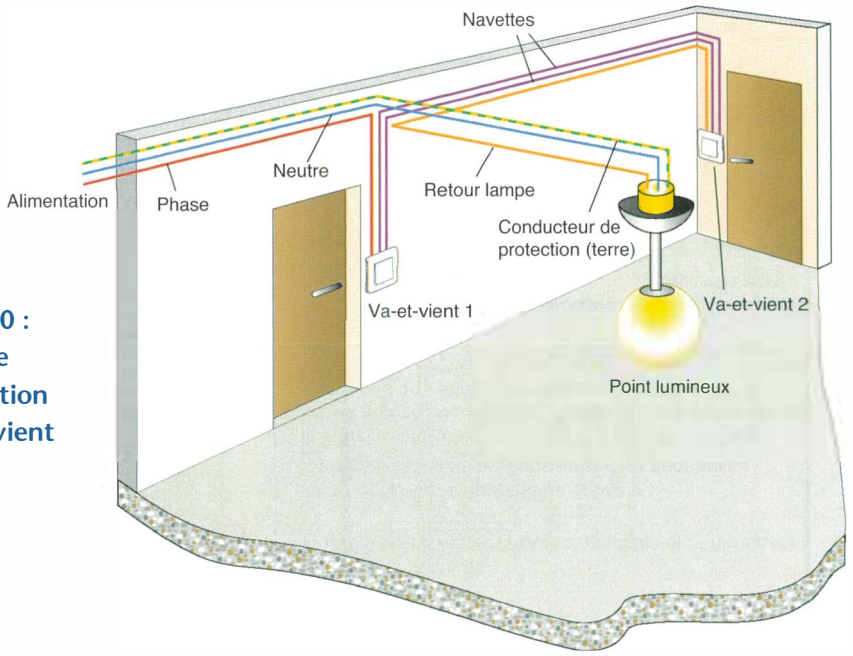


Figure 330 : Exemple d'implantation d'un va-et-vient

bas d'un escalier, dans un couloir, une pièce à deux issues, etc.).

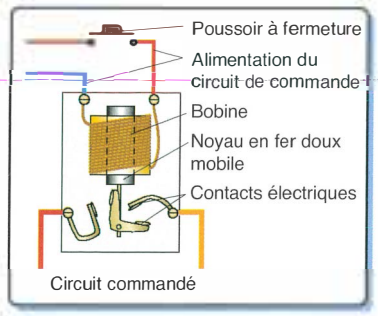
La protection et les conducteurs sont les mêmes que pour les autres circuits d'éclairage. Les commutateurs utilisés sont impérativement des va-et-vient. Le conducteur de phase arrive sur l'un des deux commutateurs et est raccordé sur le plot commun (P ou L). Sur les deux autres plots sont raccordés deux autres conducteurs (que l'on choisira de même couleur) appelés navettes. Ces deux navettes se raccordent de la même façon sur l'autre commutateur. Leur inversion ne nuit pas au fonctionnement du système. Le retour lampe est raccordé sur le commun du deuxième commutateur (figure 329).

La figure 330 présente un exemple de va-et-vient. Il est possible de prévoir une boîte de connexion à l'aplomb du premier va-et-vient et d'y raccorder tous les conducteurs.

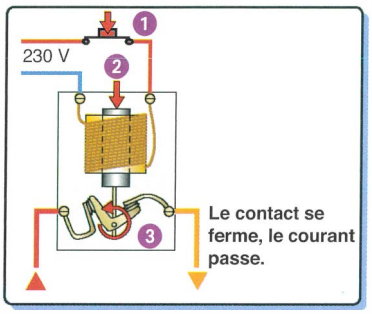
Il est également possible de commander un circuit va-et-vient avec un troisième commutateur appelé permutateur. On le raccorde sur les navettes qu'il inversera pour commander l'éclairage. Ce système n'est plus très utilisé. Il est possible de réaliser un permutateur avec un commutateur à double va-et-vient muni d'une seule touche de commande. La figure 329 présente les pontages à réaliser.
Au-dessus de deux points de commande, la norme préconise l'utilisation d'un télérupteur.

Le télérupteur

Le télérupteur est utilisé lorsqu'on a besoin de plus de deux points de commande pour un circuit d'éclairage. Le nombre de points de commande est illimité, excepté s'ils sont munis d'un voyant de signalisation. Un trop grand nombre de voyants lumineux pourrait déclencher le télérupteur. Seuls des poussoirs à ferme-



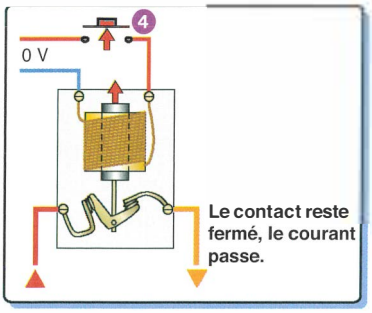
Un télérupteur est un appareil électromécanique. Il dispose d'un circuit de commande et d'un circuit de puissance. En revanche, le circuit de puissance ne permet pas le passage de fortes intensités (16 A) et l'utilisation du télérupteur est plus spécialement réservée aux circuits d'éclairage. Il est constitué d'un noyau de fer, coulissant dans une bobine, qui actionne un dispositif mécanique qui coupe ou établit un circuit électrique. La commande fonctionne par impulsions et doit toujours être commandée par des poussoirs à fermeture.



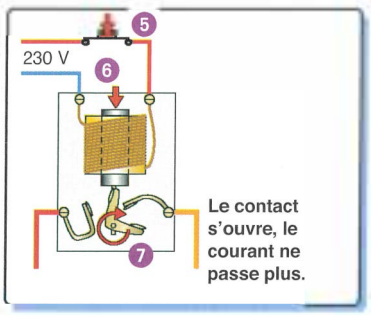
Quand on appuie sur le poussoir du circuit de commande (1), on crée une impulsion, la bobine est alimentée. Par effet magnétique, elle fait coulisser le cylindre de fer doux (2) qui vient à son tour actionner le dispositif mécanique (3) lequel établit le contact électrique. Le circuit commandé est sous tension.

Remarque : le circuit de commande existe en d'autres tensions que 230 V.

Figure 331 : Le principe de fonctionnement d'un télérupteur



Quand on relâche le bouton-poussoir (4), le dispositif mécanique maintient le contact électrique dans sa position et le circuit est toujours alimenté (contrairement au contacteur).
Le nombre de poussoirs est illimité sauf s'ils possèdent un voyant de signalisation. Ce système de commande d'éclairage est utilisé quand on a besoin de plus de deux points de commande (couloir d'une habitation, par exemple).
L'emploi d'un interrupteur à la place du poussoir provoquerait la destruction du télérupteur.



Lorsqu'on appuie à nouveau sur le poussoir du circuit de commande (5), le noyau de fer doux est attiré par la bobine (6) et il agit sur le dispositif mécanique qui coupe le circuit commandé (7).
Au relâchement du bouton, le contact électrique reste dans cet état.

ture peuvent commander un télérupteur. Pour réaliser ce montage, on utilise un appareil spécifique (voir figure 331). Le télérupteur fonctionne par impulsions (des interrupteurs le détruiraient). Lorsque la bobine est excitée, elle actionne un contact électrique qui ferme le circuit. La seconde impulsion ouvre le circuit et ainsi de suite.

La figure 332 présente le raccordement d'un télérupteur unipolaire, le plus uti-

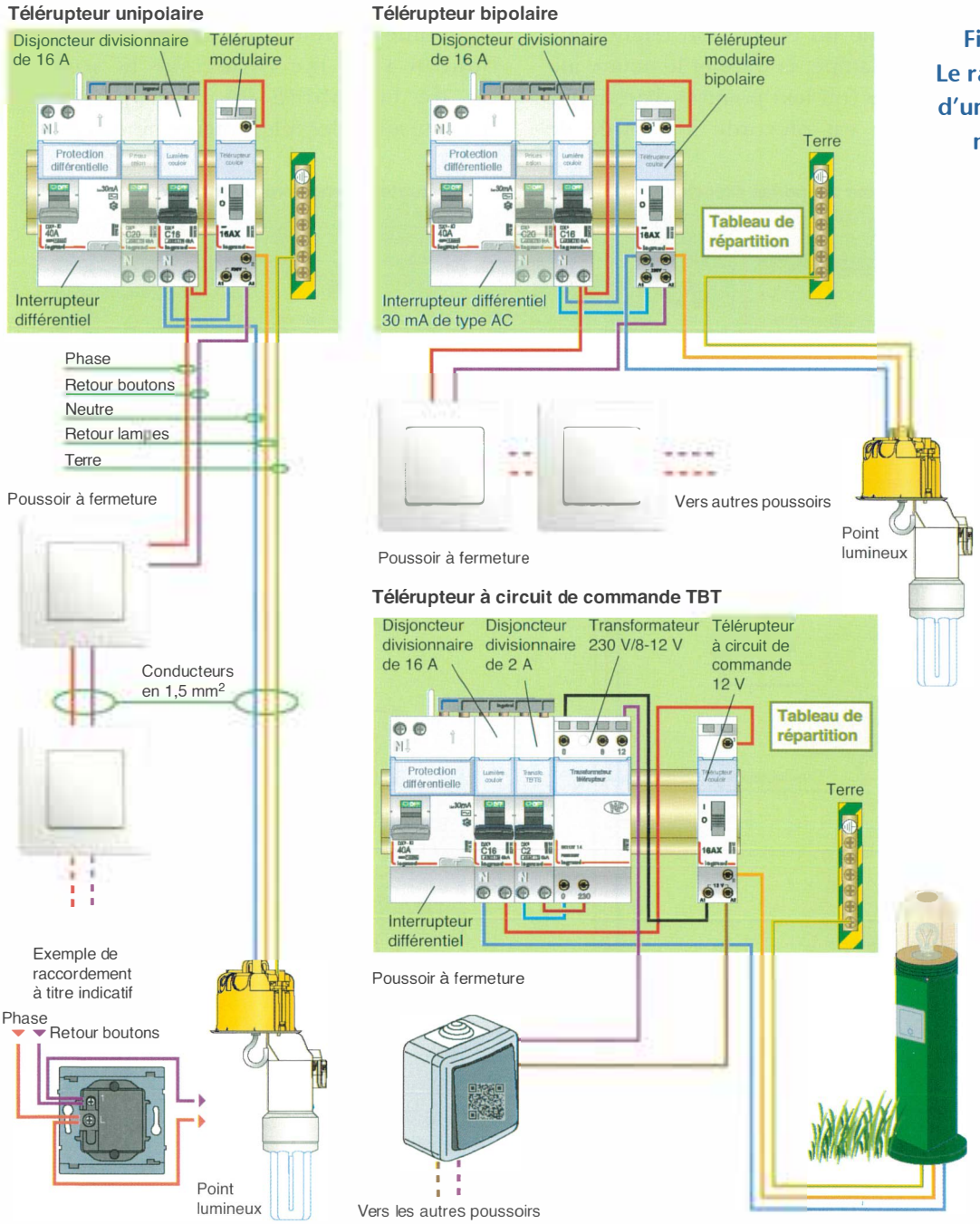


Figure 332 : Le raccordement d'un télérupteur modulaire

lisé, qui ne coupe que le conducteur de phase (comme un interrupteur). Le télérupteur est le plus souvent placé dans le tableau de répartition. Il dispose généralement d'une commande manuelle sur sa face avant. En sortie de la protection (disjoncteur divisionnaire dans notre exemple), la phase est raccordée sur le contact du télérupteur et sur les boutons-poussoirs. Le retour lampe est raccordé

sur la sortie du contact du télérupteur. Le retour lampe, la terre et le neutre alimentent le (ou les) point(s) d'éclairage. Le neutre est raccordé à l'entrée de la bobine du télérupteur. Les retours bouton sont raccordés sur la sortie de la bobine du télérupteur. Il existe aussi des télérupteurs bipolaires

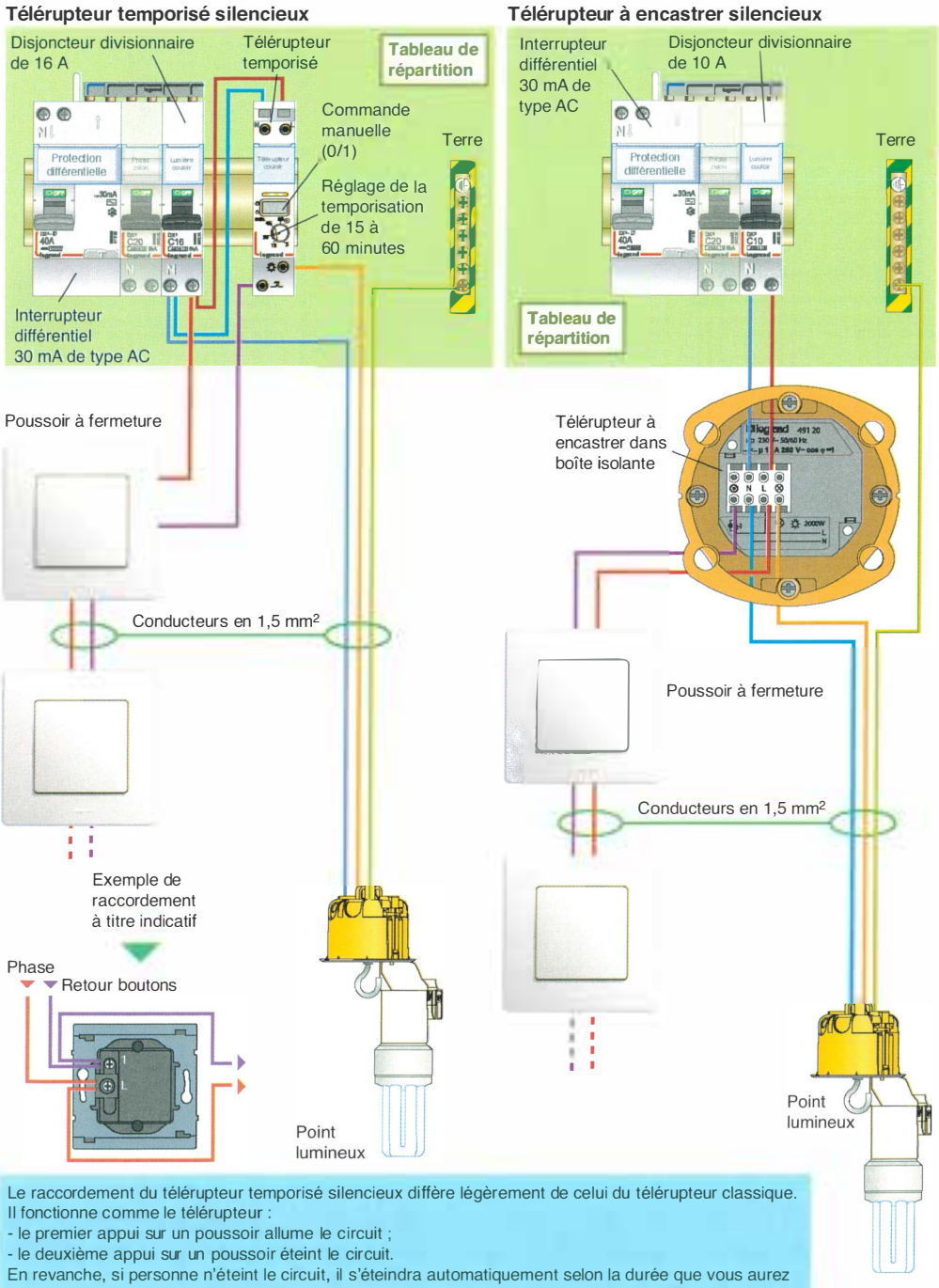


Figure 333 : Les autres systèmes de télérupteur

Le raccordement du télérupteur temporisé silencieux diffère légèrement de celui du télérupteur classique. Il fonctionne comme le télérupteur :
- le premier appui sur un poussoir allume le circuit ;
- le deuxième appui sur un poussoir éteint le circuit.

En revanche, si personne n'éteint le circuit, il s'éteindra automatiquement selon la durée que vous aurez programmé avec le bouton de réglage. Ainsi, les escaliers ou les couloir ne restent pas allumés ce qui permet des économies d'énergie. De plus, le module électronique offre un fonctionnement silencieux.

qui permettent de couper la phase et le neutre, ce qui est plus sûr, par exemple pour commander des éclairages extérieurs. Les circuits de commande et de puissance ont une protection commune ; mais elle peut être indépendante, comme dans l'exemple de la commande en TBTS. Ce système peut être utilisé lorsqu'on place les boutons de commande à l'extérieur. On utilise un transformateur pour alimenter la bobine et les poussoirs. Le transformateur doit délivrer la tension nécessaire au télérupteur, soit généralement 12 V. Les contacts pour la commande des points d'éclairage sont utilisés comme ceux du télérupteur bipolaire. On installe deux protections : un disjoncteur divisionnaire de 2 A pour le circuit de commande (transformateurs, poussoirs et bobine du télérupteur) et un disjoncteur 10 ou 16 A pour le circuit lumière.

L'un des problèmes du télérupteur est que son fonctionnement est assez bruyant, les fabricants proposent désormais des modèles silencieux. Les derniers modèles sont également munis une temporisation (figure 333). Elle évite de laisser les lumières allumées trop longtemps. Après l'impulsion pour la mise en fonction du circuit, la temporisation réglable éteindra automatiquement les lumières après un certain délai.

Certains télérupteurs sont prévus pour être installés ailleurs que dans le tableau de répartition, comme les modèles à encastrer. On peut les installer dans une boîte de connexion pour créer un circuit avec télérupteur à partir d'une simple alimentation. N'oubliez pas que la boîte de connexion devra rester accessible pour toute intervention ultérieure. Ces modèles sont généralement silencieux car ils s'installent dans la zone de vie de l'habitation.
Les télérupteurs peuvent être utilisés pour les prises de courant commandées.

La figure 334 présente un exemple d'implantation d'un circuit d'éclairage commandé par un télérupteur.

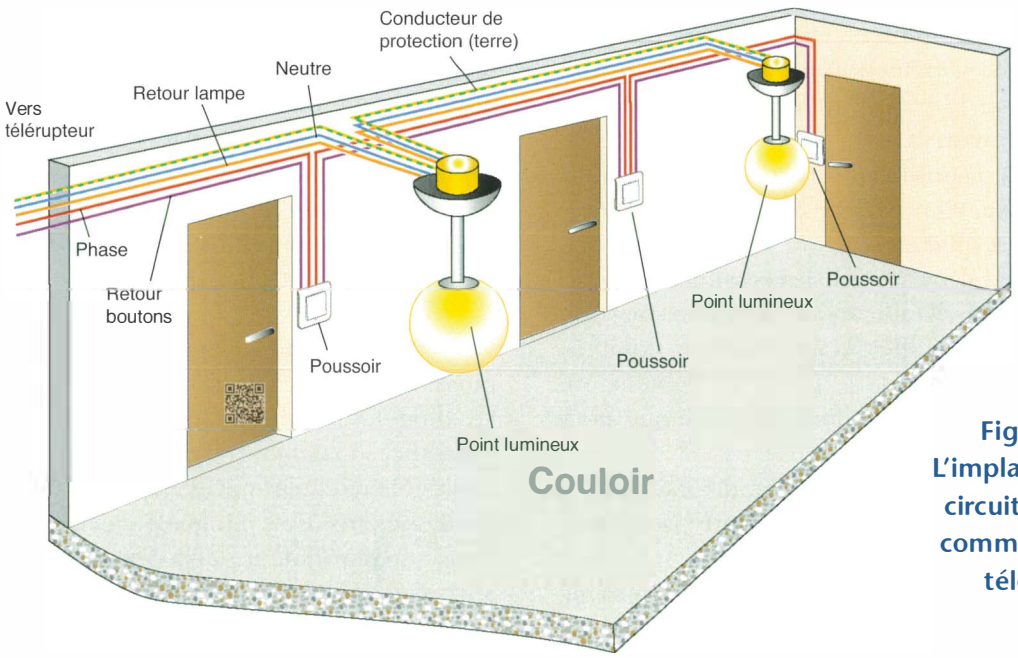


Figure 334 : L'implantation d'un circuit d'éclairage commandé par un télérupteur

Les minuteries

Les minuteries sont utilisées en habitat collectif pour commander les éclairages des circulations et des parties communes. On peut les utiliser également en maison individuelle, par exemple dans les couloirs. Elles consistent en un module à installer dans le tableau de répartition. Comme le télérupteur, une minuterie est pourvue d'un contact pour la commande du circuit d'éclairage et de plots de raccordement pour la commande (bobine). La commande s'effectue par le biais de poussoirs à voyant lumineux ou non. Il suffit d'une pression sur l'un des boutons pour alimenter le circuit pendant la durée souhaitée, réglable sur le module. La figure 335 présente les deux modes de raccordement autorisés par la norme (raccordement à trois ou quatre fils). Le raccordement à trois fils peut être utilisé dans le cas du remplacement d'une minuterie existante. Il existe également des minuteries avec préavis d'extinction. La lumière décroît progressivement avant son extinction complète. En immeuble collectif, la minuterie doit obligatoirement être équipée d'un système d'extinction progressif (préavis) et avoir la possibilité de rendre l'éclairage permanent.
Les dispositifs de commande doivent disposer d'un système de repérage lumineux et respecter
les dispositions de l'accessibilité aux personnes handicapées. Les poussoirs sont donc installés à une hauteur comprise entre 0,90 et 1,30 m. Ils doivent être situés à moins de 2 m de chaque porte d'appartement.
En cas d'obstacle (pilier, par exemple) le poussoir doit être situé entre la porte de l'appartement et cet obstacle.
Un poussoir de commande doit être installé à chaque sas, un escalier ou porte d'ascenseur. Sur les paliers d'étage, le dispositif de commande doit être visible depuis le palier pour chaque accès à un appartement et depuis la porte de l'ascenseur, tout en étant à moins de 2 m de celle-ci.
Dans les coursives, un poussoir est obligatoire à chaque issue principale ou intermédiaire, sans dépasser une distance de 6 m entre deux commandes.
Une minuterie ne doit pas commander plus de 5 niveaux. À chaque changement de tranche, il est nécessaire de prévoir des poussoirs pour commander la minuterie de la tranche suivante, outre ceux de la tranche concernée.
La minuterie de l'escalier peut également commander l'éclairage d'un couloir attenant si le nombre de points d'éclairage n'excède pas 3. Dans le cas contraire, il est nécessaire de prévoir une minuterie supplémentaire.

Le variateur

Le variateur, ou gradateur, permet de moduler l'intensité de l'éclairage. Le système inclut un interrupteur pour l'arrêt et la mise en fonction du circuit.
Un variateur peut remplacer un interrupteur existant sans modification de l'installation. Son raccordement est alors analogue en tous points à un circuit en simple allumage (figure 336).

Vous devez le choisir en fonction de la puissance des éclairages à faire varier. Les modèles les plus courants offrent des puissances maximales de 300 ou 500 W. Il est généralement nécessaire de disposer d'une puissance minimale d'éclairage pour que le variateur puisse fonctionner. Si vous dépassez la puissance de l'appa-

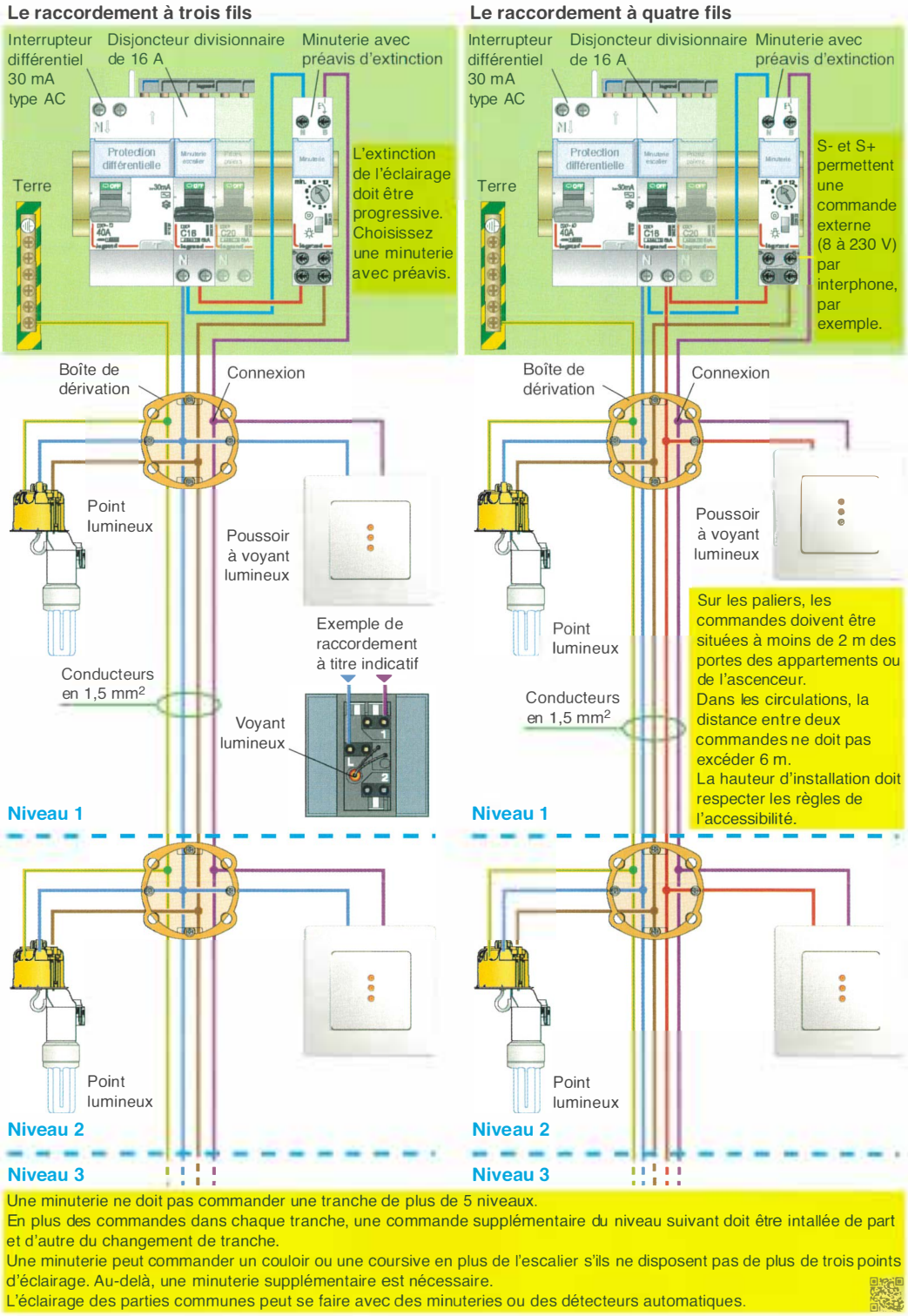
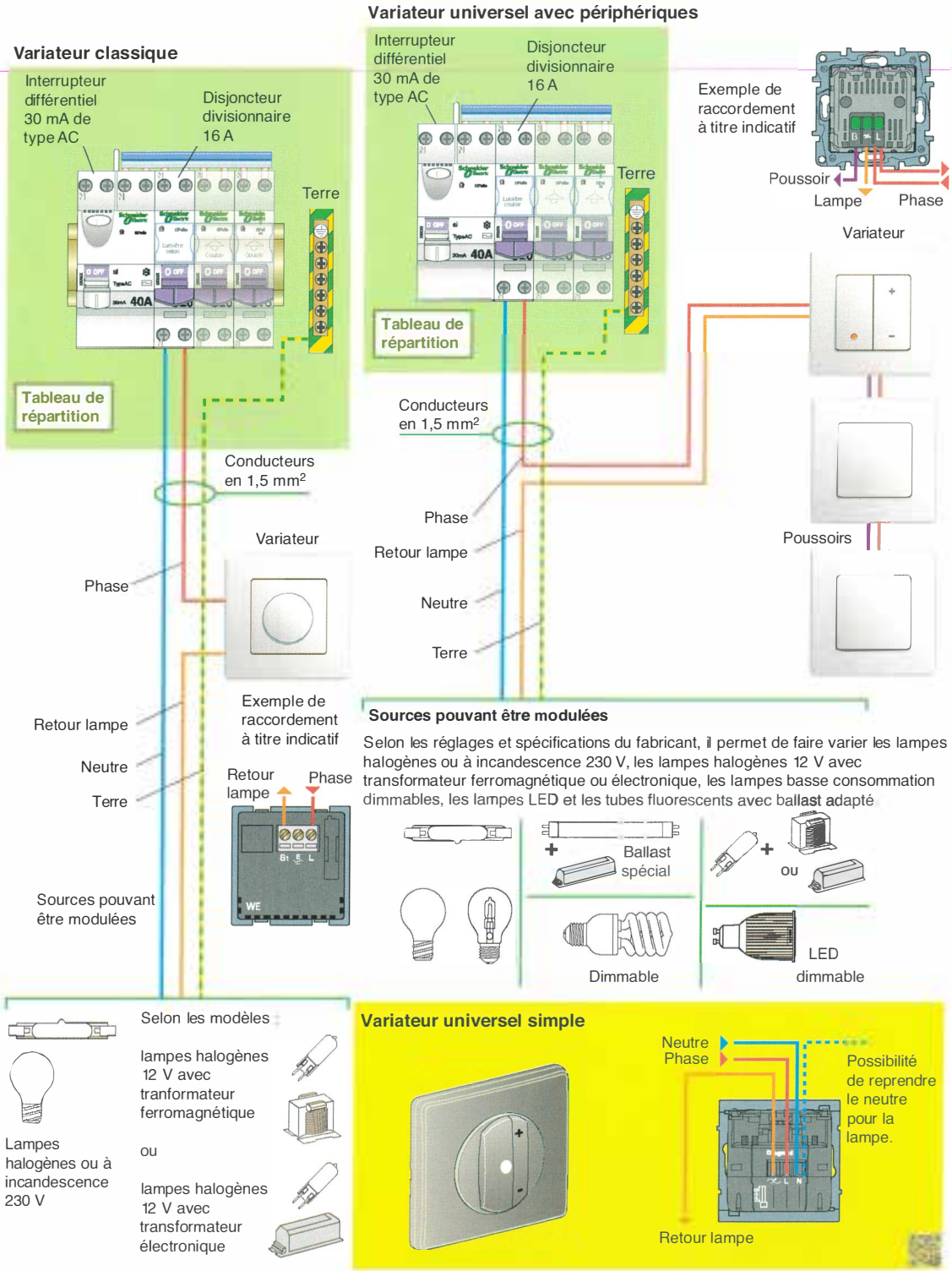


Figure 335 : Le raccordement d'une minuterie



Selon les réglages et spécifications du fabricant, il permet de faire varier les lampes halogènes ou à incandescence 230 V, les lampes halogènes 12 V avec transformateur ferromagnétique ou électronique, les lampes basse consommation dimmables, les lampes LED et les tubes fluorescents avec ballast adapté

Figure 336 : Le raccordement des variateurs

reil, il se peut qu'un fusible de protection interne se déclenche : il faudra le remplacer.

Attention, le variateur choisi doit être adapté au type de source lumineuse à faire varier. Il existe des modèles pour les lampes à incandescence ou halogènes 230 V, pour les lampes halogènes TBTS 12 V avec transformateur ferromagnétique ou électronique, pour les lampes à basse consommation (uniquement pour les modèles « dimmables »), pour les LED et même les tubes fluorescents avec des ballasts adaptés (voir télévariateurs).

Certains modèles de variateurs permettent le fonctionnement en va-et-vient. Dans ce cas, un seul des deux commutateurs est remplacé par un variateur. L'extinction et la mise en route du point d'éclairage peuvent s'effectuer indifféremment à partir des deux appareils, mais la variation ne sera possible que sur le variateur.
Des modèles autorisent également des points de commande supplémentaires avec des poussoirs à fermeture (sans voyant) raccordés sur le variateur. Ce système permet l'allumage, l'extinction et la variation du point d'éclairage à partir de n'importe quelle commande avec un seul variateur.

Il est possible de faire varier les transformateurs alimentant des spots halogènes en TBTS (12 V). Le raccordement s'effectue directement en série avec le transformateur ou en utilisant un compensateur. Les transformateurs ferromagnétiques et les transformateurs électroniques n'emploient pas le même type de variateur. Il existe des modèles de variateur programmables qui permettent de faire varier de multiples sources.

Le télévariateur

Le télévariateur est un compromis entre le variateur et le télérupteur. Le schéma de la figure 337 est proposé à titre d'exemple (selon les marques et les modèles, les raccordements peuvent être légèrement différents).

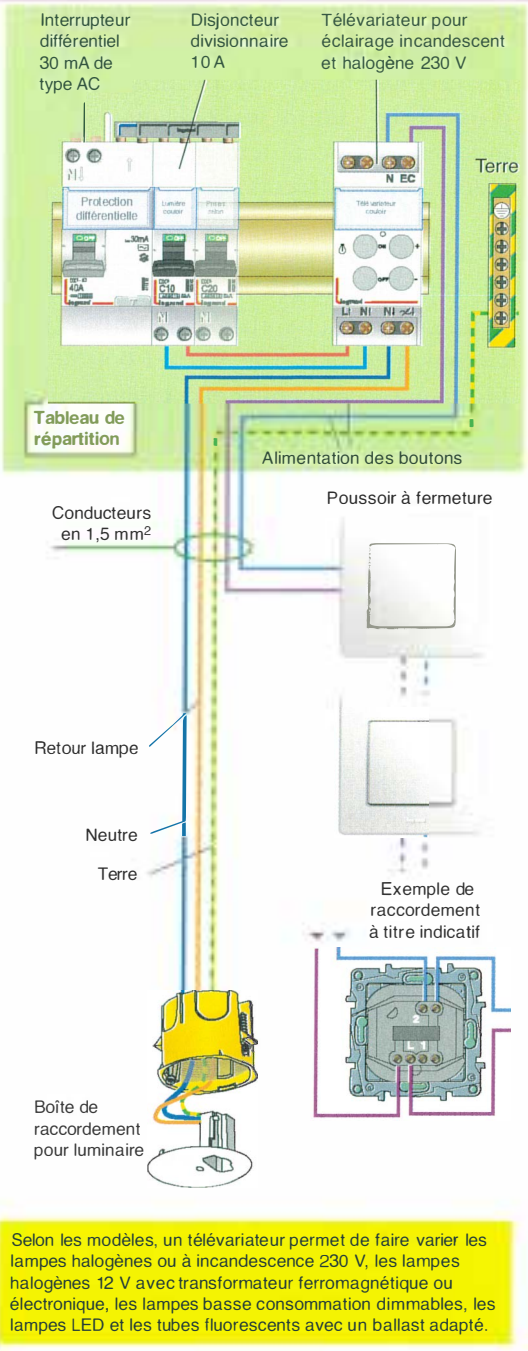
Le télévariateur est placé dans le tableau de répartition. Les modèles les plus courants permettent de faire varier des circuits d'éclairage de 500 à 1 000 W de puissance, voire plus. Le télévariateur est commandé par de simples poussoirs à fermeture. Une pression brève sur les poussoirs permet l'allumage ou l'extinction du ou des points d'éclairage. Une pression prolongée provoque la variation de l'intensité lumineuse. Le plus souvent, le dernier niveau de variation est mémorisé d'une utilisation à la suivante.

Le raccordement des poussoirs et des sources d'éclairage s'effectue sur des plots séparés. Les poussoirs peuvent être repris les uns sur les autres. Les télévariateurs disposent généralement d'un fusible de protection interne. En cas de défaut, remplacez-le par un fusible de mêmes caractéristiques.

Ils permettent de commander des éclairages incandescents traditionnels ou halogènes en 230 V. Certains modèles peuvent également être utilisés avec des éclairages halogènes TBTS à transformateur électronique ou ferromagnétique.
Vous pouvez faire varier des tubes fluorescents de 26 mm de diamètre, en utilisant un télévariateur adapté. Attention, les réglettes fluorescentes doivent être équipées de ballasts électroniques spéciaux et compatibles avec le type de télévariateur choisi.

Les télévariateurs

Exemple de raccordement



Selon les modèles, un télévariateur permet de faire varier les lampes halogènes ou à incandescence 230 V, les lampes halogènes 12 V avec transformateur ferromagnétique ou électronique, les lampes basse consommation dimmables, les lampes LED et les tubes fluorescents avec un ballast adapté.

Télévariateur pour tubes fluorescents

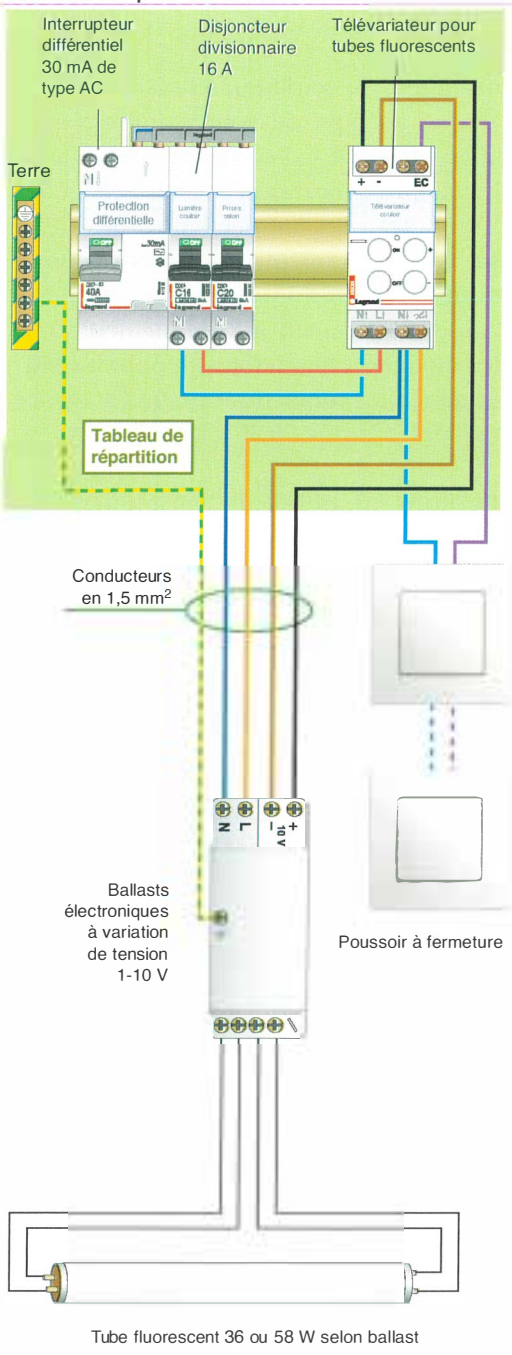


Figure 337 :
Le raccordement des télévariateurs

Pour les puissances supérieures à 1 000 W, il est possible de coupler des modules esclaves à un télévariateur (modules supplémentaires pilotés).

Les commandes à distance

Dans ce domaine, on trouve toute une diversité d'appareils dont la qualité n'est pas toujours assurée. Préférez les appareils des grands constructeurs de matériel électrique.
Ne pouvant présenter ici tous les schémas de raccordement existants, nous nous contenterons d'exposer des cas de figure types.
L'avantage de ces systèmes est qu'ils permetent le pilotage d'une partie de l'installation par une simple télécommande ou de réaliser des circuits rapidement, simplement, en utilisant un minimum de conducteurs. Ils sont également très pratiques pour modifier ou étendre une installation existante avec un minimum de travaux. Certains de ces matériels peuvent être utilisés en complément d'une installation domotique.

La commande par ondes radio

La figure 338 présente quelques exemples d'applications. Dans le premier exemple, une applique murale était commandée par un interrupteur simple. Il a été remplacé par un interrupteur récepteur radio. L'applique peut être commandée par cet interrupteur, par une télécommande ou par une commande murale sans fil, qui peut être installée n'importe où puisqu'elle fonctionne avec des piles.
Dans les émetteurs, un système de commutateurs permet de programmer un code de communication identique pour l'émetteur et le récepteur.
Dans le cas de la télécommande, on peut disposer de plusieurs canaux afin de commander plusieurs luminaires ou prises. Pour les prises de courant, il suffit d'intercaler un adaptateur entre la prise de courant et l'appareil à commander.

Il existe également des boîtiers récepteurs multifonctions qui permettent de centraliser les commandes et les récepteurs d'un système radio. Dans l'exemple présenté figure 338, le boîtier multifonction permet de commander des bornes d'éclairage du cheminement à la maison et l'éclairage de l'entrée du garage. La commande de ce dernier se fait par un interrupteur automatique émetteur radio. La commande des circuits d'éclairage peut se faire également avec une commande de scénario (autonome) ou une télécommande manuelle.

La commande à distance par courant porteur (CPL)

Dans ce type de commande à distance, l'installation est pilotée par une télécommande (émetteur) directement raccordée sur une prise de courant, ou par un appareillage raccordé à l'installation.
Les appareils envoient un signal sur les conducteurs de l'installation électrique par la technique des courants porteurs (CPL). Les courants porteurs sont définis par la norme X10. Le signal est décodé par des récepteurs intercalés sur l'alimentation d'appareils (chauffages, volets roulants, éclairages, etc.) ou placés directement dans le tableau de répartition.
Ici aussi, un système de codage permet de faire correspondre chaque commande avec le récepteur choisi. Des points de commande supplémentaires permettent d'automatiser certaines fonctions, comme la commande centralisée de tous les points lumineux de la pièce, ou de créer des scénarios de vie en jouant sur

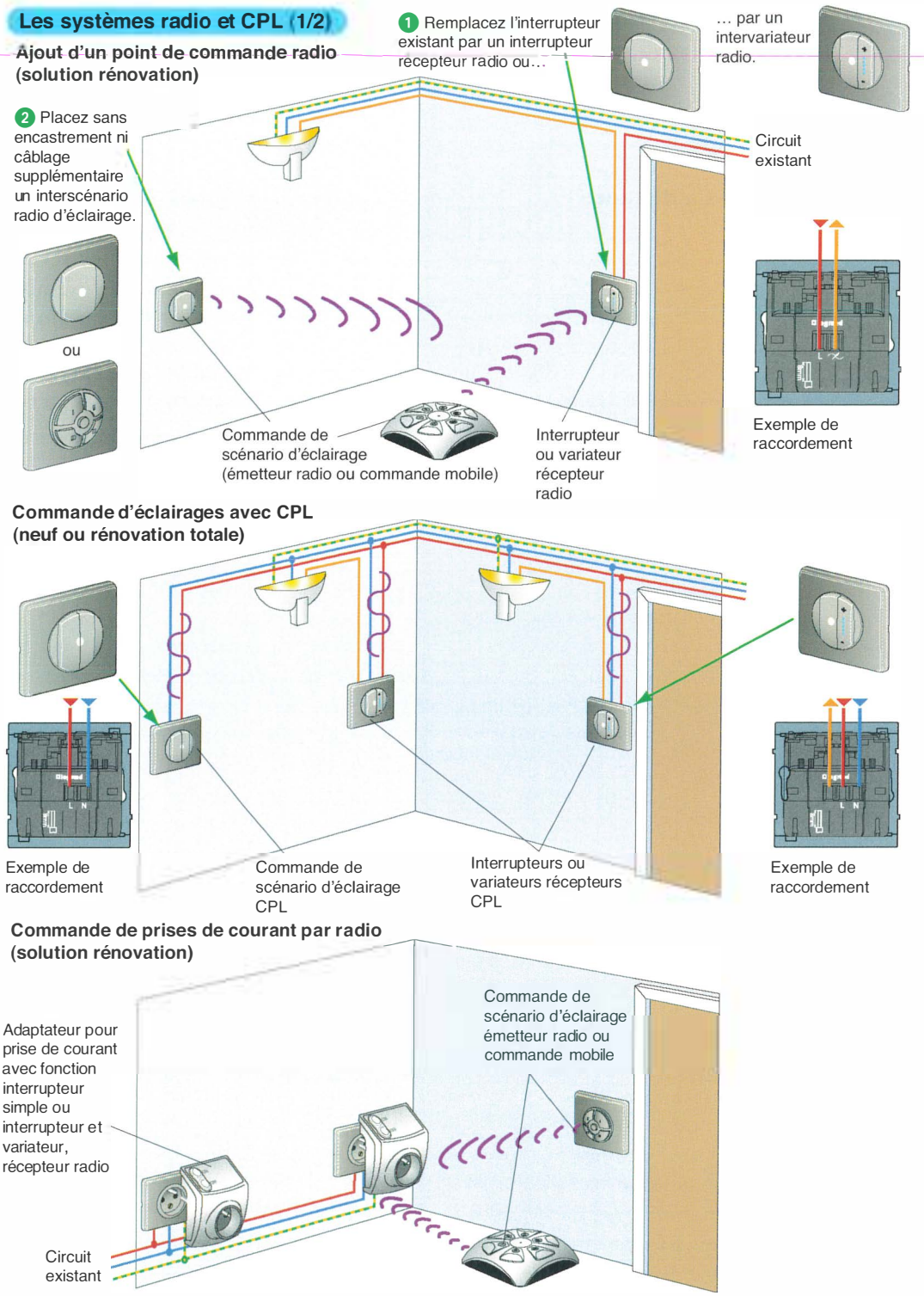


Figure 338 : Les systèmes radio et CPL (1/2)

Les systèmes radio et CPL (2/2)

Exemple de commande d'un éclairage extérieur par radio

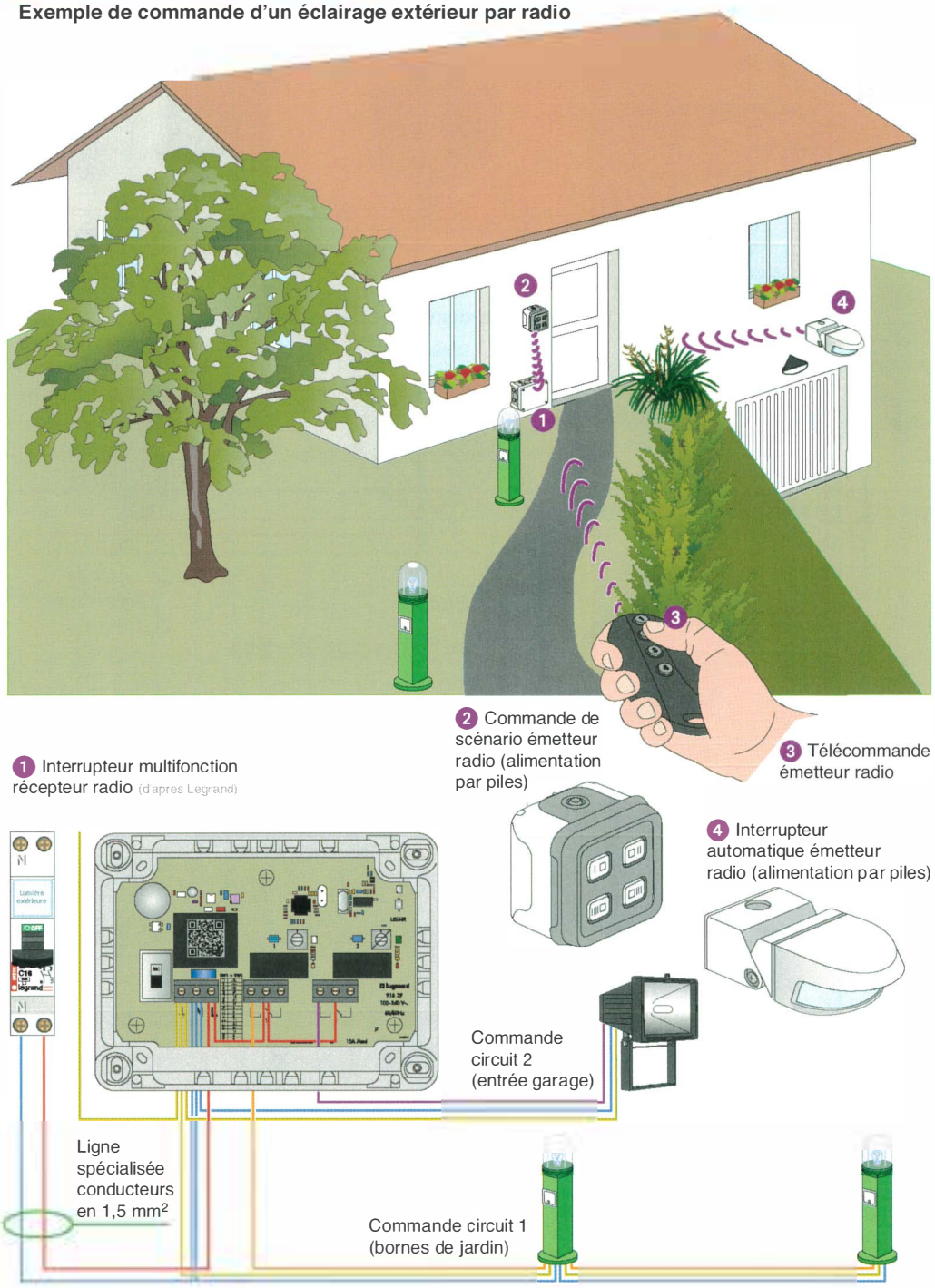
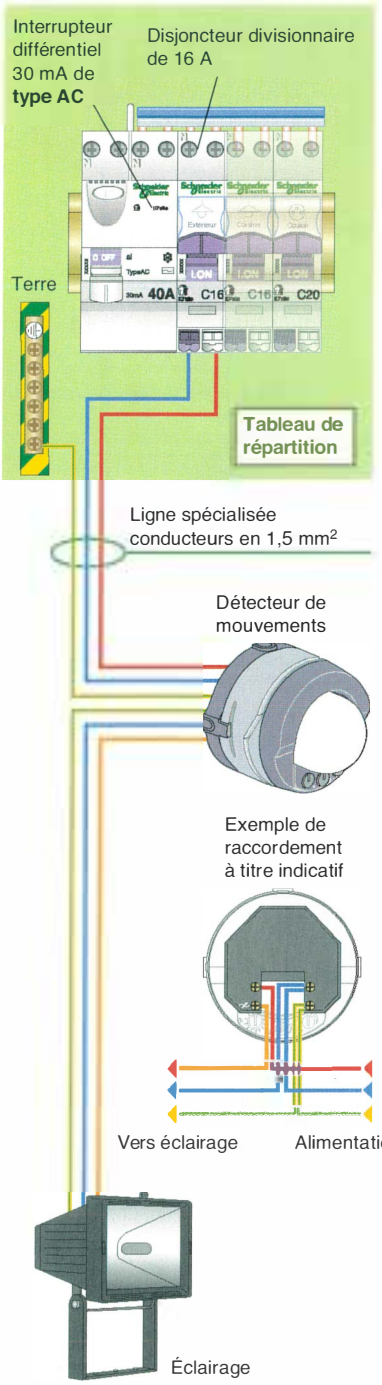


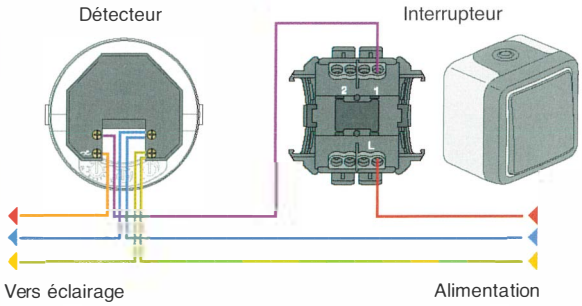
Figure 338 : Les systèmes radio et CPL (2/2)

Raccordement d'un détecteur extérieur

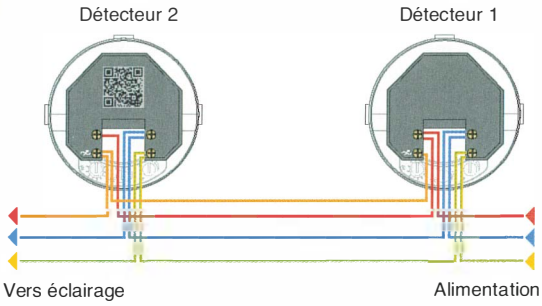
Principe de raccordement



Raccordement avec un interrupteur de coupure



Raccordement de deux détecteurs



Exemples de zones de détection

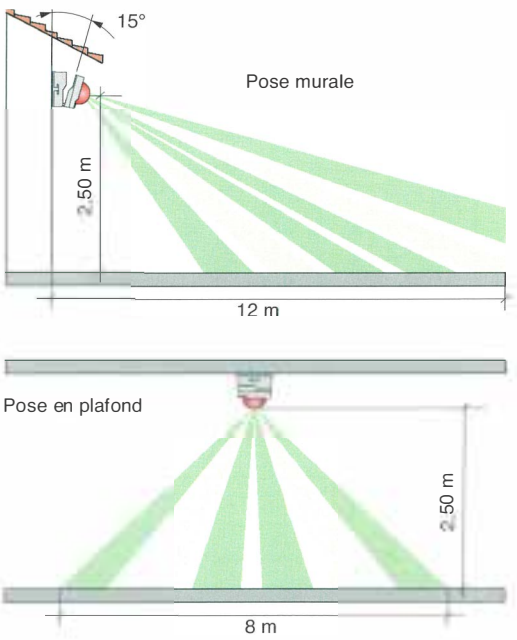


Figure 339 :
Le raccordement des détecteurs de mouvement en extérieur

les éclairages : ambiance repas, télé, lecture... Le système permet aussi de commander des volets roulants comme indiqué plus loin.
Néanmoins, ce système ne peut pas s'adapter à une installation existante sans modification, chaque commande devant être alimentée par les conducteurs de phase et de neutre du réseau.

Les commandes par détecteur

Les détecteurs de mouvement sont très utiles pour commander les éclairages extérieurs. Ils contribuent à améliorer la sécurité en dissuadant les rôdeurs. Judicieusement installés, ils commandent les éclairages sans que les utilisateurs n'aient à s'en soucier. La figure 339 illustre le raccordement type de ces systèmes.
La protection est identique à celle de tout circuit d'éclairage, mais sur un circuit spécialisé. Le détecteur est alimenté en 230 V (phase, neutre et terre) et possède un contact permettant de commander un éclairage jusqu'à 1 000 W (selon les modèles).

Le fonctionnement est simple : lorsqu'une personne passe dans le champ de détection de l'appareil, le contact se ferme et la lumière s'allume pour un temps programmé d'avance. Il est également possible de régler le seuil de luminosité à partir duquel le détecteur doit se mettre en fonction.

L'emplacement du détecteur doit être défini avec soin afin qu'il ne prenne pas en compte les mouvements de la rue, le vent dans les branches d'arbres, etc. Le volume de détection peut être diminué par l'adjonction de caches livrés avec l'appareil ou selon son inclinaison.

Il est possible de grouper plusieurs détecteurs sur un même circuit pour le commander à partir de plusieurs accès.
La mise hors fonction du système peut s'effectuer en raccordant un interrupteur de coupure sur la phase d'alimentation du détecteur (voir figure 339). Il est également possible d'utiliser un interrupteur pour déclencher une marche forcée du circuit. Dans ce cas, l'interrupteur sera raccordé entre la phase d'alimentation du détecteur et son contact de sortie de commande d'éclairage.
N'achetez que des modèles NF. Des luminaires peuvent être équipés d'un détecteur de mouvement intégré.

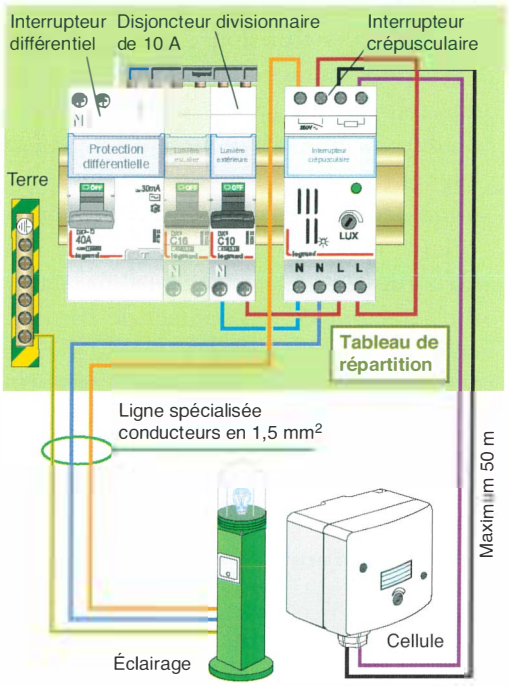
L'interrupteur crépusculaire

Il permet de commander un circuit d'éclairage en fonction de la luminosité extérieure, à l'aube ou au crépuscule. Il est pratique pour éclairer une allée ou le jardin, par exemple. Un module est installé dans le tableau de répartition et relié à une cellule photoélectrique extérieure (figure 340). Un contact permet de couper la phase du circuit d'éclairage. Évitez de placer la cellule photoélectrique en face d'un appareil d'éclairage public ou de luminaires connectés, afin de ne pas perturber son fonctionnement. Le seuil de déclenchement est réglable à l'aide d'une molette.

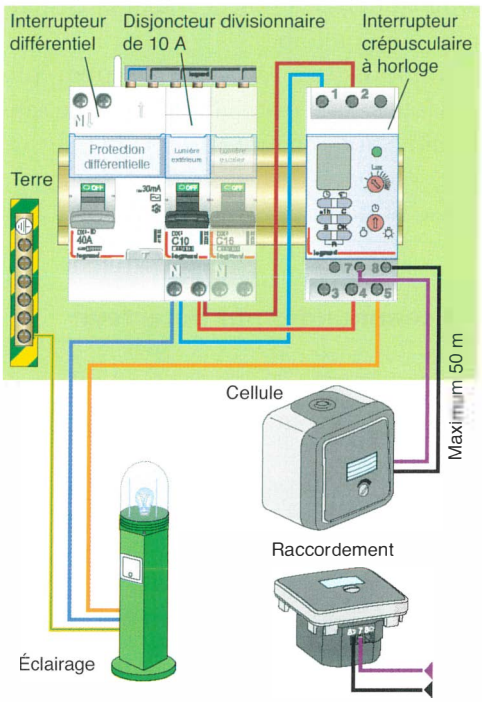
Certains interrupteurs crépusculaires se présentent sous la forme d'un appareillage électrique et comportent une cellule intégrée. Si vous souhaitez interrompre l'éclairage après une certaine durée, placez un interrupteur horaire en série sur la ligne d'alimentation du circuit d'éclairage ou utilisez un interrupteur crépusculaire à horloge. Cette solution

Les interrupteurs crépusculaires et horaires

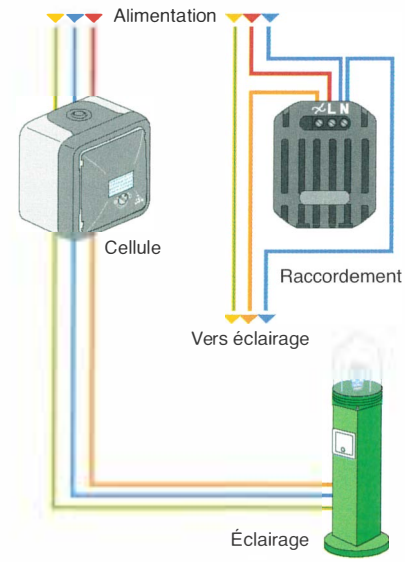
Interrupteur crépusculaire à cellule déportée



Interrupteur crépusculaire à horloge



Interrupteur crépusculaire à cellule intégrée



Interrupteur horaire

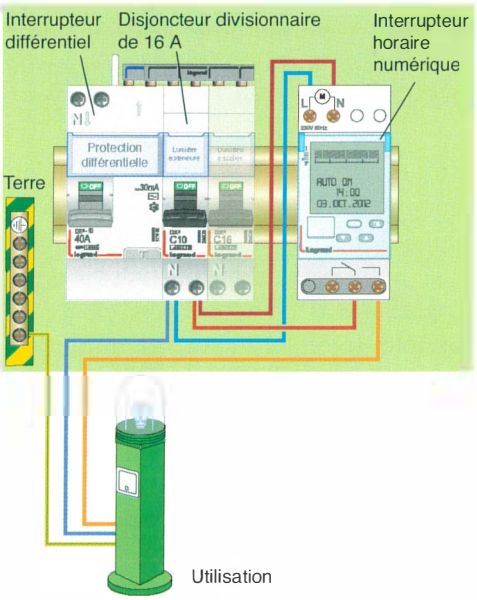


Figure 340 :
Le raccordement d'un interrupteur crépusculaire ou horaire

permet de déclencher un éclairage à la tombée de la nuit, et de l'éteindre après un certain temps de fonctionnement pour économiser l'énergie.

L'interrupteur horaire

Il s'agit d'une horloge électronique ou électromécanique couplée à un contact électrique (figure 340). Tout type de circuit est pilotable, comme un éclairage extérieur, un lave-linge qui doit fonctionner aux heures creuses, etc. La programmation est journalière, hebdomadaire ou annuelle. L'intervalle minimal entre deux commutations est compris généralement entre 30 s et 2 h selon les modèles. Les interrupteurs horaires peuvent être équipés d'une réserve de marche, ce qui permet de les faire fonctionner pendant plusieurs heures, même en cas de coupure de l'alimentation. Certains modèles sont radiopilotés par synchronisation radio, il n'est alors même plus nécessaire de les mettre à l'heure.

Ils existent sous forme de modules à intégrer dans le tableau de répartition ou comme boîtier à intercaler entre la prise de courant et l'appareil à commander.

La pose des luminaires

Les plafonniers et appliques

La norme NF C 15-100 exige que toute canalisation encastrée se termine par une boîte de connexion. Cela concerne également le raccordement des luminaires. Pour les luminaires, utilisez des boîtes spéciales munies d'un dispositif DCL (figure 341), qui permet de brancher ou débrancher le luminaire sans avoir accès aux conducteurs, comme une fiche de courant dans une prise. Les boîtes comportent une douille DCL (sorte de prise). Le câble d'alimentation du luminaire est équipé d'une fiche DCL. Ce système est applicable pour tous les luminaires d'un courant nominal ne dépassant pas 6 A.

Pour un luminaire à double allumage, il est admis de ne pas prévoir de boîte DCL. Des règles particulières doivent être respectées pour la salle d'eau. Après l'installation et en attente de luminaire, la prise DCL du boîtier est soit recouverte d'un cache, soit équipée d'une douille de chantier DCL. Ces dernières sont fournies avec une fiche DCL pour raccorder le futur luminaire.

Les plafonniers

Les boîtes DCL sont disponibles pour le neuf comme pour la rénovation. Pour la rénovation, deux modèles existent :

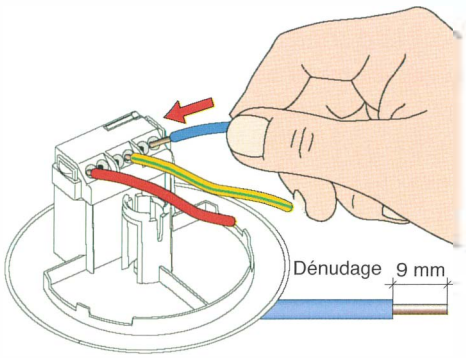
- pour les plafonds creux ;
- pour les plafonds pleins (voir mise en œuvre page 328).

Il existe également des boîtes DCL prévues pour la pose en saillie, dans le cas d'une distribution sous moulures en plastique, par exemple.

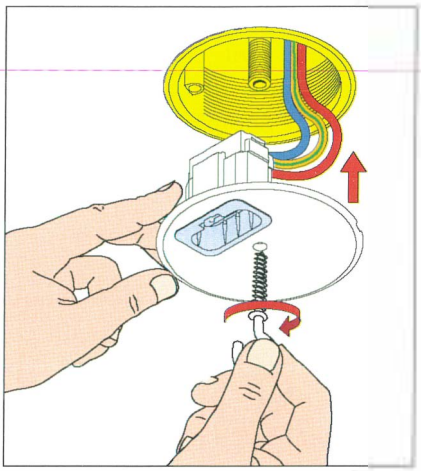
Ces boîtes sont munies d'un crochet pour la pose de la suspension. Mais pour supporter un poids pouvant atteindre la limite de 25 kg, il est nécessaire de fixer le fond de la boîte (muni d'un manchon fileté) à la structure du plafond, ce qui n'est malheureusement pas toujours très évident en rénovation. Il suffit de connecter les fils d'alimentation du luminaire arrivant dans la boîte sur la prise DCL du capot, puis de fixer le capot à l'aide du piton prévu à cet effet. Ensuite,

Le raccordement des boîtes DCL

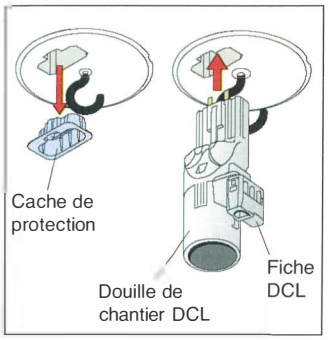
Le raccordement d'un plafonnier



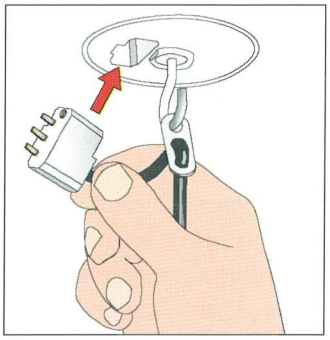
1 Dénudez, puis connectez les conducteurs d'alimentation sur la prise DCL du capot de la boîte de centre.



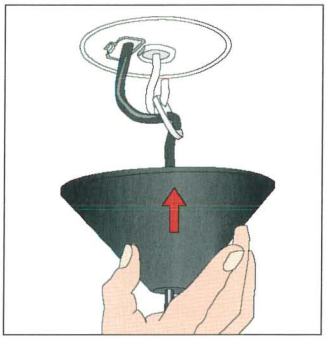
2 Mettez en place le capot de fermeture de la boîte. Fixez-le avec le piton de suspension.



3 Retirez le cache de protection de la prise DCL. Pendant les travaux, vous pouvez placer une douille de chantier DCL. Elle incorpore une fiche pour brancher le luminaire.

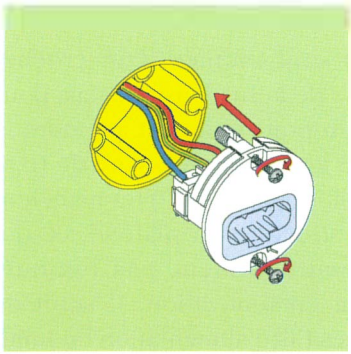


4 Raccordez une fiche DCL sur le câble d'alimentation du luminaire. Accrochez le luminaire. Connectez la fiche dans la prise incorporée au capot de la boîte de centre.



5 Remontez le pavillon du luminaire pour cacher le raccordement. La prise DCL se démonte en faisant pression sur l'ergot latéral.

Le raccordement d'une applique



1 Connectez les conducteurs d'alimentation sur la prise DCL et vissez le capot sur la boîte d'applique.

2 Retirez le cache de la prise DCL. Installez une douille de chantier ou raccordez l'applique avec une fiche DCL.

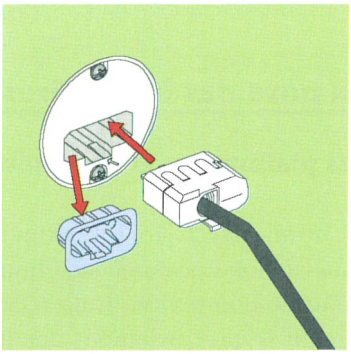


Figure 341 :
Le raccordement des luminaires

raccordez le lustre avec une fiche DCL ou placez une douille de chantier équipée d'une douille DCL et incorporant une fiche DCL en attente d'être posée sur le futur luminaire.

Les appliques

Dans ce cas également, les boîtes doivent être équipées d'un dispositif DCL. Il n'y a pas de contrainte supplémentaire de fixation, puisque les boîtes ne sont pas destinées à supporter le luminaire. Il existe également des modèles pour cloisons pleines et cloisons creuses. La figure 341 présente le raccordement des différents luminaires.

Les spots TBTS encastrés

Les spots encastrables halogènes en très basse tension nécessitent un raccordement particulier. Voici quelques conseils et indications pour réaliser un montage correct. Le principe est simple : le spot est alimenté par un transformateur, lui-même commandé comme n'importe quel circuit lumière. Deux possibilités existent :

- utilisation d'un transformateur pour plusieurs spots ;
- utilisation d'un transformateur par spot.

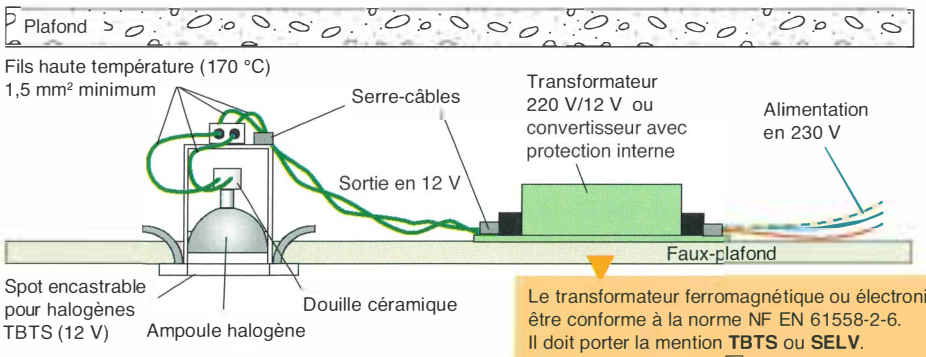
La deuxième solution est la plus utilisée, car les transformateurs peuvent se glisser dans n'importe quel faux-plafond, du fait de leur encombrement réduit, mais le prix du matériel est plus élevé. Cette solution permet d'éviter que toute une rangée de spots soit hors d'usage en même temps en cas de défaillance du transformateur.
Si l'on utilise un seul transformateur, ses dimensions nécessitent de prévoir un endroit spécifique où l'installer. De surcroît, plus il est éloigné des spots, plus la section des conducteurs d'alimentation doit être importante. Les systèmes d'éclairage TBT en kit, conformes au guide UTE C 71-102 et à son amendement 1, sont admis dans les installations fixes. Il existe des transformateurs ferromagnétiques (bobinage de cuivre sur un noyau d'acier) ou électroniques (convertisseurs). Les transformateurs ferromagnétiques doivent posséder une protection interne contre les courts-circuits (voir les symboles de la figure 342) et être conformes à la norme NF EN 61558-2-6. Les convertisseurs doivent posséder une protection interne contre les courts-circuits, les surcharges, être protégés contre les échauffements anormaux et être conformes à la norme NF EN 61347-2-2. Dans ce cas, les conducteurs d'alimentation du spot doivent être les plus courts possible et les canalisations primaire et secondaire doivent être parallèles et ne pas se croiser.

Quand un transformateur ou un convertisseur n'alimente qu'un appareil d'éclairage, une protection contre les courts-circuits et les surintensités du circuit secondaire n'est pas nécessaire. Cette fonction est assurée par le dispositif interne du transformateur. Dans tous les cas, évitez de dépasser une distance de 2 m entre le transformateur et l'appareil d'éclairage. N'utilisez pas de conducteurs de section inférieure à 1,5 mm^2.
Quand un transformateur alimente plusieurs appareils d'éclairage, la protection des circuits secondaires contre les surintensités et les courts-circuits doit être prévue sur chaque branche.
Le circuit secondaire ne doit pas être relié à la terre.

Le câblage interne du luminaire à ses bornes de raccordement et la liaison avec le transformateur doivent être réa-

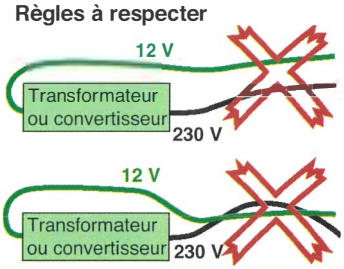
Les spots halogènes encastrés en TBTS

Le raccordement

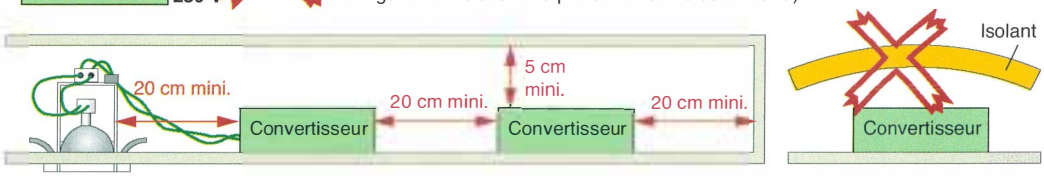


Le transformateur ferromagnétique ou électronique doit être conforme à la norme NF EN 61558-2-6.
Il doit porter la mention **TBTS** ou **SELV**.
Il doit être de classe II ⧈.
Il doit être protégé contre les courts-circuits et les surcharges et disposer d'un dispositif de protection interne symbolisé par l'un des deux sigles ci-dessous.

Règles à respecter



Les canalisations primaire (230 V) et secondaire (12 V) ne doivent pas être parallèles ni se croiser. Le secondaire ne doit pas être relié à la terre et doit être éloigné des parties métalliques qui sont reliées à la terre.
La canalisation secondaire doit être la plus courte possible (inférieure à 2 m sinon obligation d'installer une protection sur le secondaire).



Choix des luminaires

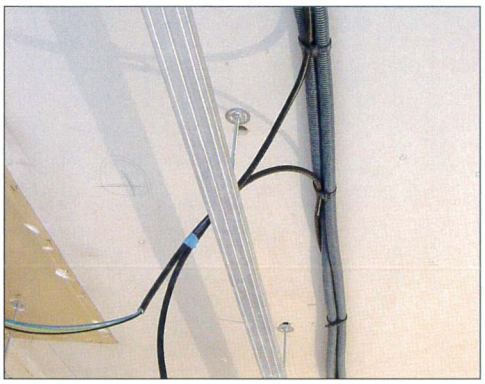
Marquage des luminaires	Nature des supports			
	Bois massifs résineux, non résineux d'une épaisseur inférieure à 14 mm, contreplaqués, lattés, particules, fibres < 18 mm.	Faux-plafonds en plaques de plâtre avec isolant sur le spot.	Plâtre, métal, verre et béton.	Autres matériaux dits normalement inflammables
Aucun	Interdit	Interdit	Autorisé	Interdit
F	Interdit	Interdit	Autorisé	Autorisé
F	Interdit	Autorisé	Autorisé	Autorisé

Section des conducteurs du secondaire pour une longueur maximale de 2 m

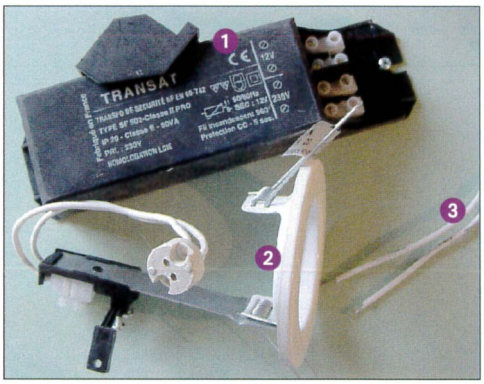
Transformateur		Convertisseur	
Puissance en VA	Section minimale en mm²	Puissance en VA	Section minimale en mm²
< 100	1,5	< 105	1,5
100 ≤ 200	2,5	105 ≤ 150	2,5
200 < 300	4	–	–

Figure 342 : Les règles d'installation des spots TBTS

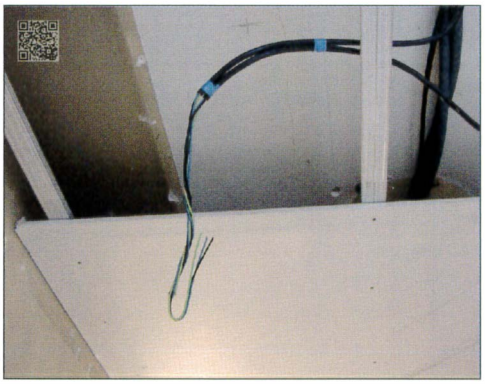
La pose de spots encastrés TBTS (1/2)



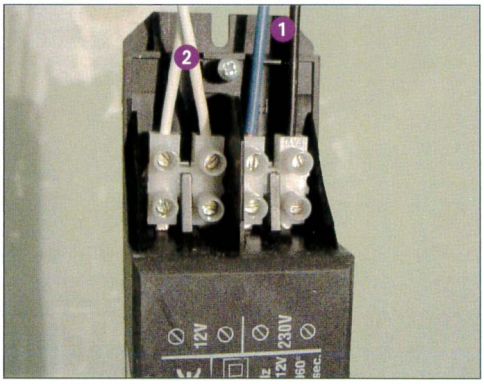
1 Passez les câbles d'alimentation des spots avant la réalisation du plafond. Les câbles sont fixés au plafond support avec des colliers d'installation.



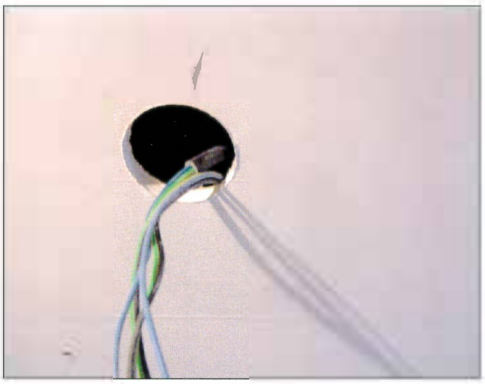
4 Munissez-vous du matériel nécessaire : un transformateur ou un convertisseur (1), un spot encastrable (2), des conducteurs haute température (3).



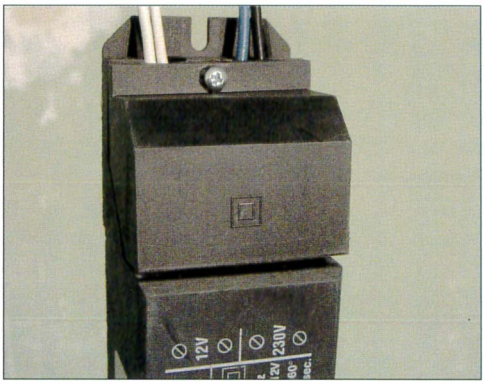
2 Posez l'ossature du faux-plafond, puis les plaques de plâtre.



5 Raccordez l'alimentation en 230 V du transformateur (1). Raccordez le départ vers le spot avec des fils haute température (2).



3 Percez les plaques à l'endroit des spots au moyen d'une scie cloche, puis passez les câbles par le percement avant de fixer la plaque de plâtre.



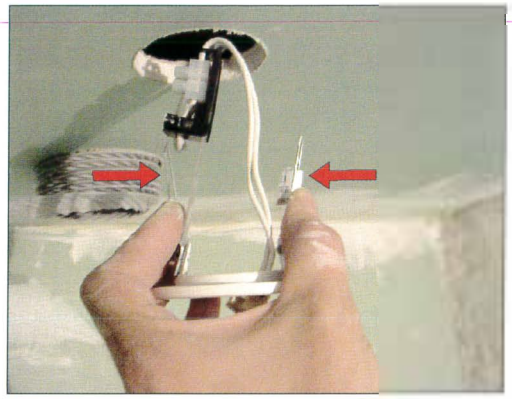
6 Vissez le capot serre-câble sur les borniers d'alimentation du transformateur.

Figure 343 : L'installation de spots TBTS (1/2)

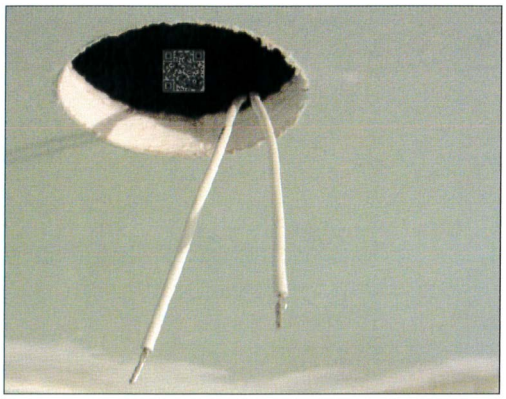
La pose de spots encastrés TBTS (2/2)



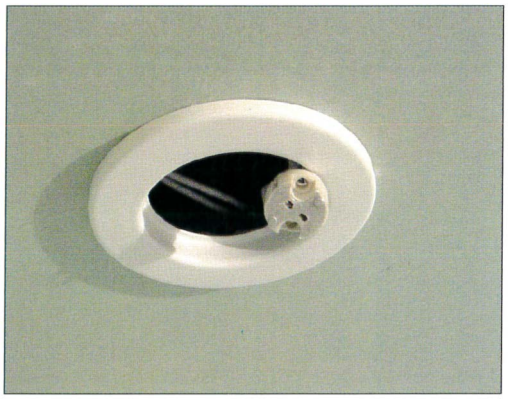
7 Introduisez le transformateur dans le faux-plafond par le percement.



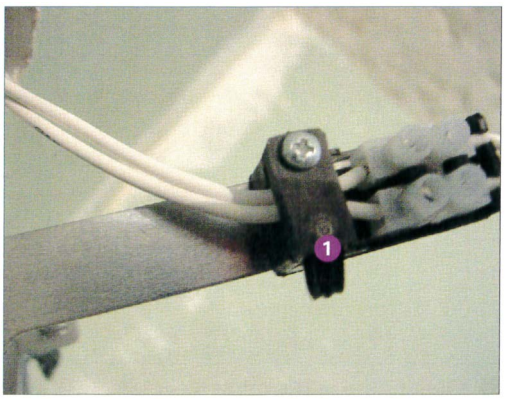
10 Compressez les ressorts du spot et faites-le pénétrer dans le percement.



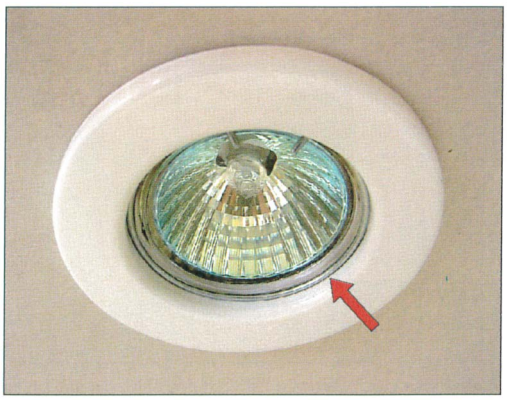
8 Laissez accessibles les conducteurs de raccordement du spot.



11 Laissez la douille accessible et raccordez la lampe dichroïque dans la douille.



9 Raccordez le spot et serrez les conducteurs dans le serre-câble (1).



12 Placez la lampe dans le support. Elle est maintenue par un ressort métallique (flèche).

Figure 343 : L'installation de spots TBTS (2/2)

lisés avec des conducteurs supportant une température de 170 °C. Utilisez des conducteurs isolés au silicone ou des gaines supplémentaires, résistants à la chaleur. Il est indispensable de fixer les conducteurs à l'aide des serre-câbles prévus au niveau du transformateur et de l'appareil d'éclairage.

Les appareils d'éclairage installés dans les faux-plafonds possèdent un marquage indiquant s'ils peuvent être recouverts ou non d'un isolant (figure 342). Si le faux-plafond est dans un autre matériau, normalement inflammable (classement M1 à M3), que le plâtre, le verre ou le béton, il doit obligatoirement posséder la marque F représentée dans un triangle. Si le support est facilement inflammable (M4), le montage de spots est interdit.
Respectez également la distance, signalée sur le luminaire, entre les appareils d'éclairage et les objets illuminés afin d'éviter tout risque d'incendie.
Les spots peuvent être installés dans un faux-plafond existant ou à créer. La figure 343 illustre leur montage.

Les autres montages

Pour compléter l'installation électrique, divers montages sont possibles. Ils permettent d'augmenter le confort pour les habitants, de valoriser le bien ou de renforcer la sécurité.

Les systèmes pour l'accueil des visiteurs

Plusieurs solutions existent pour signaler l'arrivée des visiteurs. La sonnette (son cristallin) ou le ronfleur peuvent être installés dans le tableau de répartition ou à un emplacement leur permettant d'être audibles de tout point de l'habitation. Le carillon est toujours installé en ambiance, à l'extérieur du tableau de répartition. Il en existe de nombreux modèles aux formes, esthétiques et mélodies différentes. Les systèmes les plus évolués sont l'interphone et le vidéophone qui permettent la commande à distance de l'ouverture de la porte après identification des visiteurs. Ils peuvent être installés en immeuble collectif ou en maison individuelle. Une sonnette ou un carillon supplémentaires sont possibles, au niveau de la porte d'entrée.

Les sonnettes et carillons

Ces équipements sont protégés par un disjoncteur divisionnaire 2 A. Il est possible d'alimenter une sonnette (ou un carillon) directement en 230 V, par l'intermédiaire d'un poussoir (figure 344). Il est admis que l'alimentation du circuit de la sonnette soit reprise sur un circuit d'éclairage.
Les systèmes de sonnerie en 230 V ne sont pas très adaptés pour une installation du bouton d'appel à l'extérieur (risque de choc électrique si le bouton est détérioré). Il est préférable d'alimenter le système en TBTS (8 ou 12 V). Pour ce faire, utilisez un transformateur de sonnerie à placer dans le tableau de répartition. Le poussoir et la sonnerie seront alimentés en TBTS.

La sonnette peut être intégrée dans le tableau de protection, contrairement au carillon qui sera placé à l'extérieur. Choisissez bien son emplacement, de sorte qu'il soit audible de toutes les pièces de l'habitation.
Il existe des carillons prévus pour les logements à deux entrées. Ils permettent de raccorder deux boutons-poussoirs

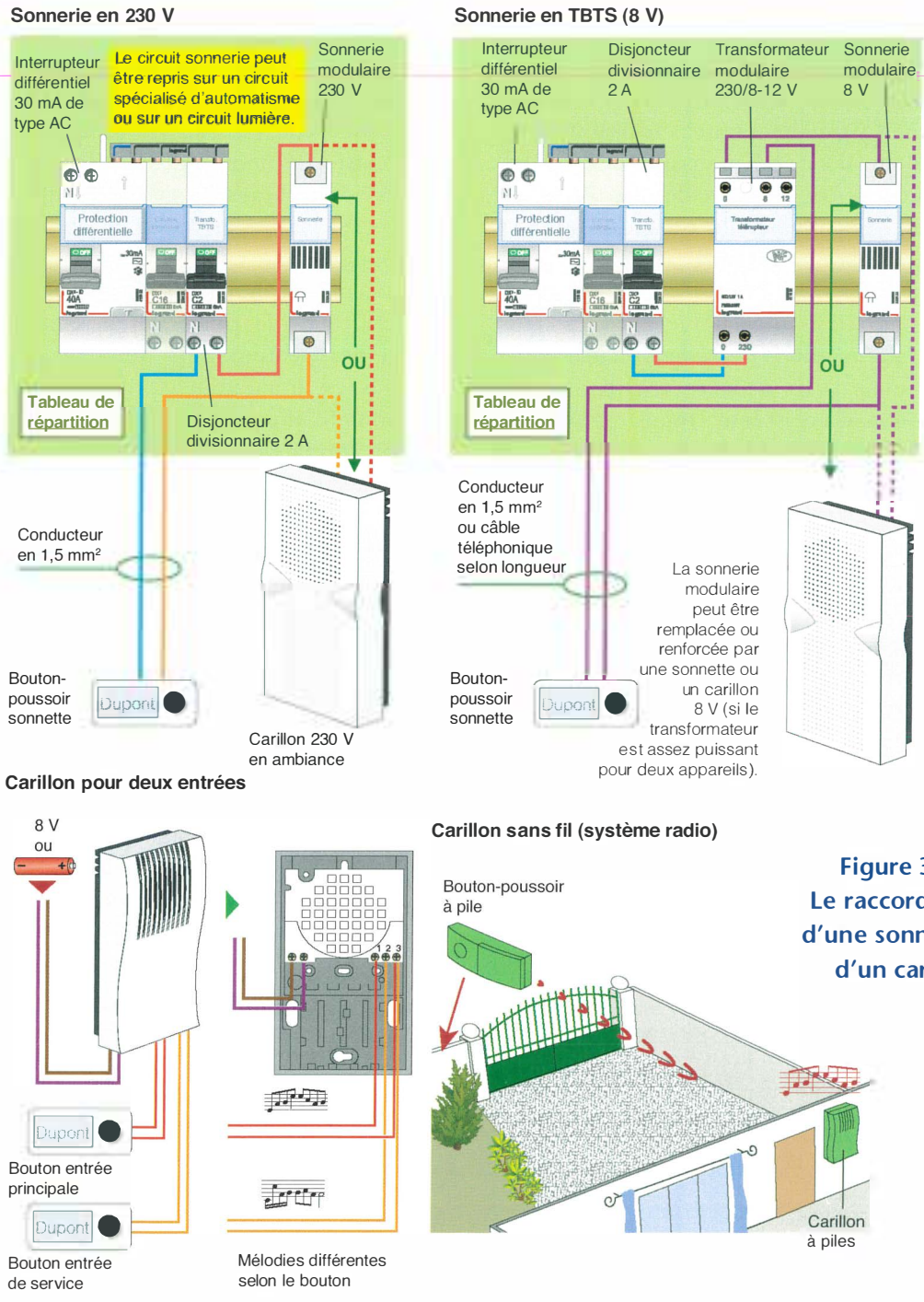


Figure 344 : Le raccordement d'une sonnette ou d'un carillon

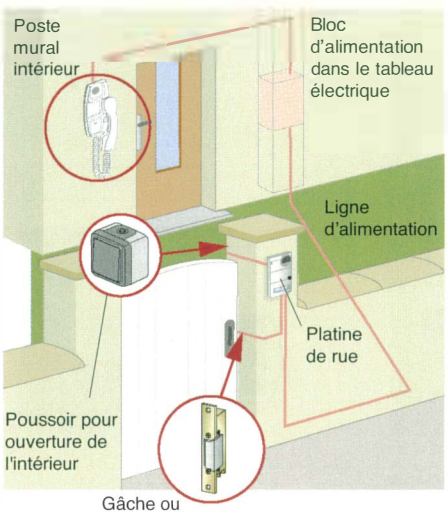
avec une mélodie différente pour chacun d'eux. La commande à distance peut être utilisée également dans ce cas. Un bouton-poussoir émetteur muni d'une pile est placé à l'extérieur. Il envoie le signal par ondes radio au carillon placé à l'intérieur. Ce carillon est simplement branché sur une prise de courant.

Il est judicieux et plus prudent de faire des essais avec différents emplacements avant la pose définitive afin de trouver l'endroit adapté et avec la meilleure réception.

Le portier interphone

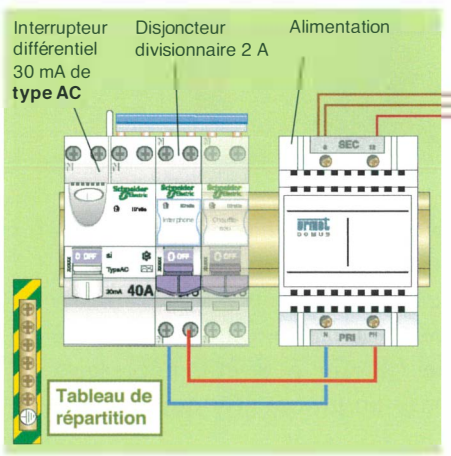
C'est le système idéal en maison individuelle pour identifier le visiteur, lui ouvrir ou non, sans sortir (figure 345).

Exemple d'implantation (tous portiers)



Exemple de raccordement (d'après Urmet)

Section des conducteurs				
Distance	50 m	100 m	200 m	300 m
Phonie	0,5 mm²	0,5 mm²	0,8 mm²	1 mm²
Gâche	0,5 mm²	0,8 mm²	1 mm²	1,5 mm²



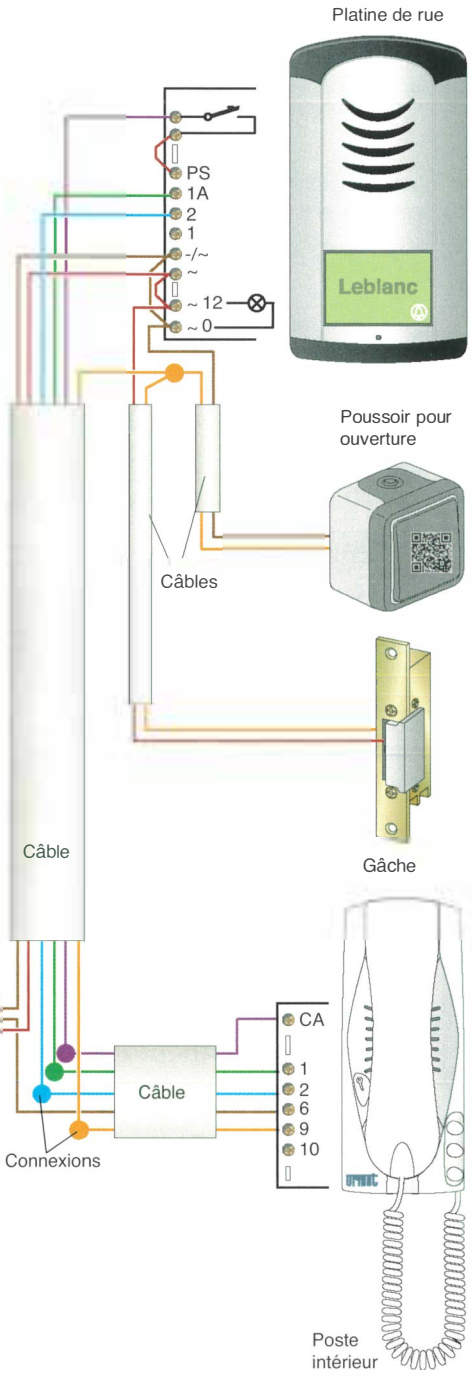


Figure 345 : Le raccordement d'un portier de villa multifilaire

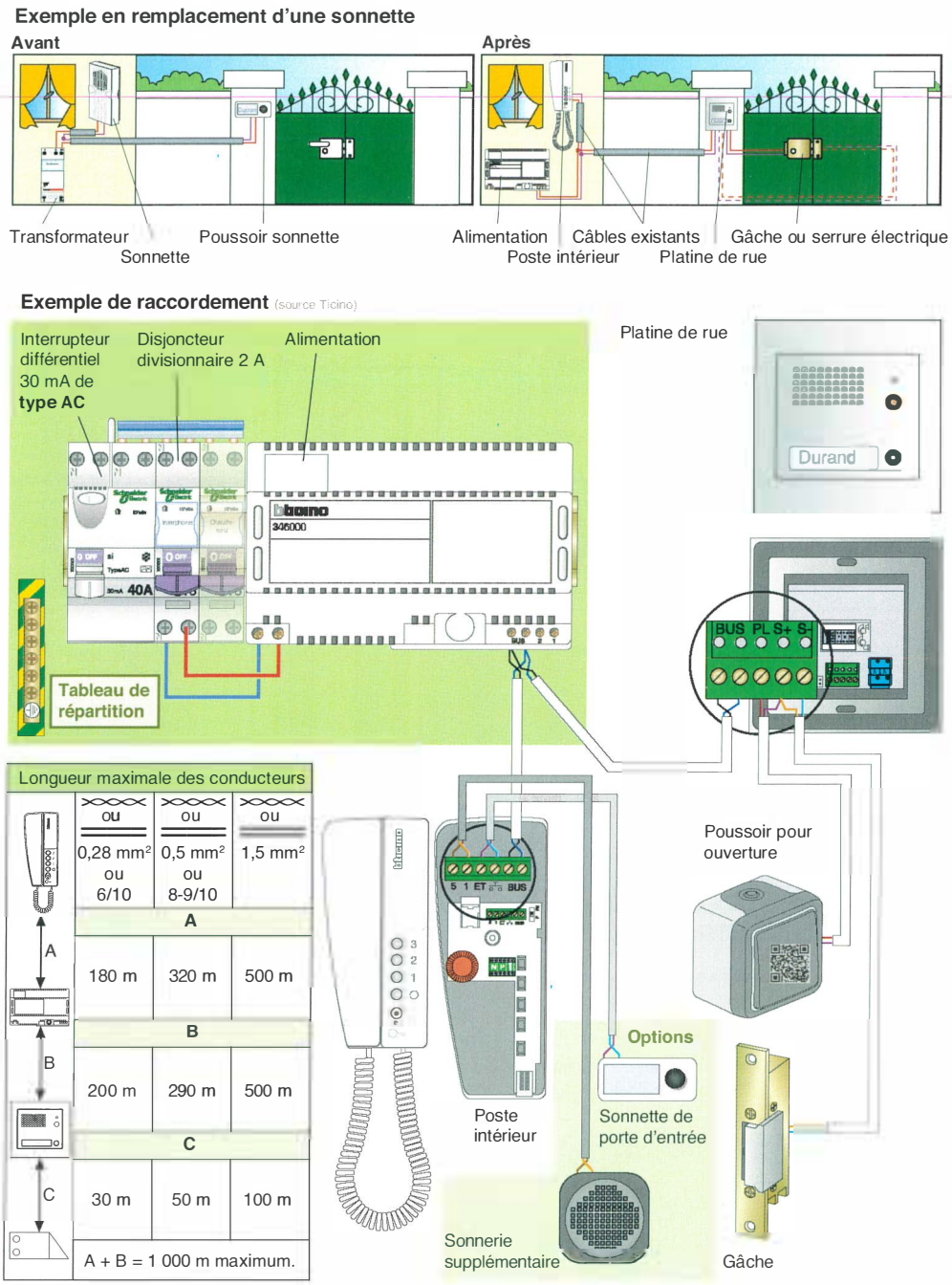


Figure 346 : Le raccordement d'un portier de villa à deux fils

Ce système se compose, en partie intérieure :

- d'une alimentation placée au niveau du tableau de protection ;
- d'un ou plusieurs combinés avec bouton d'ouverture de porte.

Et en extérieur :

- d'une platine d'appel avec micro, haut-parleur et bouton d'appel ;
- d'une gâche ou d'une serrure électrique pour l'ouverture automatique de la porte (il sera peut-être nécessaire de prévoir un groom afin que la porte

se referme automatiquement après l'entrée du visiteur).

La pose d'un bouton de sortie (non accessible à partir de l'extérieur) est utile uniquement si la serrure de la porte ne possède pas de poignée du côté intérieur. Ces systèmes sont alimentés en TBTS : ils ne présentent aucun risque. Il convient de veiller particulièrement aux câbles d'alimentation, car si un câble du type téléphonique est suffisant pour les

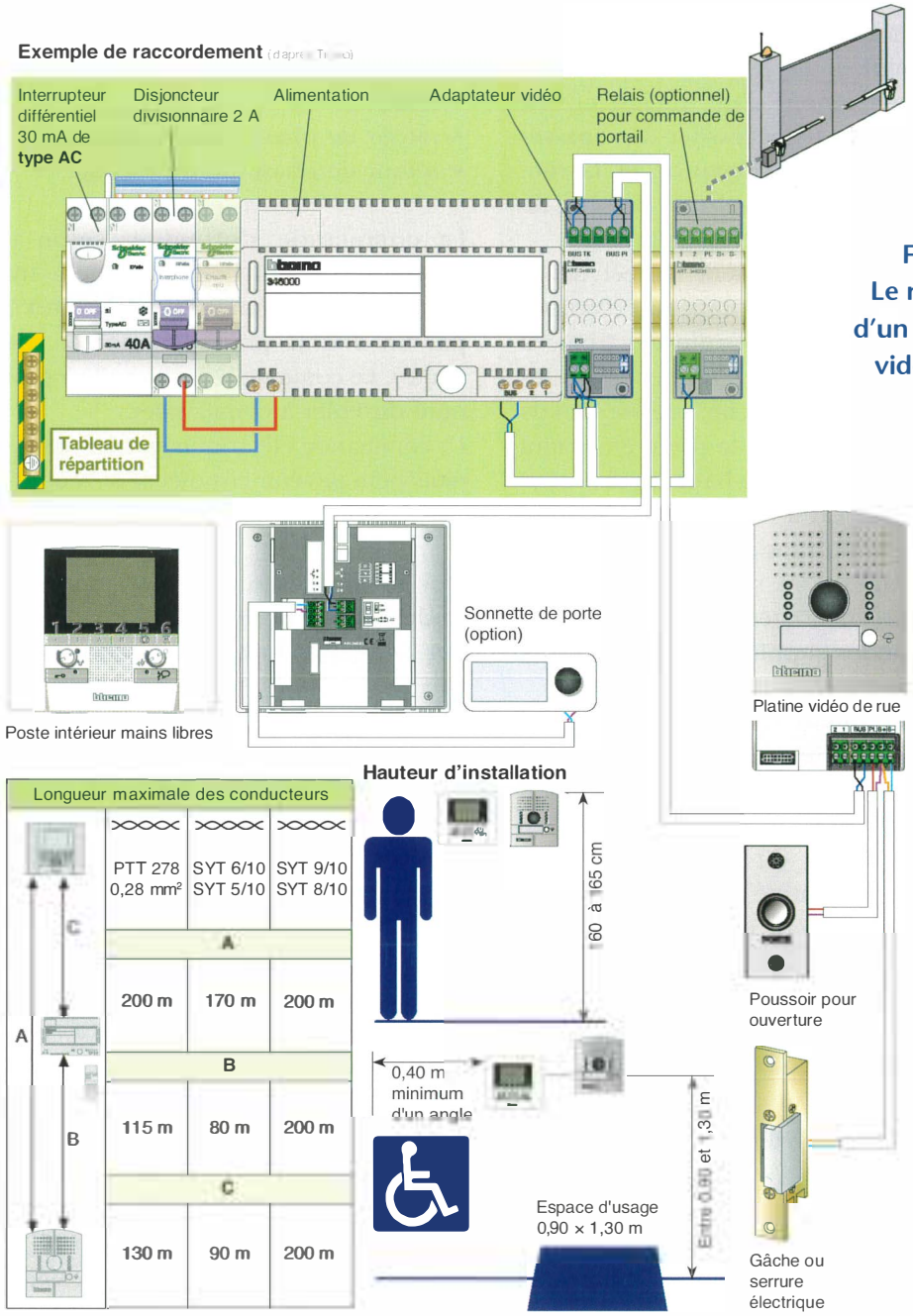


Figure 347 : Le raccordement d'un portier de villa vidéo à deux fils

circuits « phonie », l'alimentation de la gâche nécessite des conducteurs de section plus importante, puisque la gâche consomme plus (voir tableau de la figure 345).

Il existe également des modèles d'interphone à deux fils. Leur installation est simplifiée. Ils peuvent être utilisés en remplacement d'un ancien circuit de sonnette sans nécessiter de repasser de câbles entre l'habitation et la rue. Néanmoins, le câble existant doit être de section suffisante (figure 346).
Pour un fonctionnement correct de ce type d'appareil, il est impératif d'utiliser une gâche ou une serrure électrique à faible consommation. Lorsque vous faites l'acquisition d'une gâche, prenez soin de réaliser un dessin de la porte en notant la partie fixe, la partie battante et le sens d'ouverture, car à chaque type de porte correspond un type de gâche.
Les systèmes sont souvent évolutifs et permettent d'ajouter des combinés ou des sonneries supplémentaires.

Le portier vidéo

Le principe de fonctionnement des portiers vidéo est le même que celui des interphones, avec l'image en plus. L'identification du visiteur est ainsi plus sûre. La platine de rue est équipée d'une mini-caméra et d'un éclairage à infrarouge pour la nuit. Les postes intérieurs sont équipés d'un écran vidéo. De nombreux modèles existent, dont des modèles à deux fils offrant un raccordement très simplifié. La figure 347 présente un exemple de raccordement de portier vidéo.
Il est possible d'adjoindre au système des relais supplémentaires pour ouvrir un portail ou déclencher l'éclairage du jardin.

Les volets roulants

La protection d'un volet roulant électrique (figure 348) est assurée par un disjoncteur divisionnaire 16 A sur un circuit spécialisé.
Le volet dispose d'une alimentation électrique comprenant 4 fils :

- terre ;
- neutre ;
- retour de phase pour montée ;
- retour de phase pour descente.

La commande s'effectue, selon les modèles, par un commutateur à trois positions (montée, arrêt, descente) ou par un double poussoir (montée, descente). Le commutateur s'installe à proximité du volet à commander.
La commande électrique est très pratique mais peut devenir fastidieuse si vous avez de nombreux volets à fermer le soir.

Des systèmes à courant porteur ou à ondes radio permettent de commander les volets roulants plus facilement. Chaque volet est piloté par une commande individuelle qui est en même temps un récepteur. Une commande générale, ou une télécommande (ondes radio) permet d'actionner en même temps tous les volets d'une pièce, d'un niveau ou de l'habitation tout entière. La gestion automatisée et centralisée des volets roulants est désormais exigée pour le respect des réglementations thermiques.

Ces systèmes sont déjà une amorce de domotique dans des installations électriques traditionnelles. Nous verrons plus loin que des installations domotiques, prévues comme telles, permettent également ce type d'automatisation.
Par rapport à une installation classique, les systèmes radio et CPL

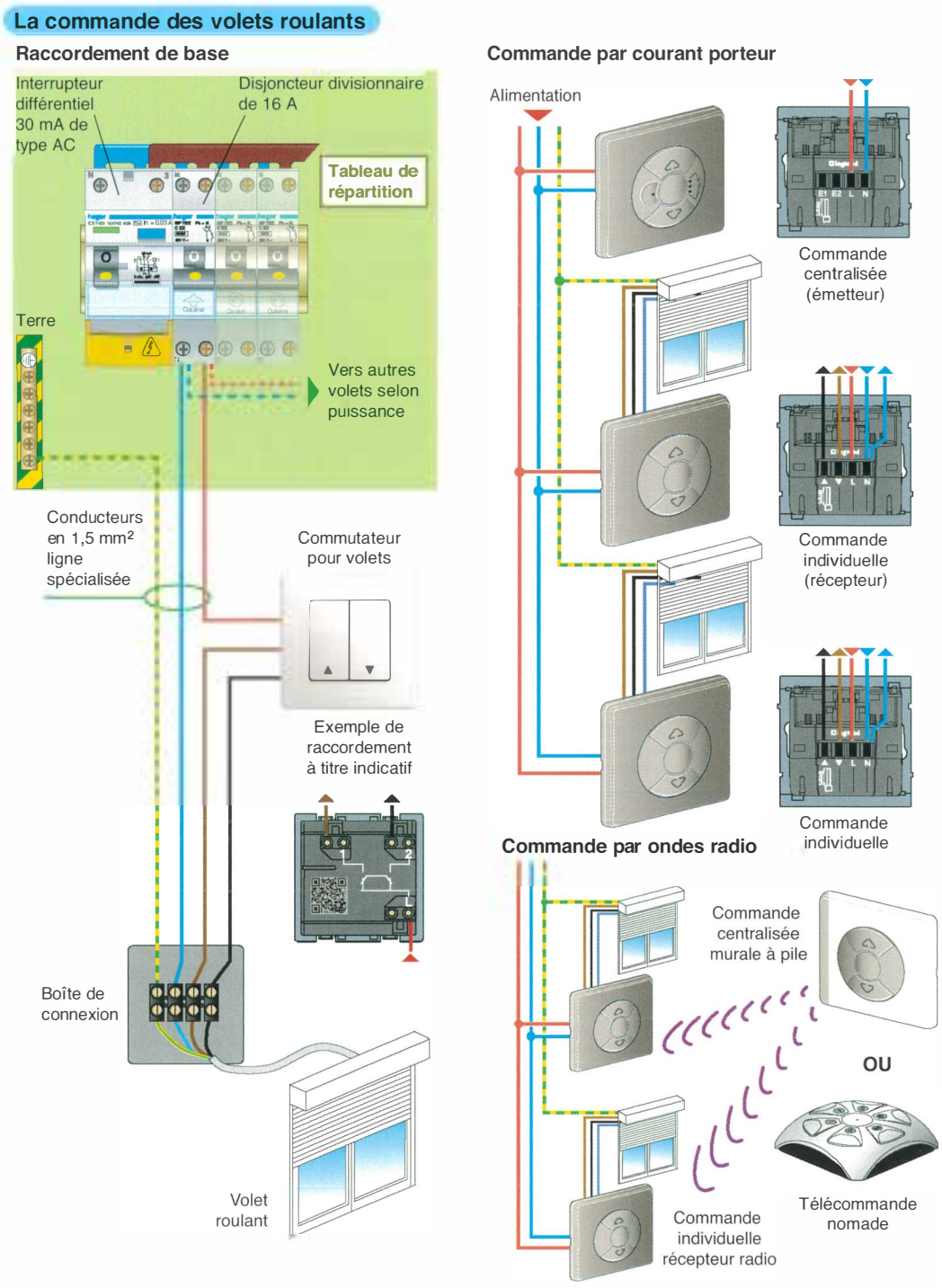


Figure 348 :
La commande des volets roulants

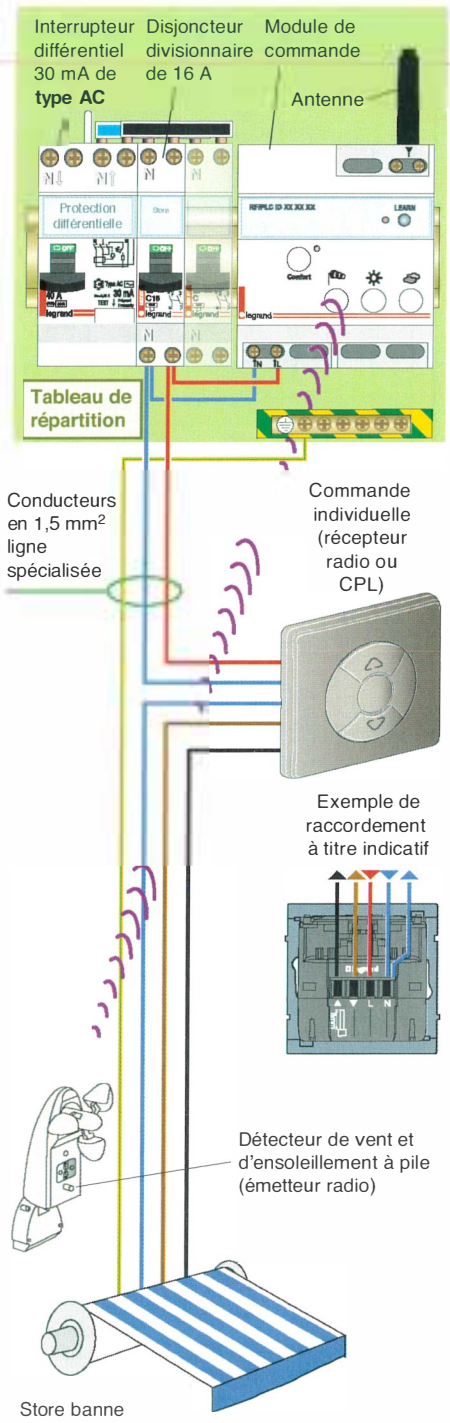


Figure 349 :
Le raccordement d'un store banne

nécessitent une alimentation phase et neutre sur chaque commutateur.

Les stores bannes

La commande électrique d'un store banne peut être réalisée de manière simple, comme pour les volets roulants, avec un commutateur montée et descente (pour un store équipé d'une motorisation). Pour plus de confort, vous pouvez utiliser des systèmes à ondes radio, par exemple (figure 349). Le commutateur montée/descente est remplacé par un modèle récepteur radio ou CPL. Un boîtier de commande est situé dans le tableau de répartition. Un capteur placé à proximité du store va permettre de détecter l'ensoleillement et la présence de vent. En cas d'ensoleillement, il transmet l'information par ondes radio au boîtier de commande qui transmet l'ordre de déploiement du store à la commande individuelle (par CPL ou radio). En cas de vent trop important, le capteur transmet l'ordre de refermer le store. La commande manuelle reste toujours opérationnelle.

Les détecteurs techniques

Les détecteurs techniques permettent d'assurer la surveillance des appareils à risque. Par exemple, le lave-linge et le lave-vaisselle présentent un risque important de fuite d'eau. Un détecteur peut vous prévenir par un signal sonore, lumineux ou même par téléphone d'une présence anormale d'eau sur le sol. Il peut éventuellement agir sur une vanne motorisée de fermeture. Pour le congélateur, un détecteur peut surveiller la température pour savoir si la chaîne

du froid n'est pas rompue. Il existe aussi des détecteurs de gaz de ville ou de propane et des détecteurs de fumée. Ces derniers sont généralement des appareils autonomes (à piles), posés indépendamment de l'installation électrique. Leur utilisation est obligatoire.

Les détecteurs techniques (figure 350) se présentent sous diverses formes, notamment sous celle d'appareillages

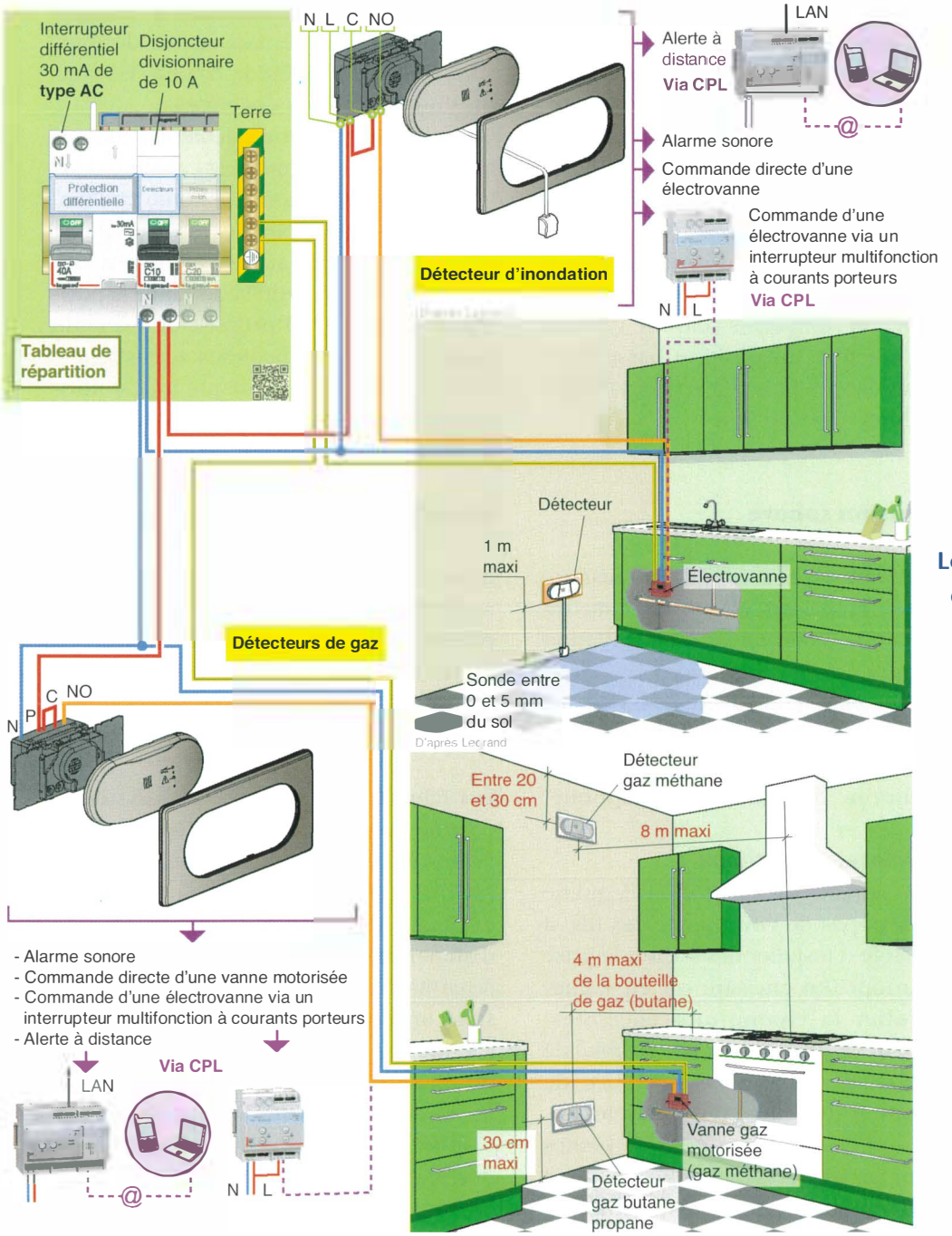


Figure 350 : Le raccordement des détecteurs techniques

électriques, ce qui est pratique et permet de les intégrer simplement à l'installation électrique.
Les détecteurs d'inondation ou d'alerte du congélateur sont pourvus d'une sonde à installer dans le respect des consignes du fabricant. Raccordés sur une alimentation 230 V, ils disposent d'une alarme sonore interne, d'un contact pour actionner directement une électrovanne. Ils peuvent transmettre l'alarme par CPL à une passerelle Internet pour signaler l'incident à distance par e-mail ou par téléphone portable.
Les détecteurs de gaz fonctionnent sur le même principe. Les modèles et l'installation sont différents selon le type de gaz à détecter : en position basse pour les butane et propane, haute pour les gaz de méthane (gaz de ville).

La diffusion sonore

Pour bénéficier du son et de la musique dans toute la maison, vous pouvez mettre en œuvre, conjointement à l'installation électrique, un système de diffusion sonore ou, plus simplement, distribuer les câbles des enceintes ou de home cinéma. Ces systèmes sont souvent prévus avec les solutions d'installation domotique.

Les enceintes acoustiques

Pour les puristes du matériel hi-fi, qui ne supportent pas de voir traîner des fils, il est possible d'installer des socles de prise haut-parleur (en encastré ou en saillie) pour relier la chaîne aux enceintes. Vous pouvez ainsi utiliser un câble de type méplat adapté à la puissance de l'installation. Un câble de type téléphonique peut être suffisant pour de petites puissances. Le passage des lignes est possible en encastré, si vous connaissez l'emplacement définitif des éléments, ou sous baguettes en plastique.
Les fabricants proposent ce type de socles dans leurs différentes séries d'appareillage pour une meilleure intégration à l'installation électrique. Ils sont munis de connecteurs automatiques avec repérage de la polarité. Les socles doubles sont installés derrière la chaîne, les simples au niveau des enceintes.
Ce système permet également l'alimentation d'enceintes multiples comme dans le cas des installations de home cinéma. Il est aussi possible de diffuser de la musique par le réseau de communication, mais la taille des conducteurs limite la puissance. La figure 351 propose un exemple de distribution d'enceintes acoustiques. Ce système n'est pas adapté à la sonorisation de plusieurs pièces, prévoyez alors un système de diffusion sonore.

Les systèmes de diffusion sonore

Dans le cadre d'une rénovation totale ou d'une installation neuve, il peut être intéressant de mettre en œuvre un système permettant de profiter de la musique ou de la radio dans une ou plusieurs pièces de la maison. Cela augmente le confort et accroît la valeur du bien immobilier.

Les fabricants proposent divers systèmes coordonnés avec leurs séries d'appareillage. Pour sonoriser une seule pièce, par exemple pour disposer de la radio dans la salle de bains, l'installation nécessite un bloc d'alimentation à placer dans le tableau de répartition ou dans un faux-plafond accessible, un module tuner et des haut-parleurs à encastrer dans des boîtiers électriques ou un faux-plafond.
Le module tuner est alimenté en TBT. Il dispose de sorties pour les alimentations des haut-parleurs.
Le tuner équipant ces modules n'étant

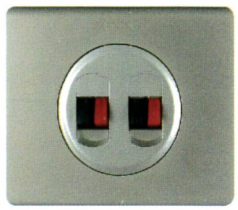
Prises haut-parleur à encastrer

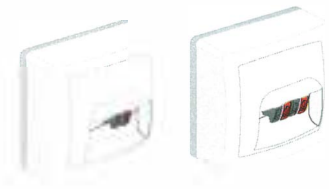


Pour de petites puissances, il est possible d'utiliser le réseau de communication. Pour un meilleur rendu harmonique de la hi-fi, préférez un câble méplat. Les câbles pourront être encastrés sous conduits ou passés dans les compartiments qui leur sont réservés (courants faibles) dans les plinthes ou les baguettes électriques.

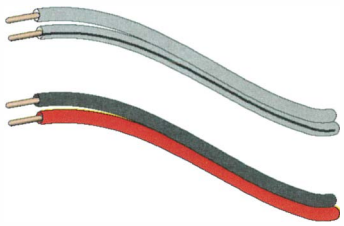


© Legrand

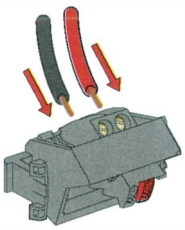




Prises haut-parleur en saillie



Utilisez un câble méplat spécial haut-parleur dont l'une des gaines est repérée par un liseré noir pour respecter la polarité des enceintes ou un câble bicolore.



Exemple de raccordement

Exemple de distribution de prises haut-parleur dans une installation électrique

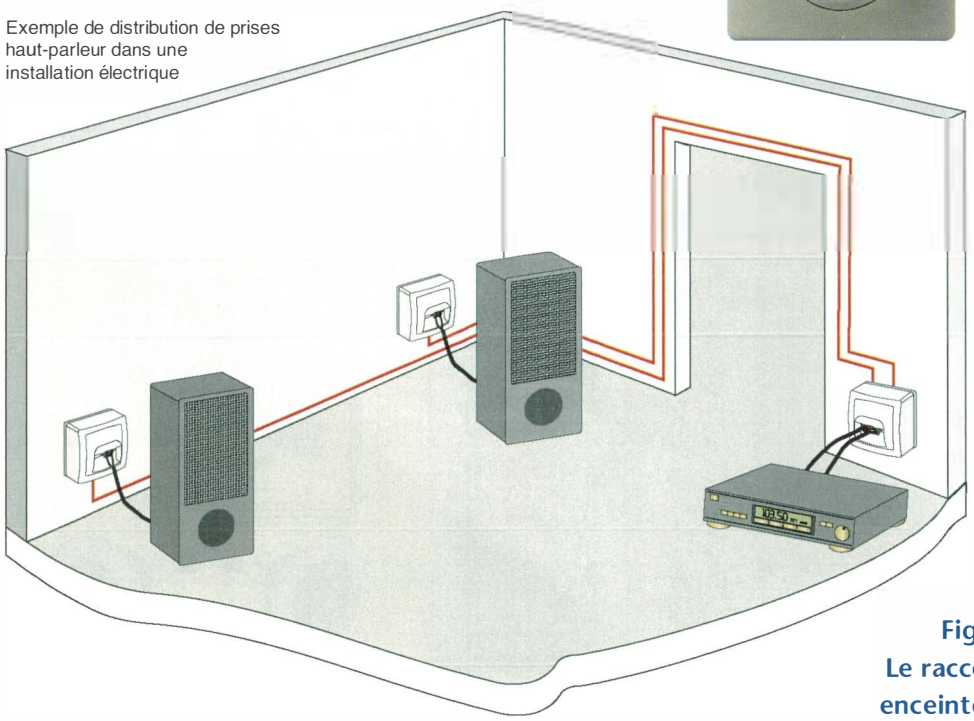


Figure 351 : Le raccordement des enceintes acoustiques

pas très puissant, assurez-vous que vous disposez de bonnes conditions de réception. Dans le cas contraire, il est possible de le relier à une antenne FM placée sur le mât de l'antenne TV. Mais ce type d'installation peut être beaucoup plus évolué et assurer la diffusion sonore de sources externes (en

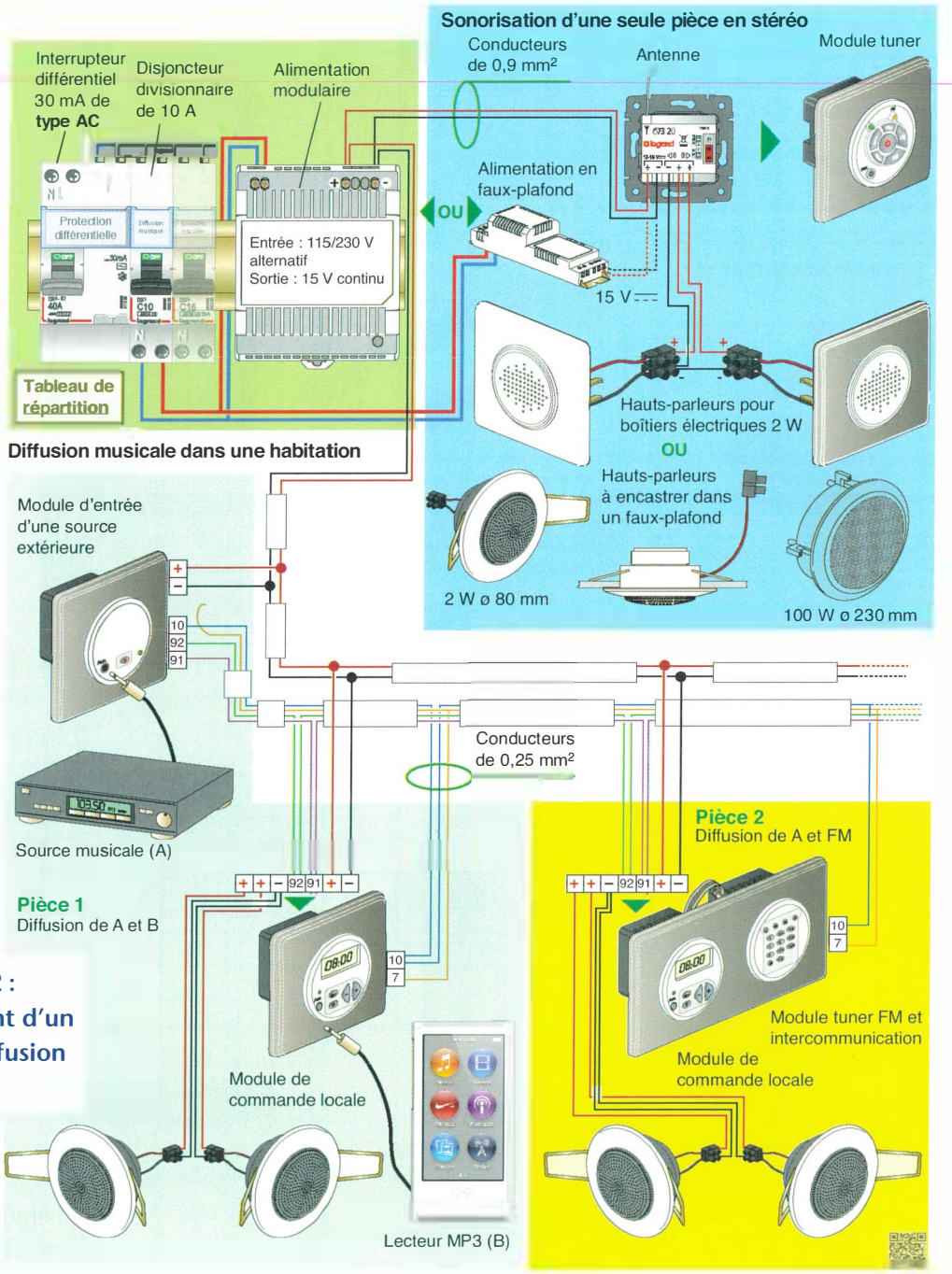


Figure 352 : Le raccordement d'un système de diffusion sonore

plus de la FM) dans plusieurs pièces de l'habitation. Un module d'entrée d'une source extérieure (chaîne hi-fi, par exemple) doit être installé à proximité de la source. Les pièces sont équipées d'un module de commande vocale et de deux haut-parleurs (stéréo). Un module de commande locale simple permet de diffuser l'ambiance produite par la source extérieure générale et d'y raccorder une

source locale (lecteur MP3, par exemple), avec les fonctions : marche, arrêt, réglage du volume, sélection de la source. Les modèles plus évolués sont équipés de leur propre tuner intégré, voire de systèmes d'intercommunication, pour passer un message à tous les occupants de la maison, ou surveiller la chambre de bébé.
La figure 352 présente un exemple de base des possibilités de ce système.

L'alimentation d'une cave ou d'un garage en immeuble

Dans un immeuble collectif peut se poser le problème de l'alimentation de la cave ou garage si elle n'est pas reprise sur le tableau des services généraux (parties communes). Dans ce cas, il faut faire installer un comptage spécifique repris sur le réseau de distribution ou passer une ligne d'alimentation à partir du tableau de répartition de l'appartement (figure 353), avec l'accord du syndic.

Cette solution est admise si certaines conditions sont respectées :
- le circuit est spécialisé ;
- la canalisation d'alimentation doit présenter une isolation double ou renforcée ;
- la section minimale est de 2,5 mm^2, pour éviter la chute de tension ;
- la protection contre les courts-circuits et les surintensités est assurée par un disjoncteur divisionnaire de 16 A si la ligne est inférieure à 37 m et 10 A jusqu'à 75 m ;
- la sécurité des personnes est assurée par un DDR 30 mA de type AC ;
- un voyant de signalisation doit être placé sur le tableau de répartition pour prévenir de la mise sous tension du câble ;
- aucune dérivation n'est autorisée.

Alimentation pour prise et lumière

Alimentation d'une cave ou d'un garage en collectif depuis un appartement

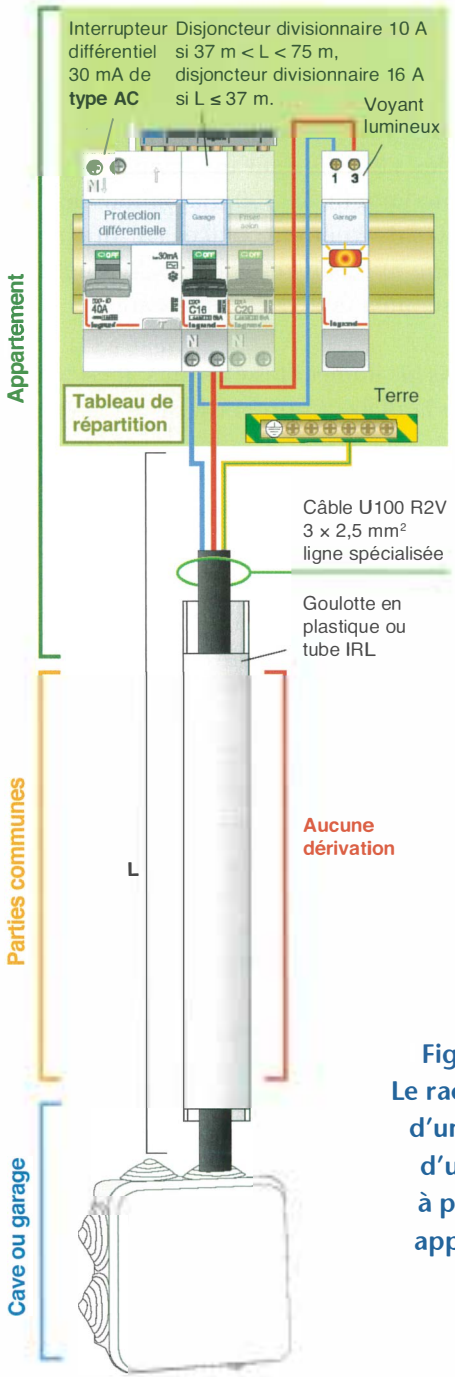


Figure 353 : Le raccordement d'une cave ou d'un garage à partir d'un appartement

Ces dispositions sont applicables aussi en immeuble collectif pour alimenter une prise de courant dans un box privatif pour le rechargement d'une voiture électrique.

Dans le neuf, il est nécessaire de prévoir une colonne de distribution spécifique (650 mm de large, 150 mm de profondeur). Dans cette colonne, la pose des câbles s'effectue sur un chemin de câble d'une largeur de 300 mm minimum. Les câbles doivent être placés sur une seule nappe avec un repérage individuel aux extrémités et à chaque niveau.

Dans les immeubles existants, il est admis que la distribution verticale soit assurée depuis le palier d'étage jusqu'en pied d'immeuble, par une ou des goulottes d'une largeur permettant la distribution de l'ensemble des lots.

Les systèmes de charge pour les véhicules électriques

Le décret officiel n° 2011-873 du 25 juillet 2011 fixe les dispositions nécessaires à l'installation d'équipements électriques concernant la charge des véhicules électriques ou hybrides dans les bâtiments (figure 354). Ces dispositions s'appliquent aux bâtiments neufs dont le dépôt du permis de construire est postérieur au 1er juillet 2012 et aux bâtiments existants à partir du 1er janvier 2015. Il est applicable aux habitations de plus de deux logements disposant d'un parc de stationnement bâti clos et couvert, d'accès réservé aux seuls occupants et constitué de places de stationnement individuelles fermées ou d'accès sécurisé. Il s'applique également aux bâtiments tertiaires disposant de places de stationnement sécurisé.

Ce parc, alimenté en électricité, doit permettre la recharge d'un véhicule grâce à un équipement relié au tableau général basse tension en aval du disjoncteur de branchement de l'immeuble.
Tout ou partie du parc de stationnement doit pouvoir accueillir un point de charge disposant d'un système de mesure permettant une facturation individuelle de la consommation.

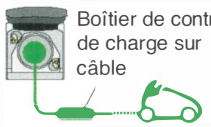
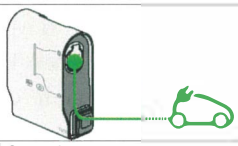
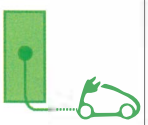
Des alimentations électriques doivent être prévues pour desservir au moins 10 % des places de stationnement avec au minimum une place. Il peut s'agir de places individuelles ou d'un espace commun.
Les modes de charge des véhicules électriques sont définis par la norme européenne CEI 61851-1. Quatre possibilités sont ainsi définies.

Mode de charge 1 : le véhicule électrique est raccordé au réseau d'alimentation via une prise de courant normalisée 2P + T 16 A-250 V en courant alternatif monophasé ou en courant alternatif triphasé sur un circuit non dédié. Cette solution n'est pas recommandée pour la charge d'une voiture, car elle est tributaire de l'état de l'installation électrique existante et peut être source d'échauffements dus à une utilisation prolongée. Le temps de recharge d'une voiture électrique se situe entre 12 et 16 heures.

Mode de charge 2 : le véhicule électrique est raccordé à la prise de charge avec un câble intégrant un dispositif de contrôle de charge communicant.
Le branchement s'effectue via une prise de courant normalisée non dédiée 2P + T 16 A 250 V en courant alternatif monophasé ou en triphasé. L'intensité de charge est limitée à 1,8 kW soit 8 A.

La recharge des véhicules électriques ou hybrides

Les modes de recharge

Mode 1	Mode 2	Mode 2 (dédiée)	Mode 3	Mode 4
	 Boîtier de contrôle de charge sur câble	 Boîtier de contrôle de charge		
Prise 2P + T non dédiée	Prise 2P + T non dédiée avec boîtier de contrôle de charge intégré au câble	Prise 2P + T dédiée avec boîtier de contrôle de charge intégré au câble	Contrôle de charge et intelligence dans la borne	Charge directe en courant continu dans une station de charge avec convertisseur AC/DC
Charge entre 12 et 16 h	Charge entre 12 et 16 h	Charge entre 12 et 16 h	Charge entre 1 et 8 h	
Non préconisé pour la charge d'une voiture	Charge lente occasionnelle	Charge lente occasionnelle	Charge rapide quotidienne	Charge rapide quotidienne

Exemple de raccordement d'une prise

Exemple de raccordement d'une borne

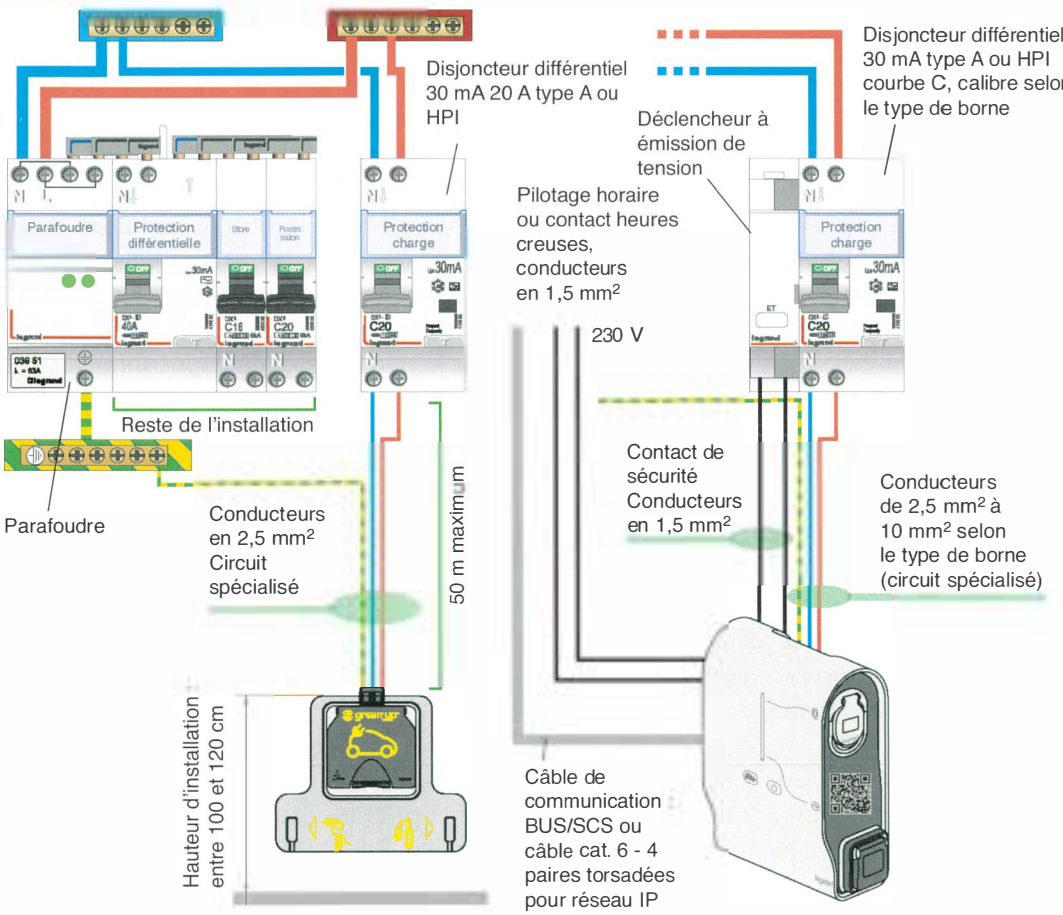


Figure 354 :
Le principe de raccordement des véhicules électriques

Dans ce mode, le branchement peut également s'effectuer sur une prise de courant normalisée 2P + T 16 A 250 V spécialement prévue à cet effet (figure 354) alimentée sur un circuit dédié ou sur une borne de chargement SAVE (système d'alimentation pour véhicule électrique) permettant une puissance de charge jusqu'à 3,2 kW, soit 14 A maximum mais limité à 8 A par le mode 2.
Le temps de charge se situe également entre 12 et 16 heures et correspond à une charge lente occasionnelle.

Mode de charge 3 : le branchement du véhicule s'effectue sur une borne de charge (SAVE) intégrant les fonctions de contrôle de charge et équipée d'une prise de courant spécifique.
La puissance de charge en monophasé va de 3,7 kW, soit 16 A à 7 kW, soit 32 A et à 22 kW, soit 32 A en triphasé.
Le temps de charge est réduit de 1 à 8 heures selon la puissance de la borne.
Ce dispositif convient parfaitement pour une charge rapide quotidienne.

Mode de charge 4 : ce mode de charge fait appel à une station à courant continu. Le véhicule est raccordé sur un chargeur externe (intégrant les fonctions de contrôle et de protection électrique) équipé d'un câble spécifique et délivrant du courant continu. C'est une installation beaucoup plus lourde et onéreuse que les précédentes réservée aux professionnels et aux collectivités.

Dans le cas d'une maison individuelle, la ligne d'alimentation du système de charge sera issu du tableau de répartition principal ou d'un tableau divisionnaire.
En cas d'installation neuve ou entièrement rénovée, la ligne d'alimentation sera un circuit spécialisé.

En mode 1 et 2, le dispositif de charge consiste en un socle de prise de courant 16 A 2P + T adapté aux caractéristiques de charge du véhicule et identifié pour cet usage.

En mode 3, une borne de chargement sera équipée d'une prise de type 3 (conforme à la CEI 62196-2).
La protection contre les chocs électriques doit être assurée par un DDR 30 mA de type A dédié (collectif) ou non dédié en maison individuelle. Un dispositif de sectionnement et de commande doit également être mis en œuvre ainsi qu'une protection contre les surintensités.
Ces fonctions peuvent être assurées par un disjoncteur différentiel.
Pour une prise ou une borne en 16 A, le calibre du disjoncteur doit être de 20 A et la section des conducteurs en 2,5 mm² minimum.
Pour une borne en 32 A, le calibre du disjoncteur doit être de 40 A et les conducteurs d'une section minimale de 10 mm².
Les bornes possèdent des connexions pour le pilotage horaire (fonctionnement en heures creuses, par exemple) et un câble de communication pour avoir toutes les informations sur la charge.
Il est également possible de prévoir un délesteur pour couper la charge pendant l'utilisation d'appareils ménagers prioritaires.

Les communications

L'installation téléphonique classique avec les prises en T n'est plus admise dans le neuf et pour les installations entièrement rénovées. Elle est remplacée par le réseau domestique de communication. Il peut intégrer diverses applications en plus de la téléphonie : télévision, domotique, Internet, réseau local informatique (selon

le niveau d'équipement). Les prises téléphoniques en T sont remplacées par des socles de communication équipés d'un connecteur RJ 45. Les installations téléphoniques classiques sont encore traitées dans cette partie, uniquement pour des travaux de rénovation partielle ou d'extension d'une ligne existante.

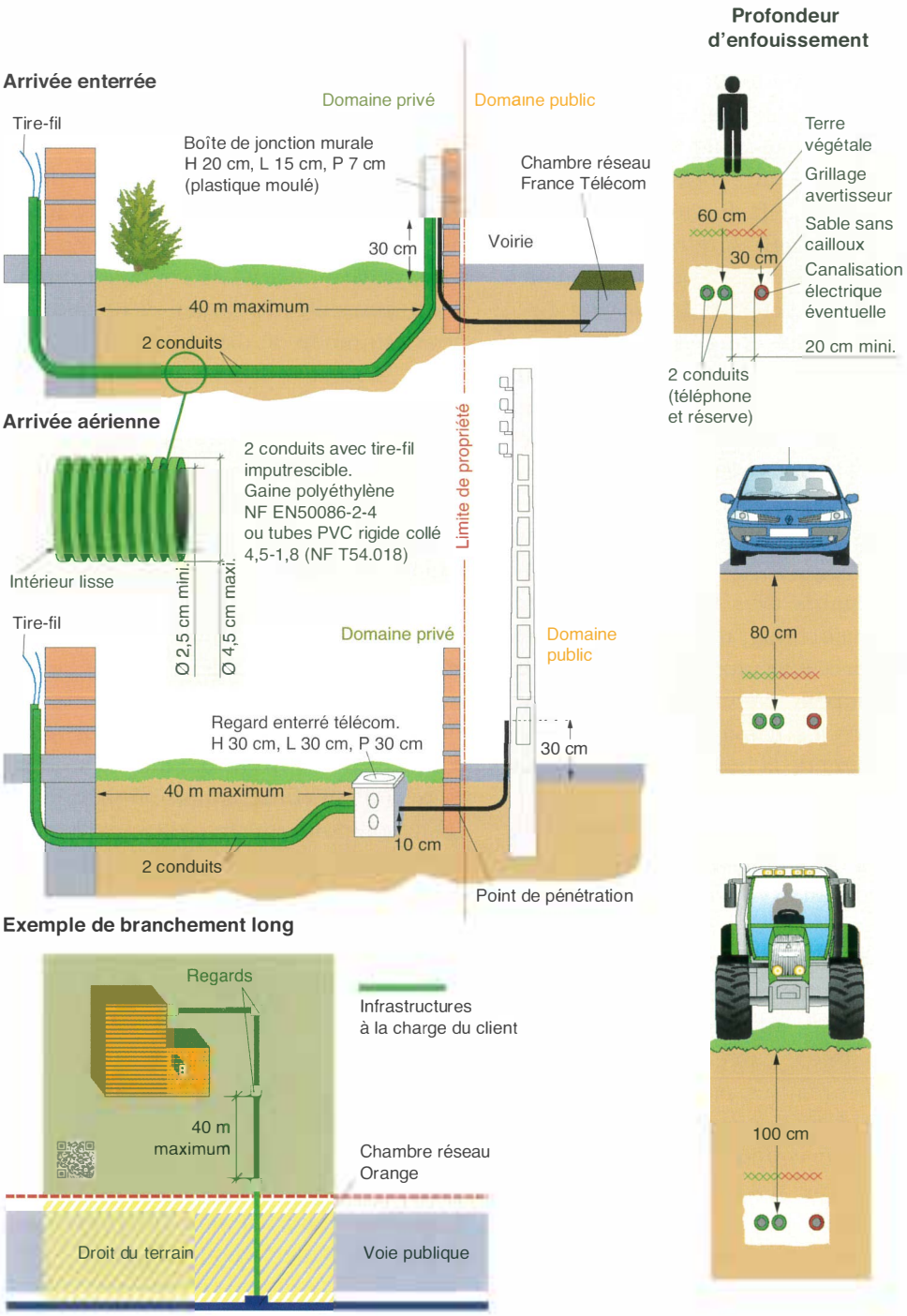


Figure 355 : L'adduction de la ligne téléphonique

Le raccordement au réseau public

En immeuble collectif, la ligne téléphonique est généralement passée dans chaque lot. En cas de rénovation, celle-ci devra aboutir dans le DTI (dispositif de terminaison intérieure) placé dans le coffret de communication.

En maison individuelle neuve, celle-ci est passée par l'opérateur à partir de la chambre du réseau située sur le domaine public, jusqu'à une boîte de raccordement située à la limite du domaine privé. Il peut s'agir d'un regard télécom enterré ou d'une boîte de jonction murale (figure 355). De cette boîte doivent être acheminés deux conduits de couleur verte (d'un diamètre extérieur minimal de 40 mm), avec intérieur lisse et tire-fil jusqu'au tableau de communication situé dans la GTL. Vous devez respecter des parcours les plus rectilignes possible. Si l'habitation est située à plus de 40 m du domaine public, vous devez installer des regards tous les 40 m. Prenez contact avec l'opérateur pour définir les travaux à exécuter. La partie située dans le domaine privé est à la charge du propriétaire. Le passage du câble et le raccordement de la ligne sont à la charge de l'opérateur.

Les canalisations télécom peuvent emprunter une tranchée commune avec d'autres réseaux (voir page 355).

L'installation téléphonique classique

Le câble de l'opérateur arrive sur une réglette spéciale avec un bornier à douze plots. Ce câble d'arrivée peut être aérien (installation réalisée par l'opérateur) ou souterrain dans le terrain.

En immeuble collectif, l'opérateur installait la ligne jusqu'à la réglette de l'appartement.

Dans les installations anciennes, la ligne de l'opérateur arrive parfois directement sur une prise téléphonique. La distribution des lignes à partir de la réglette s'effectuait de deux façons (figure 356) :

- une branche (les prises étaient reprises les unes sur les autres depuis la réglette) ;
- deux branches (les prises étaient reprises les unes sur les autres avec deux départs depuis la réglette).

Ce mode de distribution n'est plus autorisé pour les installations neuves. En vue du passage au réseau de communication, il est conseillé d'adopter également le nouveau mode de distribution.

Les prises sont posées en saillie ou encastrées (obligatoirement dans des boîtiers munis de vis) et installées entre 8 et 25 cm du sol. La pose dans les WC et la salle de bains est interdite. Elle est réglementée dans la cuisine.

Auparavant, il était possible de distribuer deux lignes sur une même prise, comme indiqué à la figure 356.

Le câble utilisé pour le téléphone consiste en huit fils de 0,6 mm de section et de couleurs différentes. On dit que ce câble comporte quatre paires, car les fils sont torsadés deux par deux.

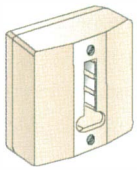
À chaque fil est attribué un contact, que cela soit dans la réglette ou dans les prises. Respectez impérativement les indications de câblage.

Le raccordement de la réglette indique les deux possibilités avec une ou deux lignes. Deux lignes sont distribuées sur les mêmes prises et par le même câble. Il suffit d'intercaler un adaptateur sur la fiche du combiné pour profiter de la deuxième ligne. La pose d'un module d'essai par ligne (module RC) était obligatoire.

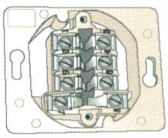
L'installation téléphonique existante

Ce matériel n'est plus autorisé pour les installations neuves ou entièrement rénovées.

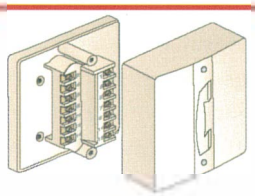
Le matériel



Prise téléphonique
8 contacts en saillie



Prise téléphonique
8 contacts à encastrer



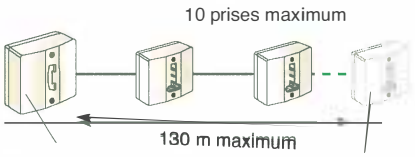
Réglette d'appartement
(arrivée des lignes)



Module RC
(condensateur
pour essais de
la ligne)

La distribution

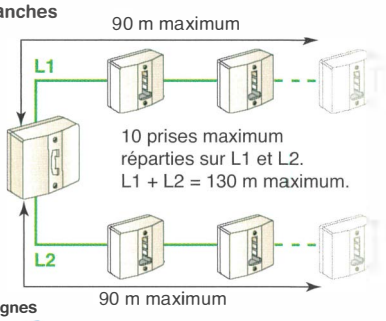
Distribution à une branche



Réglette d'appartement
(arrivée ligne)

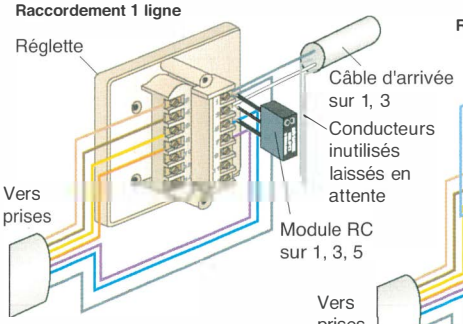
Prise téléphonique en "T"
à 8 contacts

Distribution à deux branches

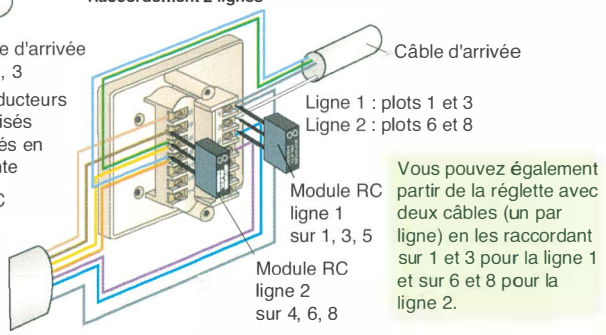


Les raccordements

Raccordement 1 ligne

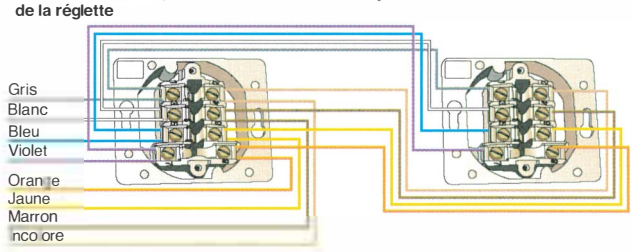


Raccordement 2 lignes

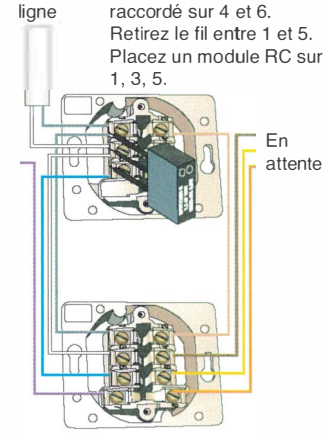


Vous pouvez également partir de la réglette avec deux câbles (un par ligne) en les raccordant sur 1 et 3 pour la ligne 1 et sur 6 et 8 pour la ligne 2.

Raccordement des prises avec arrivée de la réglette



Extension à partir d'une prise à 6 contacts



Raccordement des prises avec arrivée sur une prise

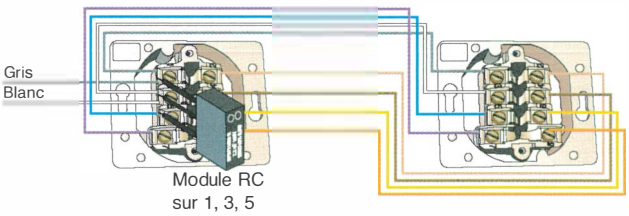


Figure 356 : Les installations téléphoniques existantes

Le réseau de communication

Les réseaux de communication permettent l'acheminement des services de communication électroniques et audiovisuels, et la transmission des signaux à l'intérieur du logement avec différents systèmes de câblage. L'arrivée de ces réseaux se fait dans le tableau de communication.

Les niveaux d'équipement

Le guide UTE C 90-483 définit une classification selon quatre niveaux d'équipement et de confort appelés grades (figure 357). Le grade minimal (1) représente le minimum à respecter. Les grades 2 à 4 dépendent du niveau de confort supplémentaire souhaité ou du niveau

Les niveaux de performance des réseaux de communication

Classification		Grade 1 Télécom service (UTP)	Grade 2 Télécom confort (FTP)	Grade 3 (3S) Multiservice (SFTP/SSTP)	Grade optique Multiservice confort
Applications non simultanées disponibles sur un même socle de communication					
Téléphone analogique (voix)		☺	☺	☺	●
Téléphone DSL ou Internet		☺	☺	☺	☺
Télévision UHF/VHF		●	●	☺	☺
Télévision en BIS (bande intermédiaire satellite)		●	●	☹ (😐)	☺
Ethernet 100 Mbit/s		☺	☺	☺	☺
Ethernet 1 000 Mbit/s		😐	☺	☺	☺
Applications simultanées disponibles sur un même socle de communication					
Téléphone (1 ou 2 lignes) + Ethernet 100 Mbit/s		☺	☺	☺	☺
Téléphone + télévision UHF/VHF		●	●	☺	☺
Téléphone + Ethernet 100 Mbit/s + télévision UHF/VHF		●	●	☺	☺
VDSL + Ethernet 100 Mbit/s		●	●	☺	☺
Téléphone + Ethernet 1 000 Mbit/s + télévision UHF/VHF (TNT-HD)		●	●	●	☺
Composants					
Câbles	Non écranté	NF EN 504441-1 UTE C 93-531-11	UTE C 93-531-13	NF EN 504441-3 UTE C 93-531-14	2FO IEC 60794-2-40
	Écranté	NF EN 504441-2 UTE C 93-531-12			
Socles de communication	Non blindé	NF EN 60603-7-2	NF EN 60603-7-5	NF EN 60603-7-X 3S NF EN 60603-7-7	À l'étude
	Blindé	NF EN 60603-7-3			

☺ Recommandé ☺ Adapté 😐 Minimal ● Non adapté

Figure 357 : Les niveaux de performance des réseaux de communication

de prestation offert, dans le cas d'un constructeur. Les équipements (câbles et socles de communication RJ 45) sont différents selon le grade choisi.

Le grade 1 ou télécom service convient pour : le téléphone, les services de données (DSL, RNIS), les programmes de télévision (DSL) fournis via la ligne téléphonique, la réalisation d'un réseau d'ordinateurs en 10 à 100base T. Ce grade nécessite des câbles à quatre paires torsadées, écrantés (ou non). Les câbles écrantés (film de blindage métallique général) sont recommandés pour les applications DSL et les réseaux informatiques, pour réduire les perturbations électromagnétiques. Le grade 1 permet des applications jusqu'à 100 MHz pour des longueurs de câblage jusqu'à 50 m. Avec ce niveau d'équipement, la distribution de la télévision UHF-VHF et de la bande intermédiaire satellite est assurée séparément par un câblage coaxial.

Le grade 2 ou télécom confort reprend toutes les applications supportées par le grade 1, mais avec une meilleure adaptation aux services haut débit (réseaux d'ordinateurs de type Gigabit Ethernet) et aux applications de bureau à domicile. Ce grade nécessite des câbles à quatre paires torsadées écrantés et des connecteurs RJ 45 répondant à la norme CEI 60603-7. Deux câbles à quatre paires sont recommandés par socle de prise de communication (avec deux connecteurs) pour les applications de bureau à domicile. Ce grade convient pour des applications jusqu'à 250 MHz, jusqu'à une longueur de 50 m. Avec ce niveau d'équipement, la distribution de la télévision UHF-VHF et de la bande intermédiaire satellite est assurée séparément par un câblage coaxial.

Le grade 3 ou multiservice convient à toutes les applications supportées par le grade 2. Il est adapté à la distribution de la radio, de la télévision dans la bande UHF/VHF et aux réseaux d'ordinateurs haut débit. Ce système est évolutif. Il nécessite des câbles écrantés à quatre paires torsadées écrantées et des socles avec des connecteurs répondant à la norme CEI 60603-7. Deux câbles par socle avec deux connecteurs sont recommandés pour les applications de bureau à domicile. Ce grade convient pour des applications jusqu'à 862 MHz, jusqu'à une longueur de 50 m. Il est conçu pour la distribution de la TV UHF/VHF sur paires torsadées. Un câblage coaxial peut être nécessaire (selon les équipements) pour la transmission de la bande BIS de 950 à 2 150 MHz (satellite).

Le grade 4 ou *multiservice confort* nécessite des câbles à fibre optique et des socles à connecteurs spécifiques. Il convient pour toutes les applications très haut débit. Cependant, il n'assure plus le téléphone analogique, il doit donc être associé à un grade 1 à 3 pour tenir compte des terminaux existants. Chaque socle de communication est raccordé à un câble à deux fibres avec des connecteurs associés.

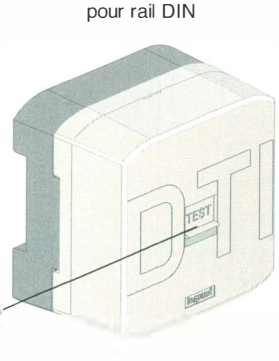
Le tableau de communication

On installe le tableau de communication dans la GTL. La ligne de l'opérateur télécom aboutit dans le tableau de communication, dans un boîtier appelé DTI (dispositif de terminaison intérieure). Le DTI matérialise la limite de responsabilité entre le fournisseur et l'utilisateur. À chaque réseau de communication entrant doit correspondre un DTI. Il est équipé d'un connecteur RJ 45 de test qui doit être laissé libre (figure 358).

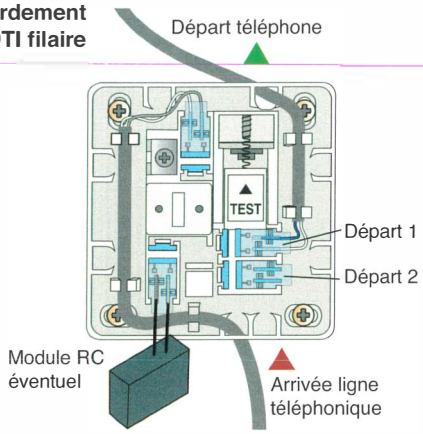
Raccordement d'une ligne téléphonique

Exemples de DTI à raccordement filaire

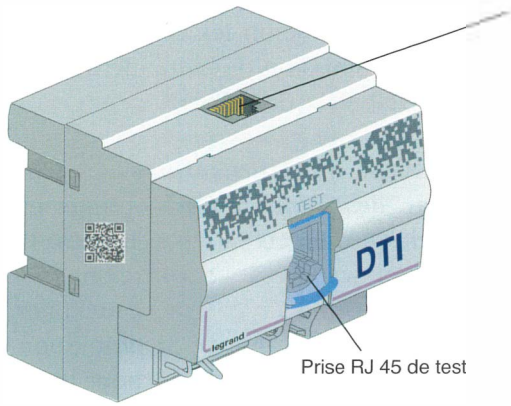


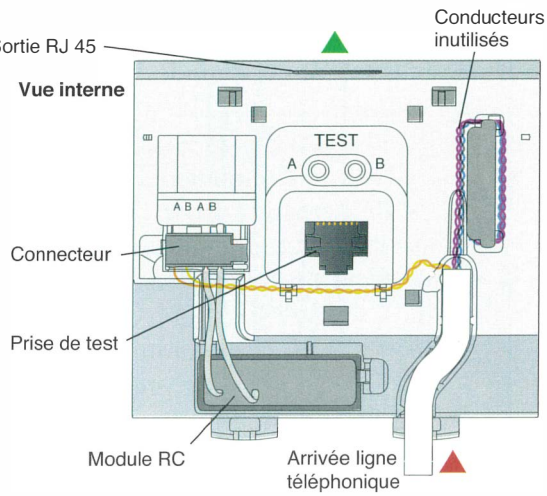


Le raccordement d'un DTI filaire

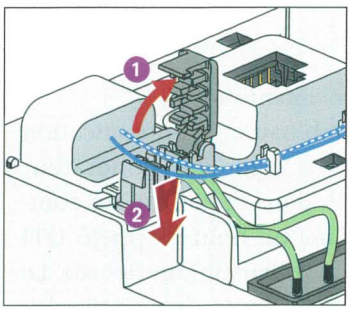


Exemple de DTI modulaire à raccordement RJ 45

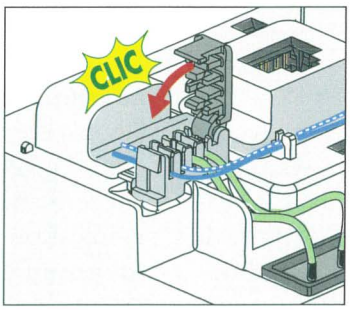




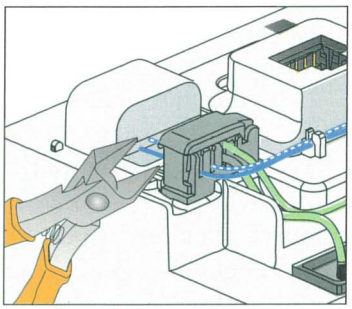
Exemple de raccordement



1 Dénudez le câble. Ouvrez le volet du connecteur. Enfoncez les conducteurs dans les alvéoles A et B.



2 Rabattez le volet du connecteur jusqu'à l'enclenchement. Le dénudage des conducteurs est automatique.

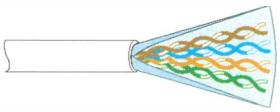


3 Coupez l'extrémité des conducteurs au ras du connecteur.

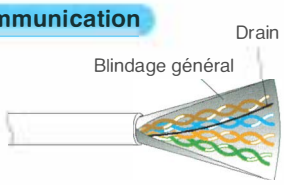
Figure 358 : Le raccordement d'une ligne téléphonique

Le principe du réseau de communication

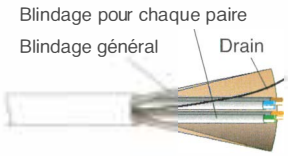
Les câbles



Câble pour grade 1-UTP
(*unshielded twisted pair*)

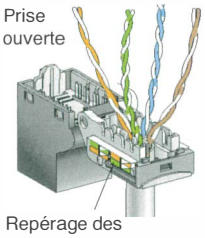


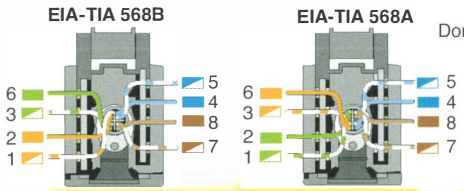
Câble pour grade 2-FTP
(*foiled twisted pair*)
Catégorie 5e et 6



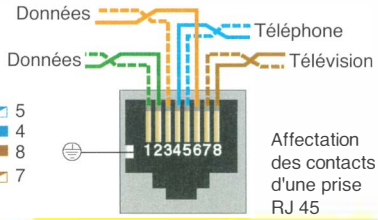
Câble pour grade 3-SFTP ou SSTP
(*shielded foiled twisted pair*)
Catégorie 6, 6A ou 7

Connexion des prises RJ 45





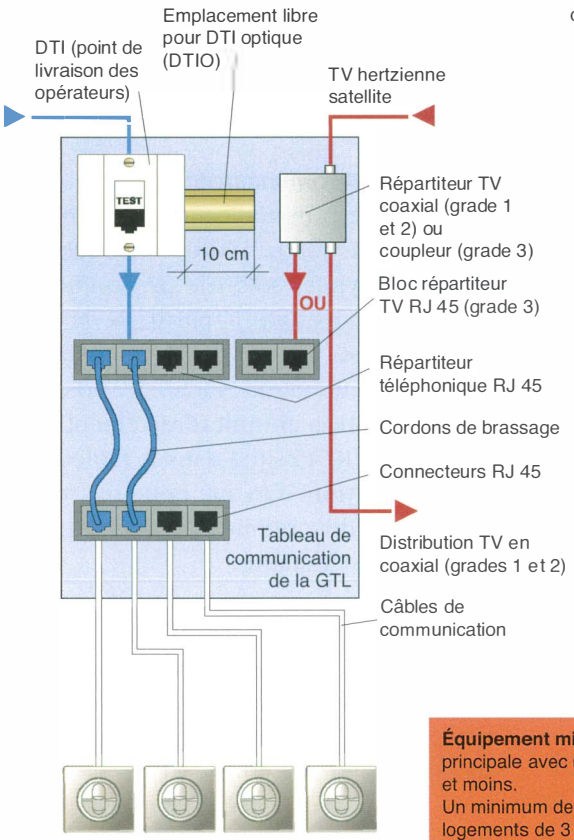
Choisissez l'une des deux conventions de raccordement ci-dessus et adoptez-la pour toute l'installation.



Affectation des contacts d'une prise RJ 45

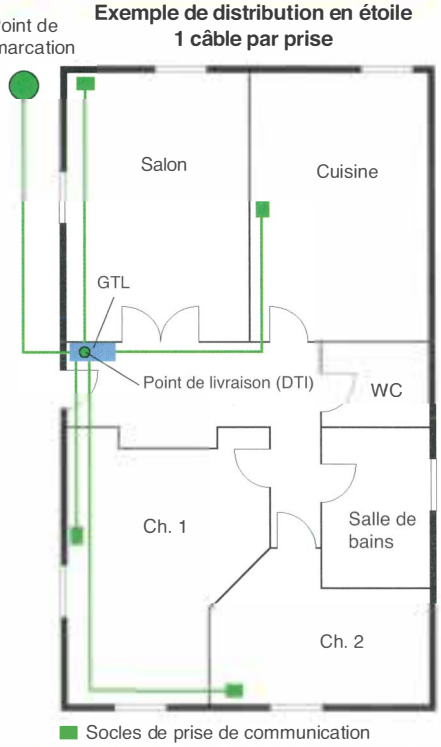
Types de connecteurs à utiliser
Grade 1/2 : connecteur cat. 5e FTP
Grade 3 : connecteur cat. 6 STP

Principe de distribution



Prises RJ 45 dans les pièces

Exemple de distribution en étoile 1 câble par prise



Socles de prise de communication

Équipement minimal : un socle de prise de communication par pièce principale avec un minimum de 2 pour les logements de 2 pièces et moins.
Un minimum de 2 socles de prise de communication pour les logements de 3 pièces et plus à condition que chaque pièce principale soit desservie par un câble issu du tableau de communication et laissé en attente dans une boîte.

Figure 359 : Le principe du réseau de communication

Le tableau de communication doit être équipé (figure 359) au minimum :

- d'un DTI par ligne téléphonique ;
- d'une longueur de rail de 10 cm en réserve pour l'installation éventuelle d'un DTIO (DTI pour fibre optique) ;
- d'un répartiteur en aval du DTI, équipé de socles RJ 45 ;
- d'une baie de brassage équipée de connecteurs RJ 45 connectés aux câbles de communication alimentant les socles de communication répartis dans l'habitation ;
- d'une barrette de terre ;
- d'un répartiteur de télévision UHF/VHF (grades 1 et 2).

Selon sa taille, le tableau de communication peut également recevoir d'autres applications pour la diffusion de la télévision terrestre ou satellite (répartiteur, amplificateur…), ainsi que d'autres équipements de communication (routeur, filtre ADSL, modem, box ADSL…). Il peut également accueillir les deux prises de courant de la GTL, pour y raccorder ces équipements. Il est recommandé d'y installer un parafoudre, si l'installation électrique en est équipée.
L'alimentation de la barrette de terre du tableau de communication doit être reprise sur celle du tableau de répartition. Cette liaison doit être la plus courte possible (inférieure à 50 cm) et réalisée avec un conducteur de cuivre isolé de 6 mm^2. Les dimensions minimales du tableau de communication sont de 250 × 225 × 70 mm.

Le tableau de communication doit disposer obligatoirement de baies de brassage (connecteurs RJ 45) pour que l'utilisateur puisse affecter manuellement ou automatiquement un usage à chaque prise du logement et en changer à volonté.

Les interconnexions s'effectuent avec des cordons de brassage en RJ 45. Ils sont équipés à chaque extrémité d'un connecteur RJ 45 mâle. Un cordon de brassage est raccordé par exemple d'un côté sur le répartiteur téléphonique et de l'autre sur le connecteur de la baie de brassage correspondant au socle de la pièce où vous désirez une prise téléphonique.

De nouveaux systèmes disposent d'un boîtier électronique, généralement en grade 3, qui permet de distribuer automatiquement plusieurs signaux sur chaque prise de communication. On utilise alors des prises avec plusieurs connecteurs RJ 45, destinés chacun à une application particulière. Cette solution est possible également avec les systèmes à brassage manuel en utilisant des doubleurs ou des tripleurs de RJ 45.

Les circuits de communication

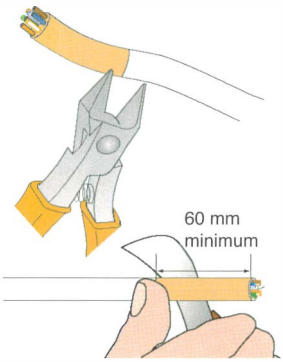
Le réseau de communication est composé de câbles à quatre paires torsadées de différents types (selon le grade choisi), raccordés en étoile à partir de la baie de brassage. C'est-à-dire que chaque câble alimentant un socle de prise de communication aboutit directement à un connecteur RJ 45 situé dans le tableau de communication. On ne peut pas créer une prise de communication à partir d'une prise existante.

Vous devrez raccorder chaque câble sur des connecteurs RJ 45, au niveau du socle de la prise de communication et de la baie de brassage du tableau de communication (figures 360 et 361).

L'affectation des contacts des prises RJ 45 est définie de la façon suivante : les contacts 1 et 2, 3 et 6 concernent la transmission des données ; les contacts 4

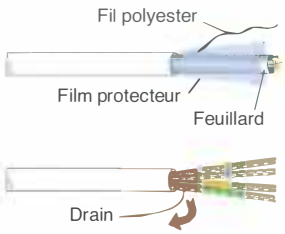
Exemples de raccordement de connecteurs RJ 45

(d'après Hager)



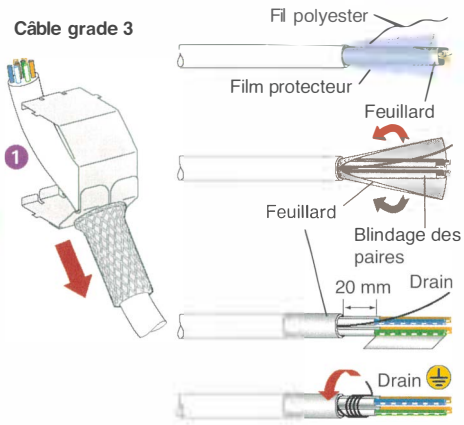
1 Coupez l'extrémité du câble ayant servi au tirage, puis dénudez-le.

Câble grade 1

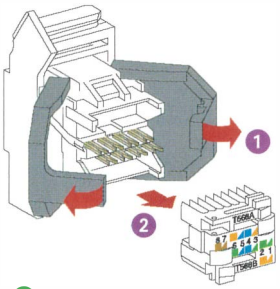


2 Pour un câble de grade 1, coupez le fil polyester et le film protecteur.

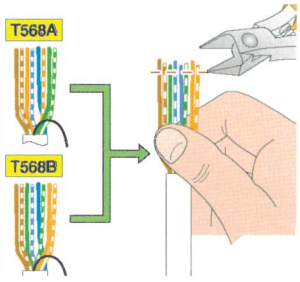
Câble grade 3



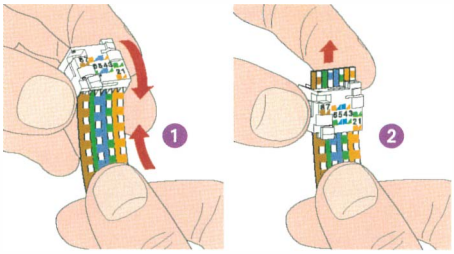
3 Pour un câble de grade 3, glissez le blindage sur le câble, retirez le fil polyester et le film protecteur, puis repliez le feuillard et les blindages comme ci-dessus.



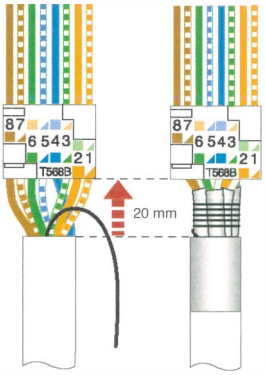
4 Retirez la noix du connecteur.



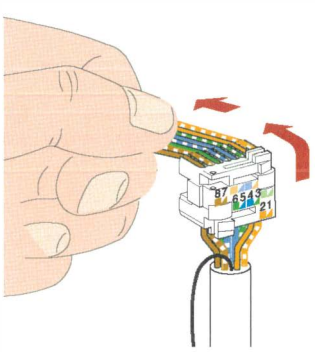
5 Choisissez une convention de câblage, puis coupez droit l'extrémité des fils.



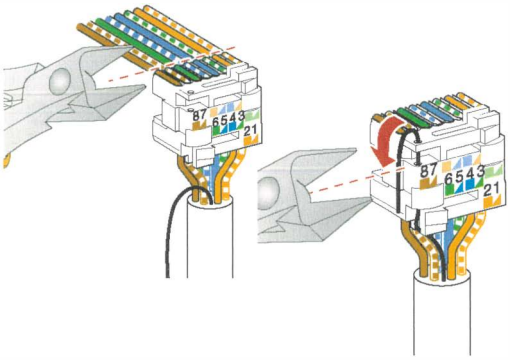
6 Introduisez la nappe de conducteurs dans la noix comme indiqué ci-dessus.



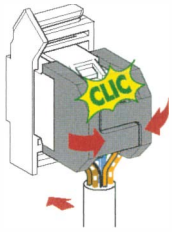
7 Respectez une marge de câble dénudé sous la noix.



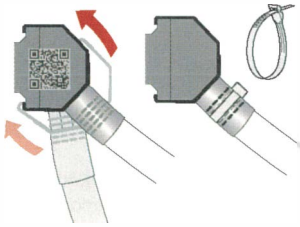
8 Repliez les conducteurs dans les rainures autodénudantes.



9 Coupez l'extrémité des conducteurs au ras de la noix. Placez le fil de drain dans son logement, puis coupez-le.



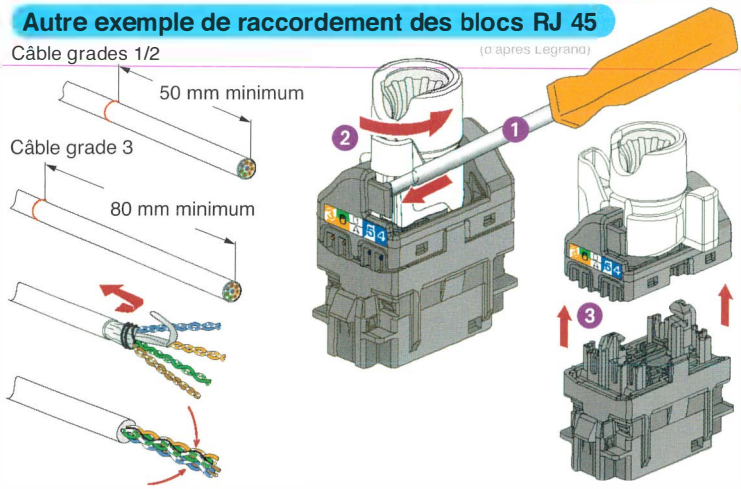
10 Enfoncez la noix dans le connecteur, puis rabattez les deux ouïes jusqu'au déclic.



10 Pour les connecteurs de grade 3, clipsez le blindage sur la partie arrière du connecteur, puis serrez-le avec un collier plastique.

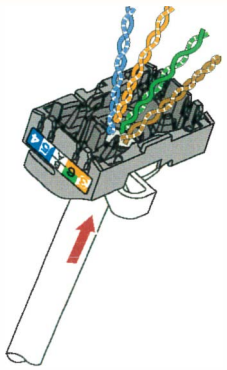
Figure 360 : Exemples de raccordement des blocs RJ 45

Autre exemple de raccordement des blocs RJ 45

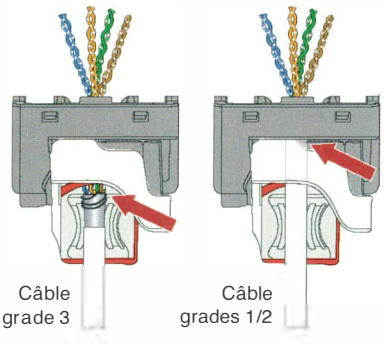


1 Préparez les câbles.

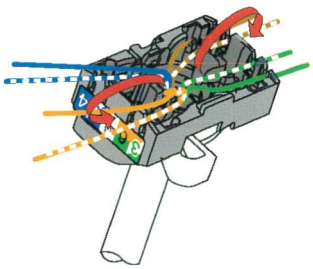
2 Écartez le clip de blocage (1), puis tournez la bague de serrage. Retirez la partie supérieure.



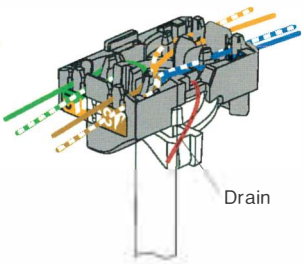
3 Introduisez le câble préparé dans la bague.



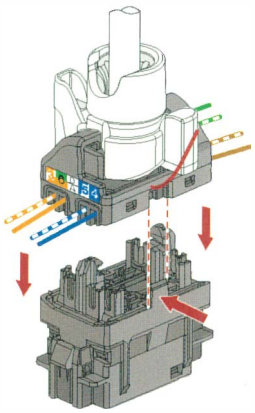
4 Respectez le positionnement du câble dans le connecteur selon le type de câble utilisé.



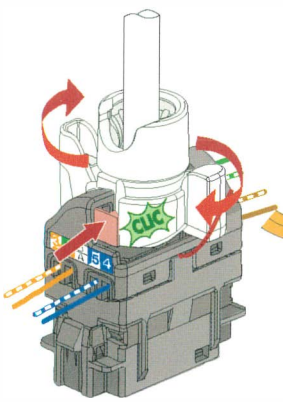
5 Placez les conducteurs dans les alvéoles selon le câblage choisi.



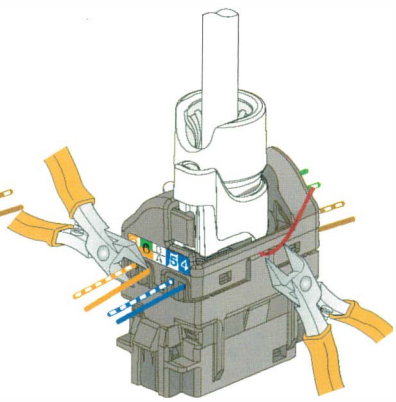
6 Pour les câbles FTP, sortez le drain de terre à l'endroit indiqué.



7 Enfoncez le capot équipé du câble dans le socle en respectant le positionnement de l'ergot.



8 Tournez la baque jusqu'à enclenchement dans le clip de blocage.



9 Coupez l'extrémité des conducteurs. Coupez également le fil de drain (câble FTP).

Figure 361 : Autre exemple de raccordement des blocs RJ 45

et 5 sont réservés au téléphone ; les contacts 7 et 8 à la télévision.
Quand vous utilisez des câbles avec écran, celui-ci est relié à un contact spécifique du connecteur RJ 45 par l'intermédiaire du fil de drain où le connecteur est équipé d'une collerette métallique permettant le serrage de l'écran (selon le type de connecteur RJ 45). Au niveau du tableau de communication, l'écran doit être relié à la terre. Ces dispositions permettent de limiter les perturbations électromagnétiques.
Il existe deux conventions de raccordement des connecteurs RJ 45 selon les couleurs des paires des câbles. Vous en choisirez une des deux que vous conserverez pour toute l'installation.
L'équipement minimal prévu par la norme consiste à équiper d'un socle de prise de communication chaque pièce principale : salon, chambre, cuisine, bureau... avec un minimum de deux prises pour les logements de deux pièces et moins.

Il est admis de n'équiper que de deux socles les logements de trois pièces et plus, à condition que chaque pièce principale soit desservie par un câble de communication mis en attente dans une boîte d'encastrement dans chaque pièce concernée et au niveau du tableau de communication. Par contre, ce dernier doit posséder un nombre suffisant de connecteurs RJ 45 pour les circuits existants et les circuits en attente.

En général, la longueur d'un câble d'alimentation d'une prise de communication ne doit pas dépasser 50 m. Les câbles de communication peuvent être passés dans des conduits d'un diamètre minimal de 20 mm. Dans les systèmes de goulottes et de plinthes, ils doivent cheminer exclusivement dans une alvéole qui leur est réservée.

Les socles de prises de communication

Les socles des prises de communication sont équipés de connecteurs RJ 45. Il en existe différents modèles selon le grade choisi et le type de câble utilisé. La figure 362 présente un exemple de raccordement de ce type de connecteur. Le principe peut être légèrement différent selon les produits proposés par les fabricants.

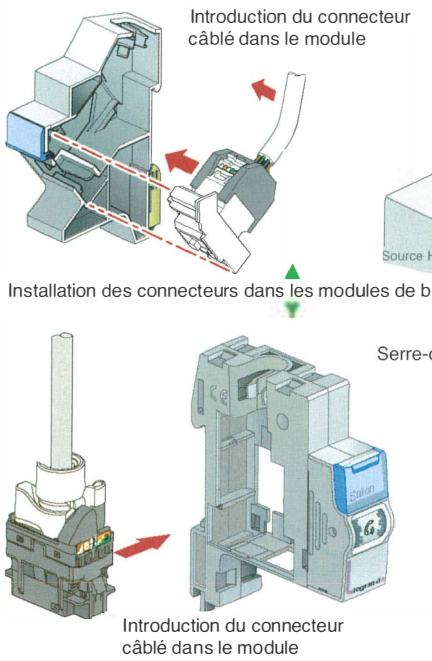
L'un des socles de communication doit être placé à proximité de la prise TV, si elle existe dans la pièce. Un socle de prise de courant doit être placé à proximité d'un socle de communication. Si les deux socles sont posés dans le même boîtier, conservez une cloison de séparation entre les deux éléments.
Les socles de communication doivent être installés à une hauteur minimale de 5 cm du sol fini. Pour les logements soumis à l'accessibilité aux personnes handicapées, ces socles ne doivent pas être installés à une hauteur supérieure à 1,30 m du sol fini.

Rappelons que les fixations à griffes sont interdites. Les socles de communication ne doivent pas être installés dans les volumes 0, 1 et 2 de la salle d'eau. Dans la cuisine, leur pose est interdite au-dessus de la table de cuisson et de l'évier. La hauteur de pose minimale au-dessus du plan de travail est de 5 cm.

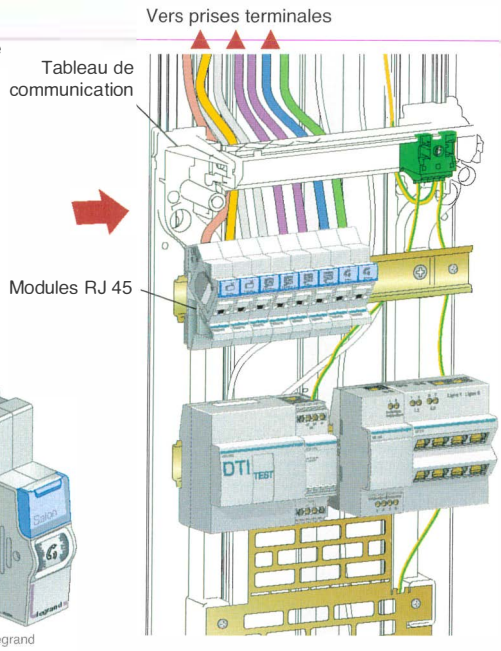
Plusieurs socles de communication peuvent être installés dans une même pièce pour distribuer des services différents. Il est également possible de distribuer conjointement plusieurs signaux sur un même socle, vous devez alors utiliser

L'installation des connecteurs RJ 45

Au niveau du tableau de communication

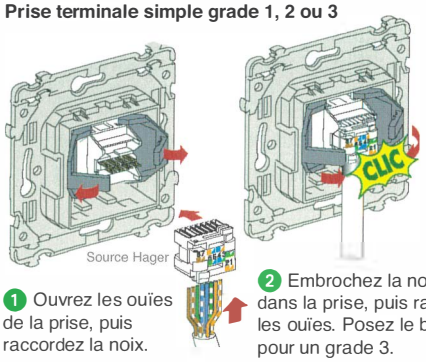


Installation des modules dans le tableau



Au niveau des prises terminales

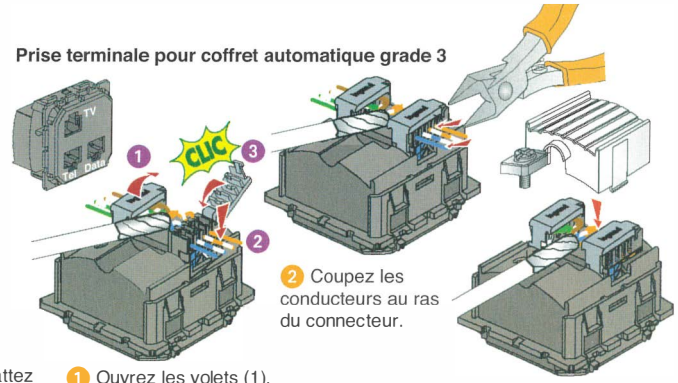
Prise terminale simple grade 1, 2 ou 3



1 Ouvrez les ouïes de la prise, puis raccordez la noix.

2 Embrochez la noix dans la prise, puis rabattez les ouïes. Posez le blindage pour un grade 3.

Prise terminale pour coffret automatique grade 3

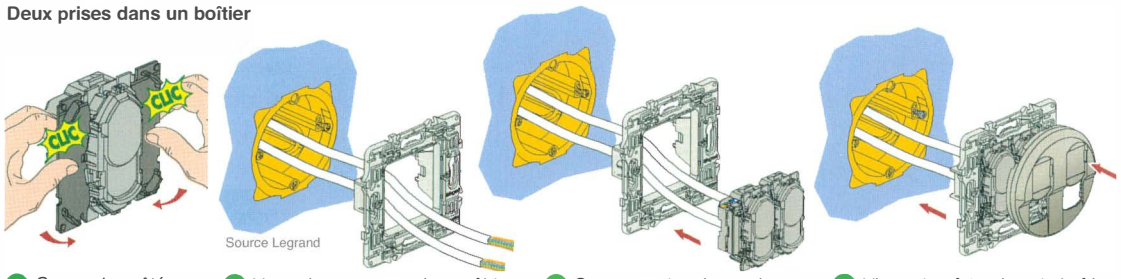


1 Ouvrez les volets (1), insérez les conducteurs dans les rainures (2), puis refermez les volets (3).

2 Coupez les conducteurs au ras du connecteur.

3 Vissez le blindage sur le connecteur.

Deux prises dans un boîtier



1 Cassez les côtés d'une prise d'un poste.

2 Vous devez passer deux câbles. Glissez le cadre de la prise.

3 Connectez les deux prises, puis clipsez-les dans le cadre.

4 Vissez le câdre dans le boîtier. Posez l'enjoliveur et la plaque.

Figure 362 : L'installation des connecteurs RJ 45

un doubleur ou un tripleur pour raccorder chaque utilisation. Il en va de même au niveau du tableau de communication. Les cordons de brassage issus des différentes sources doivent être raccordés sur un doubleur ou un tripleur placé sur le connecteur RJ 45 correspondant au socle de communication.

Avec les systèmes automatiques, il est possible de diffuser conjointement plusieurs signaux sur le même câble. Vous devrez dans ce cas utiliser également un doubleur ou un tripleur au niveau du socle de communication ou utiliser des socles à trois connecteurs RJ 45 dédiés.

Pour raccorder vos appareils téléphoniques, vous pouvez utiliser des cordons RJ 11/RJ 45, ou raccorder directement un cordon muni d'une fiche RJ 11 en position centrale dans le connecteur RJ 45.

Exemples de tableaux

Les figures des pages suivantes présentent quelques exemples de tableaux de communication de grades différents.

La figure 363 présente un tableau basique en grade 1. Le nombre de connecteurs pour le départ des lignes est limité et ce type de tableau n'est pas évolutif. À la sortie du DTI, le câble téléphonique est raccordé à un module répartiteur téléphone/filtre ADSL.

En cas de ligne téléphonique simple, ce répartiteur permet de raccorder plusieurs lignes en prises téléphoniques en utilisant les cordons de brassage (figure 364).

En cas de box ADSL et en dégroupage partiel, le boîtier permet de raccorder la ligne téléphonique analogique (filtrée) à la prise choisie. La ligne ADSL transite par la box pour ressortir sous forme de téléphone ADSL, images TV, accès Internet, qui pourront être distribués sur les socles de communication désirés (figures 365 et 366). La distribution de la télévision est assurée par un répartiteur TV et un câblage en coaxial. Ces dernières figures présentent des exemples de raccordement du DTI. On peut généralement raccorder plusieurs départs.
La figure 367 présente le principe de distribution des médias avec la fibre optique.

La figure 368 présente un tableau de communication à brassage manuel, adapté pour différents grades, selon l'équipement choisi. L'architecture est différente du précédent et basée sur des modules dédiés aux différentes fonctions. Il existe des blocs switches pour créer un réseau informatique domestique.

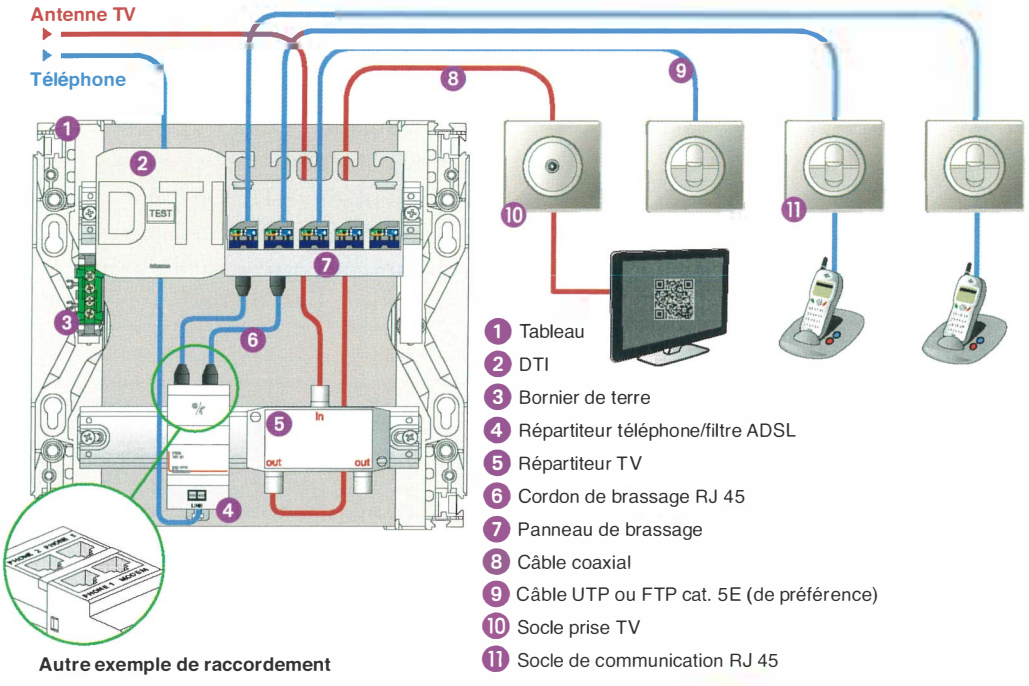
Le tableau de la figure 369 est de grade 3 à brassage manuel et évolutif. Les appareillages sont sur base modulaire, permettant de les fixer sur des rails, comme les tableaux de répartition. Les cordons de brassage sont représentés dans des couleurs différentes pour mieux visualiser les circuits. La distribution de la TV est assurée par les socles de communication. L'arrivée de l'antenne se raccorde sur un répartiteur. En sortie du répartiteur, un cordon spécial fiche F/RJ 45 permet l'injection du signal sur les prises de communication. Ici, la mise en réseau d'ordinateurs est assurée directement au niveau des connexions de la box ADSL.

Plusieurs fabricants proposent des tableaux automatiques (figure 370). Un ou plusieurs boîtiers de distribu-

(Suite à la page 540)

Exemples de coffret de base (grade 1)

Coffret de base (téléphone + TV coaxiale)



Autre exemple de raccordement

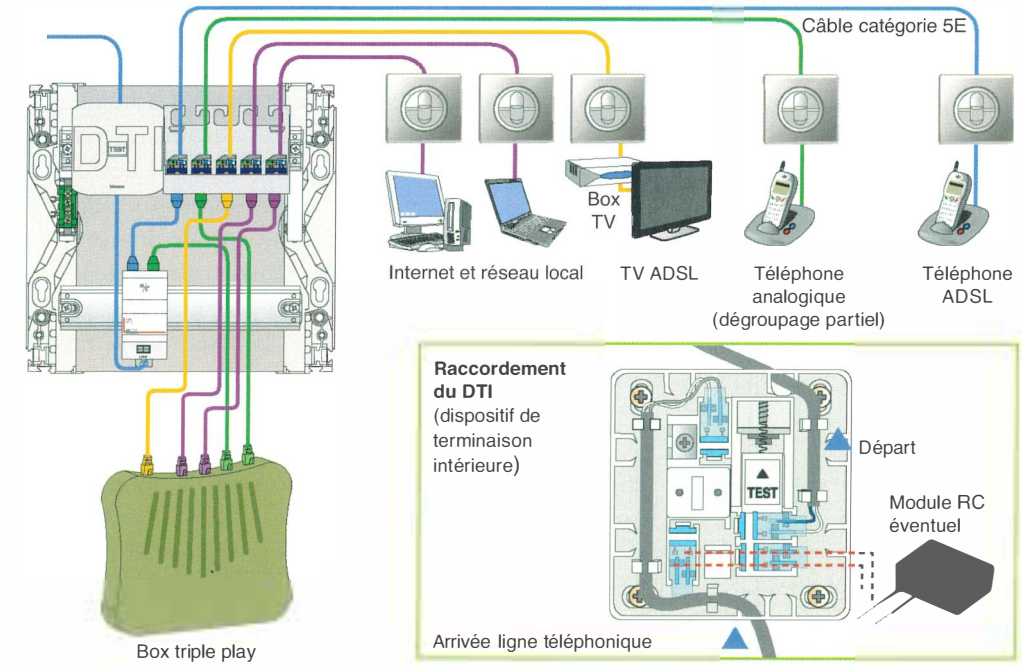
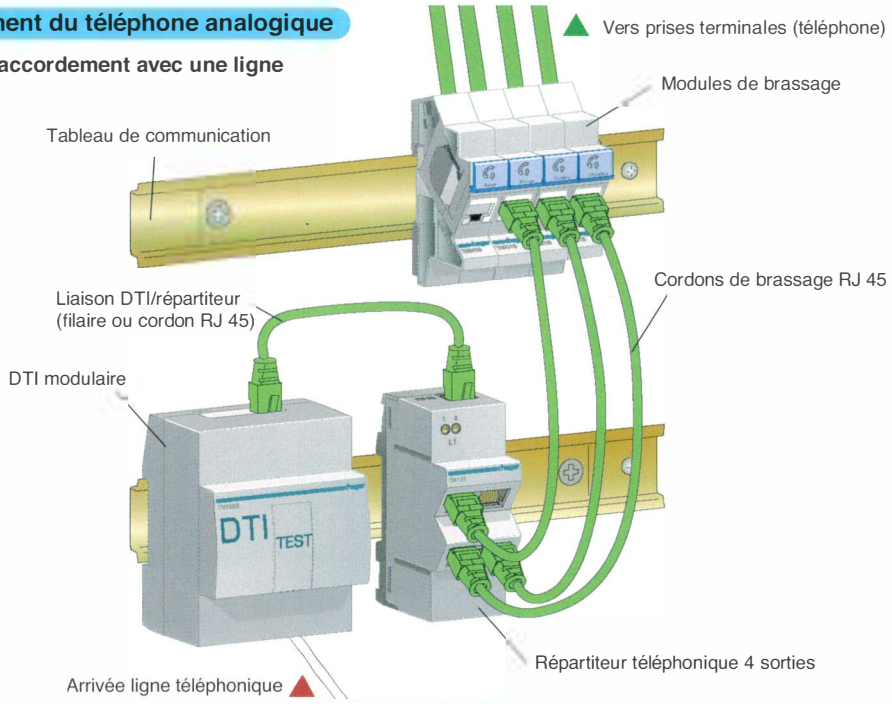


Figure 363 : Exemples de coffrets de communication de base

Raccordement du téléphone analogique

Exemple de raccordement avec une ligne



Exemple de raccordement avec deux lignes

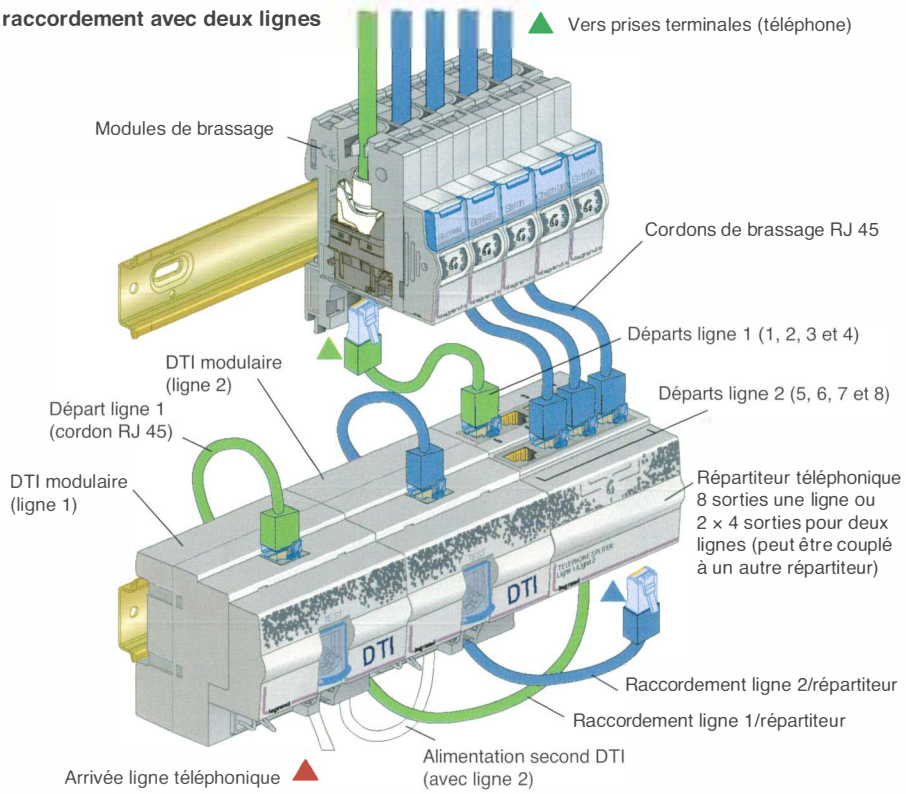
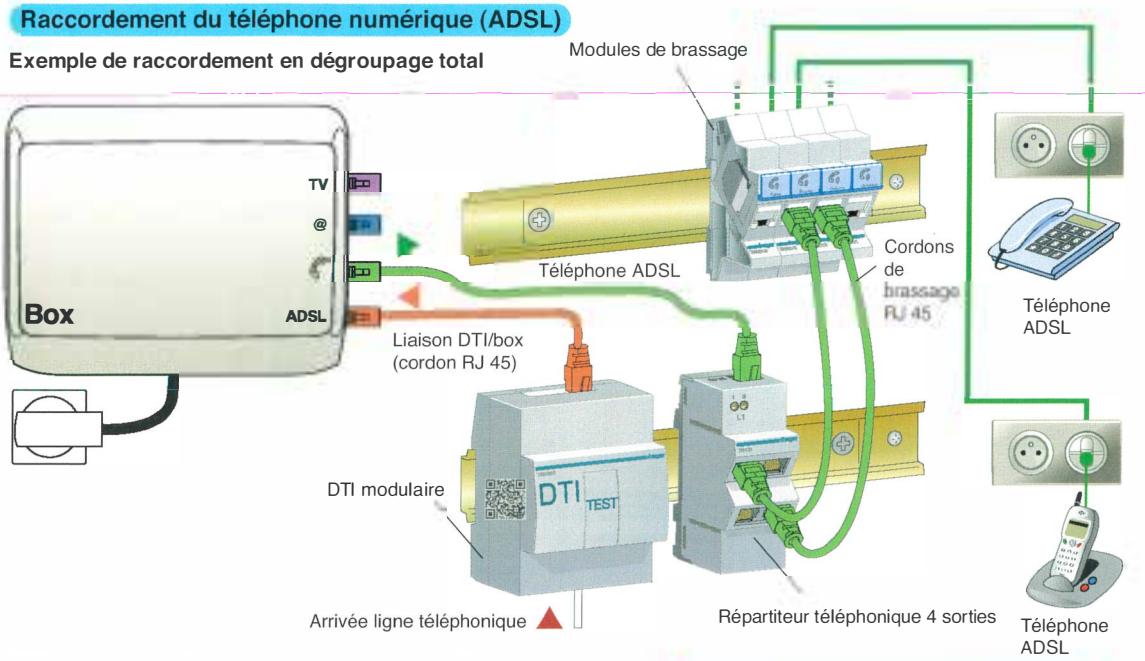


Figure 364 : Raccordement du téléphone analogique

Raccordement du téléphone numérique (ADSL)

Exemple de raccordement en dégroupage total



Exemple de raccordement en dégroupage partiel

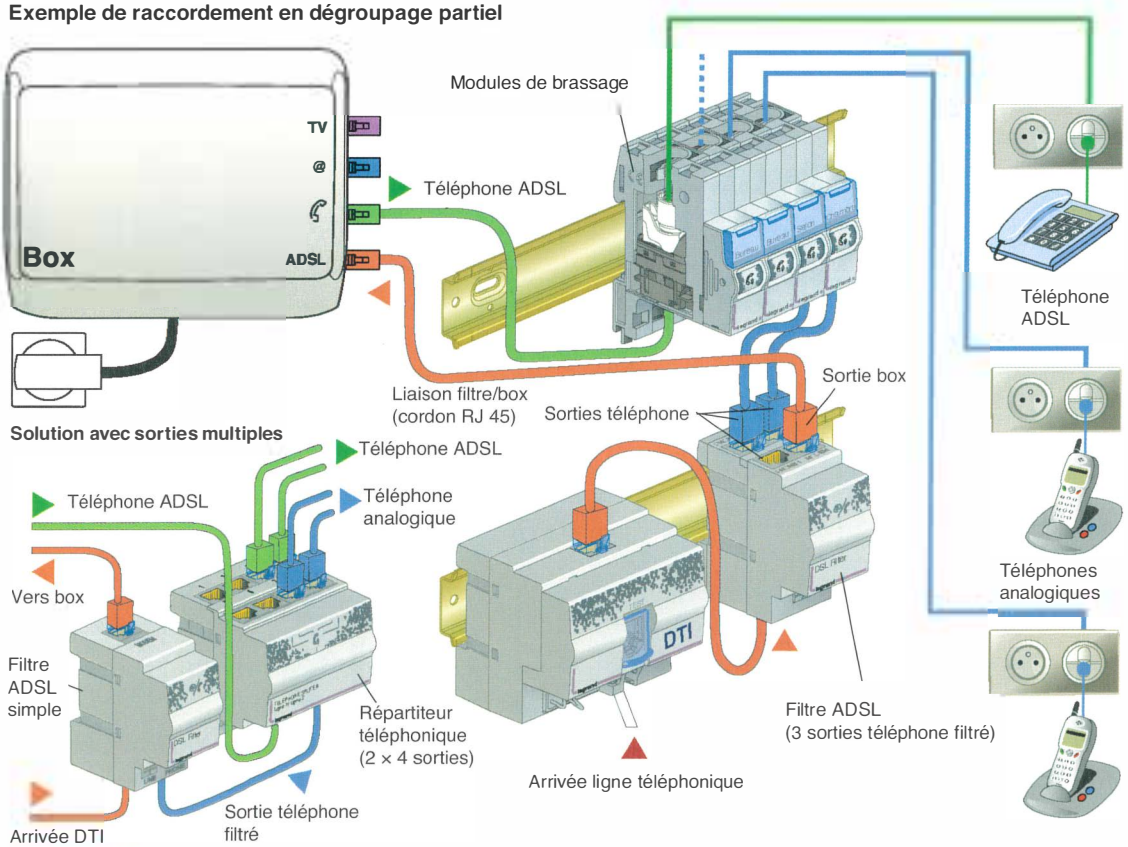
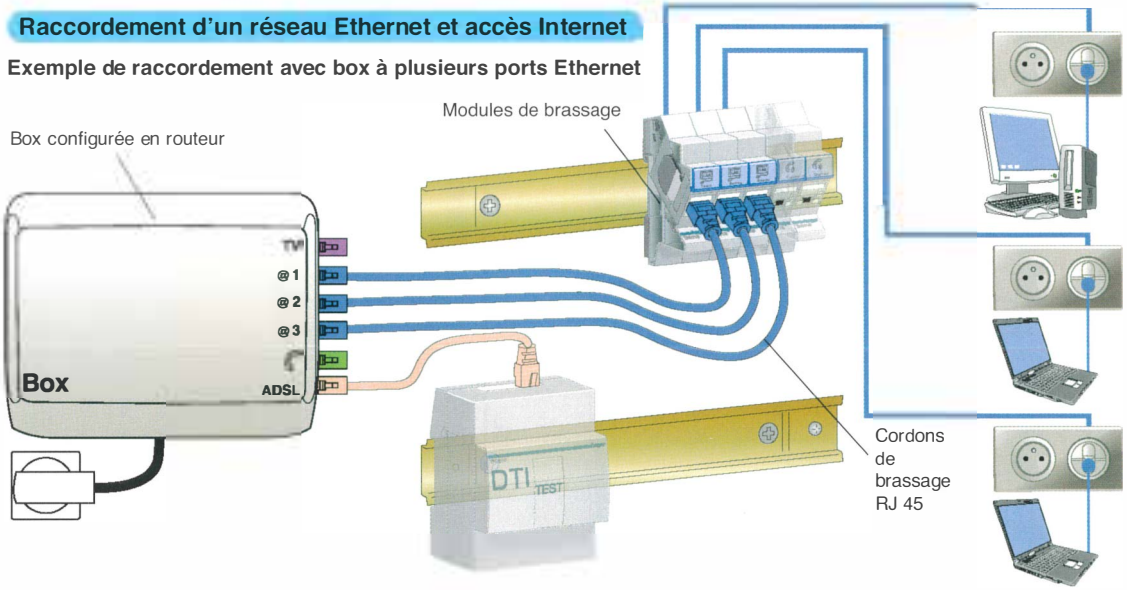


Figure 365 : Raccordement du téléphone numérique (ADSL)

Raccordement d'un réseau Ethernet et accès Internet

Exemple de raccordement avec box à plusieurs ports Ethernet



Exemple de raccordement avec box à un seul port

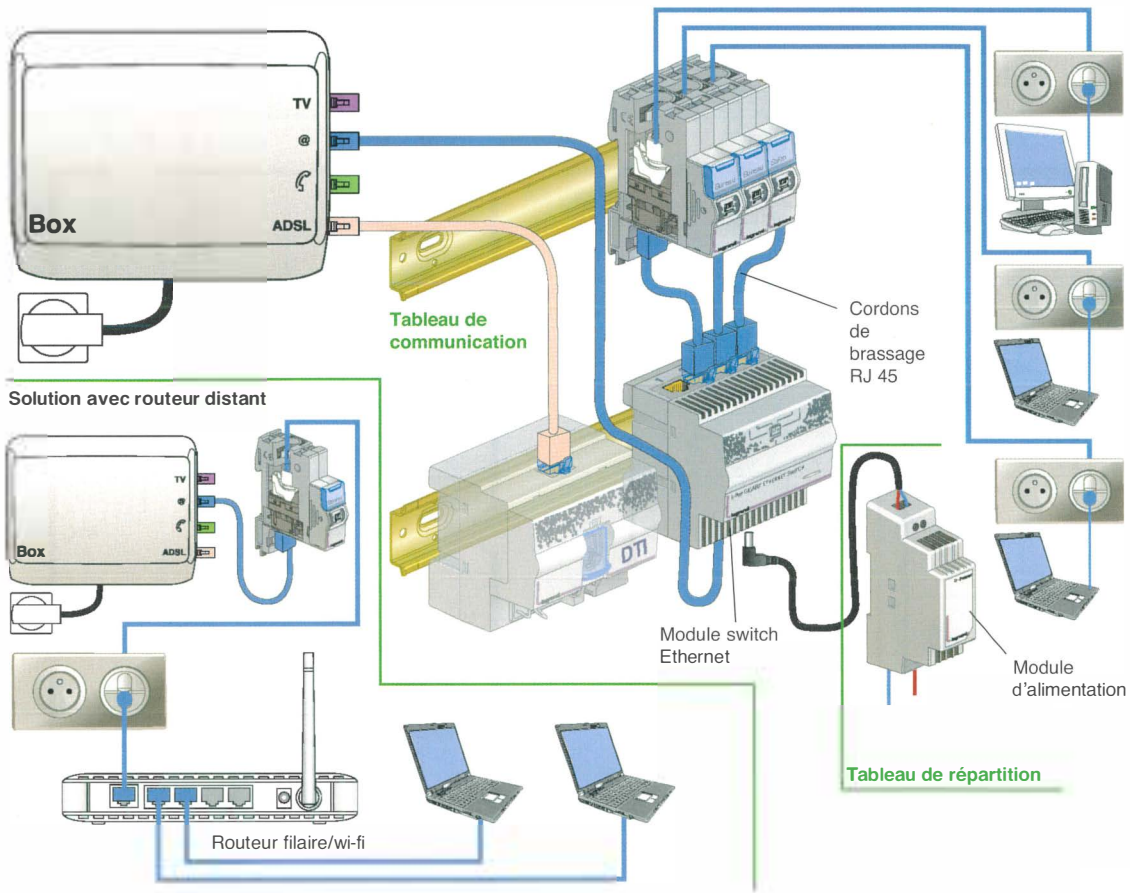


Figure 366 : Raccordement d'un réseau Ethernet et accès Internet

Les principes de raccordement de la fibre optique

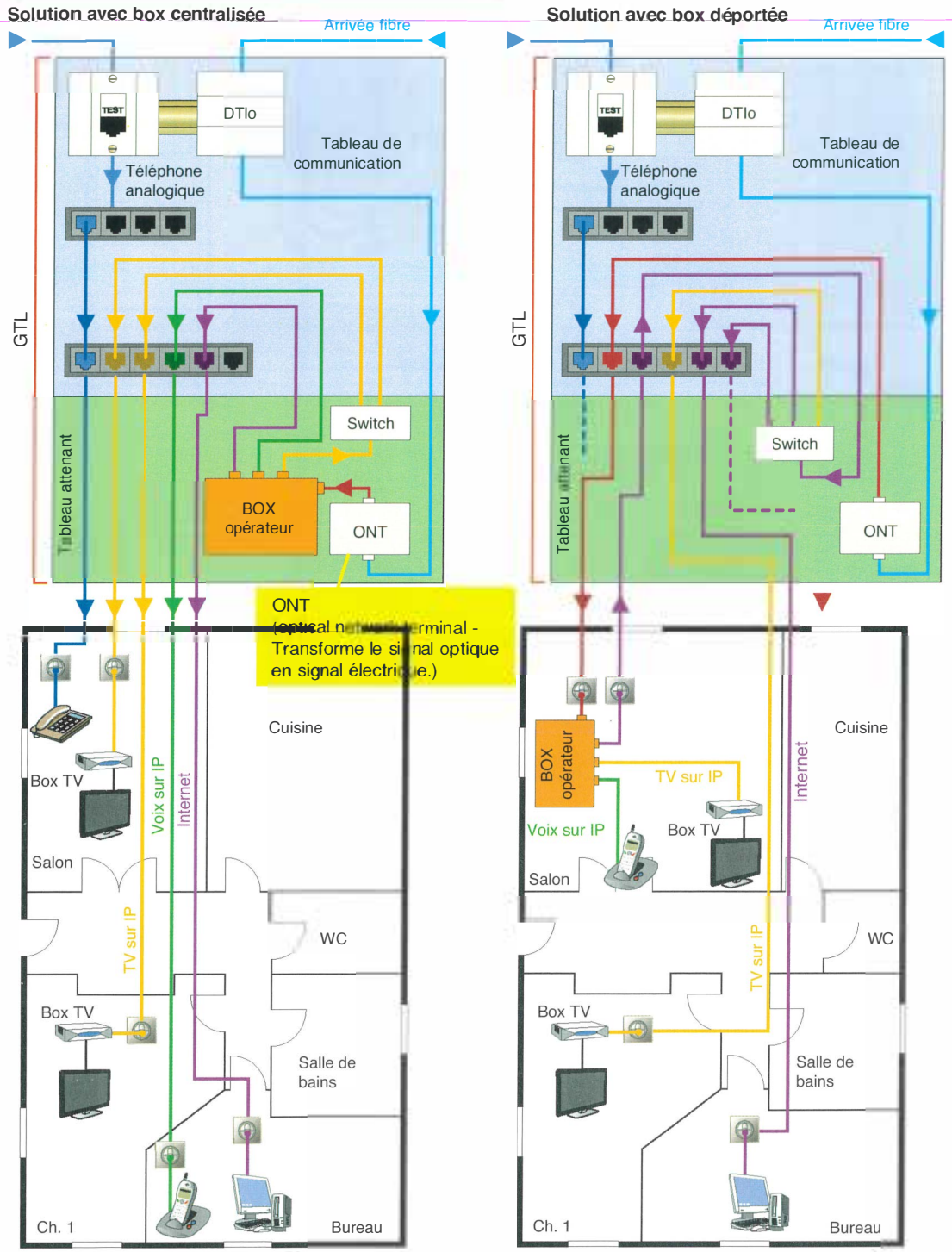


Figure 367 : Les principes de raccordement de la fibre optique

Exemples de composants d'un tableau de communication

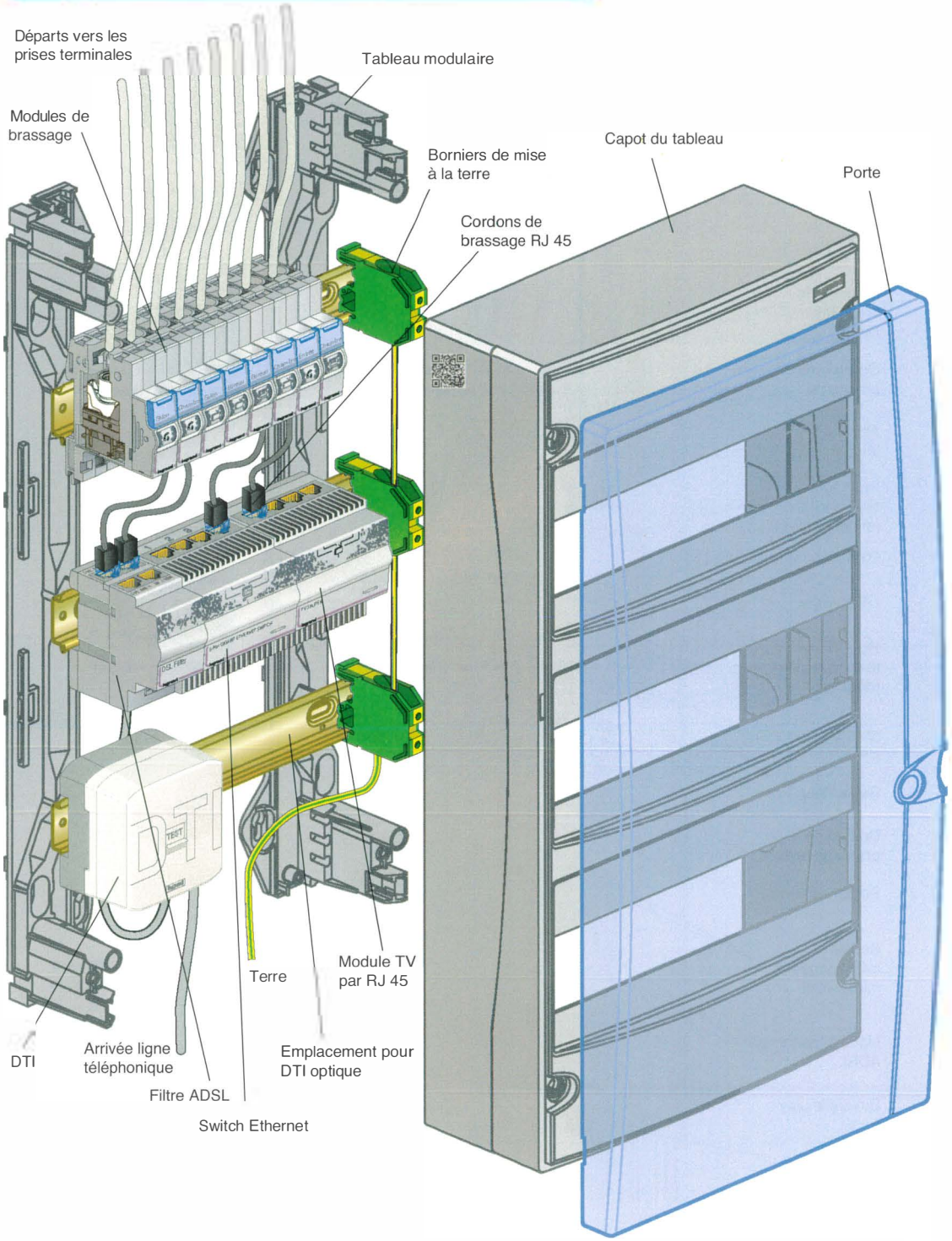


Figure 368 : Exemple de tableau de grade 1 ou 2 à brassage manuel

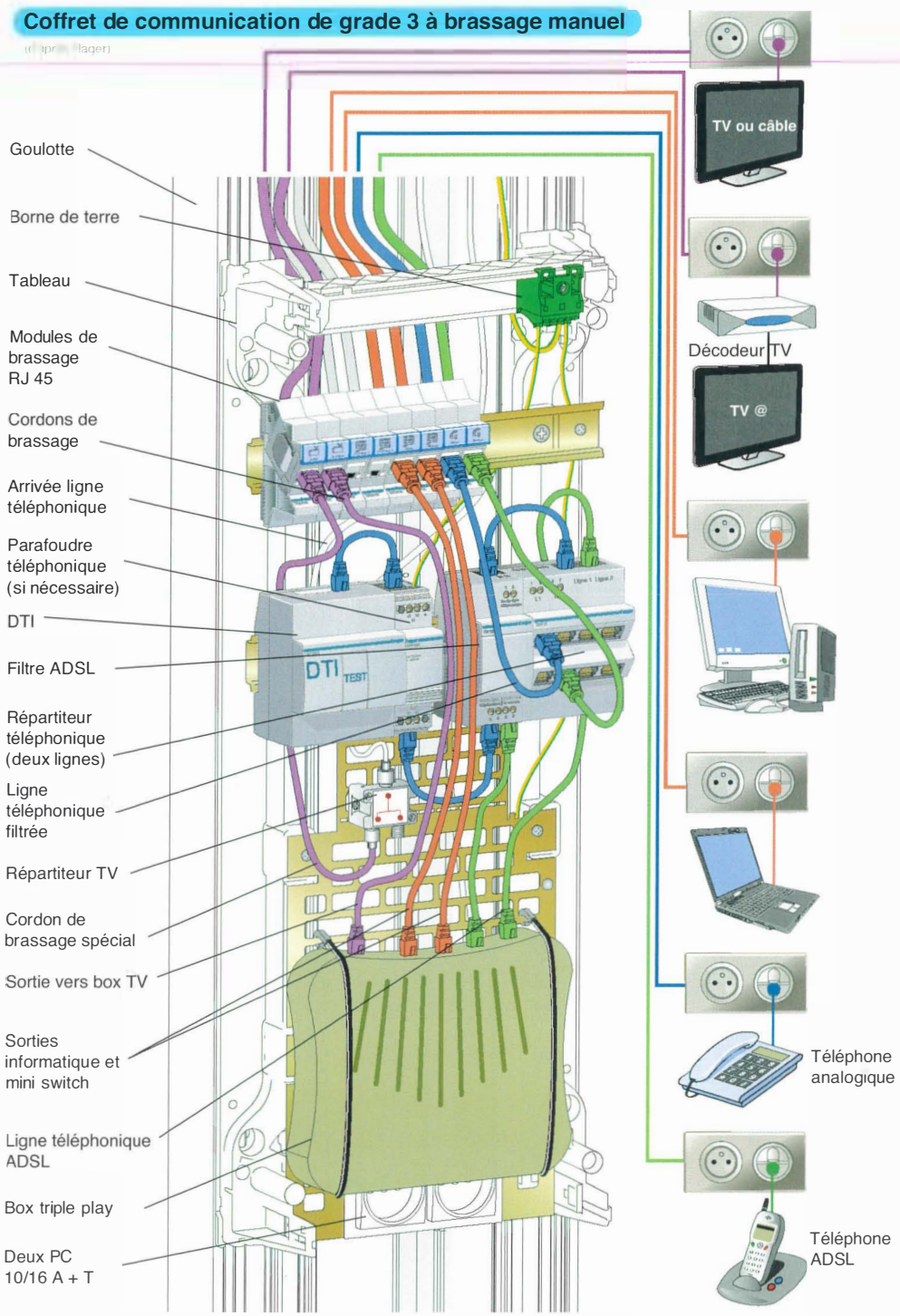


Figure 369 : Exemple de tableau de grade 3 à brassage manuel

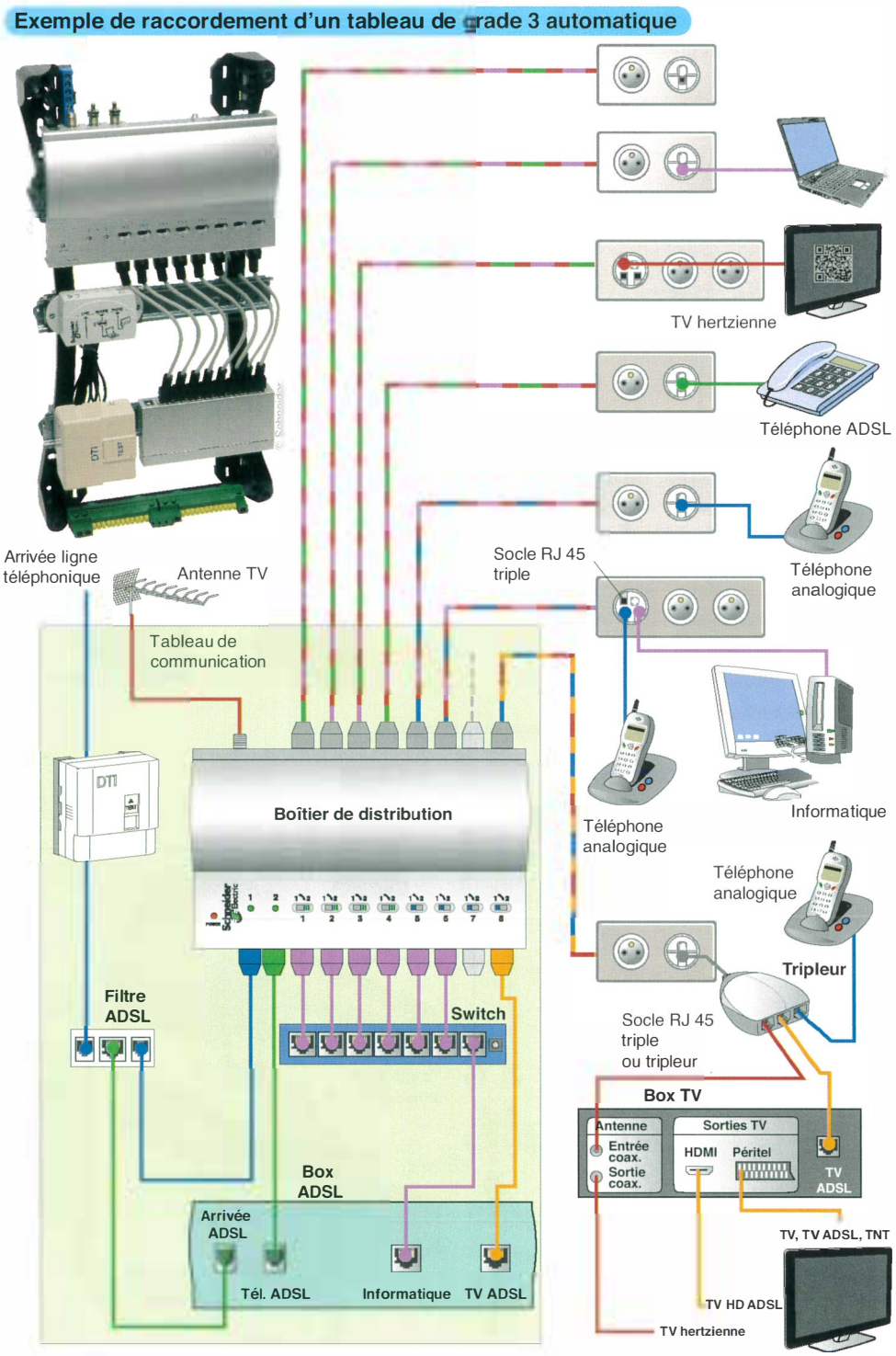
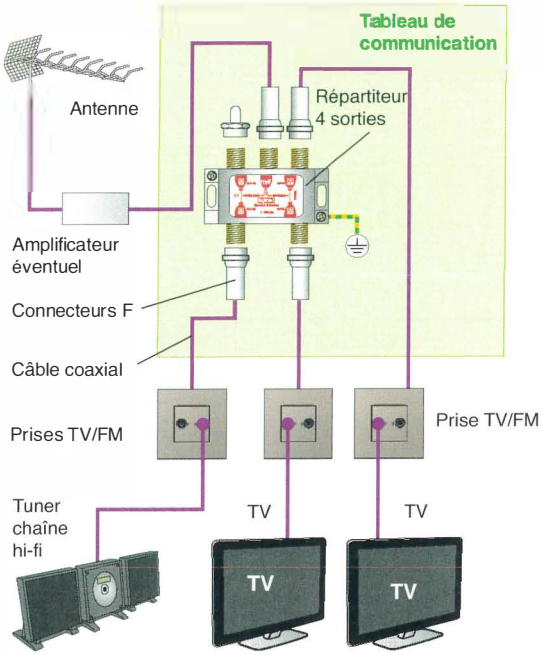


Figure 370 : Exemple de tableau de grade 3 automatique

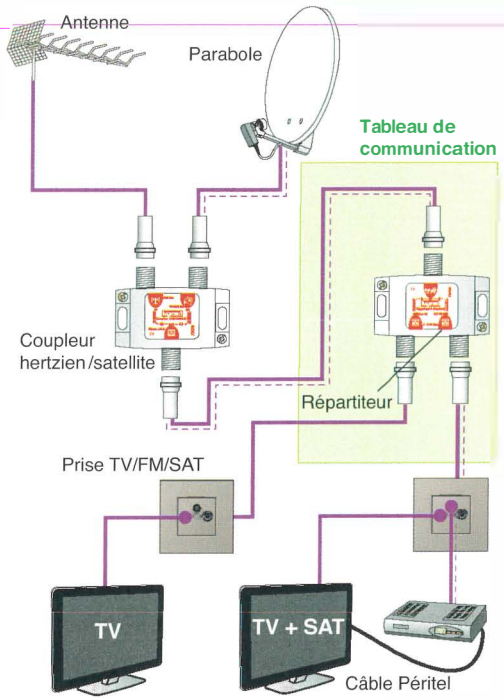
Le raccordement de la TV

Tableaux de communication grades 1 et 2

TV hertzienne (TNT)

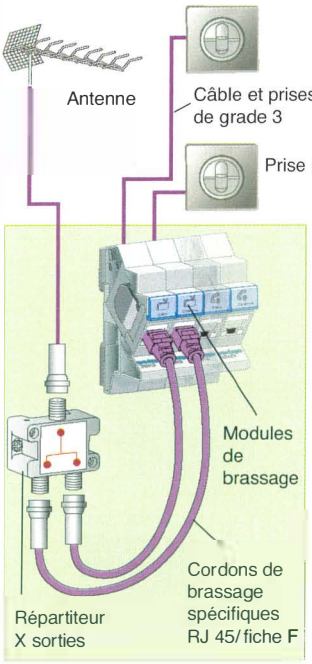


TV hertzienne et satellite



Tableaux de communication grade 3

TV hertzienne (TNT)



TV hertzienne et satellite

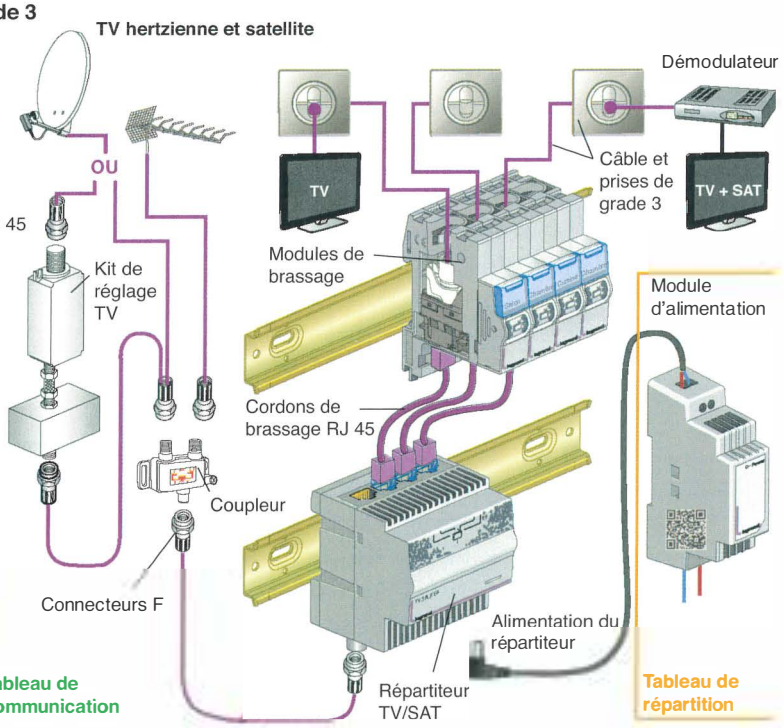


Figure 371 : Les systèmes pour la TV sur RJ 45

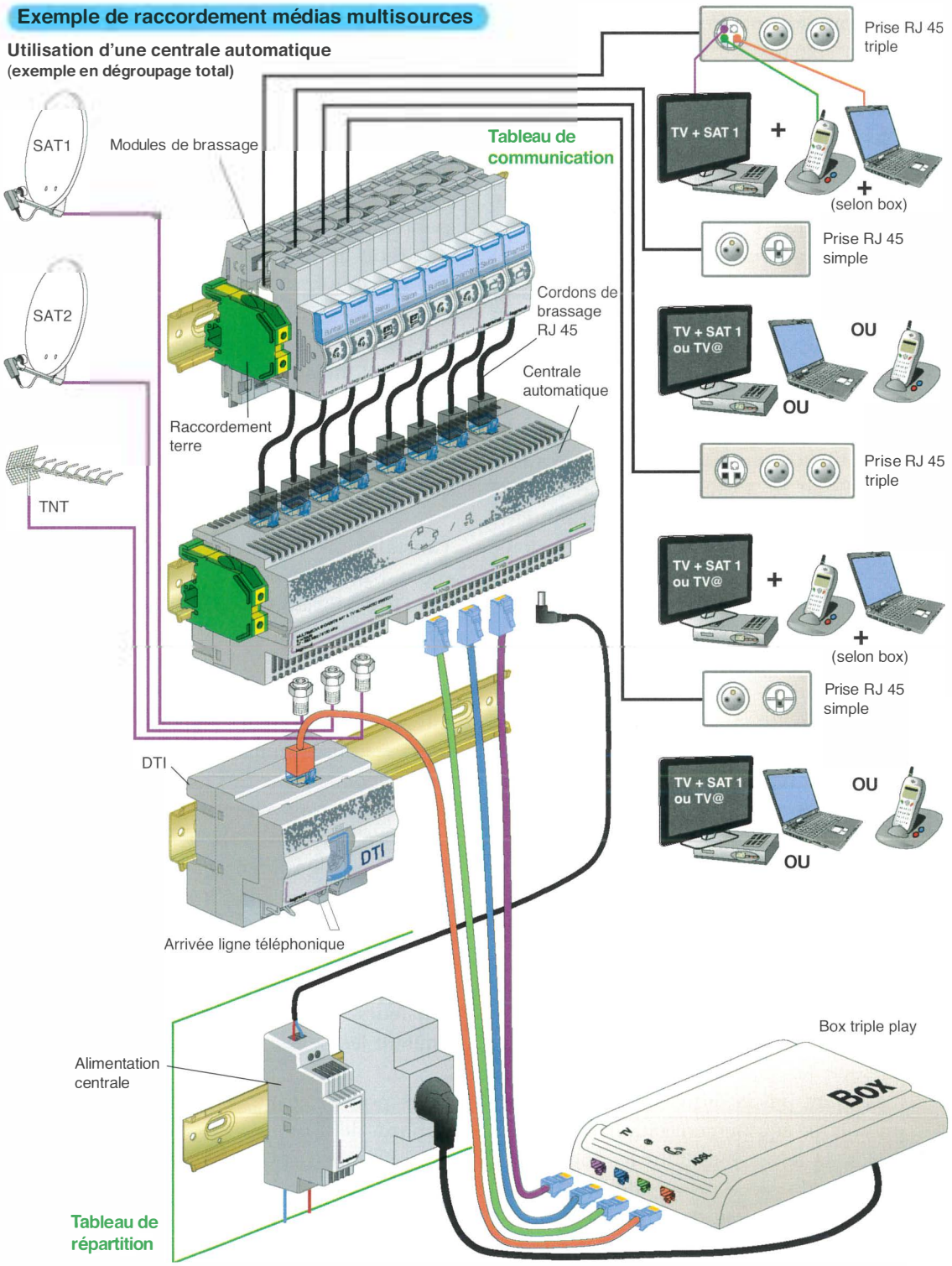


Figure 372 : Exemple de raccordement médias multisources

tion permettent de diffuser un ou plusieurs signaux sur les lignes des prises de communication. Les arrivées sont directement raccordées sur le boîtier. Des sélecteurs permettent de choisir le type de signal à distribuer. Un bloc switch a été ajouté pour créer le réseau informatique et le relier à l'ADSL. Ces systèmes automatiques sont plus chers.

Plusieurs solutions permettent de diffuser la télévision sur les socles des prises de communication (figures 371 et 372). Ces systèmes sont valables pour la TNT, il suffira de raccorder un décodeur sur le socle de communication avec un cordon spécifique RJ 45/IEC. Le même cordon est utilisé pour le raccordement du téléviseur. Il existe également des cordons RJ 45/prise F, pour raccorder un terminal numérique, par exemple.

Au niveau du tableau de communication, les systèmes les plus basiques ont recours au cordons RJ 45/prise F pour raccorder les sorties du répartiteur TV aux socles RJ 45 de la baie de brassage. Il existe également des boîtiers modulaires avec bloc d'alimentation permettant l'amplification et un meilleur signal. Le raccordement d'un satellite demande des équipements supplémentaires.

La télévision

Lorsque les réseaux de communication n'assurent pas la diffusion TV, la norme prévoit un équipement minimal pour les prises de télévision. Pour les logements d'une seule pièce principale, il faut une prise de télévision, deux prises pour les logements de deux à quatre pièces principales et trois prises pour les logements de cinq pièces principales ou plus. Dans tous les cas, l'une des prises doit être située dans le salon, près d'une prise de communication. Chaque prise est desservie par un câble issu directement de la GTL.
Les signaux de télévision peuvent être captés par une antenne hertzienne, une parabole ou provenir d'un réseau câblé, ADSL ou de communication.
La distribution des signaux d'antenne hertzienne terrestre et de la parabole se fait par un câble coaxial. Le câble à gaine noire est utilisé pour l'extérieur (raccordement de l'antenne) car il résiste aux UV. Les câbles de l'installation intérieure possèdent une gaine extérieure blanche ou crème.

L'installation de base comprend simplement l'antenne, le câble et une prise. Il existe plusieurs types de prises : TV simple, TV + radio, TV + radio + Sat (figure 373). Il existe deux types de fiches. Les fiches IEC pour raccorder le téléviseur à la prise murale et les connecteurs F utilisés pour les circuits satellite ou les connexions des équipements TV (répartiteurs, amplificateurs…).
La figure 374 représente le raccordement traditionnel de l'antenne TV. On a recours à un répartiteur pour distribuer la TV sur plusieurs prises. Un amplificateur peut être nécessaire dans les zones de mauvaise réception ou pour raccorder plusieurs téléviseurs simultanément en limitant les pertes.

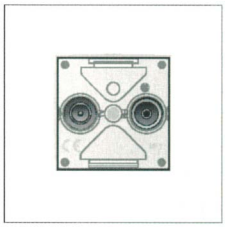
Vous pouvez grouper les signaux provenant de diverses sources, soit en utilisant des prises à deux câbles, soit en utilisant un coupleur qui permet de réunir les différents signaux sur un même câble (figure 375). Cette solution permet de ne passer qu'un câble du coupleur au répartiteur placé

Les prises TV coaxiales

Les types de socles



Prise TV simple

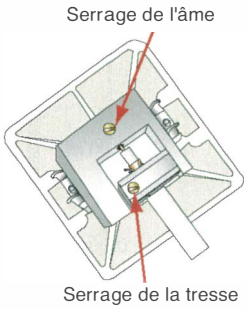


Prise TV et radio FM



Prise TV, radio et satellite

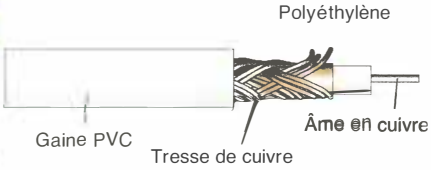
Raccordement d'une prise



Équipement minimum

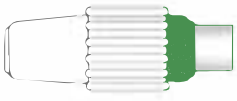
Surface du logement	Nombre de prises TV
< 35 m²	1 prise
> 35 m² < 100 m²	2 prises
> 100 m²	3 prises

Câble coaxial 75 ohms

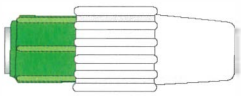


La connectique

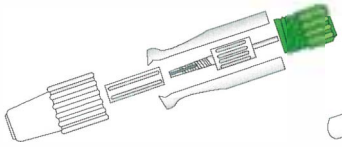
Les fiches TV simples



Fiche mâle



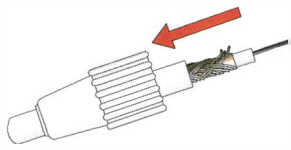
Fiche femelle



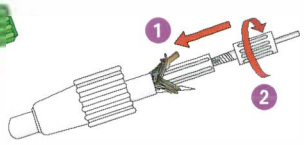
1 Démontez les éléments.



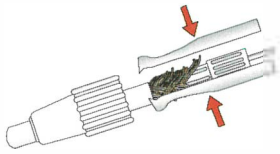
2 Dénudez le câble.



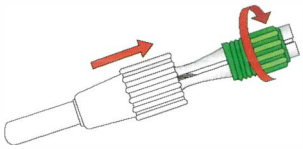
3 Glissez le corps de la fiche.



4 Glissez l'entretoise (1) sur le câble en écartant la tresse. Placez l'embout (2) sur l'âme et vissez-le.



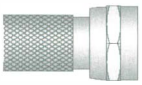
5 Répartissez la tresse sur l'entretoise et placez les mâchoires.



6 Glissez l'embout de serrage et vissez-le sur le corps.

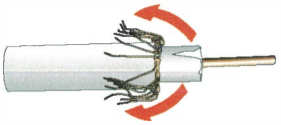
Les connecteurs F

Les connecteurs F peuvent se visser ou se sertir.

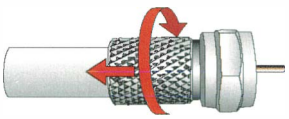




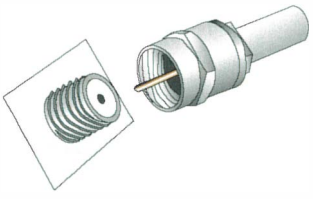
1 Dénudez le câble comme ci-contre.



2 Repliez la tresse sur la gaine extérieure du câble.



3 Utilisez un connecteur F à visser et vissez-le simplement sur le câble.



4 Vissez le câble ainsi équipé sur les connecteurs mâles des appareils.

Figure 373 : La connectique pour la télévision

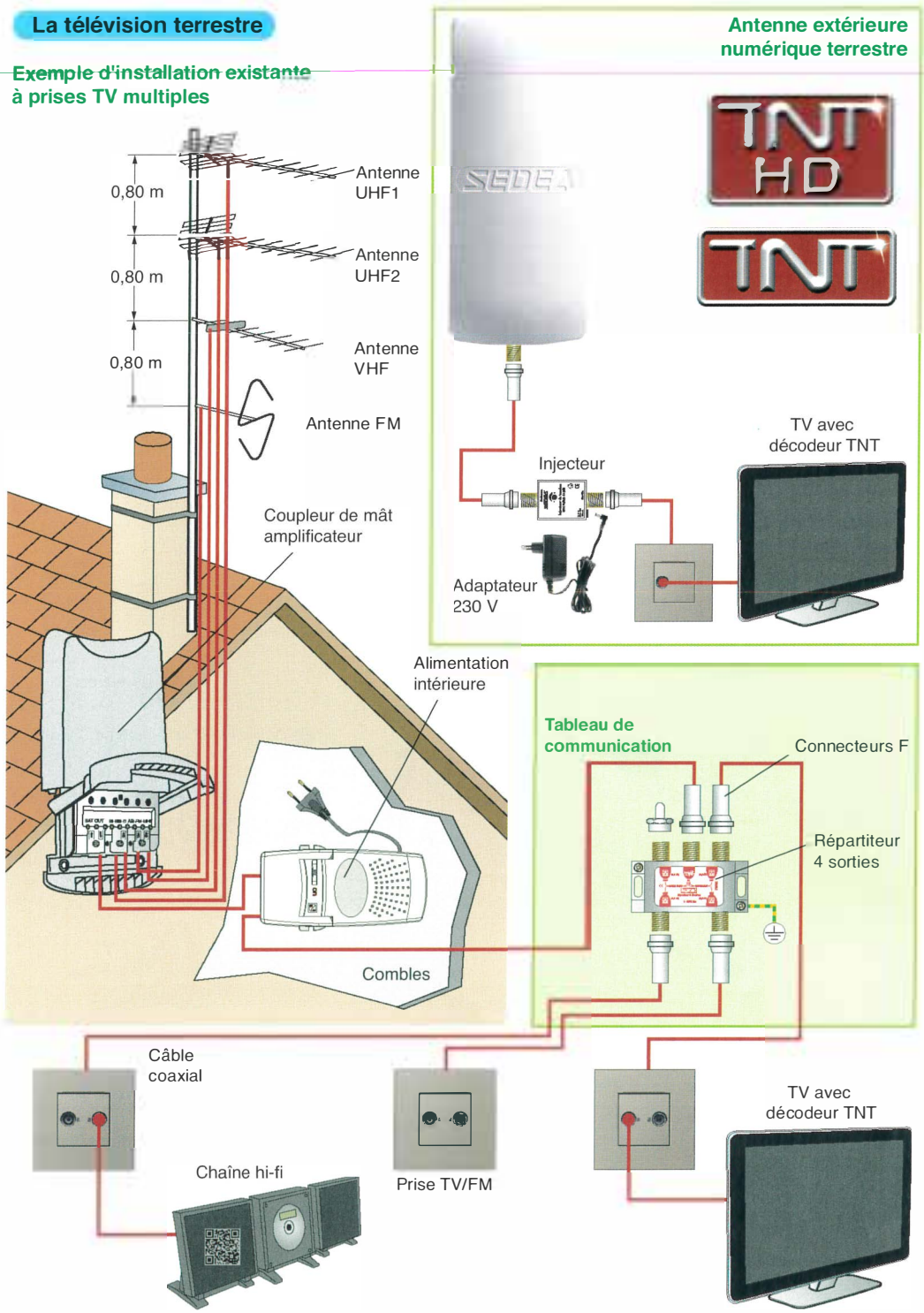
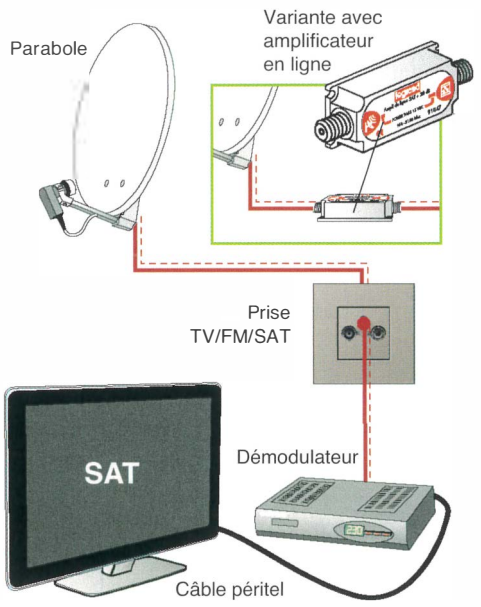


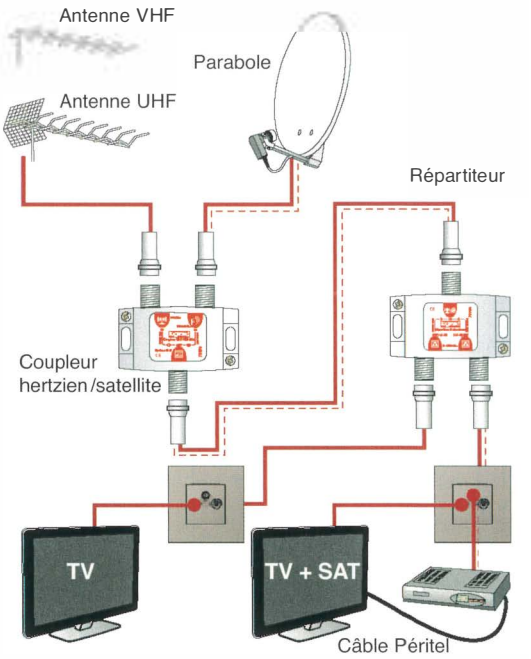
Figure 374 : L'installation hertzienne

Les installations hertzienne et satellite

Installation satellite de base



Installation hertzienne et satellite



Solution pour toutes les chaînes hertziennes et une parabole

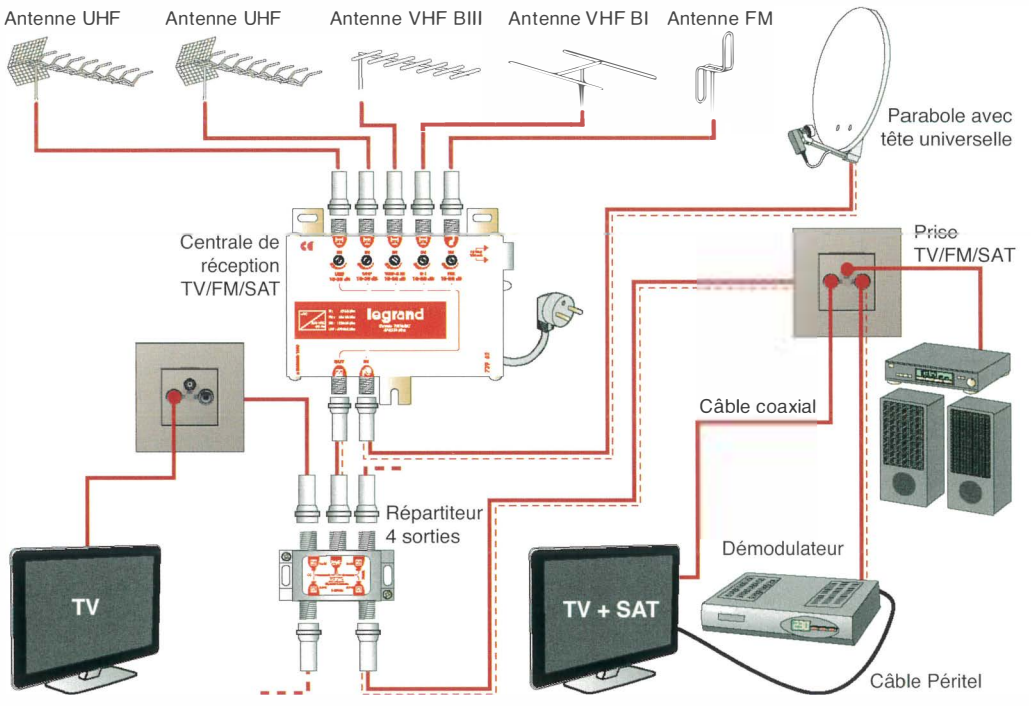


Figure 375 : Les installations hertzienne et satellite

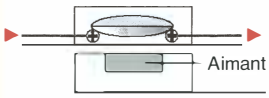
Les détecteurs d'alarme anti-intrusion

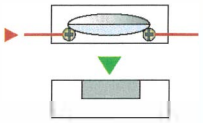
Les détecteurs périmétriques

Les contacts magnétiques

Principe

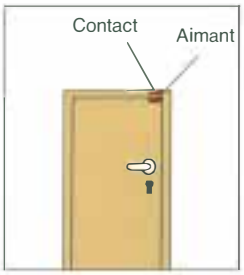
Contact magnétique à ouverture ou fermeture (à mercure ou autre)



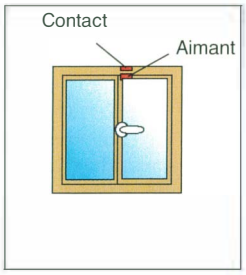


Lorsqu'on éloigne l'aimant, le contact change d'état.

Applications



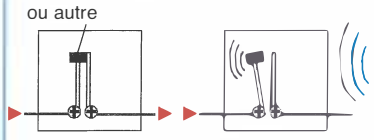
Sur porte



Sur fenêtre

Les contacts de bris de glace

Contact à masselotte ou autre



Lors d'un choc, la masselotte coupe ou établit le contact.

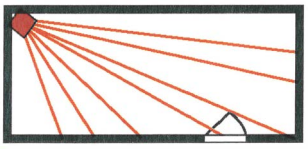
Emplacements d'un contact de choc



Les détecteurs volumétriques

Ils servent à protéger des volumes. Ils sont sensibles aux mouvements ou détectent la chaleur émise par le corps (infrarouge) ; ou encore, ils fonctionnent sur le principe du radar (hyperfréquence).

Les détecteurs à infrarouge



Précautions à respecter

- ne pas placer ces détecteurs à l'extérieur ;
- ne pas les orienter vers une source de chaleur (cheminée, convecteur, fenêtre) ;
- éviter de masquer un détecteur (rideau, plante verte) ;
- éviter que les rayons de deux détecteurs ne se croisent.

La meilleure détection est obtenue par un mouvement transversal aux rayons.

Les détecteurs hyperfréquentiels



Précautions à respecter

- éloigner l'appareil des tubes fluorescents ;
- l'appareil est sensible aux vibrations de la paroi sur laquelle il est fixé, aux mouvements extérieurs (feuillages sous l'action du vent), aux horloges à balancier, aux miroirs, au passage d'eau dans des canalisations plastiques ;
- éviter que les rayons de deux détecteurs ne se croisent.

La meilleure détection est obtenue par un mouvement face aux détecteurs.

Figure 376 : Les détecteurs de système d'alarme

dans le tableau de communication. Il existe de nombreux systèmes permettant de grouper plusieurs types de réceptions : un ou plusieurs satellites, tous types d'antennes hertziennes (TV et FM).

L'alarme

Avant l'installation d'une alarme, il est nécessaire d'analyser les risques dans l'habitation, à savoir :

- les zones sensibles (zones où se trouvent les biens à protéger) ;
- les points d'accès les plus sensibles (passages les plus faciles d'accès pour les intrus éventuels) ;
- les passages obligés (couloirs, escaliers, etc.).

Il faut également estimer le risque en fonction de l'environnement (maison isolée, quartier peu sûr, etc.). Deux méthodes principales de détection sont possibles (figure 376).

La détection périmétrique

Elle constitue une barrière autour de l'habitation à protéger. Elle comprend des détecteurs d'ouverture (pour portes, fenêtres, porte de garage, etc.) et des détecteurs de bris de vitre.

La détection volumétrique

Elle détecte toute présence dans un volume donné et est assurée par des détecteurs volumétriques à infrarouges ou hyperfréquentiels (radars).

En fonction des risques évalués au terme de votre analyse, si le risque d'intrusion est faible, optez pour une protection volumétrique ou périmétrique.

Si le risque est important, choisissez une protection combinant les deux systèmes.

Le système d'alarme type se divise en trois parties :

- les détecteurs ;
- les avertisseurs (sirène extérieure, sirène intérieure, transmetteur téléphonique, télésurveillance, etc.) ;
- la centrale qui gère toutes les informations.

Les zones

Les centrales disposent de plusieurs circuits de surveillance permettant de diviser l'installation d'alarme en plusieurs zones. Cela permet de ne pas faire fonctionner l'alarme sur toute l'habitation lorsque vous le souhaitez. Par exemple : une zone peut surveiller en périmétrique uniquement le rez-de-chaussée de la maison. Vous ne l'activez que la nuit, lorsque vous occupez le premier étage. Ainsi, le rez-de-chaussée est sous surveillance d'intrusion pendant la nuit.

Vous pouvez aussi définir une zone dans le cas où le garage est indépendant de la maison.

Il existe également des zones temporisées qui autorisent une présence pendant quelques secondes avant le déclenchement de l'alarme. Ces zones sont utilisées pour permettre de pénétrer dans l'habitation avant d'arrêter l'alarme.

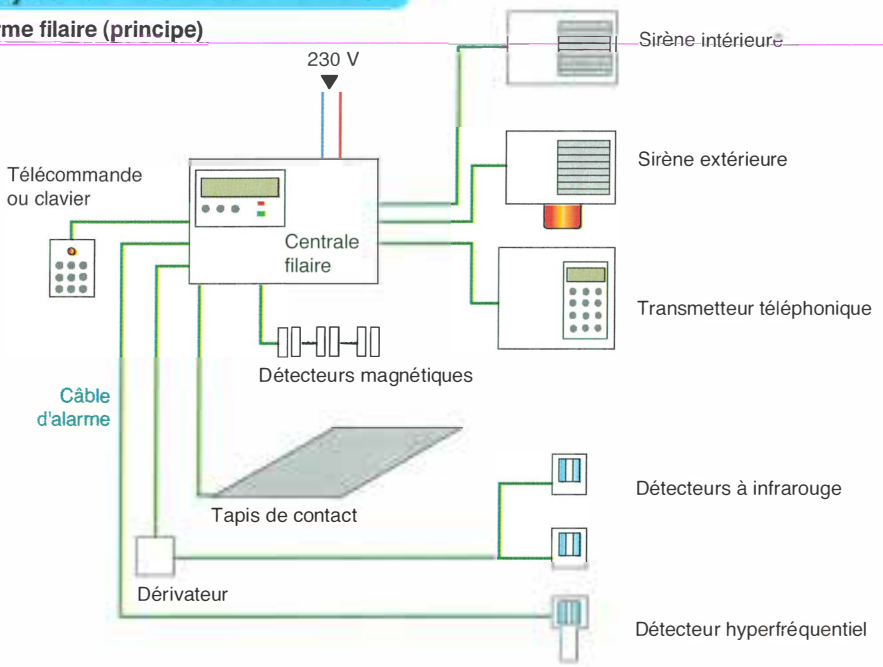
Les systèmes

Il existe deux systèmes (figure 377) :

- les alarmes filaires (les détecteurs et les avertisseurs sont reliés à la centrale par des câbles). Généralement, ces câbles sont autoprotégés et leur coupure entraîne le déclenchement de l'alarme. Si vous avez choisi ce système, le passage des câbles d'alarme sera effectué en même temps que le passage des conducteurs de l'installation ;
- les systèmes radio (les détecteurs et les avertisseurs sont en relation avec la centrale par ondes radio). Dans ce

Les systèmes d'alarme anti-intrusion

L'alarme filaire (principe)



L'alarme radio (principe)

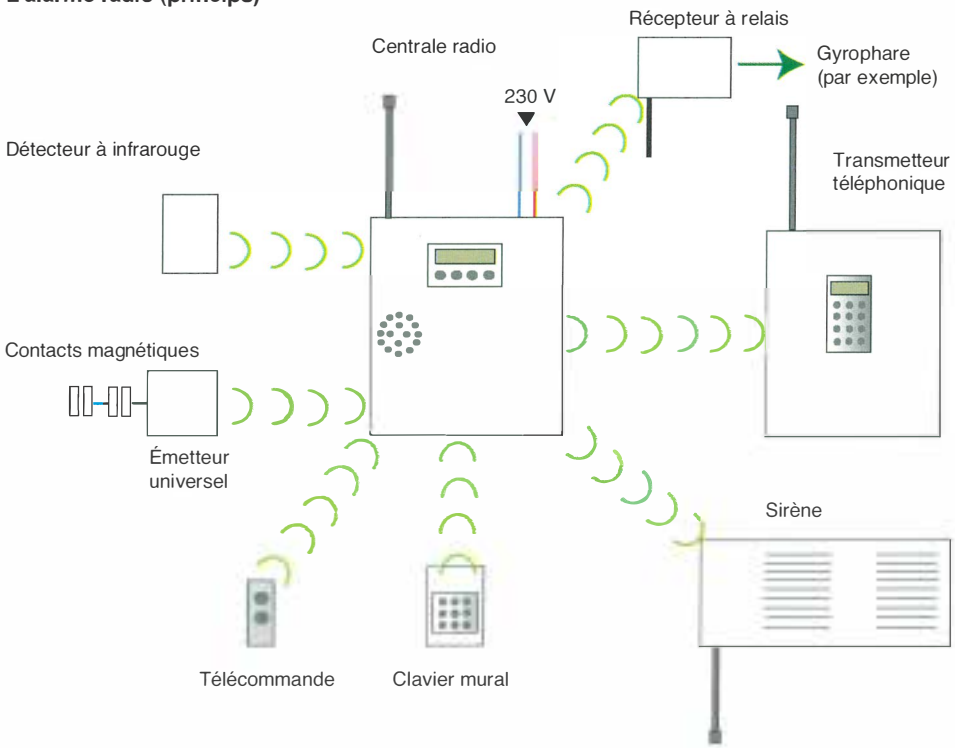
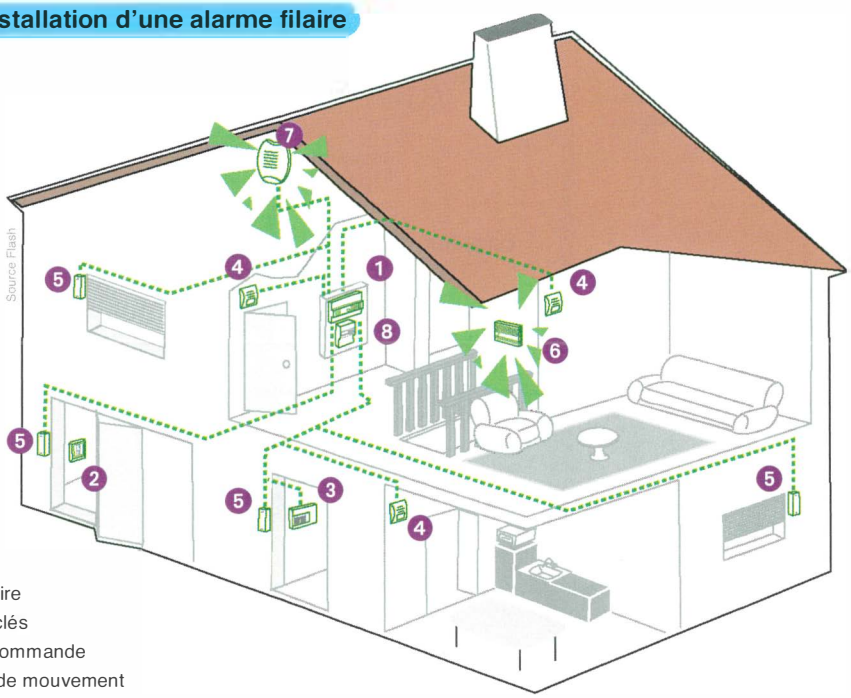


Figure 377 : Les types d'alarmes

Exemple d'installation d'une alarme filaire



1. Centrale filaire
2. Lecteur de clés
3. Clavier de commande
4. Détecteurs de mouvement
5. Contacts d'ouverture
6. Sirène intérieure
7. Sirène extérieure
8. Transmetteur téléphonique

La disposition des détecteurs de mouvement

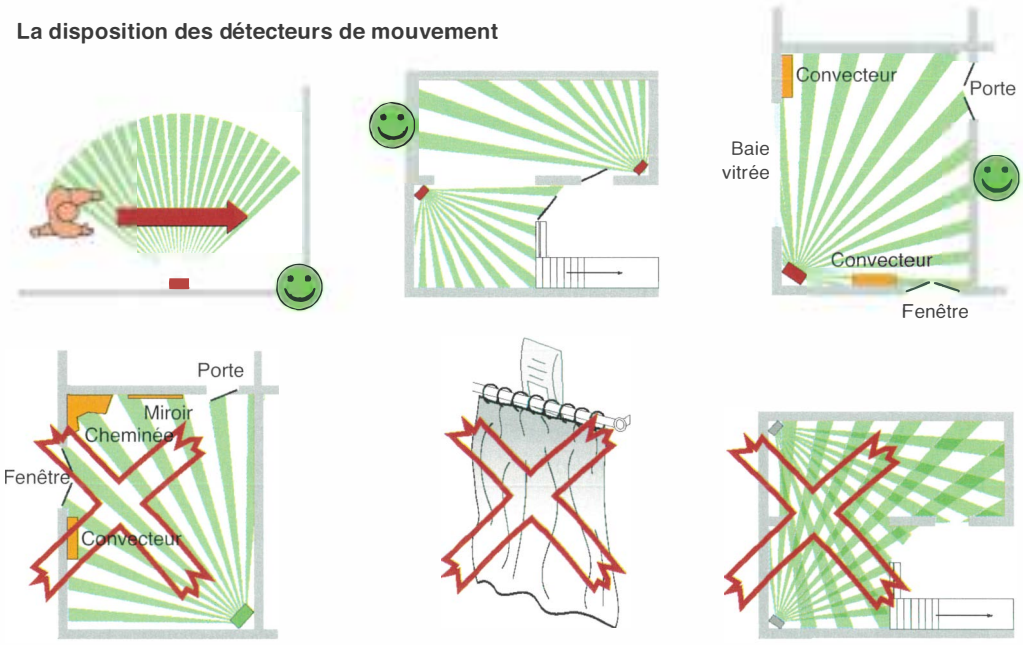


Figure 378 : Exemple d'alarme filaire

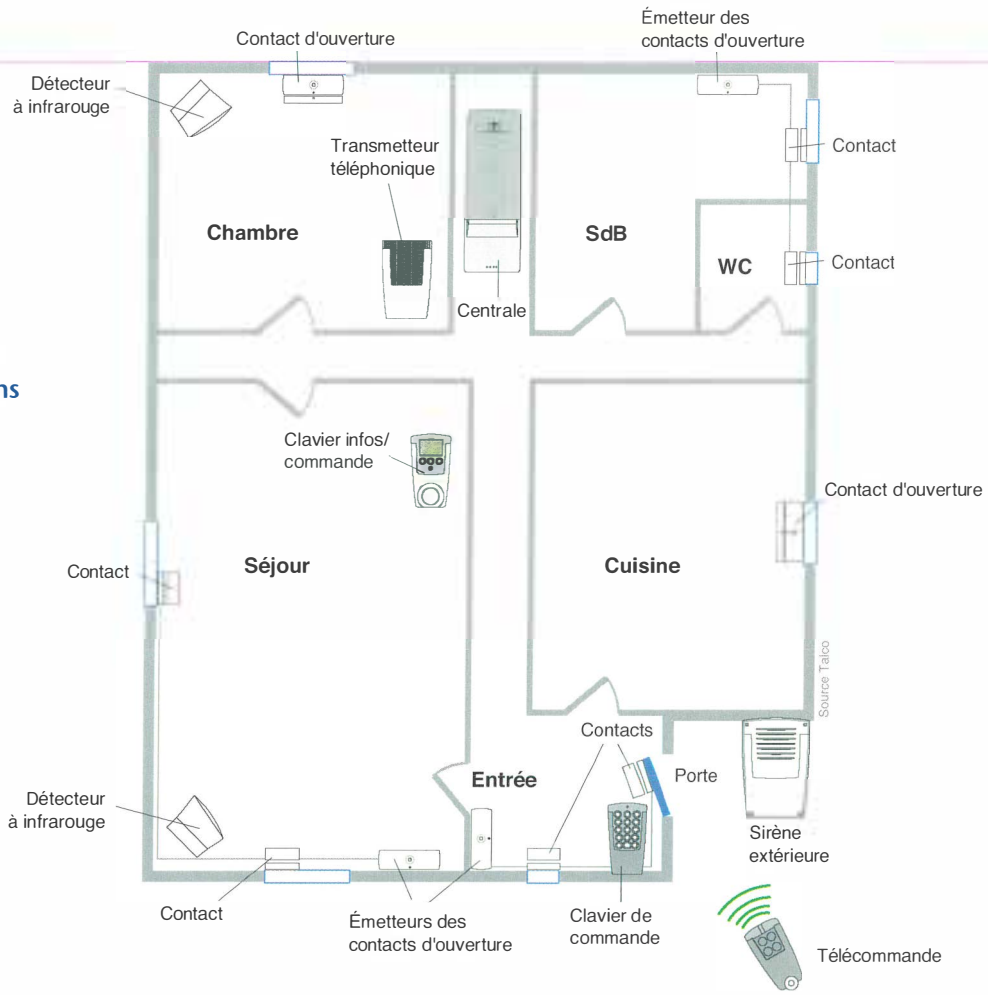


Figure 379 : Exemple d'implantation d'une alarme sans fil

cas, la mise en œuvre de l'alarme est simplifiée au maximum, car il n'y a plus de câbles à passer.

Ce système est actuellement le plus courant. Il est fiable et proposé par de nombreux fabricants. Choisissez uniquement des systèmes admis à la norme NF A2P. La figure 378 présente le principe de raccordement d'une alarme filaire. Un soin particulier doit être apporté à la disposition des détecteurs pour assurer un fonctionnement optimal.

Les deux systèmes offrent la même fiabilité de fonctionnement, cependant l'alarme radio est plus chère.

La figure 379 présente un exemple d'installation d'une alarme radio. Les alarmes permettent de transmettre à distance les tentatives d'effraction (par appel téléphonique, par exemple). De plus en plus de sociétés proposent des services sur mesure comme la surveillance à distance, les caméras IP (webcam) pour l'identification visuelle, le contact vocal…

Les solutions domotiques

Comme nous l'avons vu tout au long des chapitres, l'installation électrique évolue et contribue sans cesse à améliorer le confort des occupants. Les divers équipements communiquent de plus en plus entre eux. Il devient nécessaire de les piloter et de les automatiser. C'est le rôle de la domotique (figure 380). Pour commander les stores extérieurs, allumer toutes les lumières ou moduler le chauffage d'un étage avec une simple télécommande, commander l'installation à distance avec une interface Web ou un smartphone, ou bien définir des scénarios précis, tout est possible avec un système domotique. Les systèmes à courant porteur ou les commandes par ondes radio représentent déjà un pas vers la domotique. Ils viennent en complément d'une installation traditionnelle. Les installations de pure domotique peinent à s'implanter. Le public exprime encore une certaine réticence, car même si les possibilités techniques sont prometteuses et l'offre disponible, elles entraînent un surcoût et il n'existe pas de système universel compatible entre tous les fabricants. De plus, assureront-ils encore la commercialisation des appareillages dans plusieurs années ?

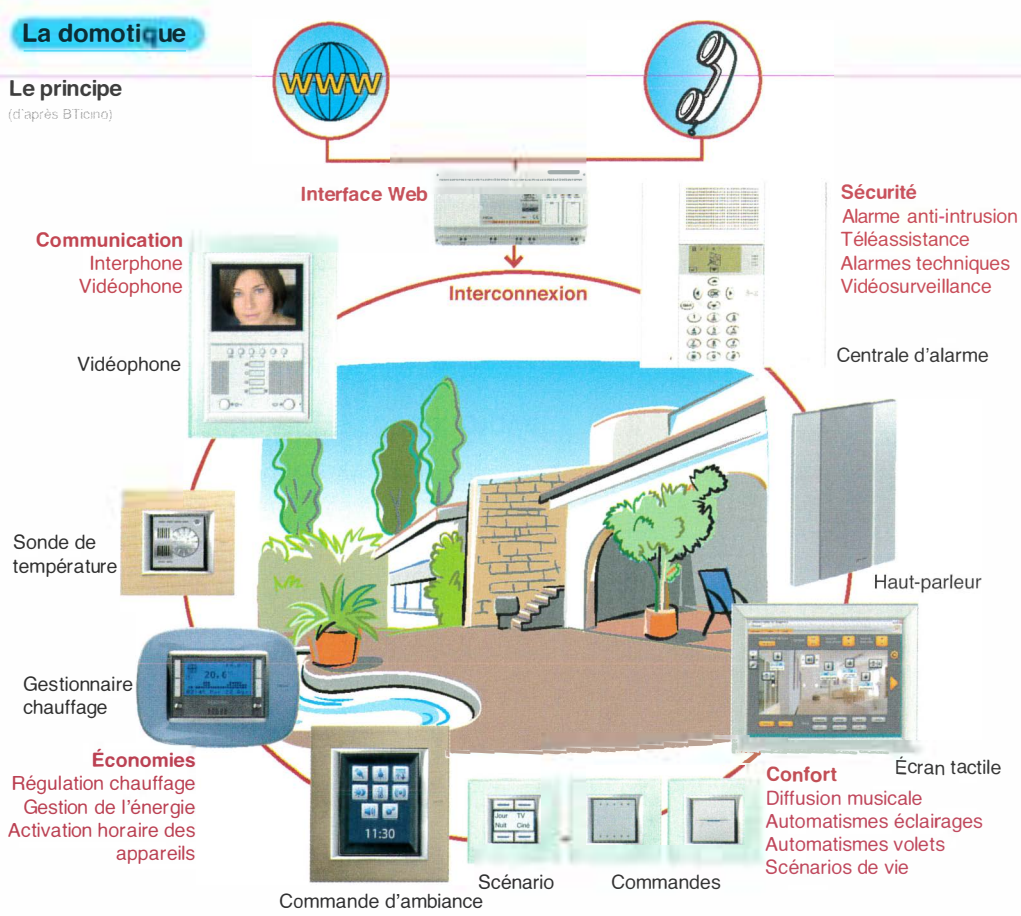
Le principe

Tout type d'installation est gérable grâce à la domotique, que ce soit l'alarme anti-intrusion ou une alarme technique, le pilotage et la programmation du chauffage, sur site ou à distance, l'accueil des visiteurs, la diffusion musicale et bien sûr la gestion de l'éclairage, la commande des volets roulants (individuellement ou par groupes), la commande des prises de courant… Nous présenterons uniquement le principe d'automatisation des installations électriques. Vous trouverez auprès des fabricants des documentations spécialisées pour chaque système.

Par rapport à une installation traditionnelle (figure 381), les appareillages domotiques disposent d'un circuit électronique avec une logique programmable. Les éléments sont raccordés entre eux par un câble BUS à deux conducteurs servant à véhiculer les informations et à alimenter les éléments en TBT (27 V pour le matériel présenté).

Il existe deux types de dispositifs : les commandes (connectées uniquement au câble BUS et placées en ambiance) et les actionneurs (connectés au BUS et au secteur pour gérer la charge à commander), placés dans le tableau de répartition ou dans des boîtes de connexion.

Dans l'exemple de la figure 381, avec une installation classique, la lampe 1 est commandée par l'interrupteur 1 et la lampe 2 par l'interrupteur 2. L'emplacement définitif des interrupteurs 1 et 2 doit être défini lors de l'installation. La commande ne pourra pas être modifiée. Si vous voulez commander la lampe 1 avec un bouton supplémentaire, vous devrez créer un va-et-vient, ce qui est difficilement réalisable, ou avoir recours à des systèmes à courant porteur ou par ondes radio. Dans le cas de l'installation domotique, les points lumineux sont directement commandés par les actionneurs. Ceux-ci reçoivent les ordres des commandes via le bus. Selon la programmation effectuée, toutes les possibilités sont envisageables et modifiables. Les deux premières commandes allument la lampe 1 mais elles pourraient commander la lampe 2 ; une commande générale permet de commander 1 et 2 sans aucun câblage



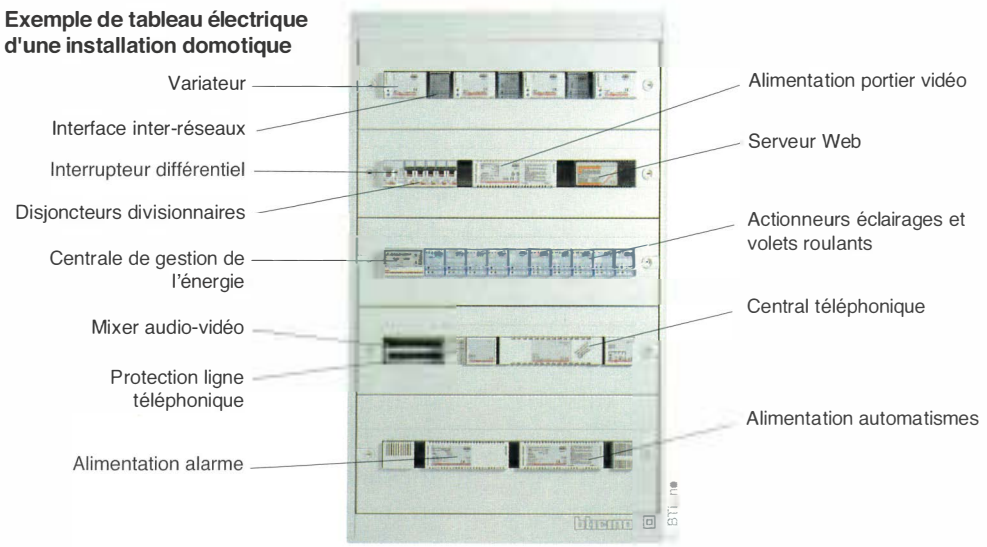
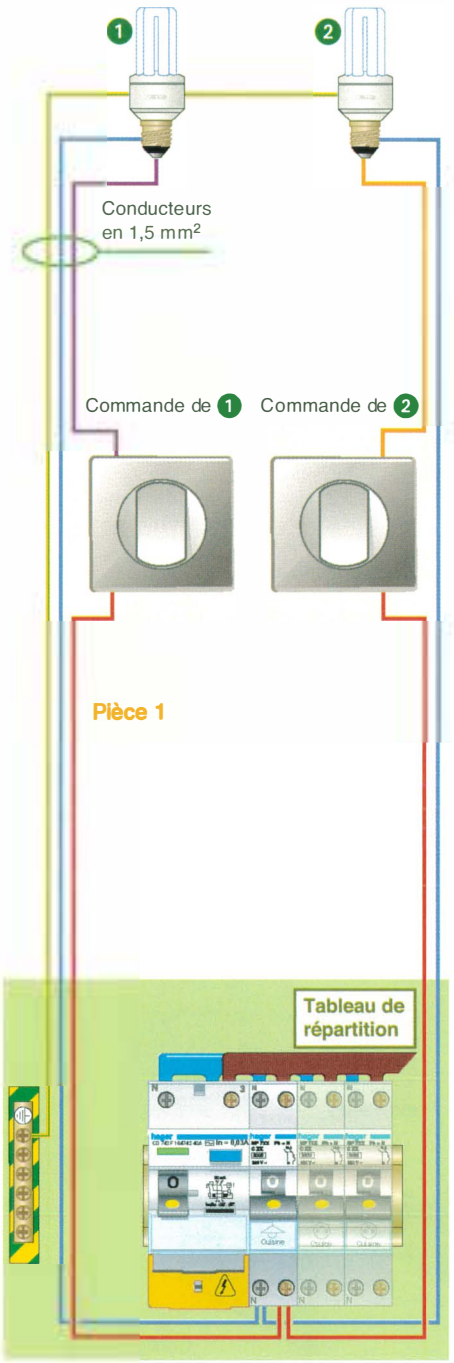


Figure 380 : La domotique

Comparaison entre installations traditionnelle et domotique

Installation traditionnelle



Installation domotique filaire

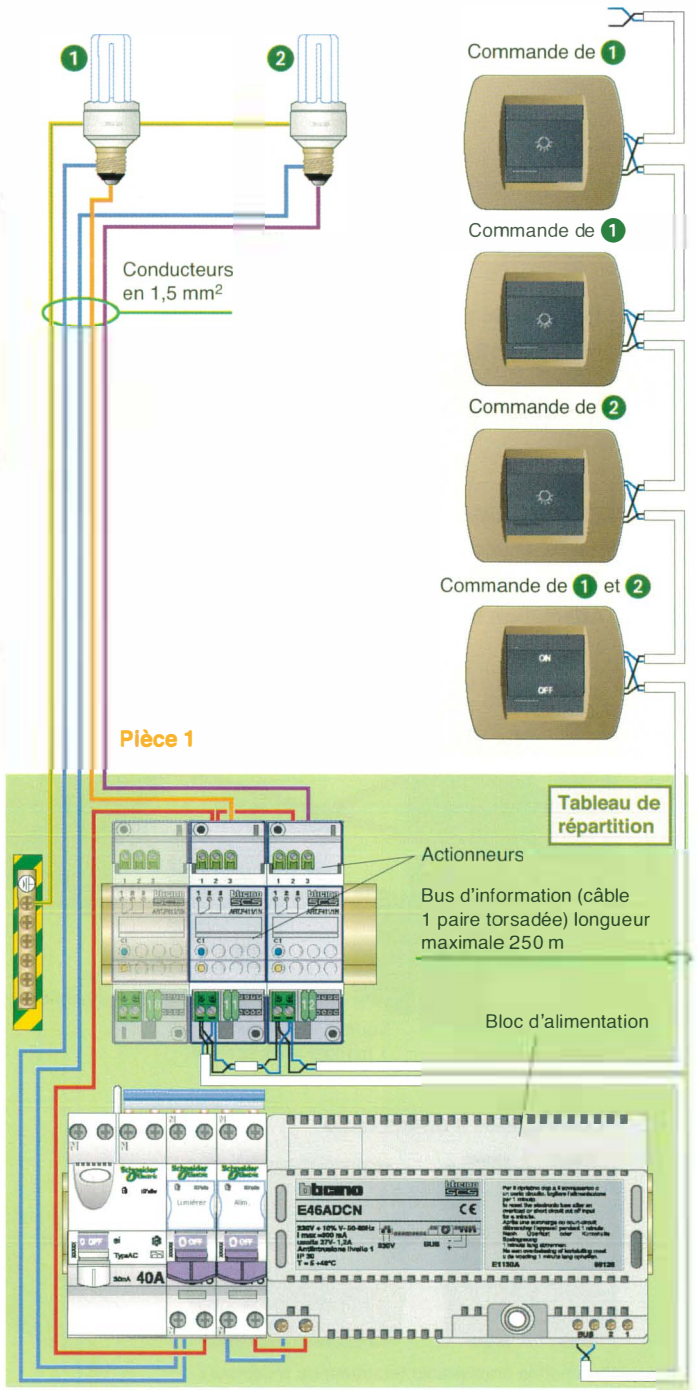
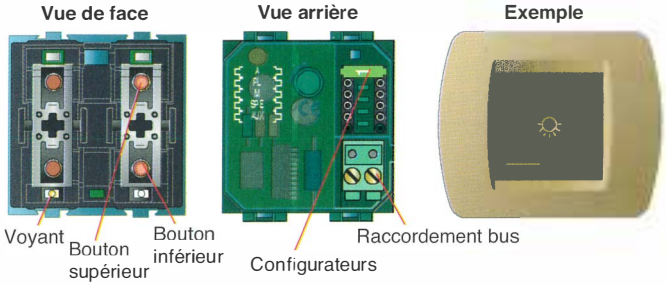


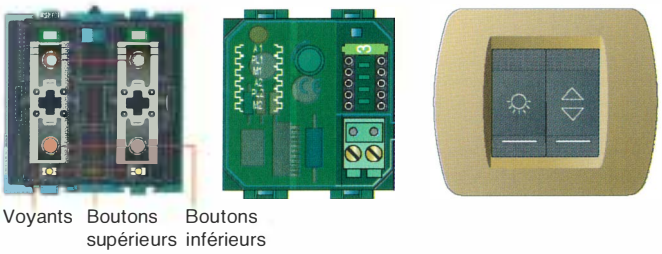
Figure 381 : Comparatif entre installations domotique et traditionnelle

Exemples de commandes

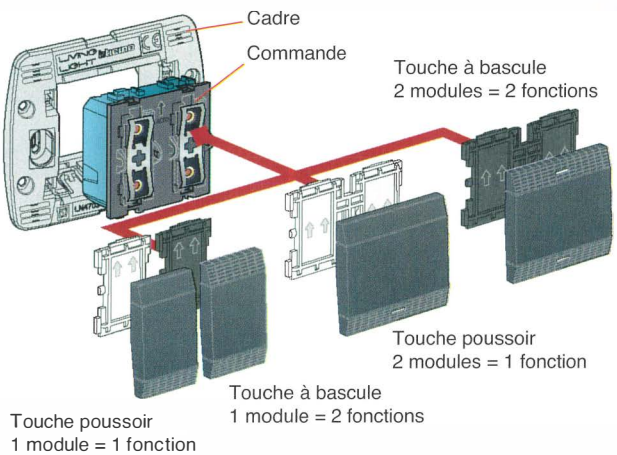
Commande pour charge simple 2 modules



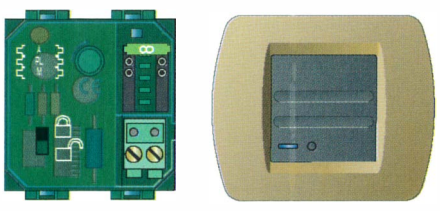
Commande pour charge simple ou double

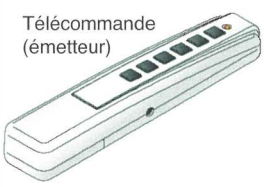


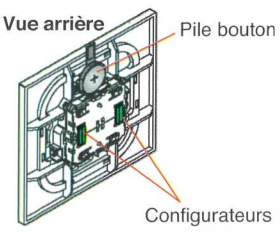
Affectation des touches



Commandes à ondes radio

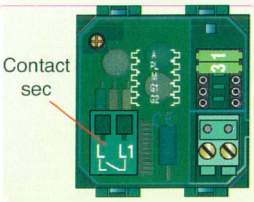




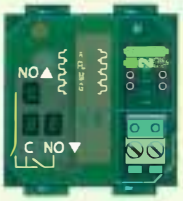


Commandes/actionneurs

Vue arrière



Commande avec actionneur à 1 relais (pour éclairage, par exemple)

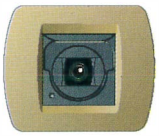


Commande avec actionneur à 2 relais (pour volets roulants, par exemple)

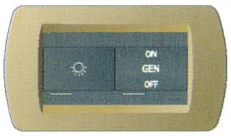
Autres compositions



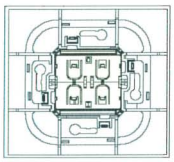
Commande 3 modules



Détecteur à infrarouge



Commande 4 modules



Commande extraplate à pile pour pose en saillie (émetteur)

Figure 382 : Exemples de commandes

supplémentaire, ce qui serait difficile à réaliser en installation traditionnelle. Ce principe d'installation convient pour les éclairages, les volets roulants, les stores, etc. En revanche, les circuits de prises de courant conservent un câblage traditionnel. L'automatisation d'un appareil qui y est raccordé nécessite d'intercaler une commande radio entre le socle et la fiche de l'appareil et de prévoir une commande radio. Les prises commandées peuvent être commandées comme les points lumineux.
Il est possible de créer une installation filaire (par BUS) ou mixte avec des éléments radio et un BUS.

Les commandes

Il existe de nombreux dispositifs de commande (figure 382) comprenant touches et enjoliveurs, à l'instar de l'appareillage électrique traditionnel. Les commandes disposent de raccordements pour le BUS, d'un logement pour les configurateurs (programmation) et de boutons en face avant. Elles peuvent transmettre différents ordres aux actionneurs : on, off, temporisation... selon leur configuration. Le choix des touches de commande permet également de multiples combinaisons. Une touche poussoir à deux modules, par exemple, agit sur les boutons du bas de la commande et lance une fonction. Avec deux touches poussoir un module, vous disposez de deux fonctions. Avec une touche deux modules interrupteur, vous disposez de deux fonctions (actions sur boutons haut et bas), etc.
Pour transmettre les ordres au BUS, il est également possible d'utiliser des appareillages d'installation électrique traditionnelle et de placer un module de commande dans le boîtier, derrière l'appareillage. Ainsi, l'extension d'une installation est possible sans travaux en utilisant des interfaces à commande par ondes radio/BUS et/ou des actionneurs à commande radio. Divers dispositifs de commande par radio pourront également interagir sur les actionneurs : télécommande, commande extra-plate à fil.

Pour des commandes éloignées du tableau de répartition, par exemple, il existe des variantes munies directement d'un actionneur. Elles peuvent être utilisées également pour modifier une partie d'une installation traditionnelle existante. Des commandes plus évoluées permettent de créer des scénarios en agissant sur divers équipements. Par exemple, scénario cinéma (pour visionner un film) : extinction de certaines lampes, variation de certaines autres, fermeture des volets roulants, abaissement de l'écran... Il existe également des écrans tactiles et des commandes infrarouge.

Les actionneurs

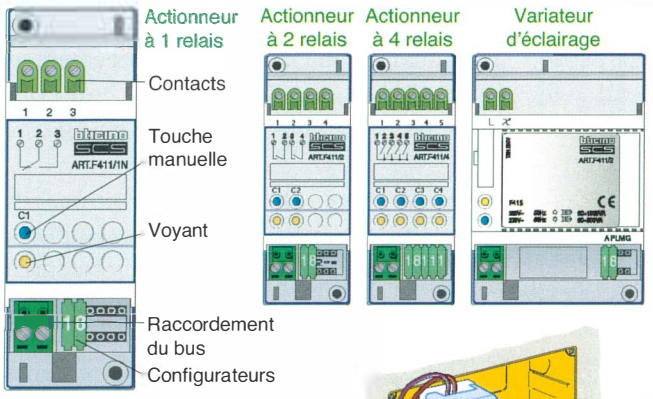
De nombreux types d'actionneurs sont disponibles (figure 383). Les plus classiques sont prévus pour une installation dans le tableau de répartition ou une boîte de connexion munie d'un rail DIN. Ils disposent d'un raccordement au BUS, d'un logement pour les configurateurs, de contacts pour le circuit de puissance à commander et de voyant de signalisation de l'état des contacts. Les fonctions sont variées : interrupteur, inverseur, commande de volets roulants, variateur...

Des modèles de plus petite taille peuvent être placés dans les boîtiers des appareillages ou des boîtes d'encastrement. Ils permettent de raccorder des appareillages traditionnels ou des capteurs (actionneur/commande), d'être commandés par radio ou par le BUS. Les

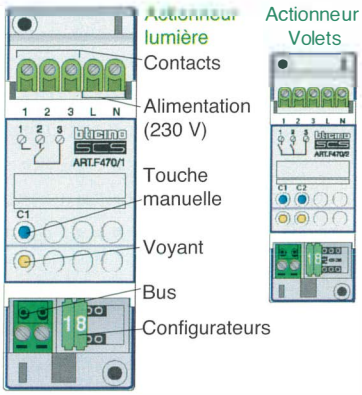
Les actionneurs

Les actionneurs modulaires pour tableau

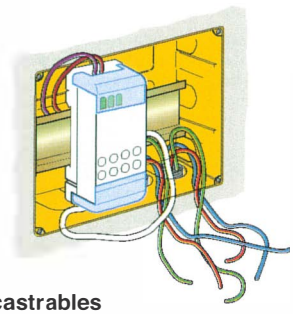
Exemples d'actionneurs filaires

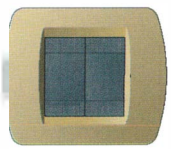


Exemples d'actionneurs radio

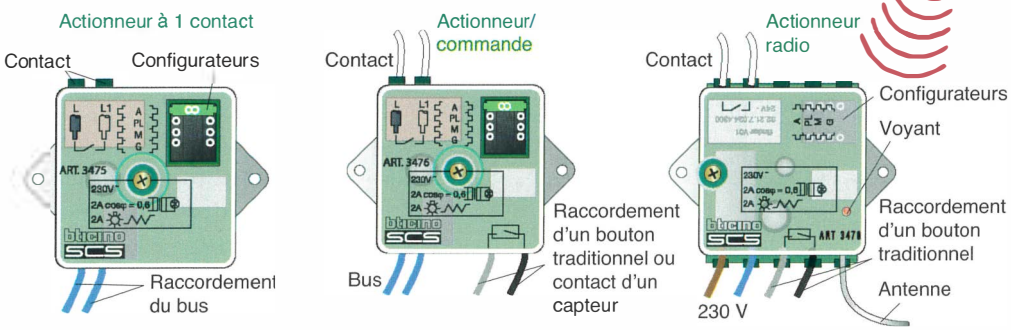


Les actionneurs modulaires peuvent être installés dans des boîtes d'encastrement munis d'un rail DIN.





Les actionneurs pour boîtes encastrables



Autres éléments de l'installation

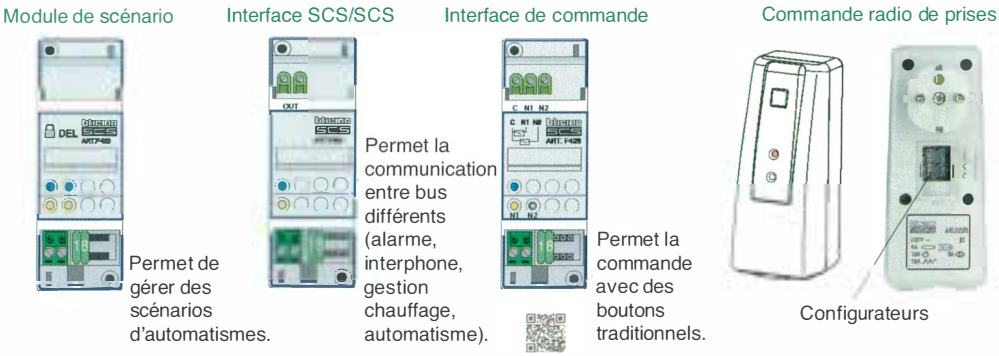


Figure 383 : Les actionneurs

modèles radio nécessitent une alimentation en 230 V. D'autres appareillages sont possibles, comme des interfaces SCS/SCS permettant d'interconnecter les différentes installations domotiques de l'habitation (diffusion musicale, alarmes, interphonie, gestion du chauffage…) ou avec un BUS d'une autre technologie SCS/EIB, par exemple.

La configuration

Pour que chaque élément connecté au BUS assure sa fonction, il doit être configuré avec une identification dans le circuit et un mode de fonctionnement (marche/arrêt, variation). Les commandes et les actionneurs fonctionnant ensemble sont configurés avec une même adresse (figure 384). Pour le système présenté, la configuration s'effectue avec des cavaliers de configuration placés dans des connecteurs. Il en existe deux types : pour l'adressage (couleur verte et numéros d'identification) et pour la fonction (couleur bleue et identification des fonctions). Chez certains fabricants, la configuration peut se faire avec des mini-commutateurs.

Vous devez définir les différentes adresses des éléments à commander en fonction de l'installation.
Sur les commandes, indiquez l'ambiance (A). Elle permet de définir une zone (pièce ou certains éléments d'une pièce). Chaque pièce correspond à une ambiance, par exemple : salon – ambiance 1, salle de bains – ambiance 2, etc. Ensuite, vous devez identifier chaque élément à commander au sein d'une même ambiance (PL). Par exemple : A1, PL1 pour le point lumineux 1 dans le salon, A1 PL2 pour le second point lumineux du salon, etc. Toutes les commandes configurées A1, PL1 commanderont le point lumineux 1. PL n'est pas forcément un point lumineux, ce peut être un volet roulant, une ventilation, etc.

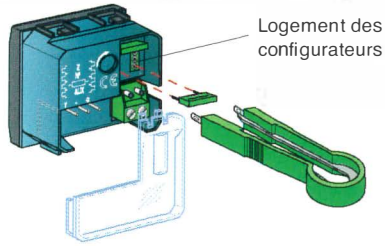
Vous pouvez ensuite configurer une fonction. S'il n'y a pas de configurateur dans les plots (M) ou un configurateur 0/1, la commande fonctionne en marche/arrêt. Il est possible de configurer jusqu'à neuf ambiances, avec neuf adresses différentes par ambiance. Si vous avez besoin d'ambiances supplémentaires, il faut créer un second circuit de BUS avec une autre alimentation, puis les interconnecter avec une interface.

Les actionneurs doivent être configurés de la même façon pour jouer leur rôle. Par exemple, la commande A1, PL1 agit sur l'actionneur configuré A1, PL1, la commande A1, PL2 sur l'actionneur configuré A1, PL2, etc. Les actionneurs disposent également d'un plot de groupes (G). Un groupe est un ensemble de dispositifs devant être commandés simultanément. Par exemple, tous les volets roulants du rez-de-chaussée appartiennent au même groupe.

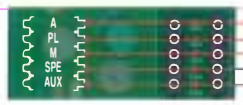
Vous pouvez installer des commandes d'ambiance. Elles permettent de commander tous les équipements d'une même ambiance. Par exemple, une commande d'ambiance configurée A (AMB) et PL (1) commandera tous les actionneurs configurés A1, dans notre cas les deux points lumineux de l'ambiance 1. Il est également possible d'agir sur les groupes. Tous les actionneurs configurés avec un même numéro de groupe seront commandés simultanément, quelle que soit leur configuration A et PL.
La figure 385 présente les différentes combinaisons commande/actionneur possibles.

Le principe de la configuration

Mise en place des configurateurs



Indication des configurateurs sur les commandes

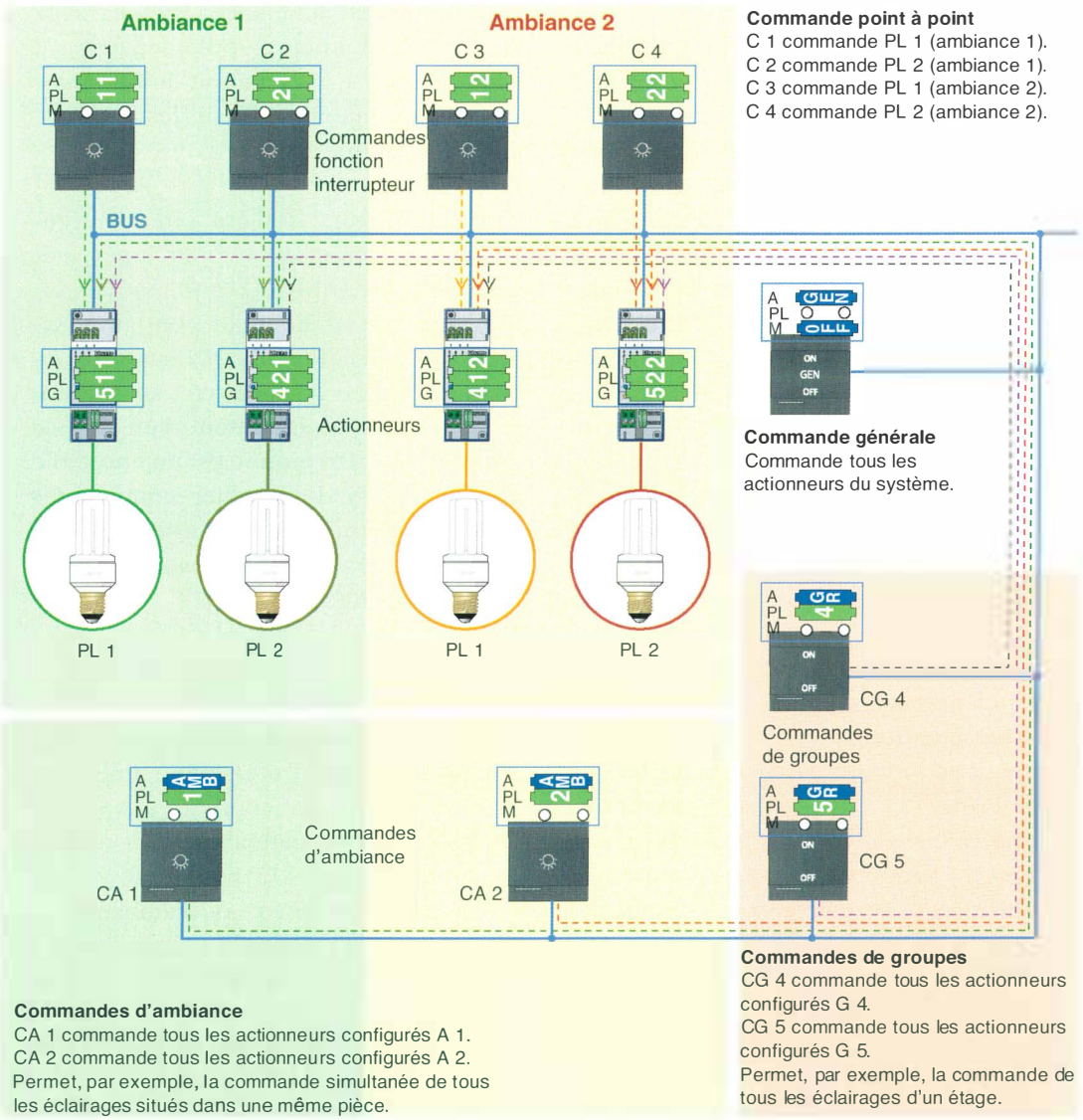


Exemples de configurateurs





Exemple de codification d'une installation d'éclairage



Commande point à point
C 1 commande PL 1 (ambiance 1).
C 2 commande PL 2 (ambiance 1).
C 3 commande PL 1 (ambiance 2).
C 4 commande PL 2 (ambiance 2).

Commande générale
Commande tous les actionneurs du système.

Commandes d'ambiance
CA 1 commande tous les actionneurs configurés A 1.
CA 2 commande tous les actionneurs configurés A 2.
Permet, par exemple, la commande simultanée de tous les éclairages situés dans une même pièce.

Commandes de groupes
CG 4 commande tous les actionneurs configurés G 4.
CG 5 commande tous les actionneurs configurés G 5.
Permet, par exemple, la commande de tous les éclairages d'un étage.

Figure 384 : Le principe de la configuration

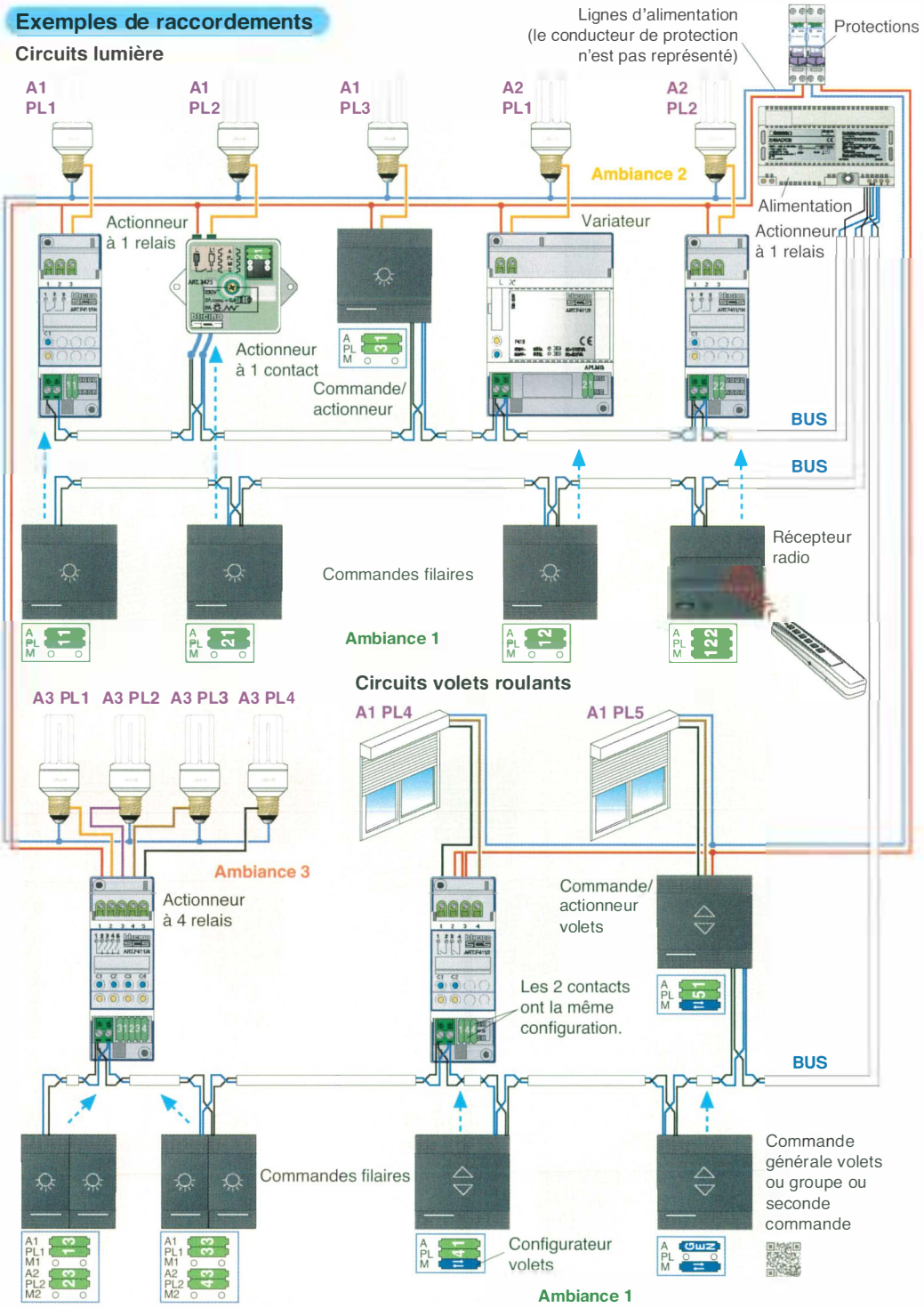


Figure 385 : Exemples de raccordements

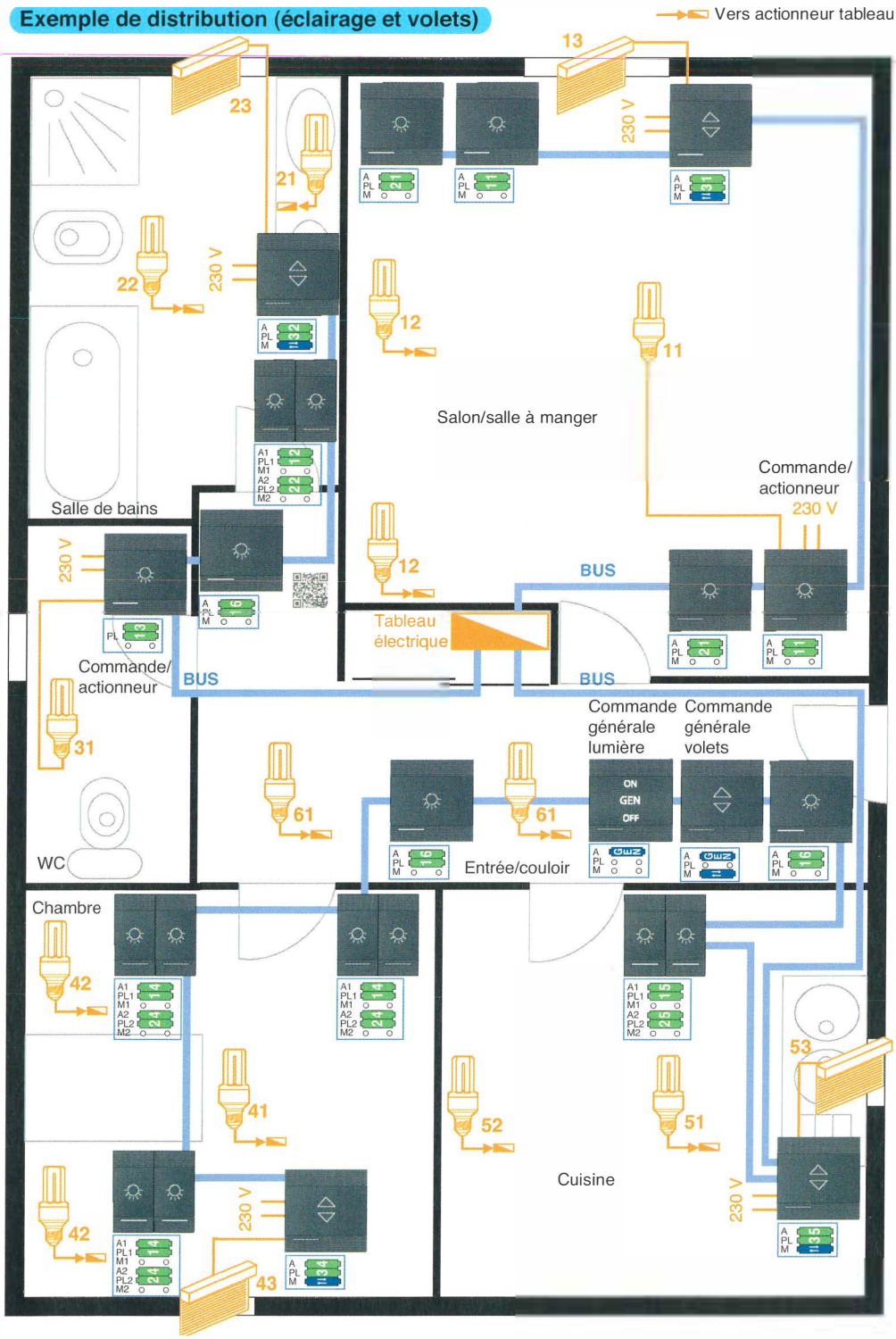


Figure 386 : Exemple de distribution

La figure 386 reprend le plan de notre maison, avec cette fois une installation domotique. On notera que le raccordement des commandes par BUS simplifie énormément l'installation, tout en multipliant les fonctionnalités possibles. Le BUS a été réparti en trois branches pour une distribution plus aisée.

L'installation du tableau de répartition

Lorsque toute l'installation est réalisée, le nombre de circuits et de points d'utilisation est connu. Il permet de déterminer le nombre de dispositifs de protection ou de commande à installer dans le tableau et de connaître la taille de celui-ci. Prévoyez une marge de 20 à 30 % pour les futures extensions. Le tableau de répartition principal doit être installé dans la GTL. Pour les logements soumis à l'accessibilité aux personnes handicapées, la hauteur des dispositifs de commande et de protection doit être située entre 0,5 et 1,80 m.

Le raccordement

C'est l'étape finale où vous allez raccorder tous les circuits distribués et repérés au tableau de répartition. La figure 387 explique par étapes la solution que nous vous proposons pour réaliser cette opération dans les meilleures conditions.
Fixez la platine du tableau de distribution au moyen de vis et de chevilles adaptées à la paroi. Passez les conducteurs entre les rails selon leur emplacement de raccordement.

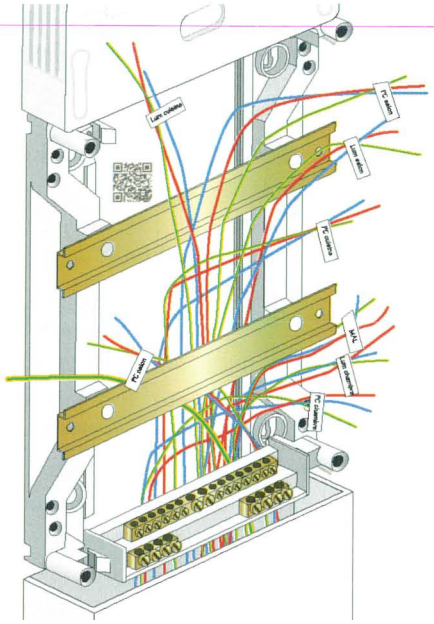
Le raccordement entre le disjoncteur de branchement et les alimentations des DDRHS 30 mA s'effectue via les borniers phase et neutre du tableau de répartition.

D'abord, raccordez tous les conducteurs de terre sur la barrette prévue à cet effet, en prenant soin de ne placer qu'un seul conducteur par alvéole de serrage. Si vous ne disposez pas d'une barrette suffisante, il est possible d'en ajouter une.
Utilisez un tournevis adapté et serrez fermement toutes les vis de connexion. Une fois tous les conducteurs raccordés, vérifiez de nouveau le serrage de toutes les vis.
Conservez vos étiquettes de repérage sur les autres conducteurs des lignes.
Placez les interrupteurs différentiels et les modules de protection sur les rails DIN.

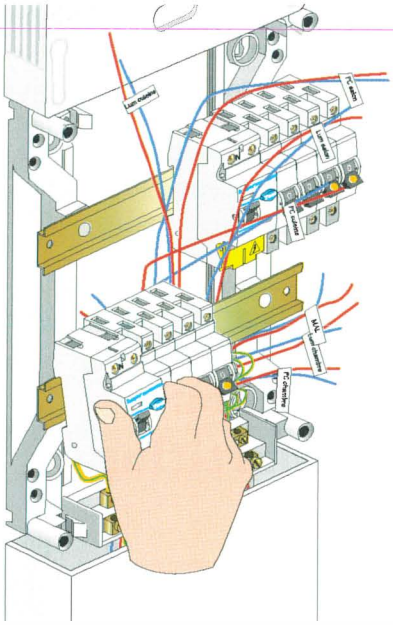
Pour l'alimentation des disjoncteurs divisionnaires, utilisez des peignes de raccordement isolés. Découpez-les à la longueur nécessaire. Vous pouvez les laisser légèrement plus longs pour de futures extensions. Dans ce cas, les connexions non utilisées doivent être isolées.
Raccordez les alimentations des interrupteurs différentiels (selon le type choisi) avec des conducteurs isolés et éventuellement des barres de raccordement verticales.
Certains appareillages sont munis de vis de connexion pour le raccordement des peignes, et de contacts automatiques pour raccorder les circuits. Il suffit de dénuder les conducteurs à la longueur préconisée par le fabricant et de les clipser sous le disjoncteur.

Toutes les connexions doivent être parfaitement serrées. Placez les autres éléments modulaires nécessaires (télérupteurs, contacteurs J/N, etc.).

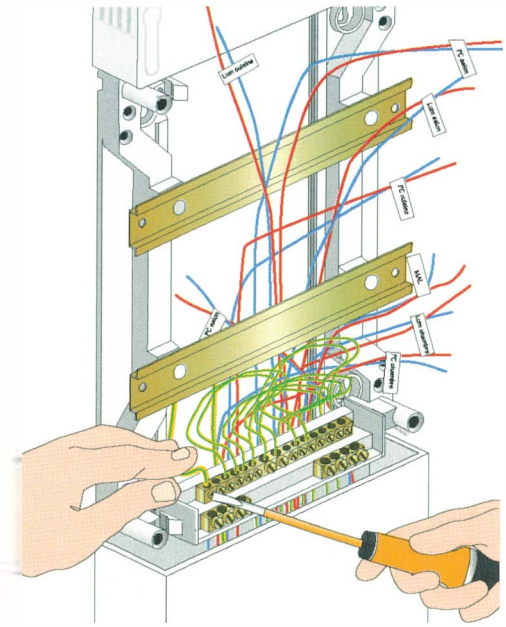
Le raccordement du tableau de répartition (1/2)



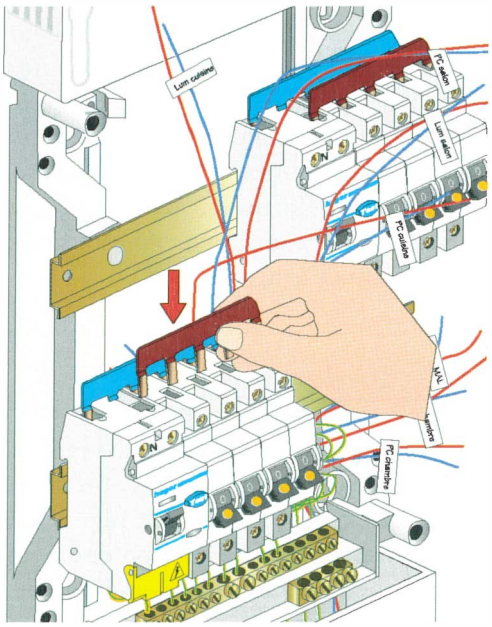
1 Passez toutes vos lignes repérées jusqu'au tableau de répartition. Laissez suffisamment de longueur pour tous les conducteurs.



3 Placez les dispositifs de protection nécessaires. Il suffit de les clipser sur les rails métalliques. Serrez les modules pour la pose des barres de pontage.



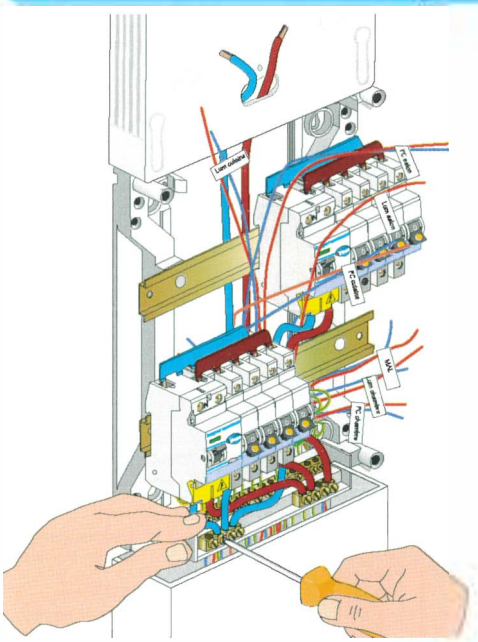
2 Raccordez l'arrivée de la prise de terre et tous les conducteurs de protection sur le bornier du tableau prévu à cet effet.



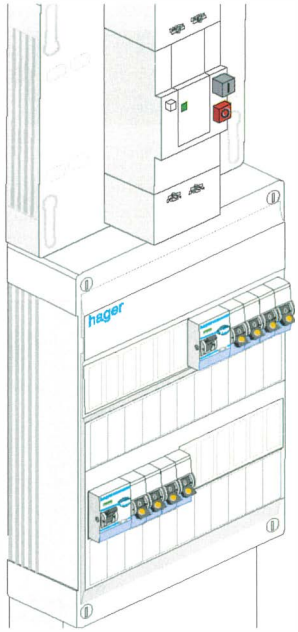
4 Placez les barres de pontage après découpe à la longueur nécessaire. Aucune partie conductrice ne doit être accessible. Serrez fermement les vis de connexion.

Figure 387 : Le raccordement du tableau de répartition (1/2)

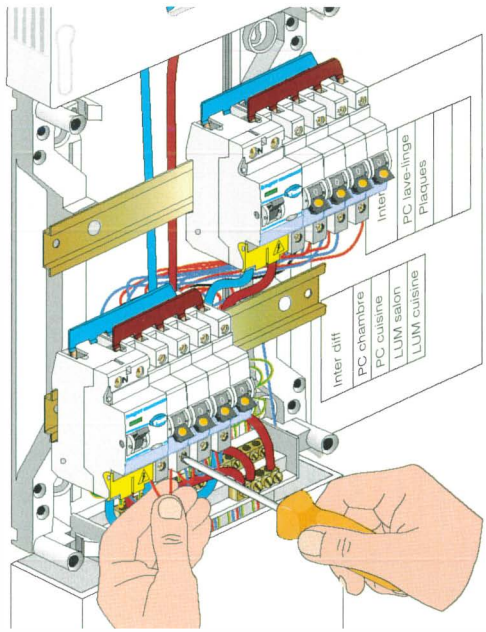
Le raccordement du tableau de répartition (2/2)



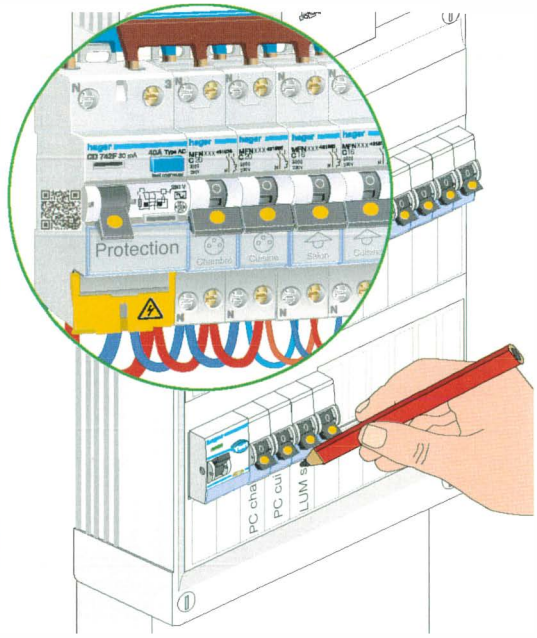
5 Raccordez deux fils d'alimentation du disjoncteur aux borniers du tableau. Alimentez ensuite les interrupteurs différentiels depuis les borniers.



7 Raccordez l'alimentation du tableau sous le disjoncteur de branchement (coupé) et procédez aux essais. Posez ensuite le capot de protection du tableau.



6 Raccordez les lignes sous les disjoncteurs divisionnaires en les repérant au fur et à mesure sur une feuille de papier, par exemple.



8 Repérez la correspondance de chaque disjoncteur divisionnaire sur le tableau et sur l'appareillage. Procédez à la mise sous tension et aux essais.

Figure 387 : Le raccordement du tableau de répartition (2/2)

Exemple de tableau de répartition

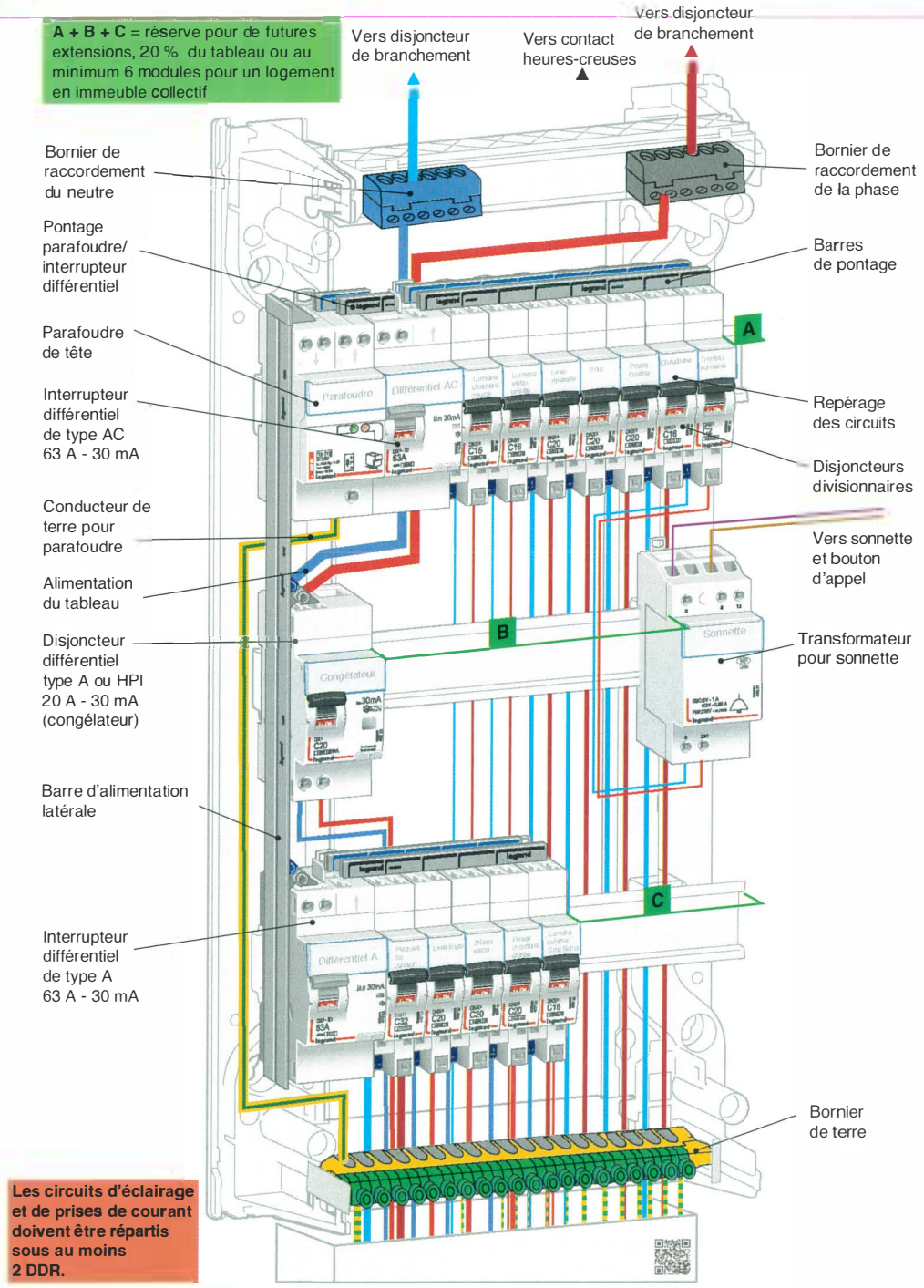


Figure 388 : Exemple de tableau de répartition

Exemple de tableau de répartition avec chauffage électrique

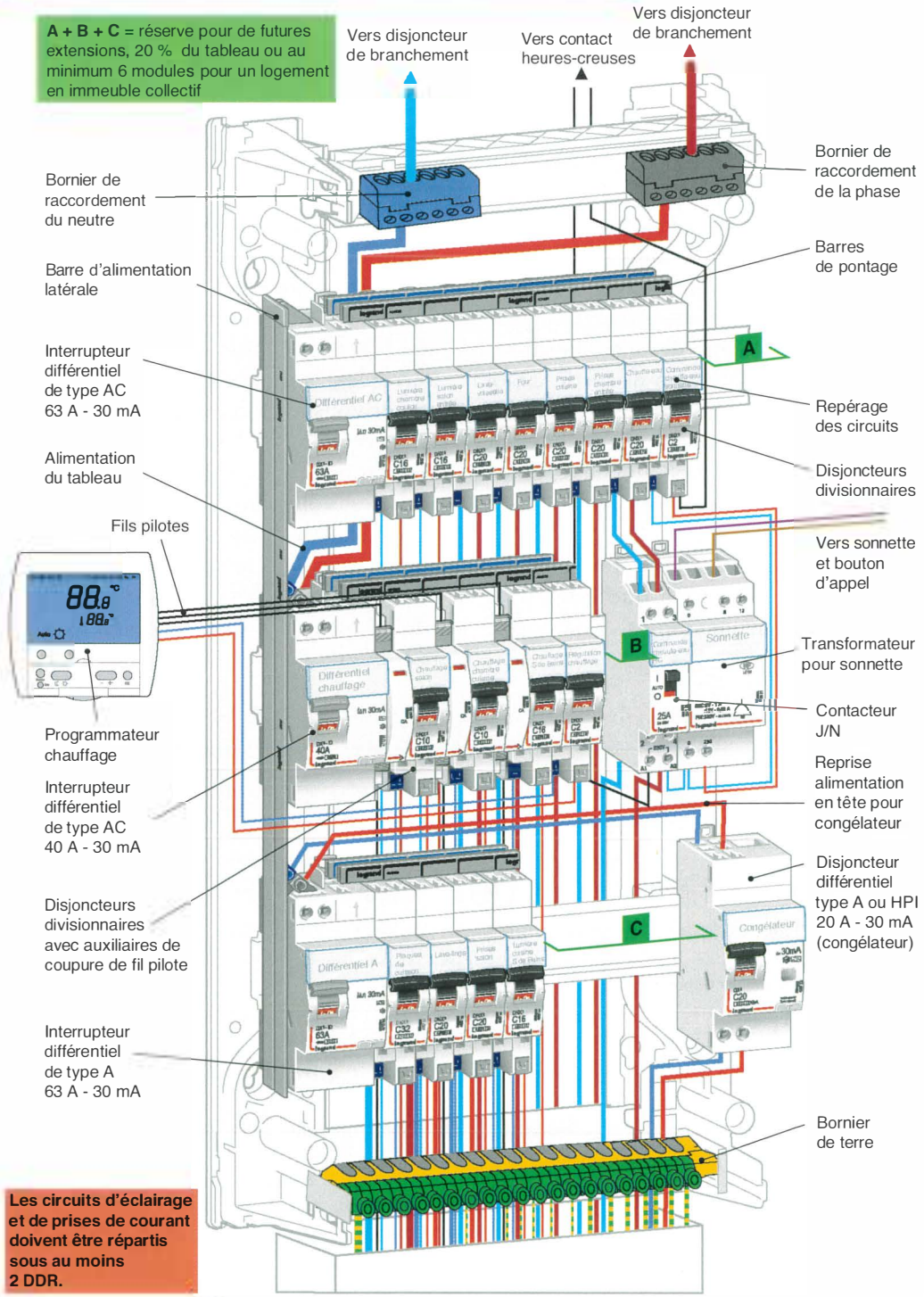


Figure 389 : Exemple de tableau de répartition avec chauffage électrique

Procédez au raccordement des circuits sous les dispositifs de protection.
Veillez à laisser des longueurs de fil suffisantes à l'intérieur du tableau au cas où vous devriez changer de place un départ de ligne.
Les raccordements se font hors tension. Le raccordement au disjoncteur général s'effectue au dernier moment. Placez le capot de protection avant la mise en service. Des caches recoupables permettent d'obturer les parties de rangées non occupées. Reportez le repérage des circuits sur les dispositifs de protection et sur le capot de tableau. Ainsi, même quand le capot est retiré, vous pouvez toujours identifier les circuits. N'oubliez pas que le repérage des circuits est obligatoire.

Les figures 388 et 389 présentent les deux exemples de réalisation que nous vous proposons, dans le respect de la norme NF C 15-100.

Il ne vous reste plus qu'à mettre l'installation sous tension et à vérifier le bon fonctionnement de tout ce que vous avez réalisé.

Si le disjoncteur se déclenche, pas de panique : coupez toutes les protections divisionnaires (fusibles ou disjoncteurs). Réenclenchez le disjoncteur de branchement. Réenclenchez les circuits un à un. Si le disjoncteur se déclenche lorsque vous remettez un circuit en route, laissez-le coupé, puis remettez tous les autres en service. Recherchez quelle erreur vous avez commise sur ce circuit.
Le raccordement d'un tableau de protection en triphasé comporte quelques différences (voir page 385). Si vous disposez d'appareils fonctionnant en triphasé, protégez-les avec des dispositifs tripolaires. Les puissances des appareils en monophasé doivent être réparties équitablement sur les trois phases. C'est

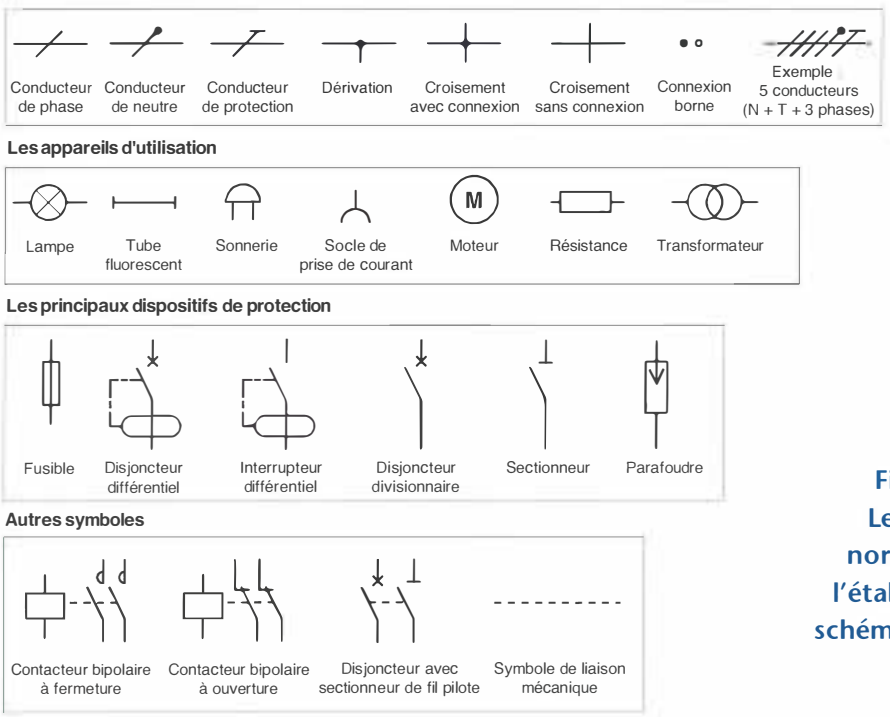


Figure 390 : Les symboles normalisés pour l'établissement du schéma d'installation

l'équilibrage des phases. S'il est mal réalisé, le disjoncteur de branchement risque de se déclencher intempestivement.

Le schéma de l'installation

La norme NF C 15-100 exige que soit réalisé par l'installateur le schéma électrique unifilaire de l'installation. Il pourra être demandé par le Consuel. Vous devez en conserver une copie. Les symboles à utiliser sont normalisés. La figure 390 répertorie les éléments les plus courants d'une installation domestique et les symboles correspondants.

Le schéma de l'installation doit obligatoirement comporter les indications suivantes :

- la nature et le type des dispositifs de protection et de commande (contacteurs, programmateurs, délesteurs ..) ;
- le courant de réglage et la sensibilité du dispositif de protection et de commande ;
- la puissance prévisionnelle ;
- la nature des canalisations pour les circuits extérieurs ;
- le nombre et la section des conducteurs ;
- les applications (éclairage, prises, points d'utilisation en attente...) ;
- le local desservi (cuisine, salon, chambre 2...).

Les figures 391 et 392 montrent des exemples de schémas électriques d'installations. Le schéma de l'installation doit être mis à jour en cas de modification ou d'extension.

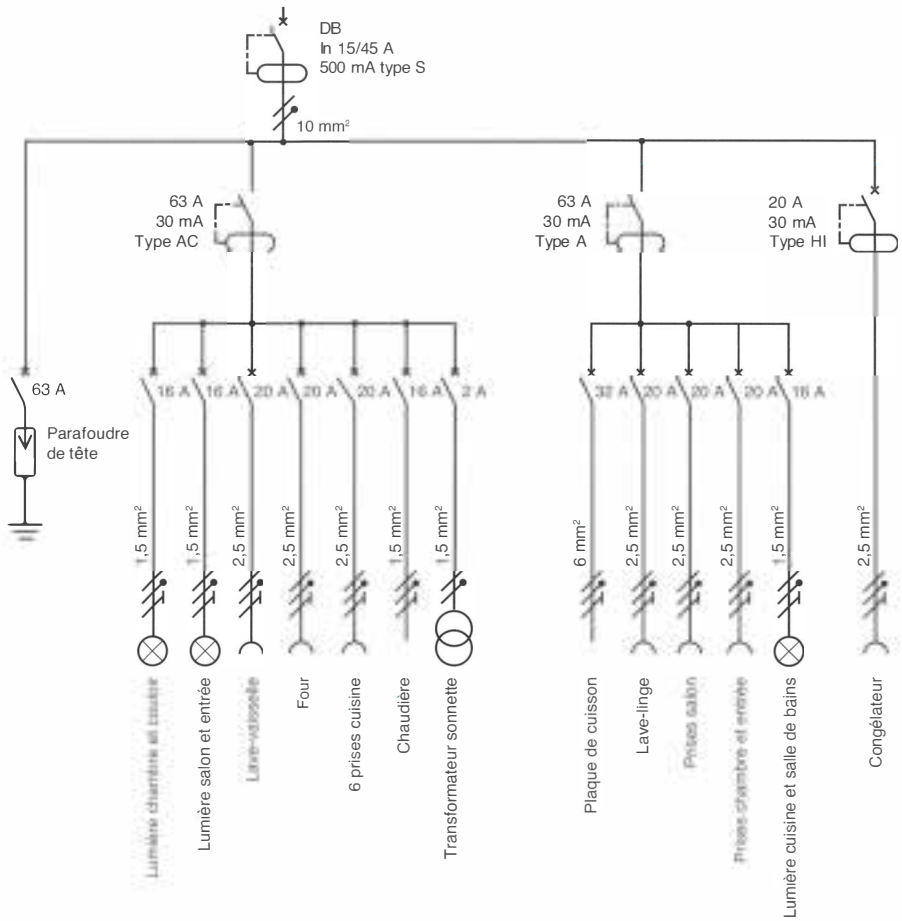


Figure 391 : Schéma d'installation sans chauffage électrique

(Correspondant à la figure 388)

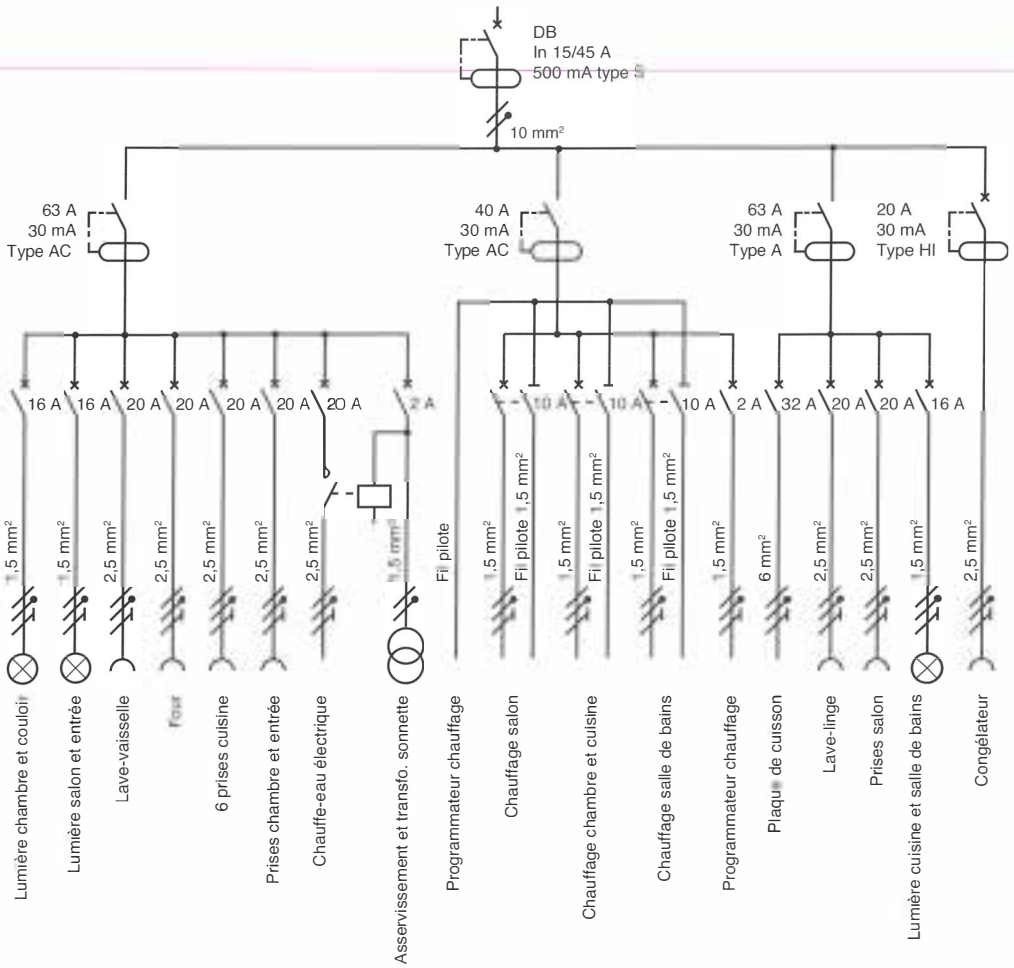


Figure 392 :
Exemple de schéma d'installation avec chauffage électrique

(Correspondant à la figure 389)

Toutes les installations neuves ou entièrement rénovées (avec demande de remise en service) nécessitent l'obtention d'un certificat de conformité du Consuel. Le schéma de l'installation fait partie des documents à présenter. Comme indiqué, l'installateur doit procéder à des vérifications de l'installation électrique. La mesure de la résistance d'isolement des circuits s'effectue entre phase et terre avec un ohmmètre à courant continu sous 500 V minimum, appareils d'utilisation débranchés, et ne doit pas être inférieure à 500 000 ohms (250 000 ohms pour les câbles chauffants noyés). La mesure de la prise de terre doit être réalisée selon les méthodes présentées précédemment (voir page 399).

La continuité des conducteurs de protection et les liaisons équipotentielles doivent être vérifiées. Enfin, vérifiez le fonctionnement des dispositifs différentiels et des dispositifs de protection.

Le remplacement d'un tableau ancien

Le remplacement d'un tableau de répartition ancien n'est pas une opération anodine. Elle nécessite d'être méthodique. Il existe de nombreux types de tableaux anciens. Nous présentons les cas les plus fréquents. Le plus simple est de remplacer un tableau déjà équipé de protections bipolaires. S'il est bien repéré, il sera aisé de retrouver et d'identifier les divers circuits. L'opération peut se compliquer avec les installations très anciennes à protection unipolaire, qui nécessitent souvent d'effectuer une recherche circuit par circuit. Si vous disposez d'un tableau principal et de tableaux divisionnaires, vous devrez remplacer chaque tableau. Vous pouvez également tout regrouper au niveau du tableau principal, mais cette solution implique de rénover une partie de la distribution des lignes.

Les protections réparties

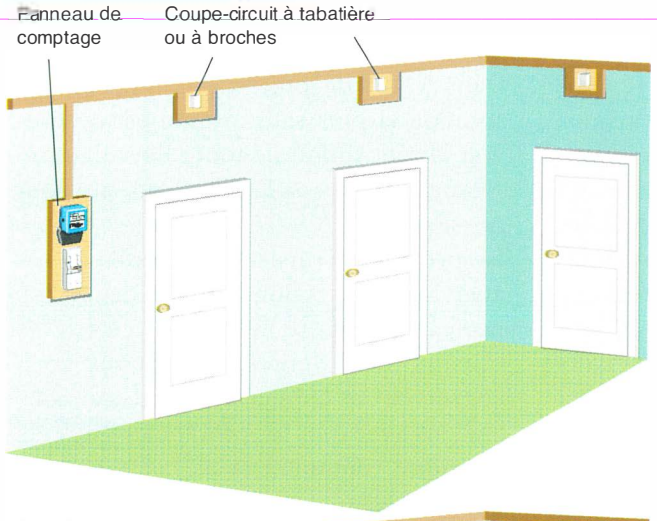
Dans les installations anciennes, vous pouvez être confronté à des dispositifs de protection répartis à divers endroits de l'habitation, avec ou sans tableau de répartition général (figure 393). On trouvait souvent ces dispositifs installés au-dessus de la porte de chaque pièce. Ils étaient alimentés par une ligne de distribution générale et protégeaient le circuit de chaque pièce. Il s'agit habituellement de modèles très anciens à tabatière ou à broches.

Certaines installations pouvaient également ne pas disposer de tableau de répartition général. Les protections étaient assurées par des fusibles intégrés dans les appareillages (prises de courant et commutateurs de commande de la lumière). Dans ce cas, la rénovation générale de l'installation est incontournable. Dans le cas de protections réparties, la solution la plus satisfaisante est de prévoir la rénovation de toute l'installation. Néanmoins, des solutions d'attente sont possibles.

La première consiste à remplacer les anciennes protections par des dispositifs normalisés (figure 394). Dans ce cas les travaux sont limités, cependant vous conservez des conducteurs et des circuits anciens avec tous les problèmes que cela implique, notamment le fait qu'ils ne sont plus adaptés aux besoins des installations actuelles. Vous devrez remanier les anciennes moulures et adapter le cas échéant la longueur des conducteurs. Des petits tableaux modulaires de quatre ou six modules permettront de masquer l'emplacement de l'ancienne protection. Le renforcement de la protection s'accompagnera de la pose en tête de l'installation d'un interrupteur différentiel haute sensibilité ≤ 30 mA.

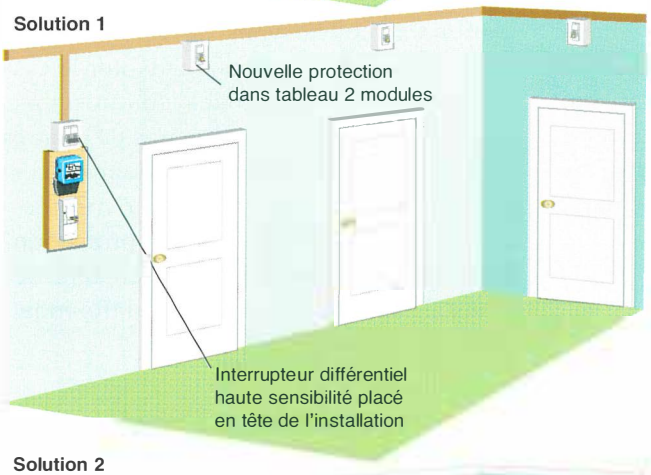
Dans le cas des protections réparties, une autre solution consiste à rénover préalablement une partie de l'installation (généralement le couloir et/ou l'entrée). Vous installerez un tableau de répartition à proximité du tableau de comptage (ou tout du moins du disjoncteur de branchement). À partir de ce tableau, vous passerez de nouveaux circuits pour alimenter les diverses pièces. Vous pouvez prévoir une ligne pour les prises de courant et une ligne pour la lumière. Dans les installations anciennes, un seul type de conducteur pouvait remplir les deux fonctions. Passez les nouvelles lignes dans des profilés en plastique (voir page 306). Utilisez une boîte de connexion pour le raccordement avec les anciennes lignes

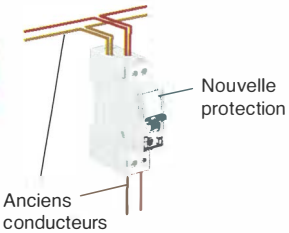
Cas des fusibles répartis



Les protections sont réparties à divers endroits de l'habitation. Il existe ou non un tableau de répartition principal.

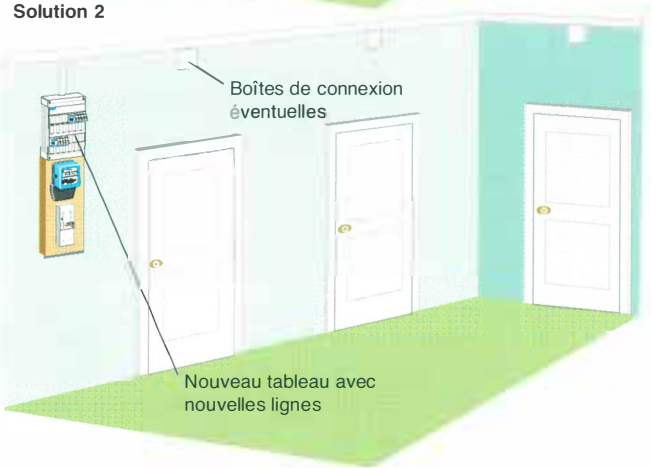
Solution 1

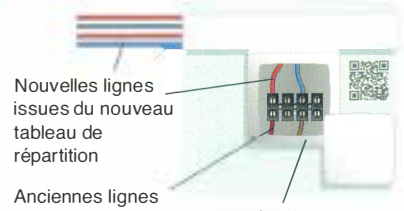




Installation d'un interrupteur différentiel haute sensibilité (≤ 30 mA) en tête de l'installation. Remplacement des anciennes protections par du matériel moderne. Préférez la solution 2.

Solution 2

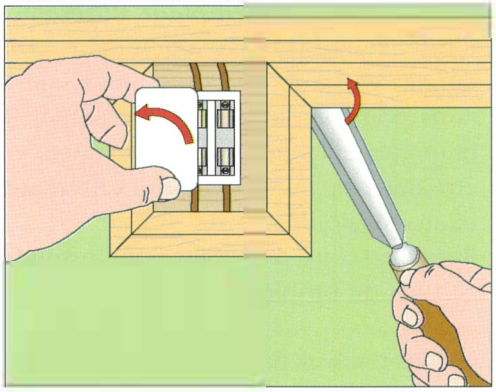




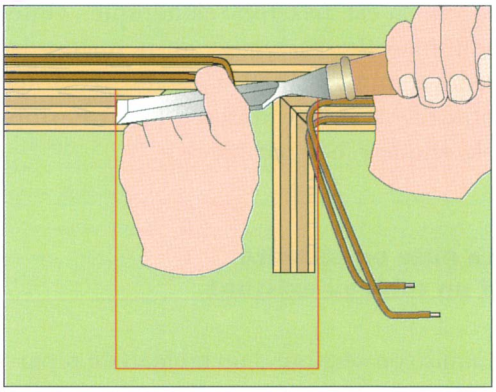
Installation d'un nouveau tableau de répartition. Remplacement des profilés et des conducteurs dans l'entrée/couloir. Raccordement des anciennes lignes dans des boîtes de connexion ou rénovation totale de la distribution.

Figure 393 : Le cas des fusibles répartis

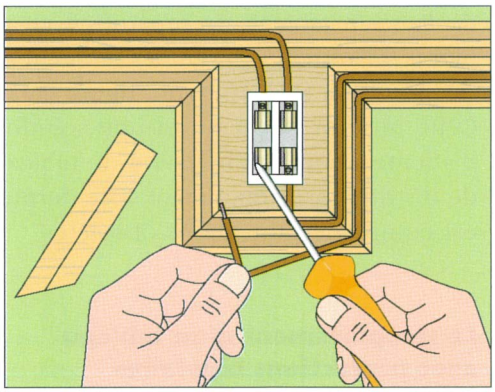
Le remplacement d'un coupe-circuit ancien



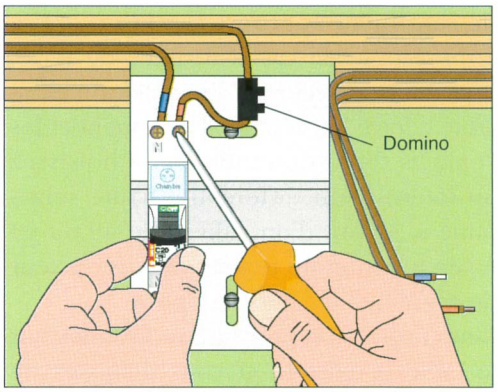
1 Coupez le courant au disjoncteur. Déposez le capot du coupe-circuit. Déposez le couvercle des baguettes électriques en entourage du coupe-circuit.



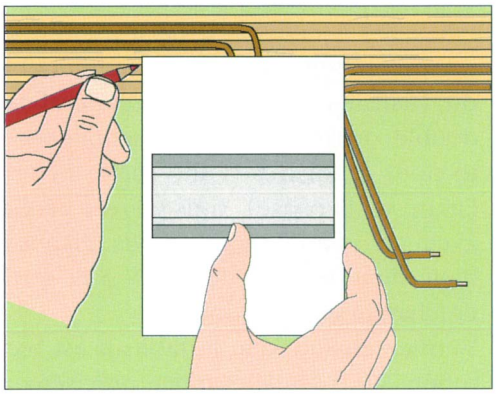
4 Avec un ciseau à bois et un marteau, découpez les socles des baguettes en bois selon le tracé. Fixez la base du tableau modulaire avec des vis et des chevilles.



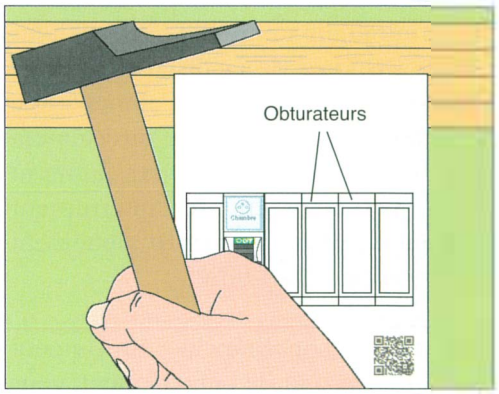
2 Déconnectez les conducteurs du coupe-circuit. Si l'isolant est en mauvais état, réparez-le avec du ruban adhésif isolant. Déposez le coupe-circuit et son support.



5 Placez le dispositif de protection (coupe-circuit ou disjoncteur), puis raccordez-le. Si un conducteur est trop court, faites un raccord avec un domino.



3 Procurez-vous un tableau modulaire de 4 ou 6 modules de façon à recouvrir totalement l'emplacement de l'ancien coupe-circuit. Tracez son emplacement.



6 Posez le capot du tableau modulaire. Placez des obturateurs pour fermer la fenêtre. Clouez les couvercles des baguettes après les avoir découpés à la bonne longueur.

Figure 394 : Le remplacement d'un coupe-circuit ancien

d'alimentation des différentes pièces. Si elle n'est pas très esthétique, cette solution offre l'avantage de permettre la rénovation partielle de l'installation. Vous pourrez ensuite rénover l'installation électrique pièce par pièce.

La mise en sécurité d'un tableau existant

La mise en sécurité d'un tableau de répartition ancien consiste, dans un premier temps, à placer à l'origine de l'installation au moins un dispositif différentiel de sensibilité appropriée à la mise à la terre. Même en cas d'absence de terre, il permet de sécuriser l'installation existante contre les défauts d'isolement et les contacts directs ou indirects. Choisissez un interrupteur différentiel haute sensibilité ≤ 30 mA d'un calibre de 40 ou 63 A (en fonction du réglage du disjoncteur de branchement) et de type A.
Cette protection pourra être installée sur le tableau existant si vous disposez de suffisamment de place, ou à côté de ce tableau. Installez-la dans un petit tableau modulaire de 2, 4 ou 6 modules (préférez au minimum un modèle à 4 modules afin de disposer de la place nécessaire pour les raccordements). L'alimentation de l'interrupteur est reprise directement sous le disjoncteur de branchement (figure 395). En sortie de l'interrupteur différentiel, phase et neutre alimentent le tableau de répartition.

Si des circuits sont branchés directement sous le disjoncteur de branchement, vous devez les connecter et les protéger à partir du tableau de répartition. Vous pouvez ajouter des protections modulaires dans le tableau de l'interrupteur différentiel afin de protéger les circuits.

Sur certaines installations anciennes, il se peut que l'interrupteur différentiel haute sensibilité se déclenche. Des défauts existants, mais pas assez importants pour déclencher le disjoncteur de branchement (moins sensible), peuvent être détectés par le dispositif différentiel haute sensibilité.
Reportez-vous page 586 pour résoudre ce type de problème.

Si vous rénovez partiellement l'installation et que vous conservez d'anciens circuits avec leurs protections, prévoyez un interrupteur différentiel spécifique en amont de l'ancien tableau de répartition et au moins un autre en amont des protections du nouveau tableau (voir figure 395). Cette mise en sécurité est une solution d'attente avant la rénovation du tableau de distribution, notamment si ce dernier est équipé de protections obsolètes.

Le remplacement d'un tableau avec protections bipolaires

En premier lieu, vérifiez que vous êtes bien en présence de protections bipolaires. Sur les tableaux très anciens avec des protections de type tabatière double ou fusibles à broches avec embase double, on trouve généralement des protections bipolaires (l'une sur le neutre, l'autre sur la phase). Vous pouvez vérifier avec un voltmètre que vous disposez bien d'une tension de 230 V à la sortie de chaque embase double.
Vérifiez ensuite que le tableau est bien repéré afin de déterminer précisément la destination de chaque circuit. Si tel n'est pas le cas, vous pouvez allumer la lumière dans toutes les pièces et brancher des lampes sur les prises de courant.

La mise en sécurité d'un tableau existant

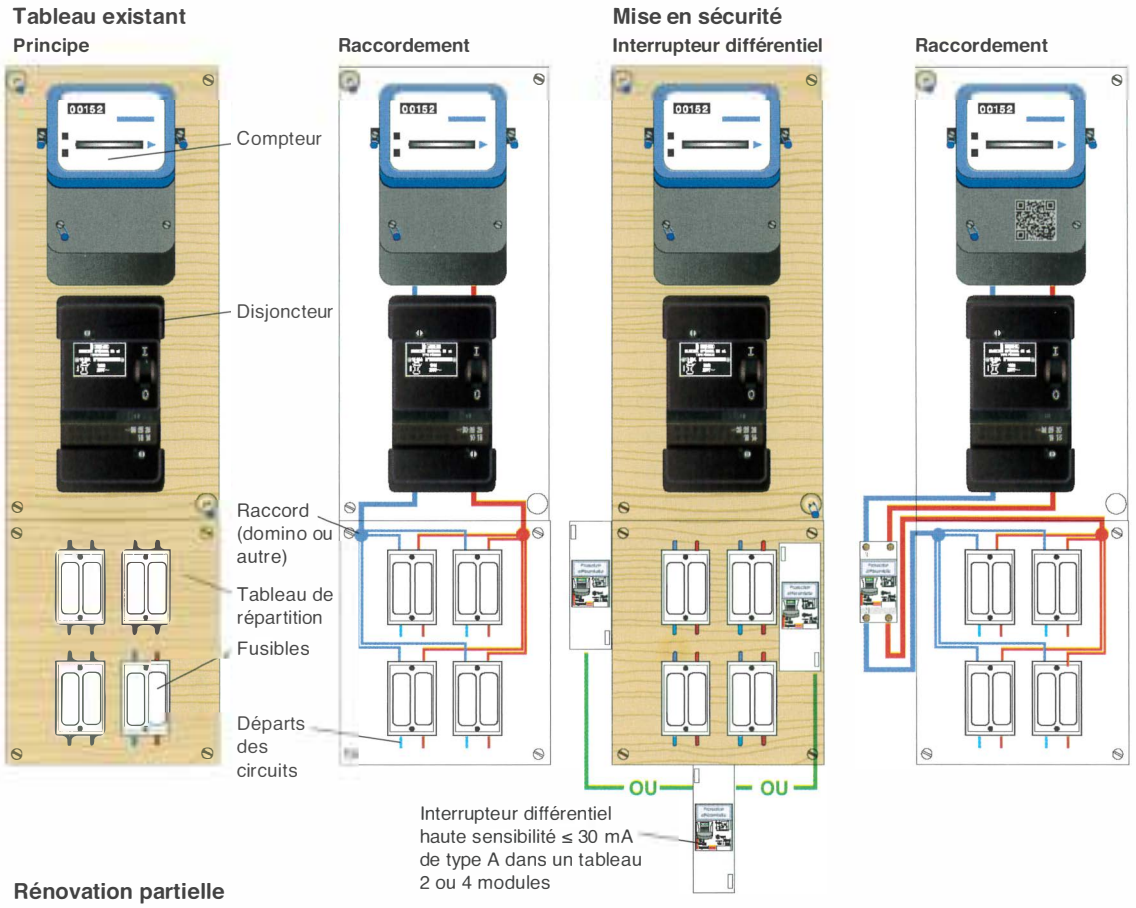


Figure 395 : La mise en sécurité d'un tableau existant

Coupez l'alimentation générale au disjoncteur de branchement, retirez l'un des porte-fusibles d'un circuit, remettez en fonction le disjoncteur, puis déterminez quel circuit n'est plus alimenté. Vous pouvez vérifier à nouveau que vous disposez bien d'une protection bipolaire en répétant l'opération et en retirant l'autre porte-fusible de la même embase double. Les mêmes circuits doivent être coupés.

Coupez le disjoncteur de branchement. Déconnectez les conducteurs (phase et neutre) alimentant le tableau sous le disjoncteur de branchement.
Démontez l'ancien tableau. Dévissez les conducteurs des fusibles, circuit par circuit, en les repérant (adhésif et marquage).

Repérez également le neutre et la phase avec des rubans adhésifs de couleur différente (bleue pour le neutre et une autre couleur, sauf vert et jaune, pour la phase). En effet, il est fréquent que diverses couleurs de fils aient été utilisées avec d'anciennes installations.

Vérifiez que des circuits ne sont pas repris directement sous le disjoncteur de branchement, comme c'est souvent le cas dans les installations anciennes où l'on a ajouté des circuits au fur et à mesure des besoins. Il est alors nécessaire de les intégrer dans le nouveau tableau de protection.
Lorsque toutes les lignes sont repérées, procédez à la pose de la platine du nouveau tableau. Vous devrez peut-être remanier les anciennes moulures afin de les adapter au tableau.

Prévoyez la taille du tableau (une, deux rangées ou plus selon le nombre de circuits à raccorder en conservant une marge de 20 % supplémentaires).
En cas de conducteurs trop courts, rallongez-les avec des dominos ou des connecteurs automatiques.
Placez la platine contre le mur, vérifiez qu'elle est parfaitement horizontale avec un niveau à bulle, puis tracez l'emplacement des fixations (figure 396).

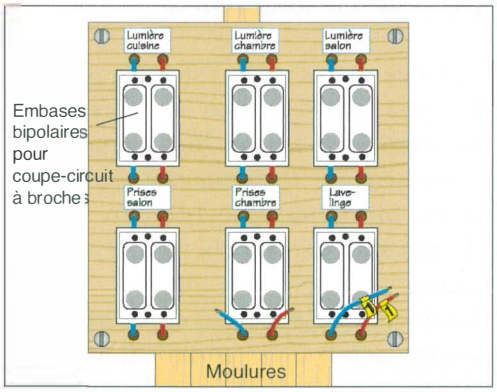
Procédez au percement des trous de fixation (diamètre 8 mm, par exemple). Si vous avez besoin de courant pour brancher une perceuse ou un perforateur, vous pouvez installer une prise de courant provisoire, reprise sous le disjoncteur de branchement avec deux conducteurs isolés. Prenez toutes les précautions nécessaires pour qu'aucune partie sous tension ne soit accessible. Coupez le disjoncteur dès que les percements sont terminés et retirez la prise provisoire.

Équipez la platine avec les protections des circuits que vous avez choisies (fusibles ou disjoncteurs divisionnaires) et avec les interrupteurs différentiels haute sensibilité. Vous devez respecter la norme NF C 15-100 en ce qui concerne le nombre d'interrupteurs différentiels à installer (voir page 381).

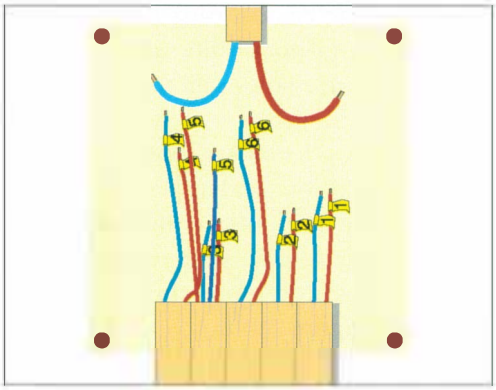
Raccordez les conducteurs en provenance du disjoncteur de branchement sur les bornes phase et neutre prévues à cet effet sur la platine du tableau. Si ces conducteurs sont anciens, n'hésitez pas à les remplacer. Dans la plupart des cas, vous pouvez utiliser des conducteurs de 10 ou 16 mm^2.

S'il existe, raccordez le conducteur principal de terre sur la barrette prévue à cet usage (couleur vert et jaune).

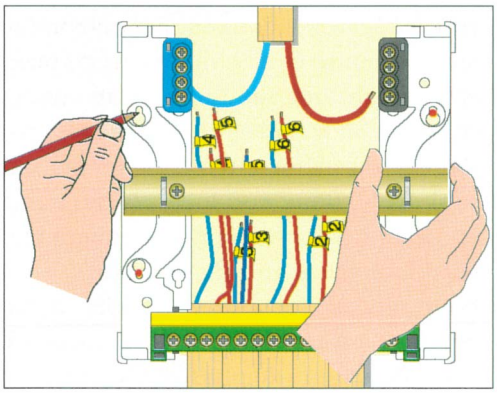
Remplacement d'un tableau de distribution bipolaire ancien



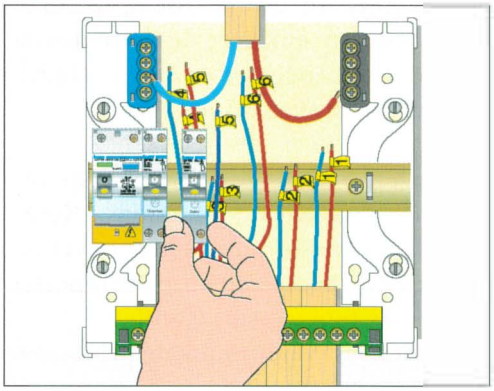
1 Coupez le courant au disjoncteur de branchement. Débranchez le neutre et la phase sous chaque fusible et repérez les conducteurs de chaque circuit.



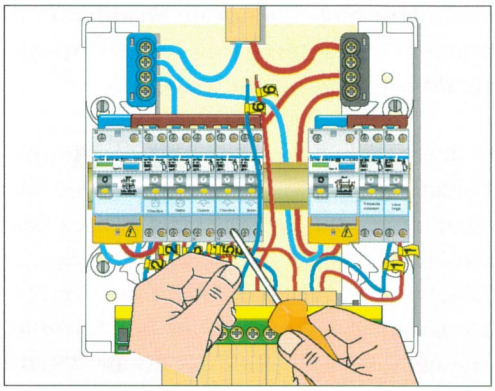
2 Déposez l'ancien tableau. Supprimez les alimentations des anciens fusibles en conservant les conducteurs d'alimentation issus du disjoncteur.



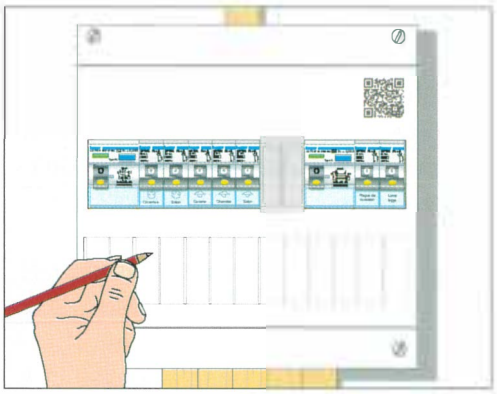
3 Présentez la platine du nouveau tableau, tracez les emplacements des fixations, puis fixez-la avec des vis et chevilles adaptées à la paroi.



4 Clipsez les nouveaux dispositifs de protection sur le rail métallique du tableau.



5 Vissez les peignes de raccordement entre modules. Raccordez les alimentations des interrupteurs différentiels, puis raccordez les départs des lignes.



6 Posez le couvercle du tableau après découpe du passage des moulures, puis repérez les circuits sur les protections et le tableau.

Figure 396 : Le remplacement d'un tableau ancien à protections bipolaires

Emboîtez les dispositifs de protection sur les rails métalliques de la platine. Reliez-les entre eux avec des barrettes de raccordement (peignes en cuivre isolés), puis serrez fermement les vis.

Raccordez ensuite les anciens circuits sous les nouvelles protections. Notez au fur et à mesure à quelle protection correspond chaque circuit pour reporter ensuite les repères sur le tableau.
Raccordez les conducteurs de protection sur la barrette de terre.

Si les conducteurs sont anciens et ne répondent plus à la norme en vigueur, il convient d'adapter le calibre des dispositifs de protection (voir page 42).

Si des conducteurs ont une enveloppe isolante fragilisée, renforcez-la avec du ruban adhésif d'électricien ou utilisez des manchons isolants thermorétractables.
Présentez le capot du tableau, puis tracez les parties à découper pour permettre le passage des moulures ou conduits. Attention, les conducteurs doivent être protégés mécaniquement jusqu'à l'intérieur du tableau. Le cas échéant, rallongez les moulures ou les goulottes.
Posez le capot du tableau. Placez des obturateurs aux endroits où il n'y a pas de protections. Repérez les circuits sur le capot du tableau et sur les modules de protection.

Coupez les interrupteurs différentiels. Raccordez l'alimentation du tableau sous le disjoncteur de branchement. Il y a un seul conducteur pour la phase et le neutre. Refermez le capot inférieur du disjoncteur, puis mettez-le en fonction.
Enclenchez les interrupteurs différentiels, puis vérifiez le bon fonctionnement de toute l'installation.

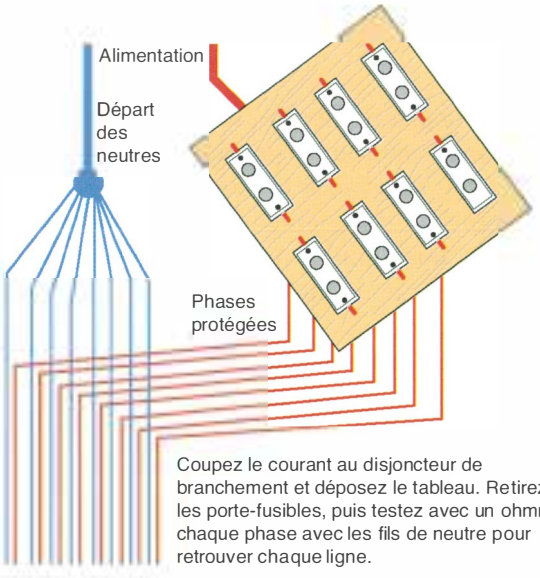
Le remplacement d'un tableau avec protections unipolaires

Dans ce cas, la tâche est plus complexe. Coupez l'alimentation de l'installation électrique au niveau du disjoncteur de branchement. Déconnectez les conducteurs alimentant le tableau sous le disjoncteur de branchement et dans le tableau. Démontez le tableau.
Trois cas de figure peuvent se présenter. Le premier, le plus simple, est une configuration dans laquelle vous trouverez tous les conducteurs de neutre reliés ensemble derrière le tableau.
Le deuxième cas est plus complexe, car il s'agit de la possibilité qu'un conducteur de neutre soit commun à plusieurs circuits.
Enfin, le cas le plus problématique est une installation réalisée avec un seul conducteur de neutre commun de forte section, sur lequel sont repris tous les neutres des différents circuits de l'installation (figure 397).

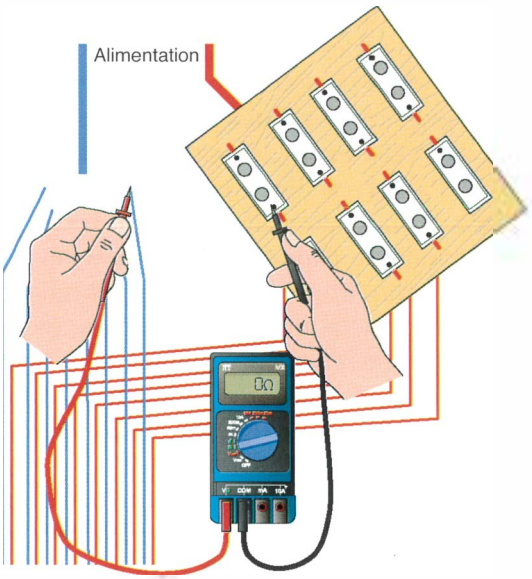
Dans tous les cas, il est indispensable de repérer les circuits. Cette opération peut se faire visuellement pour certains. Si vous observez, par exemple, un conducteur de neutre et un conducteur de phase empruntant une moulure ou un conduit commun, il y a de fortes chances qu'il s'agisse du même circuit. De même, s'ils sont seuls, deux conducteurs de grande section (4 ou 6 mm^2) appartiennent vraisemblablement au même circuit.
Pour repérer les autres circuits, il faut déconnecter les conducteurs de neutre et les conducteurs de phase en les repérant avec des morceaux de ruban adhésif de couleurs différentes pour bien les identifier (bleu pour les neutres, autre couleur pour la phase sauf bleu et vert/jaune).
Il est ensuite nécessaire de retrouver

Remplacement d'un tableau de répartition avec protections unipolaires

Tableau unipolaire avec lignes indépendantes

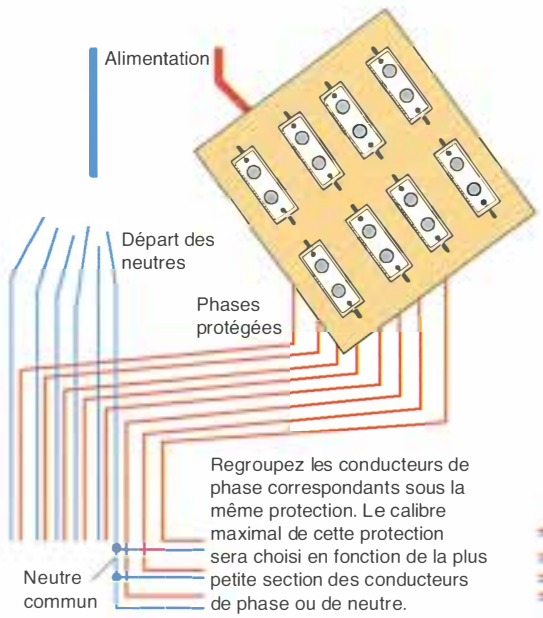


Coupez le courant au disjoncteur de branchement et déposez le tableau. Retirez les porte-fusibles, puis testez avec un ohmmètre chaque phase avec les fils de neutre pour retrouver chaque ligne.



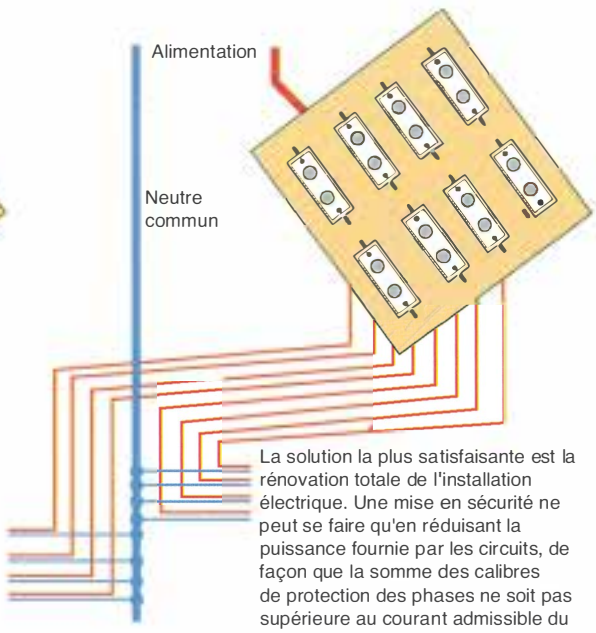
Autres cas

Neutre commun à plusieurs circuits



Regroupez les conducteurs de phase correspondants sous la même protection. Le calibre maximal de cette protection sera choisi en fonction de la plus petite section des conducteurs de phase ou de neutre.

Neutre commun à toute l'installation



La solution la plus satisfaisante est la rénovation totale de l'installation électrique. Une mise en sécurité ne peut se faire qu'en réduisant la puissance fournie par les circuits, de façon que la somme des calibres de protection des phases ne soit pas supérieure au courant admissible du conducteur de neutre (fusible 20 A, par exemple, pour du 4 mm²).

Figure 397 : Le remplacement d'un tableau avec protections unipolaires

les circuits au moyen d'un ohmmètre. Toujours disjoncteur coupé, manœuvrez tous les interrupteurs du logement de façon qu'ils soient en position allumée. Raccordez des lampes de chevet sur des prises (une dans chaque pièce au moins), toujours en position allumée.
Prenez chaque fil de phase et, au moyen de l'appareil de mesure, testez les conducteurs de neutre un à un. Lorsque l'aiguille de l'appareil de mesure dévie, cela indique qu'il existe une résistance entre les deux fils (les lampes que vous avez placées, ou un appareil qui y est raccordé, comme un chauffe-eau, un convecteur...). Vous avez donc trouvé une ligne.
Réunissez ces deux conducteurs avec un morceau de ruban adhésif d'électricien pour signaler qu'il s'agit d'un circuit.

Prenez un autre conducteur de phase, procédez de la même façon, et ainsi de suite, jusqu'à ce que vous retrouviez tous les circuits. Une fois les circuits retrouvés, procédez à la pose et au raccordement du nouveau tableau (figure 398).

Dans le second cas de figure, un conducteur de neutre peut correspondre à plusieurs conducteurs de phase. Vous devez alors regrouper ces circuits sous une seule protection dont le calibre sera choisi en fonction de la plus petite section des conducteurs présents du circuit (voir fiche de contrôle 4).

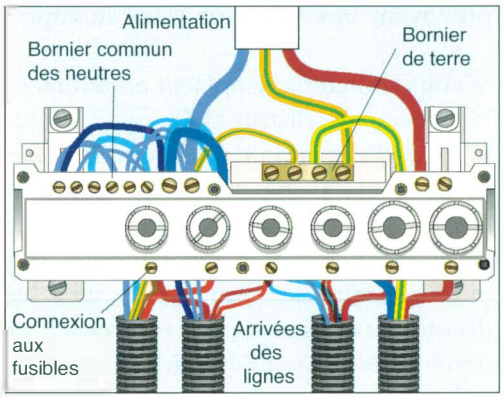
Enfin, dans le dernier cas, si un seul conducteur de neutre alimente toute l'installation, le remplacement du tableau seul est par conséquent compromis : il est nécessaire de rénover au minimum l'installation électrique du tableau jusqu'à l'alimentation des différentes pièces de l'habitation. Par exemple la distribution dans le couloir, afin de retrouver les alimentations (phase et neutre) de chaque pièce et de les raccorder sous les protections « unipolaire + neutre » du nouveau tableau.

Pour remplacer un tableau ancien, coupez le courant au disjoncteur de branchement. Déposez le tableau ou le capot du tableau. Déconnectez les conducteurs d'alimentation du tableau sous le disjoncteur et au niveau du tableau de répartition.
Déconnectez les conducteurs de neutre de leur plot ou de leur barrette commune. Déconnectez les conducteurs de phase au niveau des protections. Si le tableau est correctement repéré, identifiez chaque fil de phase avec un morceau de ruban adhésif d'électricien sur lequel vous marquerez la destination du circuit. Procédez à l'identification de chaque circuit comme nous l'avons indiqué dans les paragraphes précédents.

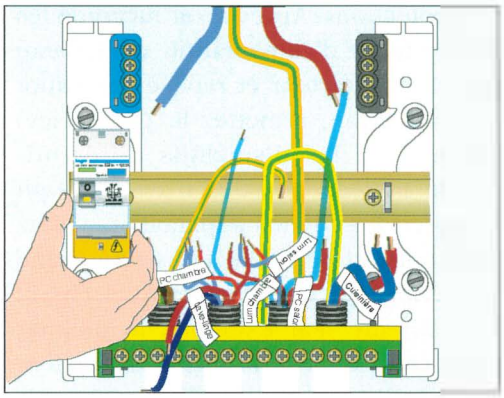
Déposez l'ancien tableau. Posez la platine du nouveau tableau (voir figure 396). Placez-le de façon à ce que la plupart des conducteurs soient assez longs pour être raccordés. Raccordez les conducteurs d'alimentation sur les barrettes prévues à cet effet, puis l'alimentation des dispositifs différentiels haute sensibilité à partir de ces mêmes barrettes. Placez les nouveaux dispositifs de protection sur le rail métallique. Vissez les peignes d'alimentation.
Raccordez les anciens circuits sous les dispositifs de protection. Notez au fur et à mesure la correspondance entre chaque protection et le circuit alimenté (si vous avez pu les identifier précisément).

Vérifiez tous les serrages. Reposez le capot après découpes éventuelles.

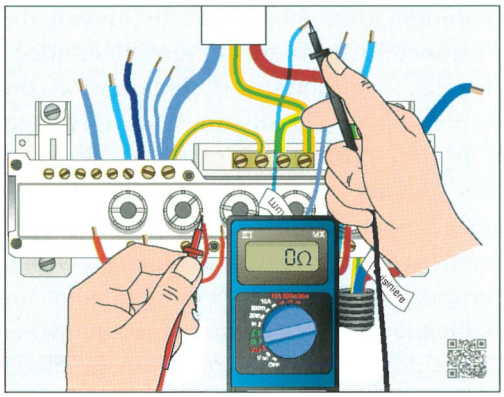
Remplacement d'un tableau ancien de distribution unipolaire



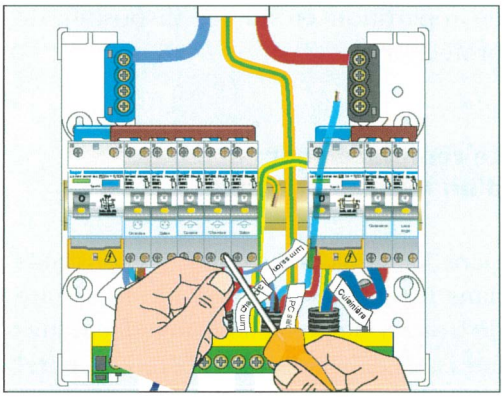
1 Exemple d'ancien tableau unipolaire avec fusibles à puits. Coupez le courant au disjoncteur général, puis déposez le capot de protection.



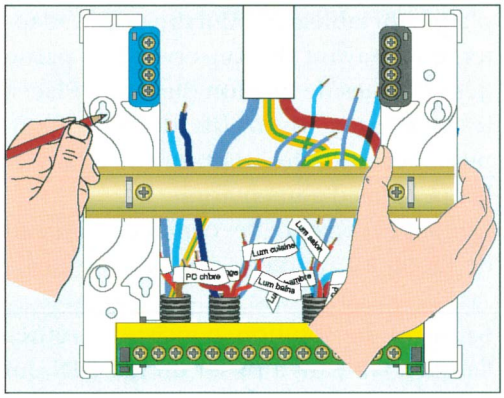
4 Clipsez les nouveaux dispositifs de protection sur le rail métallique du tableau.



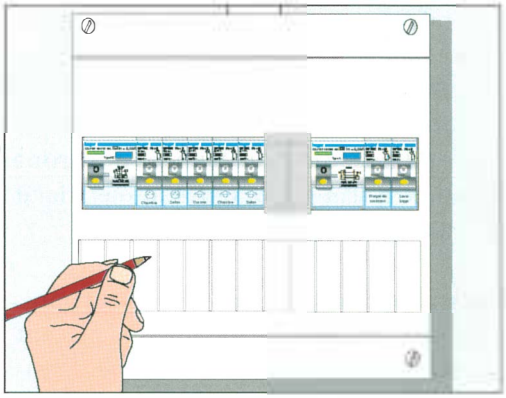
2 Testez avec un ohmmètre chaque phase avec les conducteurs de neutre (de même section) pour retrouver chaque ligne. Ensuite, déposez le tableau.



5 Vissez les peignes de raccordement entre modules. Raccordez les alimentations des interrupteurs différentiels, puis raccordez les départs des lignes.



3 Présentez l'embase du nouveau tableau, tracez les emplacements des fixations, puis fixez-la avec des vis et chevilles adaptées à la paroi.



6 Posez le couvercle du tableau après découpe du passage de la moulure, puis repérez les circuits sur les protections et le tableau.

Figure 398 : Le remplacement d'un tableau de distribution avec protections unipolaires

Coupez les interrupteurs différentiels et les protections. Après avoir raccordé les conducteurs d'alimentation du tableau sous le disjoncteur et reposé son capot de protection, remettez-le en service. Enclenchez les dispositifs différentiels du tableau. Si vous n'avez pas pu identifier les circuits auparavant, mettez sous tension les protections une à une en vérifiant à chaque fois quel circuit est alimenté. Par exemple, le premier disjoncteur remet en fonction la lumière de la cuisine et du couloir.

Repérez les circuits au niveau du tableau de répartition et sur les dispositifs de protection.

Le remplacement d'un tableau encastré

Dans les immeubles collectifs construits dans les années 70/80, il n'est pas rare de trouver de petits tableaux électriques encastrés dans un mur en béton, comprenant une platine avec le disjoncteur de branchement et un tableau de répartition avec fusibles (figure 399).
Ces tableaux peuvent être conservés en l'état même s'ils ne sont plus adaptés aux installations récentes, tant que l'on ne rénove pas entièrement l'installation. Cependant, des anomalies pourront apparaître dans le diagnostic électricité en cas de revente.

Il est donc conseillé de procéder au minimum à une mise en sécurité en plaçant un interrupteur différentiel haute sensibilité de type A en tête de l'installation. La difficulté dans ce cas sera de trouver une solution de fixation dans le tableau, par exemple en utilisant un petit morceau de rail métallique DIN pour fixer le module sur la platine du tableau, et en prévoyant une découpe dans le capot.

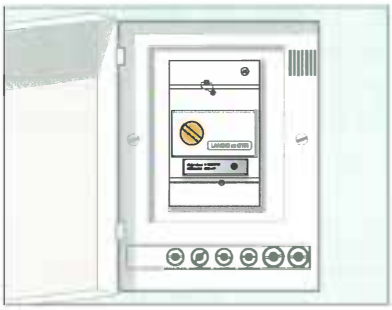
Si vous souhaitez remplacer entièrement le tableau de distribution, pour l'équiper de disjoncteurs divisionnaires par exemple, la tâche est plus complexe. Seules deux solutions sont possibles : soit vous adaptez un tableau dans l'espace restreint existant avec toutes les découpes nécessaires, soit vous posez un nouveau tableau à l'extérieur du coffret encastré.

Pour la première solution, coupez l'alimentation électrique au niveau du disjoncteur de branchement, déconnectez les conducteurs d'alimentation du tableau sous le disjoncteur. Déposez l'ancien tableau électrique. Repérez les circuits : il s'agit généralement de protections unipolaires (voir le remplacement d'un tableau avec protections unipolaires). Utilisez éventuellement un tableau modulaire à une rangée que vous allez adapter en fonction de la place disponible.
Fixez le rail DIN sur la platine de l'ancien tableau. Vous pouvez aussi découper la platine du tableau modulaire pour l'adapter, en essayant de conserver une partie des systèmes de fixation du capot. Placez les nouveaux dispositifs de protection, puis raccordez les circuits en départ et les peignes d'alimentation.
Découpez ensuite le capot du tableau de façon à l'adapter à l'espace restant.

La seconde solution consiste à retirer l'ancien tableau, à poser un rail DIN qui sera équipé de connecteurs clipsables afin d'y raccorder les circuits de l'installation.
De ces borniers, vous repartirez avec de nouveaux conducteurs jusqu'au nouveau

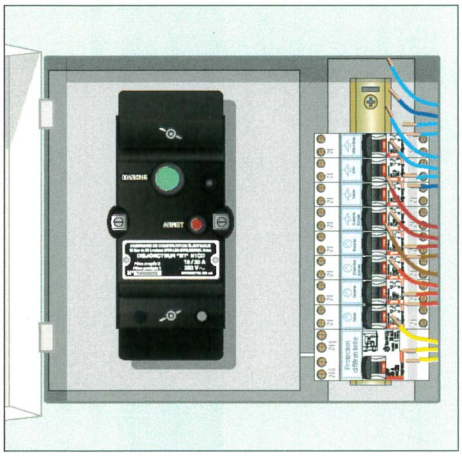
Rénover un tableau de répartition encastré

Exemples de tableaux encastrés (mur béton)

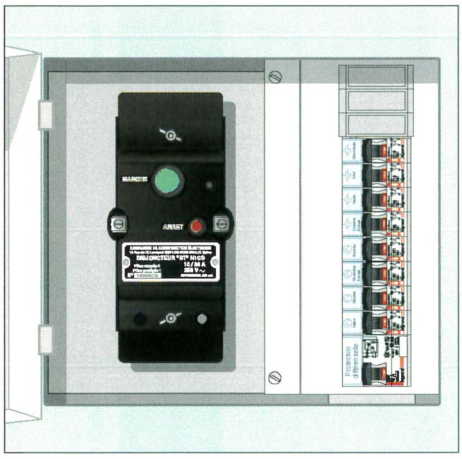




Solution 1

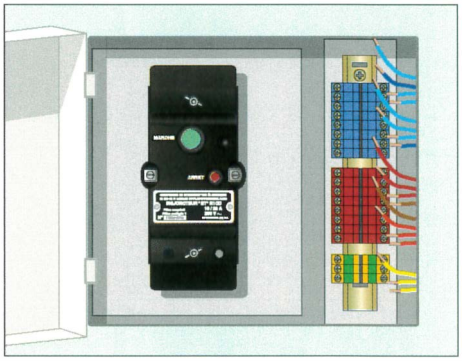


1 Déconnectez, puis déposez l'ancien tableau. Fixez un rail DIN et placez les nouveaux dispositifs de protection.

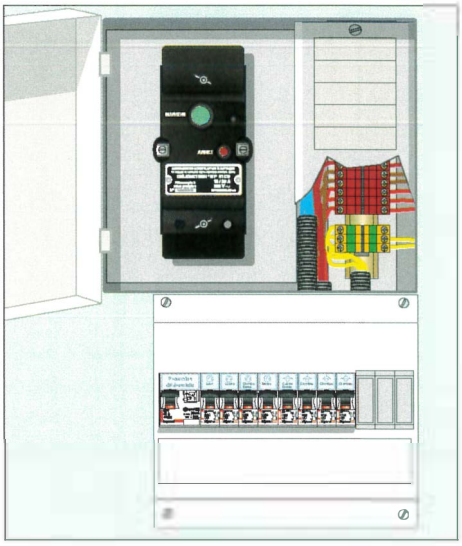


2 Effectuez les raccordements des différents circuits, puis adaptez le capot d'un tableau modulaire à l'espace existant.

Solution 2



1 Déconnectez, puis déposez l'ancien tableau. Fixez un rail DIN et placez des borniers de connexion. Raccordez les anciens conducteurs d'un côté.



2 Raccordez des conducteurs neufs en sortie des borniers, puis acheminez-les au nouveau tableau en saillie situé à l'extérieur du coffret existant.

Figure 399 : Rénover un tableau de répartition encastré

tableau de répartition qui peut être posé au-dessus ou en dessous du tableau encastré, mais en saillie. Les conducteurs doivent être protégés sous des conduits ou des profilés en plastique. De même, il faudra passer de nouveaux conducteurs d'alimentation entre le disjoncteur et le nouveau tableau, les anciens étant trop courts. Le nouveau tableau est raccordé (voir remplacement d'un tableau à protections bipolaires). Le bornier sera protégé par le capot de l'ancien tableau.

Dépannages d'une installation existante

Dans cette partie, nous présentons les différentes pannes que vous pouvez rencontrer sur une installation électrique et sur certains appareils, ainsi que les solutions pour les résoudre. Selon l'importance de ces pannes et l'état de l'installation électrique (que vous avez pu déterminer grâce aux points de vérification du diagnostic de la deuxième partie), nous présentons les solutions de rénovation partielle ou totale, dans le respect des normes actuelles, qu'il s'agisse du tableau de répartition ou des circuits à rénover. Le matériel, les techniques, les schémas sont proposés pour chaque type de circuit de l'installation.
Vous pouvez également passer directement de la section des fiches du diagnostic aux techniques de rénovation que nous proposons.

Dans plusieurs schémas explicatifs de dépannages, vous trouverez un triangle d'avertissement (triangle jaune avec un éclair électrique). Il indique que l'intervention est dangereuse et que vous pouvez être en présence d'éléments sous tension, avec un risque d'électrocution.

Le triangle jaune avec éclair indique que vous devez impérativement prendre toutes les précautions pour éviter un risque d'électrisation voire d'électrocution, et ne toucher aucune partie conductrice susceptible d'être sous tension.

Pour les mesures, prenez soin de bien garder les mains sur les parties isolantes des pointes de touche, ne vous laissez pas distraire, n'intervenez pas avec des outils non isolés. Portez éventuellement des gants isolants et des lunettes de protection. Remettez en place les capots de protection dès que vous avez terminé vos mesures.

Les pannes d'alimentation générale

Dans cette section, nous n'aborderons pas les pannes qui sont du ressort du distributeur, et pour lesquelles vous ne pouvez pas intervenir, même si vous en êtes à l'origine. Pour résoudre ce type de panne, vous devez faire appel au service de dépannage du distributeur.

Les pannes d'alimentation générale peuvent être collectives ou individuelles. Il est très facile de diagnostiquer ce genre de problème, car vous constaterez l'absence d'électricité sur toute l'installation, bien que le disjoncteur d'abonné soit en position marche ou 1.

Les pannes collectives sont généralement du fait du distributeur. Elles peuvent concerner une rue, un quartier, voire davantage. Après avoir constaté que le disjoncteur est en position marche, allez vérifier que vos voisins ne sont pas non plus alimentés en électricité.

Si tel est le cas, vous êtes effectivement confronté à une panne collective. Vous pouvez téléphoner au distributeur pour connaître la nature et la durée de l'interruption. Malgré la gêne causée, sachez qu'il fait son possible pour réparer dans les meilleurs délais. Plus rarement, ce type de panne peut se produire au niveau d'un seul immeuble d'habitation collectif (problème sur la colonne montante, au niveau du raccordement au réseau, par exemple).

La panne individuelle présente exactement les mêmes symptômes que la panne collective, excepté le fait que vous êtes le seul à manquer d'électricité. Vérifiez que vos voisins n'ont pas de problème. Vérifiez l'absence de tension à la sortie du disjoncteur, puis appelez le service de dépannage du distributeur. La panne peut être due à la destruction des fusibles au niveau du coupe-circuit de branchement, suite à un court-circuit par exemple, ou à une défaillance d'une autre nature au niveau de la dérivation qui vous relie au réseau.

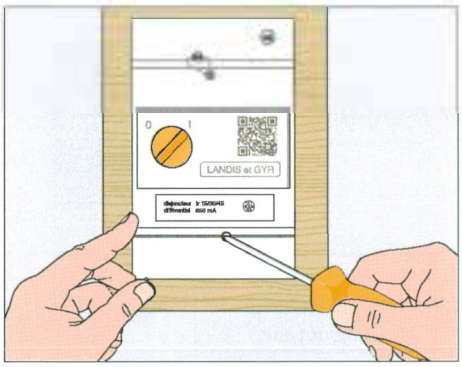
Le coffret du coupe-circuit de branchement étant plombé, seul le distributeur est autorisé à intervenir sur cette partie du raccordement.

Pour être sûr qu'il s'agit d'une panne d'alimentation générale (individuelle ou collective), vous pouvez vérifier l'absence de tension en sortie du disjoncteur de branchement (figure 400). Pour la vérification :

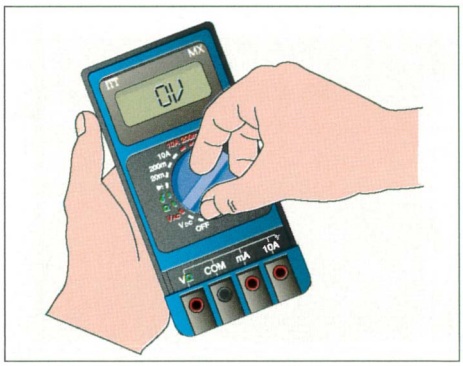
- démontez le capot inférieur du disjoncteur de branchement ;
- vérifiez qu'il est en position marche (manette de commande sur 1) ;
- testez la tension à la sortie du disjoncteur avec un appareil de mesure (voltmètre) qui doit indiquer : 0 V.

Si la tension est de 230 V, en monophasé, il s'agit d'un autre type de panne.

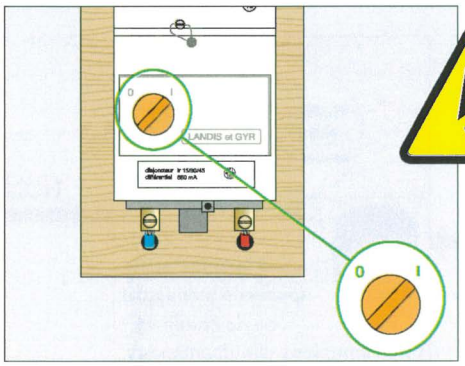
Dans le cas d'un branchement long, avec un disjoncteur de branchement installé dans le coffret en limite de propriété, et un dispositif de coupure et de sectionnement général dans l'habitation (qui peut être également un disjoncteur), vérifiez



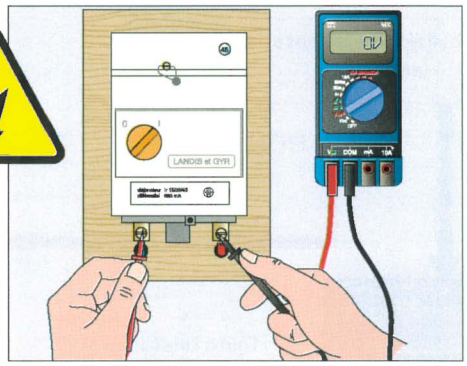
1 Dévissez le capot inférieur du disjoncteur. Faites attention de ne pas toucher les parties sous tension à main nue.



3 Réglez votre multimètre sur la fonction voltmètre (calibre minimal de 300 V en monophasé et 400 ou 500 V en triphasé).



2 Vérifiez que le disjoncteur est en service (manette de commande sur 1 ou ON).



4 Mesurez la valeur de la tension en sortie du disjoncteur. Ne touchez à main nue aucune partie métallique pouvant être sous tension.

Figure 400 : Le test de tension au niveau du disjoncteur

préalablement que le disjoncteur de branchement extérieur est bien en fonction. Testez ensuite la tension sous le dispositif de coupure situé dans l'habitation, en vérifiant qu'il est bien en fonction.

Le disjoncteur de branchement

Cette section présente les solutions pour identifier rapidement les dysfonctionnements au niveau du disjoncteur de branchement, les analyser et y remédier. Dans la majorité des cas, le disjoncteur se déclenche et coupe l'intégralité de l'installation. Si vous ne parvenez pas à résoudre la panne, nous vous indiquerons des solutions pour remettre en service une partie de l'installation en attendant l'intervention d'un dépanneur électricien. Pour une analyse rapide, consultez l'organigramme de la figure 401. Les causes de déclenchement du disjoncteur de branchement peuvent avoir plusieurs origines : surcharge, court-circuit ou défaut d'isolement.

Les surcharges

La surcharge se manifeste par le déclenchement du disjoncteur de branchement. L'appareil détecte que la consommation d'électricité a dépassé le seuil de réglage.

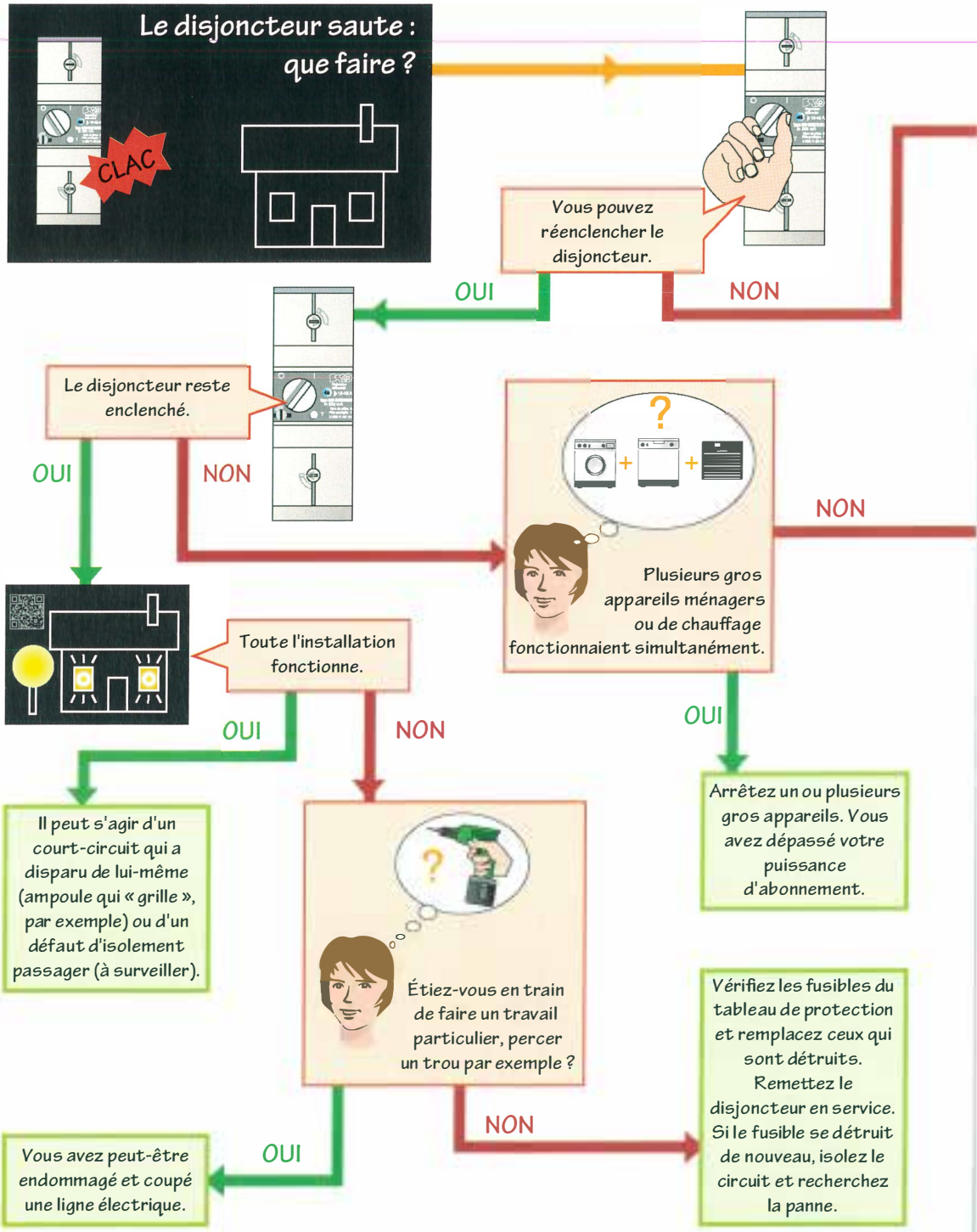


Figure 401 : L'organigramme de recherche d'une panne de disjoncteur

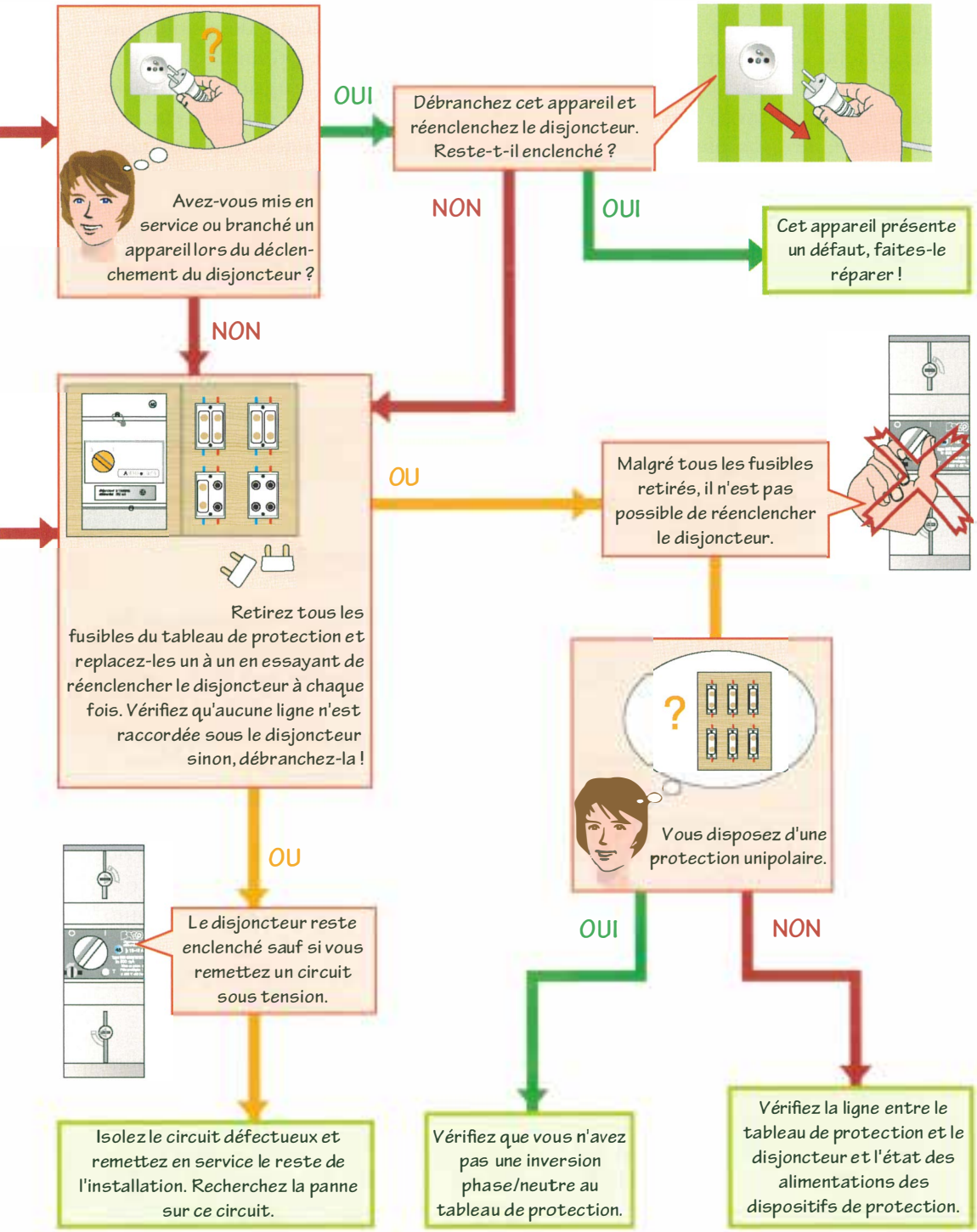


Figure 401 : L'organigramme de recherche d'une panne de disjoncteur (suite)

Cet incident se produit essentiellement lorsque trop d'appareils fonctionnent simultanément. Les appareils considérés sont, par nature, des appareils gourmands en énergie, à savoir : les appareils de chauffage, le gros électroménager (lave-linge, lave-vaisselle, four, plaques électriques) ou le chauffe-eau électrique.

Pour être certain que vous êtes confronté à un problème de surcharge, vérifiez que le déclenchement du disjoncteur coïncide avec l'utilisation d'un appareil supplémentaire, et cela après quelques secondes ou minutes d'utilisation. Si vous remettez en service le disjoncteur sans rien changer, il doit rester en fonction quelques secondes, puis se déclencher à nouveau. La détection s'effectue dans la partie thermique du disjoncteur : au déclenchement, le système de bilame refroidit.
Quand vous remettez en service le disjoncteur, le bilame se déforme à nouveau et déclenche le disjoncteur.

Pour résoudre ce problème, il suffit le plus souvent de mettre hors service ou de débrancher un ou plusieurs appareils gros consommateurs d'énergie et de réenclencher le disjoncteur, afin de pouvoir utiliser l'appareil désiré.
Exemple : le chauffage électrique et le lave-linge fonctionnent. Vous décidez d'utiliser les plaques de cuisson électriques. Après quelques instants, le disjoncteur se déclenche. Arrêtez le lave-linge (ou quelques appareils de chauffage), réenclenchez le disjoncteur, puis reprenez l'utilisation de la plaque de cuisson. Vous remettrez en service les autres appareils ultérieurement.

Si le disjoncteur ne se réenclenche pas, vous êtes confronté à un autre type de panne, que nous traiterons ci-après. Pour éviter ce problème, deux solutions sont possibles. La première consiste à demander une augmentation de puissance auprès du distributeur. En revanche, cela entraînera une augmentation de l'abonnement.

La seconde solution consiste à installer ou faire installer un délesteur ou un gestionnaire d'énergie. Ces appareils mesurent en continu la consommation de l'installation, et évitent le déclenchement du disjoncteur de branchement en coupant des circuits non prioritaires en cas de forte demande (par exemple les circuits de chauffage).

Les courts-circuits

Le court-circuit se traduit également par le déclenchement du disjoncteur. Il est rare qu'il ne coïncide pas avec un fait précis :
- raccordement d'un appareil défectueux sur une prise de courant ;
- action sur un interrupteur pour mettre en service un luminaire ;
- aspersion d'eau sur un mécanisme ou un appareil électrique (casserole qui déborde sur une plaque électrique, par exemple) ;
- percement d'un trou dans un mur (dans une gaine électrique).

En cas de court-circuit, le déclenchement du disjoncteur est souvent accompagné d'un bruit retentissant, ressemblant à une détonation. Généralement, le court-circuit provoque simultanément la destruction du fusible de protection de la ligne sur laquelle il s'est produit.
Il faut toujours éliminer la cause du court-circuit avant de remettre la ligne

sous tension. Puis, vous devrez remplacer le fusible et réenclencher le disjoncteur. Si vous n'avez pas éliminé la cause du court-circuit, quand vous remettrez le disjoncteur en service le fusible se détruira instantanément.

Si la protection des circuits est assurée par des disjoncteurs divisionnaires, vous devez également éliminer la cause du court-circuit avant de réenclencher le disjoncteur d'abonné. Sinon, chaque fois que vous tenterez de le réenclencher, vous provoquerez le déclenchement du disjoncteur divisionnaire.

Dans certains cas, la puissance du court-circuit va jusqu'à détruire les fusibles du coupe-circuit général en tête d'installation. Lorsque vous réenclenchez le disjoncteur, rien ne se produit, vous n'avez plus d'électricité nulle part. Reportez-vous à la page 582 pour une panne d'alimentation générale.

Certains courts-circuits peuvent aussi se résoudre d'eux-mêmes. On peut observer ce phénomène lorsqu'une ampoule à incandescence ou halogène grille. Il arrive qu'en se détruisant le filament provoque un court-circuit. Cependant, la force du court-circuit est telle qu'elle détruit le filament et élimine le défaut. Dans ce cas, après le remplacement du fusible, s'il est détruit, on pourra réenclencher le disjoncteur et constater simplement qu'une ampoule est hors service.

Toutefois, il arrive que les courts-circuits ne coïncident pas avec un événement déterminé. Ils peuvent se produire sur un appareil fixe, par exemple un chauffe-eau, ou sur un circuit, suite à un dégât des eaux.

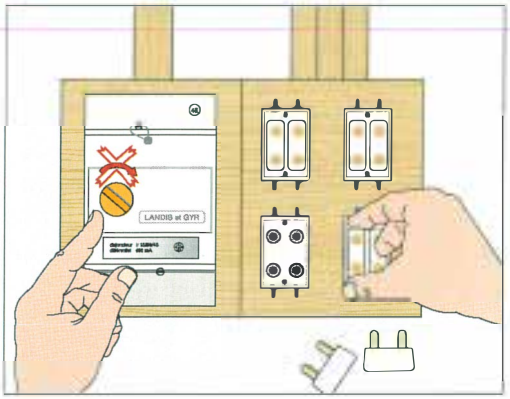
Il se peut également qu'aucun fusible ne soit détruit. Cette situation peut avoir plusieurs causes :

- le fusible n'a pas eu le temps de se détruire ; quand vous réenclencherez le disjoncteur, il se détruira et vous pourrez identifier la ligne qui présente un défaut ;
- le fusible est mal calibré ou, pire, il a été remplacé par un morceau de conducteur de cuivre : cette pratique est à proscrire absolument, car elle vous expose à un risque d'incendie ! Dans ce cas, vérifiez tous les coupe-circuits et rechargez-les avec des cartouches ou des recharges calibrées. Les coupe-circuits rechargeables (à tabatière, à broches, à bascule) étant désormais interdits, prévoyez le remplacement du tableau de répartition pour plus de sécurité (voir page 563) ; réenclenchez le disjoncteur : le fusible doit alors se détruire ;
- le court-circuit est provoqué par une ligne reprise directement sous le disjoncteur et qui ne passe pas par le tableau de fusibles ; dans ce cas, déconnectez la ligne en question, puis essayez de réenclencher le disjoncteur ; attention ! ne déconnectez pas les conducteurs d'alimentation du tableau de protection.

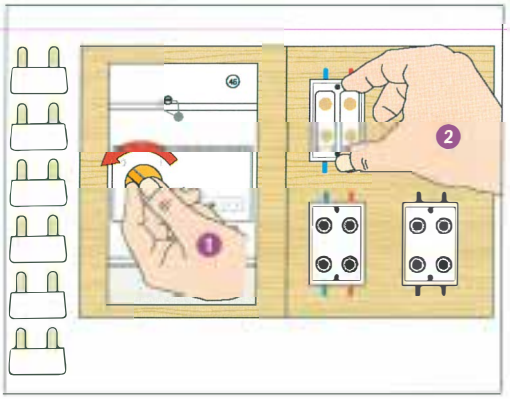
Lorsque la ligne en défaut est identifiée, recherchez la cause de la panne. Si vous trouvez la tâche trop ardue, laissez le circuit en défaut hors tension et remettez en service le disjoncteur. Cela vous permettra d'attendre l'intervention du dépanneur sans être totalement privé d'électricité.

L'organigramme de la figure 401 vous permet d'effectuer la recherche rapide d'une panne au niveau du disjoncteur.

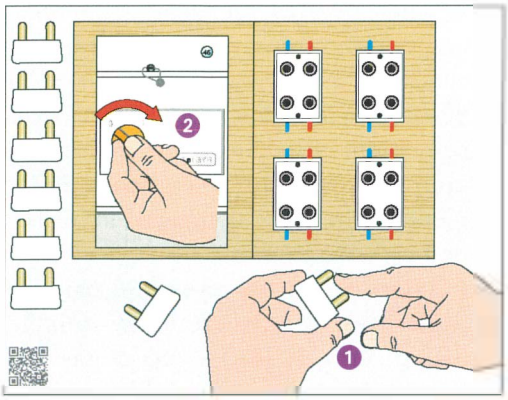
Recherche d'une ligne en défaut avec fusibles anciens



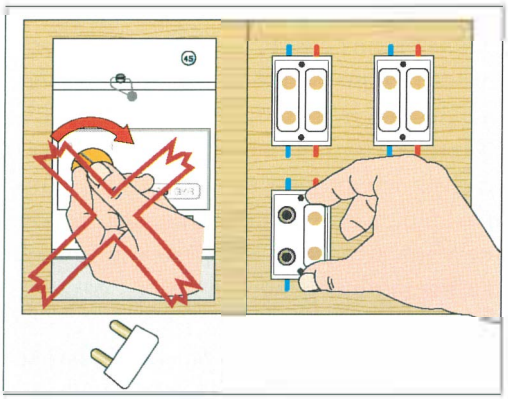
1 Le disjoncteur ne se réenclenche pas. Déposez tous les fusibles et vérifiez qu'une ligne n'est pas reprise sous le disjoncteur (si oui, débranchez-la également).



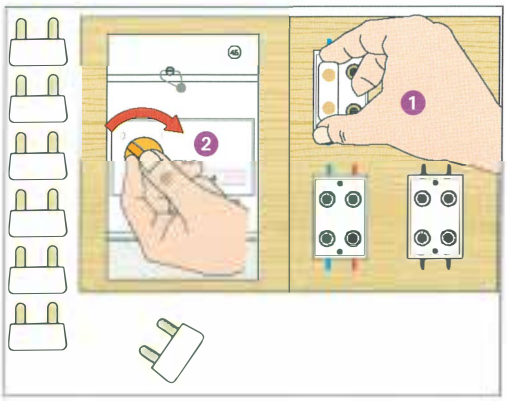
4 Coupez de nouveau le disjoncteur 1, placez un deuxième fusible 2. Renouvelez les étapes 3 et 4 avec tous les fusibles.



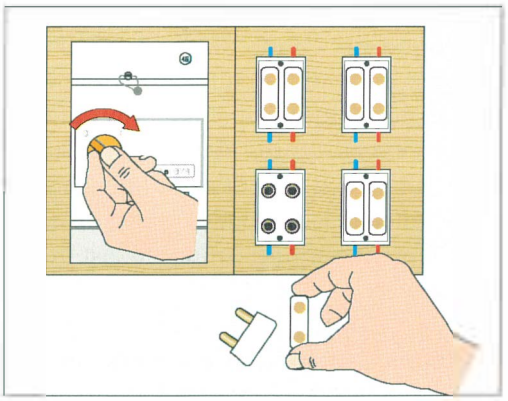
2 Vérifiez que les fusibles ne sont pas détériorés, sinon réparez-les 1. Vérifiez que le disjoncteur se réenclenche puis, recoupez-le 2.



5 Lorsque vous serez en présence du circuit en défaut, vous ne pourrez pas réenclencher le disjoncteur.



3 Replacez un fusible 1 puis, vérifiez que le disjoncteur se réenclenche 2.



6 Ne replacez pas les fusibles de ce circuit. Réenclenchez le disjoncteur pour profiter du reste de l'installation.

Figure 402 : La recherche d'un circuit en défaut avec des protections anciennes

Le défaut d'isolement

Le défaut d'isolement est détecté par le disjoncteur de branchement si ce défaut atteint au moins la valeur de 500 mA (650 mA pour les appareils plus anciens). Si vous êtes équipé de dispositifs différentiels haute sensibilité, ceux-ci se déclencheront dès que le défaut dépassera la valeur de 30 mA. Ce type de dysfonctionnement est souvent très difficile à détecter. Il peut provoquer le déclenchement du disjoncteur de manière tout à fait aléatoire. Vous ne pourrez donc pas vous référer à un fait précis comme pour les deux défauts précédents.
Sur les installations domestiques, le défaut d'isolement est fréquemment lié à la présence d'humidité, qui peut provenir :

- d'un dégât des eaux sur des lignes électriques ;
- de l'humidité naturelle d'un mur sur lequel sont placés des éléments électriques ;
- d'eau qui entre en contact avec des connexions électriques (récipient qui déborde sur une plaque de cuisson électrique, fuite dans un appareil de lavage, etc.) ;
- d'un contact direct avec un élément sous tension ;
- de la mise en service d'un appareil défectueux.

Ce ne sont là que des exemples permettant de comprendre ce qui peut provoquer un défaut d'isolement. Si vous constatez ce type de problème, il suffit généralement de sécher l'appareil ou les circuits électriques concernés pour résoudre la panne. Dans le cas d'une installation ancienne sous moulures en bois, il sera peut-être nécessaire de déposer le couvercle de la moulure afin de sortir les conducteurs des rainures et de les laisser sécher. Il sera judicieux d'en profiter pour procéder à une rénovation de ces circuits.

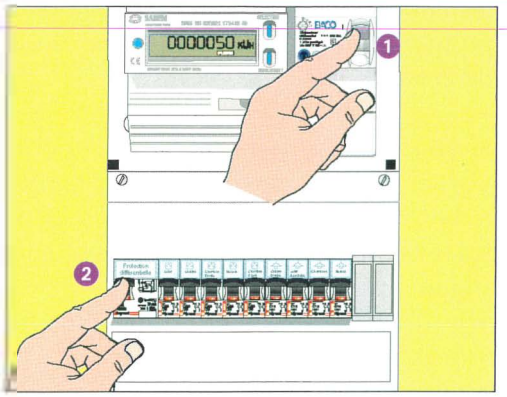
Si vous n'avez pas détecté de fait particulier, il faut, dans un premier temps, tenter de retirer tous les fusibles et de les remettre un à un, de la façon suivante (figure 402) :

- le disjoncteur coupé, retirez tous les fusibles ;
- remettez en place un fusible, essayez de réenclencher le disjoncteur. S'il demeure enclenché, coupez-le de nouveau, puis installez un autre fusible ;
- essayez de nouveau d'enclencher le disjoncteur et ainsi de suite avec tous les fusibles.

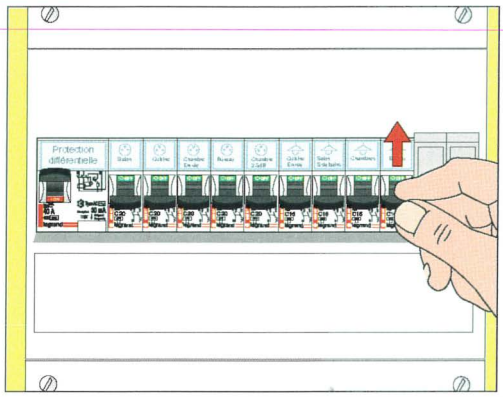
À un certain moment, lorsque vous aurez remis en place un fusible, vous ne pourrez pas réenclencher le disjoncteur. Vous aurez détecté le circuit en défaut. Remettez tous les fusibles sauf celui du circuit en défaut, puis recherchez la panne sur la ligne en question.
Cette technique présente l'avantage de laisser disponible le reste de l'installation, en attendant le dépannage du circuit défectueux.
Si vous ne disposez pas de coupe-circuits mais de disjoncteurs divisionnaires, la technique est la même : il suffit de couper tous les disjoncteurs divisionnaires et de les réenclencher un à un (figure 403).

Pour affiner la recherche, déconnectez tous les appareils raccordés sur le circuit concerné. Essayez de remettre les fusibles et de réenclencher le disjoncteur. S'il reste en fonction, le défaut provient d'un appareil. Rebranchez-les un à un pour définir lequel est défectueux. Si le

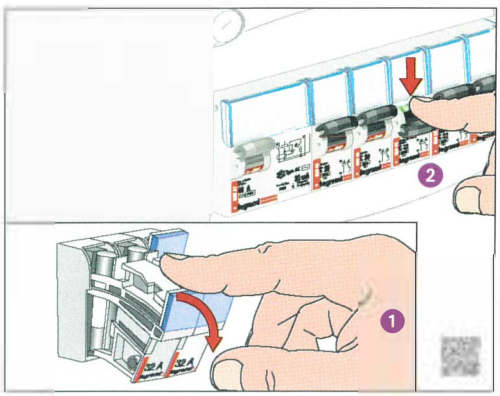
Recherche d'un défaut avec protections récentes



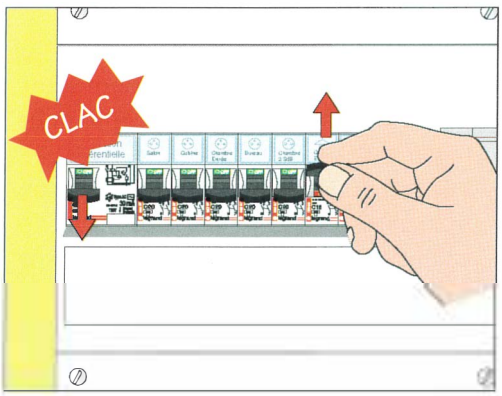
1 Le disjoncteur 1 ou le dispositif différentiel 2 (si vous en êtes équipé) refuse de s'enclencher.



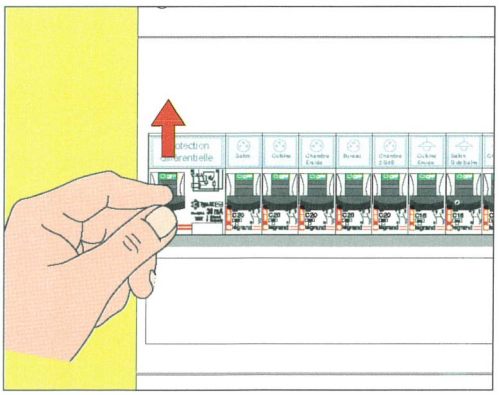
4 Remettez en service chaque disjoncteur divisionnaire ou coupe-circuit.



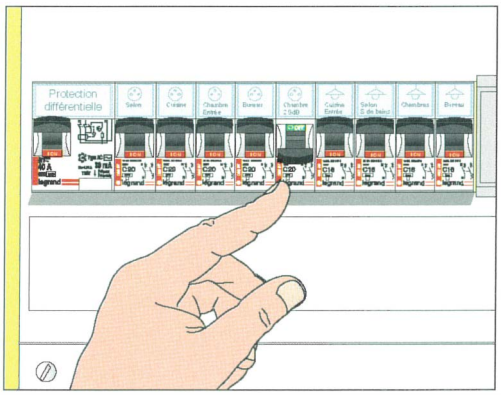
2 Si vous êtes équipé de coupe-circuits, ouvrez tous les tiroirs 1. Si vous êtes équipé de disjoncteurs divisionnaires, baissez toutes les manettes sur OFF 2.



5 En présence du circuit en défaut, le fait de mettre en service le disjoncteur divisionnaire va déclencher le dispositif différentiel ou le disjoncteur.



3 Remettez en service le dispositif différentiel ou le disjoncteur de branchement.



6 Réenclenchez tous les autres disjoncteurs divisionnaires pour profiter du reste de l'installation. Recherchez la panne sur le circuit en défaut.

Figure 403 : La recherche d'un défaut avec des protections récentes

problème ne provient pas d'un appareil, il sera nécessaire de poursuivre les recherches sur la ligne.

Si le dispositif (coupe-circuit ou disjoncteur) protège plusieurs lignes, vous pouvez affiner la recherche en débranchant chaque fil l'un après l'autre, afin d'isoler uniquement la ligne en défaut d'isolement. Vous pourrez ensuite déconnecter tous les appareils raccordés sur cette ligne (appareils électroménagers, luminaires, etc.). Si vous pouvez remettre le fusible et le disjoncteur en fonction, cela indique que le défaut est survenu sur l'un des appareils débranchés. Il suffit de les reconnecter un à un pour découvrir lequel a créé l'incident. Si, malgré la déconnexion de tous les appareils et luminaires, vous ne pouvez pas remettre sous tension, le défaut provient du circuit lui-même.

Pour vous assurer que vous êtes confronté à un défaut d'isolement, utilisez un ohmmètre. Une fois les fusibles retirés (ou le disjoncteur divisionnaire coupé), mesurez la résistance entre le conducteur de phase, au départ du circuit, et un conducteur de terre de l'installation.
Si vous mesurez une résistance, même très importante, vous êtes effectivement en présence d'un défaut d'isolement. Si l'appareil de mesure indique une résistance infinie, il ne s'agit pas d'un défaut d'isolement, ou bien celui-ci est peut-être intermittent.
Si l'installation est relativement récente et que vous avez des dispositifs différentiels haute sensibilité ≤ 30 mA, ceux-ci vont se déclencher avant le disjoncteur de branchement, puisqu'ils sont plus sensibles. Le principe de recherche du circuit en défaut reste le même que pour le disjoncteur de branchement.

Cette technique de recherche de panne fonctionne si les coupe-circuits ou disjoncteurs assurent une protection unipolaire + neutre ou bipolaire. Dans le cas d'une protection unipolaire, la recherche risque d'être plus difficile et le défaut peut persister malgré la dépose de tous les fusibles. On rencontre souvent ce type de problème lors d'une inversion de la phase et du neutre en tête de l'installation. On pourrait inverser les conducteurs de phase et de neutre à la sortie du disjoncteur, mais cette opération est rarement réalisable (conducteurs souvent trop courts), ou au niveau de l'alimentation du tableau de protection.
En monophasé, pour vous assurer que la phase est au bon endroit, c'est-à-dire à droite sur la sortie du disjoncteur, utilisez un tournevis testeur et posez-le sur le plot de droite. S'il s'éclaire franchement, vous êtes bien en présence de la phase qui, par conséquent, se trouve au bon emplacement. Dans le cas contraire, il y a inversion de phase : elle se situe à gauche.
Dans certains cas, un défaut d'isolement peut également se produire sur le conducteur de neutre.
Dans les deux cas – inversion de la phase et du neutre ou retour du défaut par le neutre – il est indispensable de déconnecter chaque fil de neutre comme avec la technique des fusibles. Normalement, vous devez retrouver la phase et le neutre du circuit en défaut, l'isoler et procéder à une recherche approfondie sur la ligne.

On rencontre également des installations protégées par des disjoncteurs divisionnaires unipolaires. Dans ce cas également, la technique reste la même. Avec des tableaux modulaires en protection unipolaire, les conducteurs de

neutre sont souvent raccordés sur une barrette de connexion facile d'accès. La figure 402 présente des coupe-circuits anciens qui ne sont plus autorisés mais que l'on trouve encore sur certaines installations. La méthode est la même avec tous les types de coupe-circuits.

Si toutes ces mesures demeurent sans effet, faites appel à un professionnel qui, équipé d'appareils de détection perfectionnés, parviendra à situer l'origine de la panne.

Lorsque vous avez isolé la ligne en défaut, reportez-vous à la page 599 pour plus d'informations sur la façon de réparer la panne.

Le déséquilibrage des phases en triphasé

Ce type de problème ne concerne que les installations électriques alimentées en triphasé, c'est-à-dire avec trois phases et un neutre. La conséquence est également le déclenchement du disjoncteur. Ce type de panne est dû au fait que la consommation est déséquilibrée : l'une des phases est beaucoup plus sollicitée que les deux autres.

Si vous disposez d'une installation alimentée en triphasé depuis plusieurs années et que vous n'avez jamais constaté ce type de défaut, il n'apparaîtra pas de lui-même. Le déséquilibrage ne

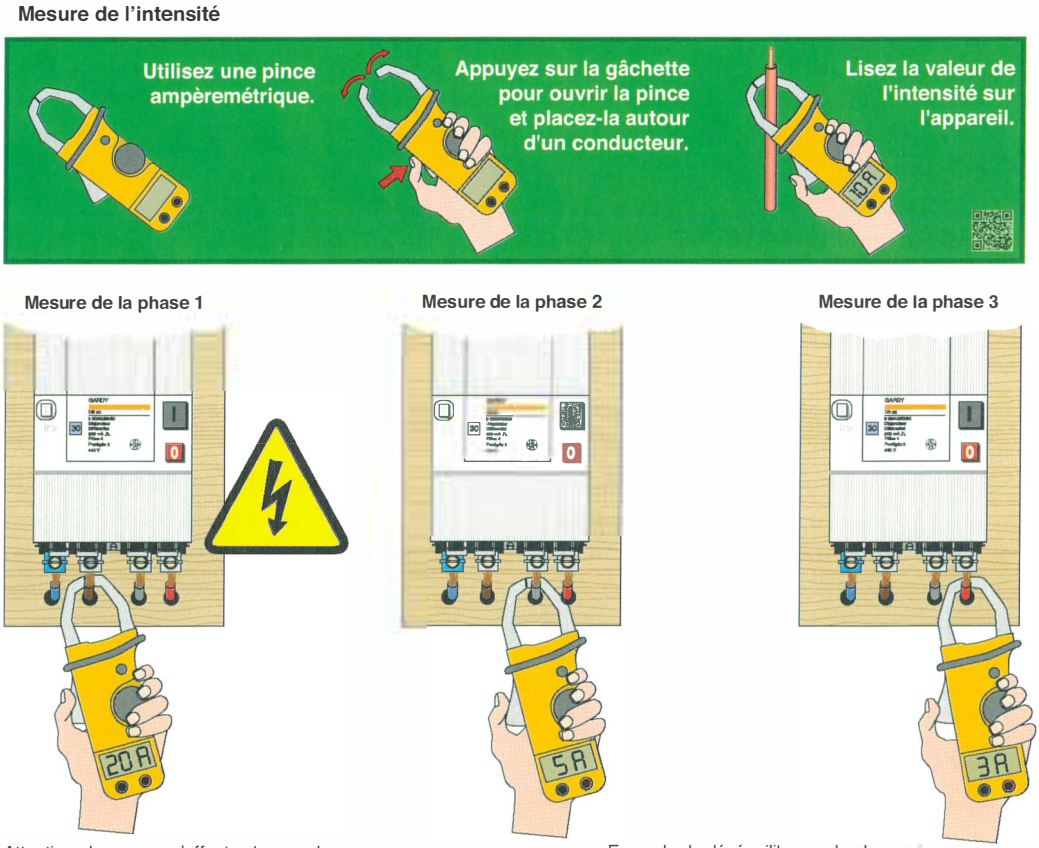
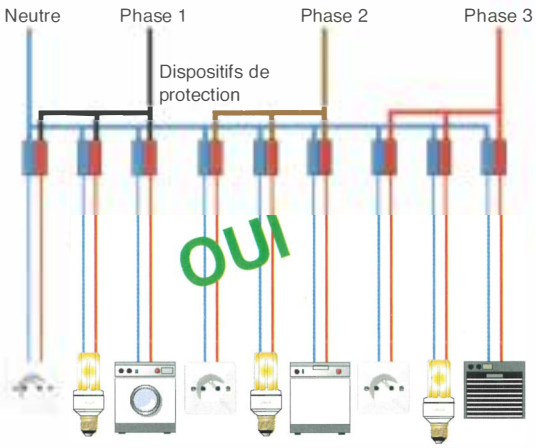


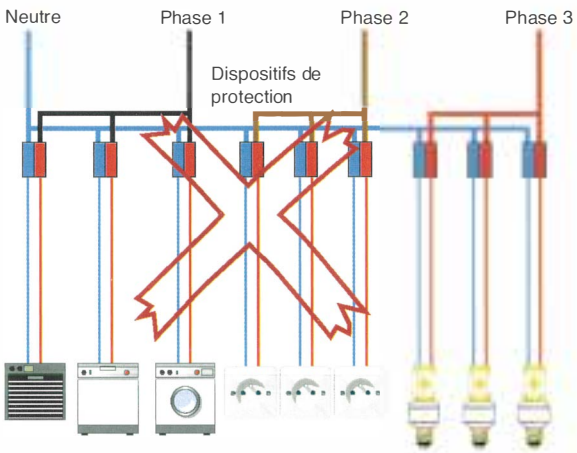
Figure 404 : La vérification de l'équilibrage des phases

Attention : la mesure s'effectue lorsque le disjoncteur est sous tension.

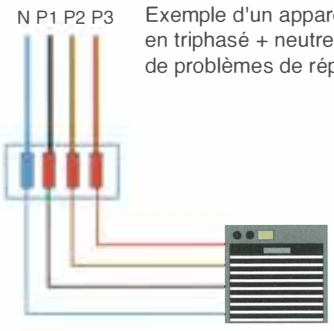
Exemple de déséquilibrage de phases
— mesure de la phase 1 : 20 ampères ;
— mesure de la phase 2 : 5 ampères ;
— mesure de la phase 3 : 3 ampères.



Exemple de répartition correcte des circuits



Exemple de mauvaise répartition



Exemple d'un appareil alimenté en triphasé + neutre. Ici, il n'y a pas de problèmes de répartition.

Figure 405 :
La répartition des circuits en triphasé

peut se produire que si vous avez ajouté un circuit gros consommateur sur une seule phase.
Pour constater le défaut, faites fonctionner les appareils qui étaient en marche lors du déclenchement du disjoncteur puis, au moyen d'une pince ampèremétrique (figure 404), mesurez l'intensité de chaque phase. Si vous constatez une différence importante, vous êtes en présence d'un déséquilibrage de phases.

Attention, cette mesure s'effectuant sous tension, il y a lieu de prendre les dispositions nécessaires pour éviter tout risque de contact avec des parties sous tension.
Vous pouvez également effectuer la mesure au niveau des alimentations du tableau de distribution, la place étant réduite sous le disjoncteur de branchement. Pour rééquilibrer les phases, il faut intervenir au niveau du tableau de protection en répartissant le plus équitablement possible les circuits en 230 V sur les trois phases, en fonction de leur consommation (figure 405).
Il n'y a pas de problème de raccordement pour les appareils alimentés en triphasé.

La coupure d'une phase

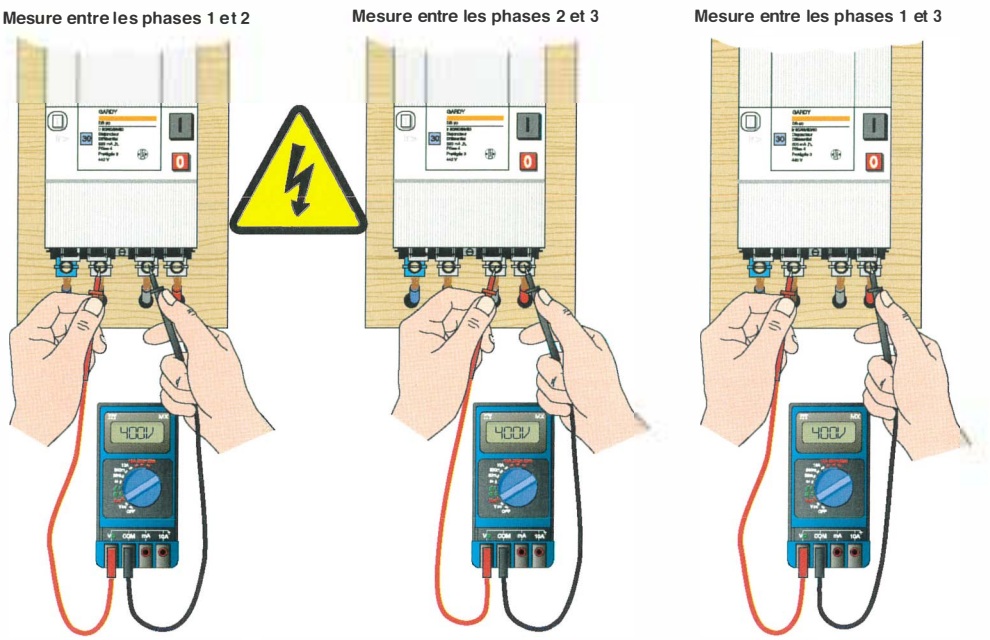
La coupure d'une phase peut se produire uniquement sur une installation en triphasé. En monophasé, cela se traduirait par l'absence de courant. En triphasé, l'installation continue de fonctionner avec les deux phases restantes et le neutre. Cela ne provoque pas le déclenchement du disjoncteur. Ce phénomène peut être détecté de plusieurs façons :

- une partie de l'habitation n'est plus alimentée, l'autre partie fonctionne ;

Figure 406 : La recherche d'une coupure de phase

Utilisez un multimètre en fonction voltmètre tension alternative (AC) sur un calibre minimum de 400 V.





Si vous n'obtenez pas les mêmes valeurs lors des trois mesures, il y a coupure de l'une des phases.

tous les fusibles de la partie en défaut sont corrects ;

- l'installation fonctionne de façon totalement incohérente : ampoules qui éclairent avec une faible intensité, comme une veilleuse, d'autres avec une intensité anormalement forte, etc.

Pour vérifier qu'il s'agit d'une coupure de phase, mesurez la tension en sortie du disjoncteur au moment de l'apparition des phénomènes (figure 406). Déposez le capot inférieur du disjoncteur de branchement (attention, les conducteurs sont sous tension). Prenez toutes les mesures de sécurité nécessaires. Utilisez un multimètre en position voltmètre alternatif, sur un calibre d'au moins 400 V (appareils analogiques). Si vous n'obtenez pas une tension de 230 V entre le neutre et chaque phase ou de 400 V entre deux phases, vous êtes en présence d'une coupure de phase en amont du disjoncteur. Contactez alors le distributeur (ERDF ou autre).

Ce phénomène peut apparaître à la suite d'un court-circuit qui détruit uniquement un fusible dans le coupe-circuit général. Il peut être également dû au mauvais serrage d'un élément entre la dérivation et le disjoncteur, et apparaître de façon intermittente.

Le tableau de répartition et les circuits

Le tableau de répartition, tableau de protection ou encore tableau de fusibles, est un équipement regroupant les dispositifs de protection des différents circuits. Les modèles les plus anciens sont en bois et peuvent accueillir divers coupe-circuits désuets, par exemple en porcelaine (à tabatière ou à broches). Ces modèles doivent impérativement être remplacés. Les plus récents sont en matière plastique et hébergent des dispositifs de protection modulaires. Mais il existe de nombreux autres systèmes de tableaux qui peuvent, par exemple, être encastrés avec le disjoncteur de branchement (années 70/80). Leur remplacement peut poser quelques problèmes, c'est pourquoi nous nous efforcerons d'indiquer les meilleures solutions de rénovation.

Vous pouvez également rencontrer plusieurs tableaux dans une même installation, voire des coupe-circuits répartis, par exemple au-dessus de l'entrée de chaque pièce. Dans les installations très anciennes, ou même les installations pratiquement sans coupe-circuits, des fusibles étaient intégrés dans chaque appareillage (interrupteurs et socles de prise de courant). Il est évident que toutes ces installations obsolètes nécessitent une rénovation. Nous vous présenterons des solutions adaptées à la plupart des cas, que ce soit une simple mise en sécurité ou une rénovation totale du tableau, que vous disposiez d'anciennes protections unipolaires ou bipolaires.
Nous présenterons diverses solutions de dépannage sur les installations existantes pour rétablir le courant en cas de panne, ou dans l'attente d'une rénovation pour les systèmes les plus anciens.
Dans le cas d'une rénovation lourde avec remaniement des cloisons, vous devrez créer une GTL (gaine technique de logement) où sera installé le tableau de répartition principal (voir page 363).

Le dépannage des dispositifs de protection

Par nature, les fusibles sont prévus pour se détruire en cas de problème et provoquer la coupure du circuit pour le mettre hors tension. Les disjoncteurs divisionnaires, ainsi que les dispositifs différentiels haute sensibilité se déclenchent sans destruction. Il suffit de les réenclencher après disparition du défaut. Les appareillages anciens peuvent être la cause de pannes.

Le cas d'un fusible fondu

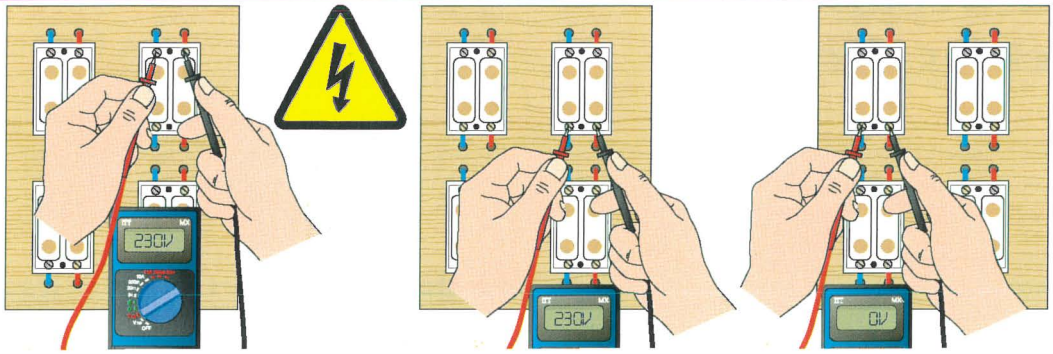
Un fusible détruit n'est pas à proprement parler une panne : il en est plutôt l'effet. Le fusible se détruit pour deux raisons principales :

- en cas de surconsommation : vous avez, par exemple, raccordé trop d'appareils sur un circuit de prises de courant ou un appareil qui consomme trop pour ce type de circuit ;
- en cas de court-circuit : vous avez branché un appareil défectueux ou un appareillage s'est mis accidentellement en court-circuit.

Si la destruction du fusible est due à une surconsommation, il suffit de débrancher quelques appareils, de remplacer la cartouche fusible et de remettre en service.

Recherche d'un fusible détruit avec un multimètre (installations anciennes)

Vous disposez d'une protection unipolaire + neutre ou bipolaire

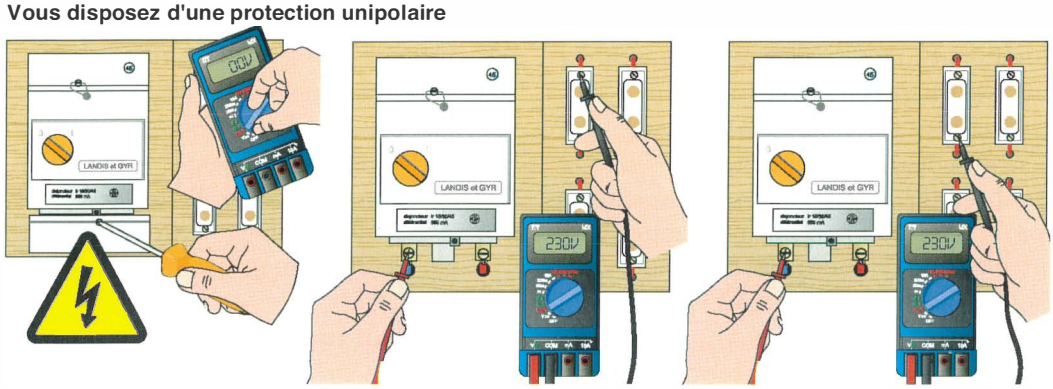


1 Au moyen d'un voltmètre, mesurez la tension d'arrivée au coupe-circuit sur les vis de raccordement.

2 Mesurez également la tension en sortie du coupe-circuit (en cas d'inversion de l'alimentation et du départ du coupe-circuit).

3 Si vous mesurez 0 volt, le fusible est détruit. Éliminez le défaut, puis remplacez les fusibles.

Vous disposez d'une protection unipolaire

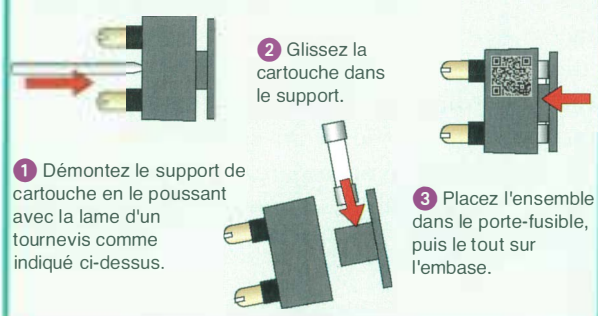


1 Munissez-vous d'un voltmètre. Déposez le capot inférieur du disjoncteur. Attention aux éléments sous tension.

2 Mesurez la tension entre le plot de neutre du disjoncteur et la borne d'arrivée d'un coupe-circuit. Vous devez mesurer 230 V.

3 La tension entre la borne de neutre et la sortie du coupe-circuit doit être de 230 V (0 V, le fusible est détruit).

Pour remplacer un porte-fusible à broches, utilisez un adaptateur pour cartouches

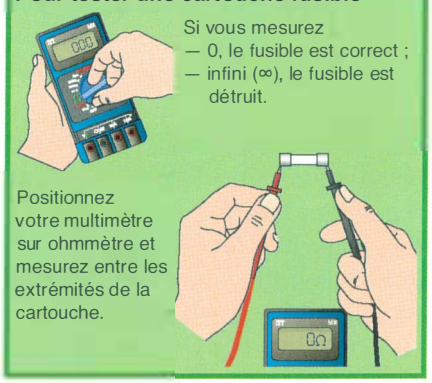


1 Démontez le support de cartouche en le poussant avec la lame d'un tournevis comme indiqué ci-dessus.

2 Glissez la cartouche dans le support.

3 Placez l'ensemble dans le porte-fusible, puis le tout sur l'embase.

Pour tester une cartouche fusible



Si vous mesurez
— 0, le fusible est correct ;
— infini (∞), le fusible est détruit.

Positionnez votre multimètre sur ohmmètre et mesurez entre les extrémités de la cartouche.

Figure 407 : La recherche d'un fusible détruit avec un multimètre

En cas de court-circuit, il est nécessaire d'en rechercher l'origine et de le supprimer, faute de quoi, chaque fois que vous remplacerez le fusible, il se détruira. Si la panne ne correspond pas à un fait précis (raccordement d'un appareil), vous devrez débrancher ou déconnecter tous les appareils de ce circuit (électroménager, appareils d'éclairage, etc.), puis essayer de remplacer le fusible. Si, malgré ces opérations, la destruction du fusible se reproduit, vous devrez examiner la ligne (voir plus loin).

Attention ! Lorsque vous remplacez un fusible, coupez le disjoncteur d'abonné, remplacez le fusible, puis remettez l'installation sous tension avec la manette du disjoncteur. Si vous ne coupez pas le disjoncteur et que vous remplacez le fusible sans vous être assuré que le défaut a disparu, le nouveau fusible risque de se détruire au moment où vous le mettrez en place, ce qui peut être dangereux avec certains modèles anciens (risque d'électrisation, d'électrocution, projection de métal en fusion...).
Pour détecter rapidement un fusible fondu dans un tableau de protection, la solution la plus rapide et la plus sûre consiste à utiliser un voltmètre. Vous pouvez aussi vérifier les fusibles visuellement, mais cette méthode n'est pas infaillible. En règle générale, les coupe-circuits sont alimentés par le haut, le départ des lignes s'effectuant par le bas.

Dans le cas d'une protection unipolaire + neutre ou bipolaire, vous devez détecter une tension en alimentation et en départ du coupe-circuit. Si vous ne détectez pas de tension en départ, cela signifie qu'un fusible est détruit (figure 407). Dans le cas de coupe-circuits en porcelaine, il n'est pas rare que le neutre et la phase soient équipés de fusibles. Après avoir détecté les deux porte-fusibles protégeant le circuit, utilisez un appareil de mesure en mode ohmmètre, puis testez chaque fusible pour trouver celui qui est défectueux.

Dans l'hypothèse d'une protection unipolaire, le neutre n'étant pas coupé par les coupe-circuits, mesurez la tension entre le neutre en sortie de disjoncteur et la phase du coupe-circuit. Testez la phase d'arrivée et le départ. Si vous n'obtenez pas de tension en départ, c'est que le fusible est défectueux.

Dans les fusibles en cartouche, utilisez un ohmmètre pour tester chaque cartouche. Si l'appareil indique zéro ohm, le fusible est correct ; s'il indique une résistance infinie, le fusible est défectueux.
Lorsque vous remplacez une cartouche, vous devez en installer une nouvelle de même taille et de même calibre (en ampères). Il existe également des cartouches munies d'une pastille d'éjection. Quand le fusible fond, cette petite pastille rouge est éjectée, indiquant ainsi visuellement l'état du fusible.
Dans les coupe-circuits récents, il n'est pas possible de mettre une cartouche d'un calibre supérieur à celui prévu : par exemple, il n'est pas possible de placer une cartouche de 20 A dans un coupe-circuit de 10 A. Mais le contraire est possible, pour certains calibres où les cartouches sont de même diamètre. La cartouche entre, mais elle est trop courte pour établir le contact lorsqu'on referme le coupe-circuit. Le fusible est correct mais le circuit reste coupé.

Dans les installations plus récentes, avec protections modulaires, la détection

d'une protection hors service peut être plus simple. Pour une protection avec fusibles, les coupe-circuits accueillent des cartouches calibrées en fonction des circuits. Il n'y a ainsi pas de possibilité de placer une cartouche d'un calibre supérieur à celui adapté au type de circuit protégé. Le problème avec ce type de protection est que vous devez disposer de cartouches fusibles de rechange de différents calibres.

Pour détecter un fusible fondu, il existe des systèmes de coupe-circuit à voyant très pratiques : un voyant lumineux s'allume ou s'éteint (selon les modèles) lors de la coupure du circuit. Les modèles standards n'en disposent pas et la recherche du circuit hors tension est plus compliquée.
La solution la plus simple nécessite de disposer d'un multimètre. Réglez-le en position de mesure de tension.
Déposez le capot de protection du tableau. Attention, de nombreuses parties sont susceptibles d'être sous tension, n'intervenez avec les mains que sur les les parties isolées des pointes de touche de l'appareil de mesure.

Si les conventions sont respectées, les coupe-circuits sont alimentés par le haut (peignes de pontage d'alimentation), et les départs des circuits par le bas. Mesurez la tension entre phase et neutre sous chaque coupe-circuit. Si vous ne mesurez pas 230 V, le fusible est défectueux (figure 408). Pour rechercher plus rapidement le circuit en défaut, vous pouvez sélectionner le type de circuit qui ne fonctionne plus : circuit lumière, circuit prises, circuit spécialisé (alimentation de gros appareils ménagers, par exemple) ou vous référer au repérage des différents circuits, s'il est bien réalisé. Si vous ne disposez pas d'appareil de mesure, référez-vous au repérage s'il existe, ou aux différents calibres (10 A pour les circuits lumière, 16 pour les prises de courant…), puis remplacez les cartouches les unes après les autres.

Pour plus de sécurité, il est toujours recommandé de couper le disjoncteur de branchement ou le dispositif de coupure et de sectionnement situé à l'intérieur de l'habitation, de changer le fusible hors tension, puis de réenclencher le disjoncteur. Assurez-vous également d'avoir supprimé la cause du court-circuit ou de la surcharge.

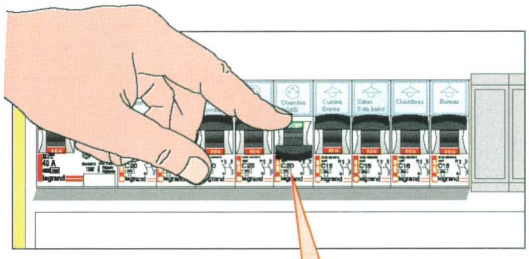
Sur les premières installations avec appareils modulaires, vous pouvez également être confronté à une protection unipolaire : seule la phase est coupée. Vous devrez mesurer la tension entre le conducteur de phase en sortie de la protection et un conducteur de neutre.

Si vous disposez de disjoncteurs divisionnaires, le circuit en défaut provoque la coupure de l'appareil et l'abaissement de la manette de commande. Éliminez le défaut, puis réenclenchez simplement la manette. Si cette manipulation provoque le déclenchement du disjoncteur de branchement, c'est que le défaut persiste.
Toutefois, il peut être impossible de remettre en service des appareils qui ont subi de nombreux déclenchements. Il est alors nécessaire de les remplacer.

Dans tous les autres cas, vérifiez la présence de tension à l'arrivée et au départ du dispositif, comme pour les coupe-circuits. Si vous constatez un manque de tension en sortie, vérifiez les connexions. Si elles sont correctes, remplacez l'appareil.

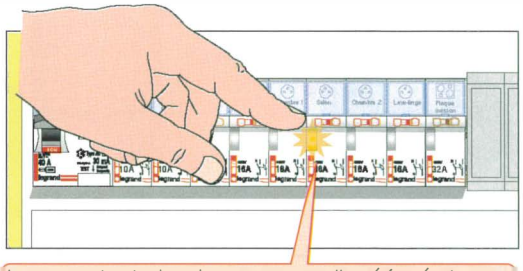
Recherche d'un fusible détruit ou d'un disjoncteur coupé (installation récente)

Avec des disjoncteurs divisionnaires



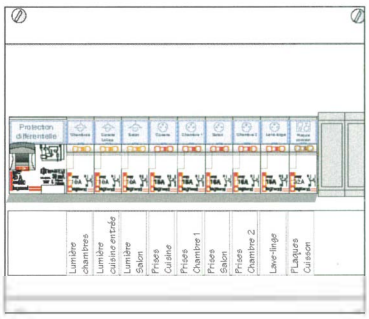
Le disjoncteur dont la manette est baissée indique le circuit en défaut. Éliminez le défaut et remontez la manette.

Avec des coupe-circuits à voyant de fusion

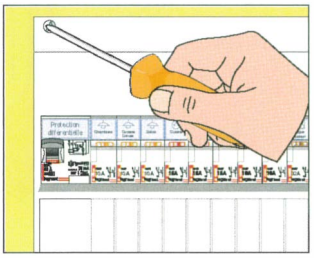


Le coupe-circuit dont le voyant est allumé (ou éteint selon les modèles) a coupé le circuit. Éliminez le défaut et remplacez la cartouche.

Avec des coupe-circuits sans voyant de fusion



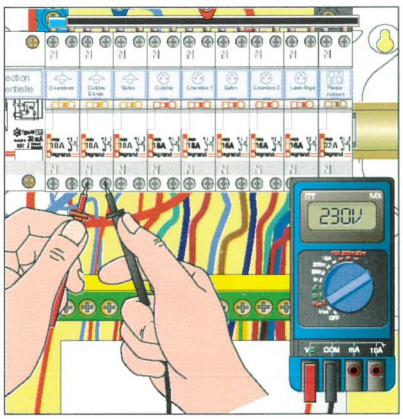
1 Si le tableau est correctement repéré, ouvrez le coupe-circuit en défaut et remplacez la cartouche par une autre de même taille et de même valeur.



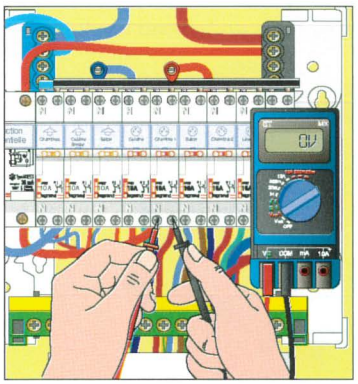
2 Si le tableau n'est pas repéré ou est mal repéré, déposez le capot du tableau de protection.



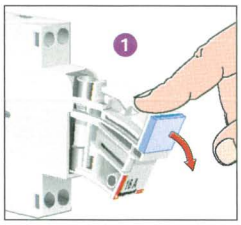
3 Munissez-vous d'un voltmètre réglé sur un calibre correspondant à la tension à mesurer.

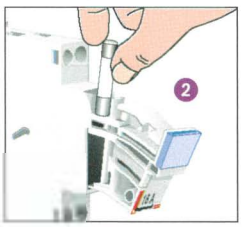


4 Mesurez la tension de sortie de chaque coupe-circuit (entre phase et neutre). Attention à ne pas toucher des parties sous tension à mains nues.



5 Si vous mesurez 0 V à la sortie d'un coupe-circuit, cela indique que la cartouche fusible est détruite.



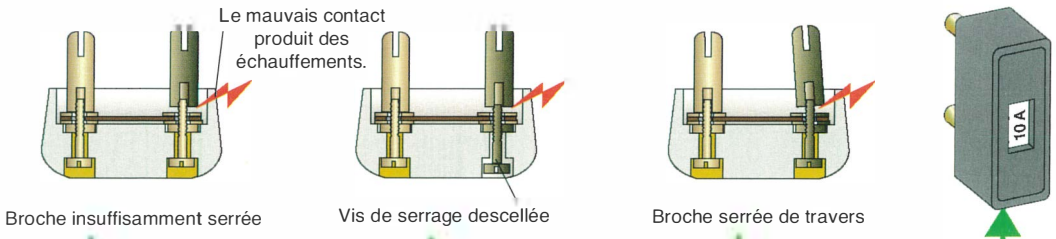


6 Éliminez la cause du court-circuit, ouvrez le coupe-circuit 1, retirez la cartouche 2 et remplacez-la par une autre de même taille et de même valeur.

Figure 408 : La recherche d'un fusible détruit sur une installation récente

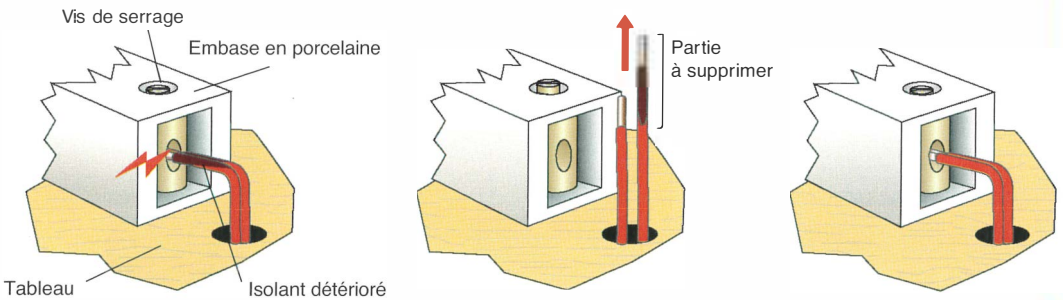
Échauffements sur des dispositifs de protection

Exemples de mauvais serrages de porte-fusibles à broches



Remplacez le porte-fusible défectueux par un adaptateur pour cartouche cylindrique.

Exemples de mauvais serrages des conducteurs sur une embase



1. Le mauvais serrage des conducteurs produit des échauffements qui endommagent l'isolant et le cuivre.

2. Coupez le disjoncteur. Déconnectez les conducteurs, tirez-les pour récupérer de la longueur, puis supprimez la partie détériorée.

3. Dénudez l'extrémité du conducteur réparé, puis replacez les deux fils. Serrez correctement la vis. Si la vis est détériorée, remplacez le coupe-circuit.

Pour dépannages uniquement. Ce type de protection doit être remplacé.

Exemples de mauvais serrages dans un tableau modulaire

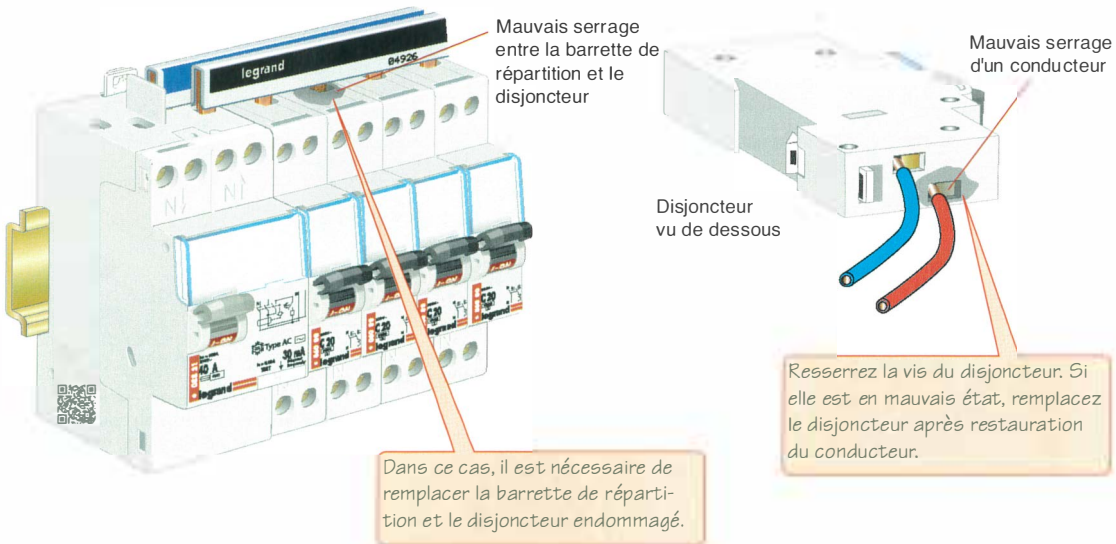


Figure 409 : Échauffements sur des dispositifs de protection

Le cas d'un échauffement anormal

Ce type de dysfonctionnement se produit souvent avec les coupe-circuits anciens en porcelaine. Le coupe-circuit défaillant est très chaud et dégage une odeur de brûlé ou émet des grésillements. La raison en est souvent une surintensité associée à un fusible mal calibré ou, pire, bricolé. Dans ce cas, l'intensité qui traverse le porte-fusible dépasse ses capacités et provoque l'échauffement. Le fusible étant mal calibré, il ne coupe pas le circuit. L'élévation de température peut se transmettre aux conducteurs, endommager les isolants, les raccordements et même provoquer un incendie. Un coupe-circuit en régime de fonctionnement normal ne doit pas s'échauffer.

La première chose à faire est de déposer le porte-fusible et de vérifier que le fusible est correctement calibré (figure 409). Pour des porte-fusibles à broches, vérifiez que celles-ci sont bien serrées sur le fil fusible ou la plaquette. Remettez le porte-fusible en place.

Si l'échauffement persiste, vérifiez le serrage des conducteurs à l'arrivée et au départ du coupe-circuit. Un fil desserré peut également produire ce phénomène. Vous pouvez le constater assez facilement : les isolants des fils sont brunis par l'échauffement. Coupez le courant au niveau du disjoncteur de branchement. Déconnectez les conducteurs, éliminez la partie endommagée, puis réalisez une connexion correctement serrée. Si la ou les vis de serrage ne peuvent plus être dévissées, remplacez le coupe-circuit. Si l'échauffement persiste, remplacez l'ensemble.
Il n'est pas rare que ce type de mauvais serrage aille jusqu'à sectionner le fil juste à la sortie de la connexion. C'est là un point à vérifier si vous ne trouvez pas de tension en sortie du coupe-circuit alors que les fusibles sont en bon état.
Ces indications ne sont données que pour un dépannage. Ce type de protection doit impérativement être remplacé pour améliorer la sécurité de l'installation. Reportez-vous à la section concernant le remplacement d'un ancien tableau page 563.

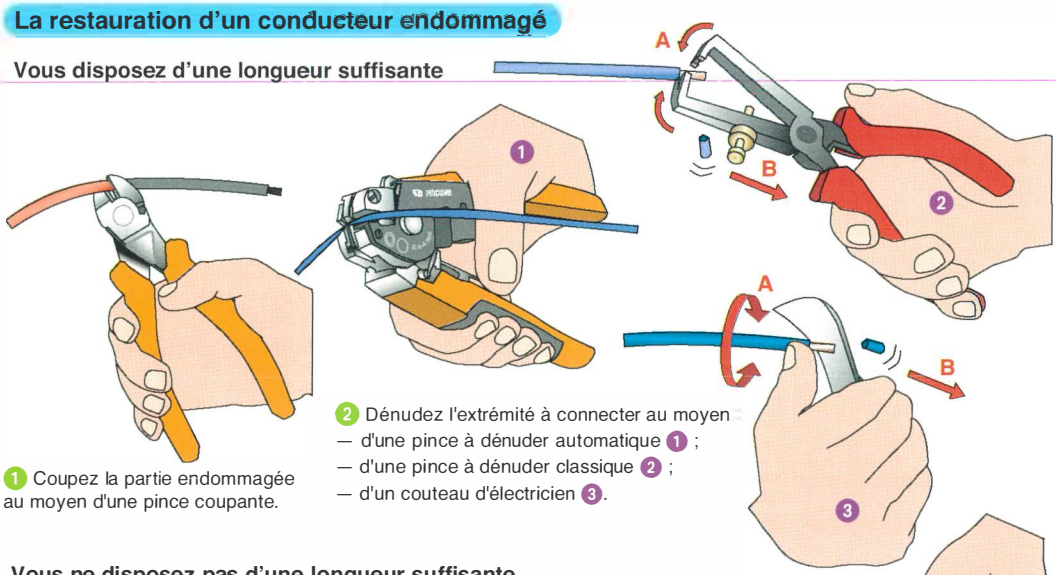
Si l'installation est pourvue de coupe-circuits modernes modulaires, il est très rare de constater un échauffement anormal. Il peut être dû à un coupe-circuit d'un calibre trop important pour les lignes qu'il protège ou à un mauvais serrage au niveau soit de l'alimentation, soit du départ des lignes.
Pour rénover un conducteur qui a surchauffé, reportez-vous à la figure 410 qui présente diverses solutions. Si l'isolant des fils est en mauvais état, restaurez-le avec du ruban adhésif isolant ou avec un manchon thermorétractable, c'est-à-dire un manchon isolant que l'on place sur le conducteur et qui, une fois chauffé, vient épouser parfaitement la forme de celui-ci, créant un nouvel isolant.

Les dispositifs différentiels haute sensibilité

Les dispositifs différentiels haute sensibilité ≤ 30 mA ne sont pas source de pannes proprement dites mais ils détectent les défauts de l'installation en provoquant immédiatement la coupure de l'alimentation des circuits qu'ils protègent. Il en existe de deux types : les interrupteurs différentiels qui protègent tout ou partie de l'installation électrique, et les disjoncteurs différentiels proté-

La restauration d'un conducteur endommagé

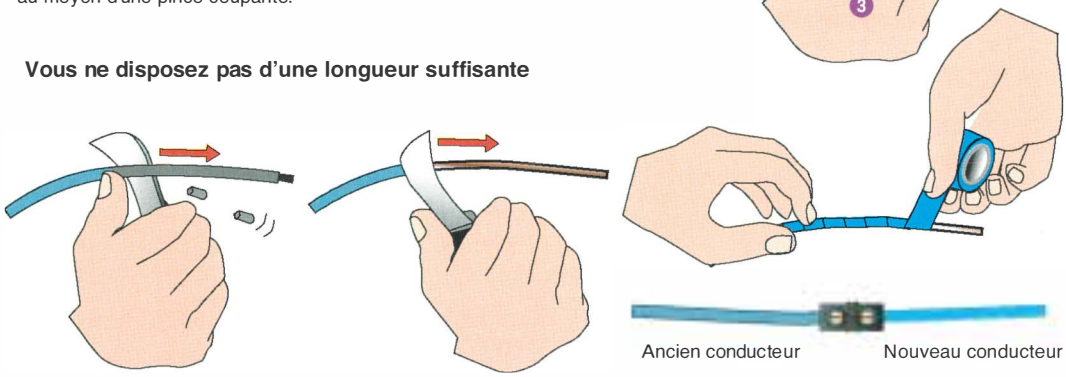
Vous disposez d'une longueur suffisante



1 Coupez la partie endommagée au moyen d'une pince coupante.

2 Dénudez l'extrémité à connecter au moyen
— d'une pince à dénuder automatique 1 ;
— d'une pince à dénuder classique 2 ;
— d'un couteau d'électricien 3.

Vous ne disposez pas d'une longueur suffisante



1 Retirez l'isolant calciné avec un couteau d'électricien.

2 Grattez l'âme du conducteur pour que le cuivre redevienne brillant (vous pouvez aussi utiliser de la toile émeri).

3 Remplacez l'isolant par du ruban adhésif d'électricien ou par une gaine thermorétractable. Vous pouvez également réaliser un raccord avec un domino et un conducteur neuf.

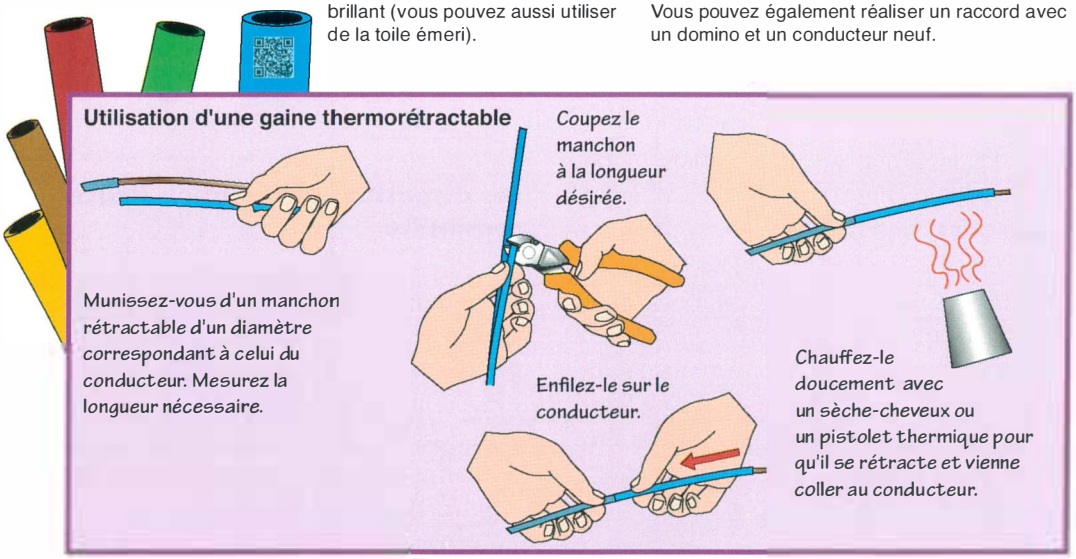


Figure 410 : La restauration d'un conducteur endommagé

geant éventuellement des circuits très spécialisés (congélateur, informatique). Les interrupteurs différentiels protègent les circuits uniquement contre les fuites de courant (défauts d'isolement) ; les disjoncteurs apportent en plus une protection contre les courts-circuits et les surcharges. Ces appareils disposent d'une touche de test qu'il est conseillé d'actionner une fois par mois pour vérifier leur bon fonctionnement. Un appareil différentiel qui ne se déclenche pas lors de l'appui sur la touche de test doit être remplacé.
À la détection d'un défaut d'isolement supérieur ou égal à sa sensibilité, le dispositif coupe l'alimentation électrique. Si le défaut est passager, vous pourrez le réenclencher et remettre les circuits en service.
Si le défaut persiste, l'appareil ne permettra pas la remise en service des circuits et il sera impossible de le réenclencher. Dans ce cas, vous devez procéder à une recherche comme pour un défaut d'isolement sur un disjoncteur d'abonné, à savoir : dépose des fusibles ou coupure des disjoncteurs divisionnaires en aval du dispositif différentiel et réenclenchement individuel.

Un court-circuit n'a d'effet que sur un disjoncteur différentiel. Il est possible qu'un interrupteur différentiel ne se déclenche pas. Dans ce cas aussi, reportez-vous à la méthode décrite plus haut concernant le disjoncteur d'abonné, la procédure de recherche étant identique. Si le disjoncteur différentiel ne protège qu'une ligne, le défaut proviendra de cette ligne et il sera nécessaire de l'examiner en détail (conducteurs des appareils raccordés).

Dans de très rares cas, il est possible qu'un dispositif différentiel soit lui-même la cause d'une panne. Vous devez alors vérifier que vous n'êtes pas en présence des deux types de déclenchement décrits précédemment.
Coupez le disjoncteur d'abonné, puis déconnectez les conducteurs de départ du dispositif différentiel.
Remettez en fonction le disjoncteur d'abonné, vérifiez que le dispositif différentiel est sur la position marche. Si vous n'arrivez pas à le réenclencher, c'est qu'il est défectueux. S'il se remet en service, testez la tension à sa sortie au moyen d'un voltmètre. Si la tension est normale, l'appareil est correct : vous êtes en présence de l'une des deux pannes décrites précédemment. Si vous ne détectez pas la présence de tension, l'appareil est défectueux et vous devez procéder à son remplacement par un modèle présentant impérativement les mêmes caractéristiques.

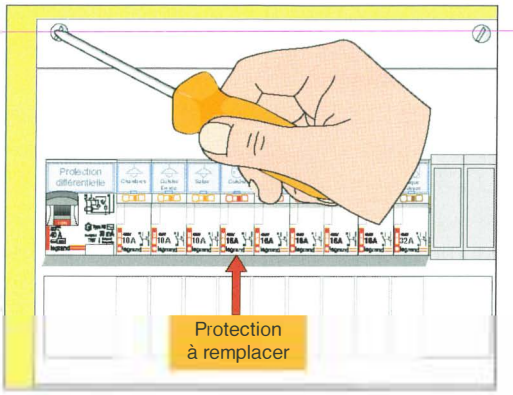
Le remplacement d'une protection modulaire

Dans un tableau modulaire, il est relativement facile de remplacer un module de protection (coupe-circuit ou disjoncteur divisionnaire) qui ne fonctionne plus ou qui a été endommagé (figure 411).

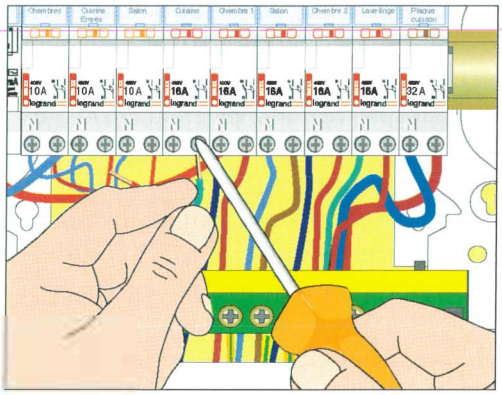
Vous devez en premier lieu couper l'alimentation électrique au niveau du disjoncteur de branchement en prenant soin que personne ne puisse le réenclencher accidentellement.
Coupez l'interrupteur différentiel haute sensibilité (s'il existe) situé en amont du groupe de protections où se trouve celle à remplacer.

Les dispositifs sont généralement alimentés en partie haute par des barrettes de

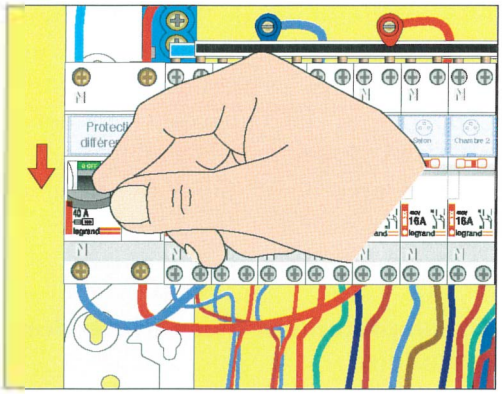
Remplacement d'une protection modulaire



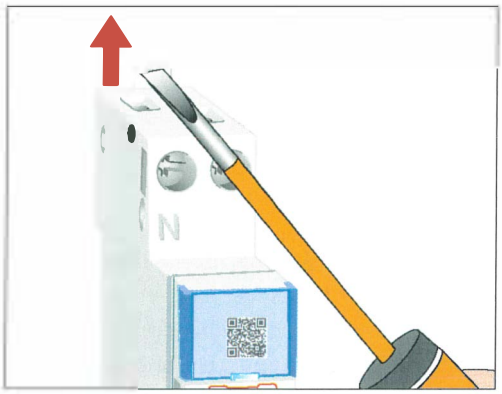
1 Coupez le courant au disjoncteur. Déposez le capot du tableau modulaire en dévissant les quatre vis. Sur certains modèles, 1/4 de tour suffit.



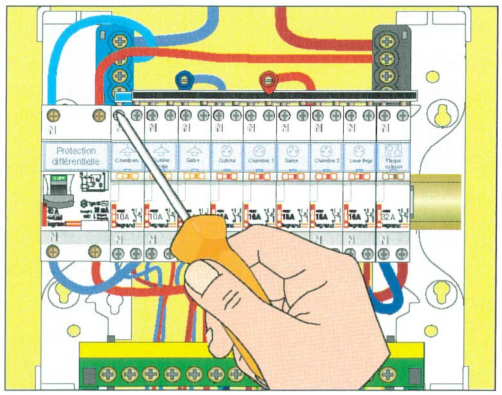
4 Déconnectez les conducteurs en départ sous le coupe-circuit.



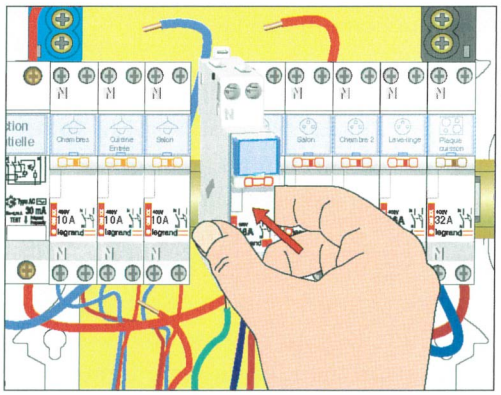
2 Par sécurité, coupez également le dispositif différentiel si vous en êtes équipé.



5 Retirez le coupe-circuit de son rail en faisant levier sur la patte du ressort située au-dessus ou en dessous du module, selon les modèles.



3 Dévissez les connecteurs d'alimentation et les barrettes de répartition, puis déposez-les.



6 Clipsez un nouveau coupe-circuit sur le rail. Raccordez les conducteurs et les peignes d'alimentation. Les serrages doivent être parfaits.

Figure 411 : Le remplacement d'une protection modulaire

répartition (ou peignes de raccordement) en cuivre isolé, une pour le neutre et une pour la phase. Vous devez dévisser ces deux barrettes pour pouvoir retirer le module défectueux. Déconnectez ensuite les conducteurs raccordés sous le dispositif. Déposez-le du rail métallique en faisant levier sur la patte du ressort.

Emboîtez la nouvelle protection à l'emplacement libre. Dans la mesure du possible, choisissez une protection de la même marque afin d'avoir une bonne correspondance des alvéoles de raccordement des barrettes d'alimentation. Raccordez les conducteurs du circuit de départ.

Reposez les barrettes de répartition sur tous les dispositifs, puis serrez-les fermement. Reposez le capot du tableau de répartition, puis remettez en service les divers éléments. Vérifiez que le circuit est alimenté correctement.

Les pannes pouvant survenir sur les lignes

Vous trouverez ci-après les pannes les plus fréquentes sur les lignes électriques. La plupart peuvent être résolues par un bricoleur confirmé. Dans les installations rénovées, peu de pannes sont imputables aux lignes elles-mêmes, car elles sont censées être correctement calibrées et protégées. Les seuls points de faiblesse peuvent se situer au niveau des connexions, dus à un mauvais serrage, par exemple. Néanmoins, des accidents peuvent survenir même sur une installation neuve, par exemple par le percement inopiné d'un trou dans une ligne encastrée.

Les échauffements anormaux

Un échauffement anormal des lignes est très néfaste pour les conducteurs : il entraîne le vieillissement prématuré de l'isolant, la dégradation des raccordements, voire des risques d'incendie. Ce type de phénomène apparaît le plus souvent sur des installations anciennes où la section des conducteurs est insuffisante pour les appareils qui y sont raccordés. Si les dispositifs de protection sont correctement calibrés, il ne devrait pas se produire d'échauffement. Il ne suffit pas de surdimensionner une protection et de remplacer une ancienne prise pour penser que la ligne sera apte à supporter une consommation plus importante. On ne s'aperçoit malheureusement pas tout de suite d'un tel phénomène, même si l'on peut sentir une odeur de « chaud ». C'est très souvent lorsque le problème s'aggrave que l'on en prend conscience. Il est donc impératif de toujours respecter le calibre des protections.
En cas d'échauffement anormal, vérifiez la protection de la ligne, calibrez correctement le dispositif de protection et évitez d'y raccorder des appareils gros consommateurs. Si vous avez absolument besoin de beaucoup de puissance à cet endroit, passez une nouvelle ligne à partir du tableau de protection.

Les mauvais contacts (épissures)

Ces problèmes sont généralement la conséquence de celui cité plus haut. Autrefois, les raccords étaient souvent réalisés par des épissures (figure 412), directement dans les moulures. Ce type de raccordement est désormais strictement interdit. Il permettait de faire des raccords ou des repiquages n'importe où.

Figure 412 :
Les épissures



Les épissures, courantes dans les installations anciennes peuvent être source de mauvais contacts et donc d'échauffements, avec risques d'incendie, notamment quand sont raccordés sur ces lignes des appareils électriques gros consommateurs.

Sous l'effet d'une consommation trop importante ou d'un court-circuit, les épissures ont tendance à se dégrader. Le dysfonctionnement peut se traduire par la coupure du circuit, par un fonctionnement intermittent ou par un vacillement dans le cas d'un éclairage. On peut même, dans certains cas, entendre des grésillements dus au mauvais contact.

L'épissure étant souvent placée dans une moulure en bois, il est nécessaire de trouver son emplacement. Deux techniques existent. La première est la méthode visuelle. Vous devez observer les moulures où sont susceptibles de passer les conducteurs et remarquer la présence d'un échauffement : brunissement de la peinture ou du revêtement. Mettez la ligne sous tension, raccordez une lampe de chevet en position allumée, dans le cas d'un circuit de prises, ou placez l'interrupteur du point lumineux en position marche. Tapotez à cet endroit, avec un marteau, par exemple. Si, au moment où vous tapez, la lumière (ou l'appareil) se remet en marche ou si vous entendez un grésillement, cela indique que l'épissure défectueuse se trouve à cet endroit.

La deuxième technique doit être employée si vous ne détectez pas de marque d'échauffement. Vous devez mettre le circuit sous tension et, comme précédemment, raccorder une lampe de chevet ou allumer le point lumineux, puis tapoter toutes les moulures de la pièce ou éventuellement les plinthes électriques. Comme précédemment, vous devez trouver, en affinant la recherche, l'endroit précis qui arrête ou remet en route le circuit. La figure 413 représente ces techniques de recherche.

Lorsque vous avez détecté l'emplacement de l'épissure défectueuse, il convient de procéder au dépannage de la ligne. La solution la plus satisfaisante serait, naturellement, la rénovation totale de l'installation de la pièce. Il existe cependant une solution de dépannage.

Coupez l'alimentation électrique, déposez délicatement le couvercle de la moulure en bois, puis repérez l'épissure. Sortez les conducteurs des rainures de la moulure, puis défaites l'épissure. Procurez-vous une boîte de dérivation, découpez la moulure pour placer la boîte. Raccordez les fils avec des dominos, fermez la boîte, puis replacez les couvercles découpés aux dimensions. La figure 414 présente de façon détaillée cette opération.

Quand vous reposez le couvercle d'une ancienne moulure en bois, elle a tendance à se fendre. Pour éviter ce problème, utilisez des clous de petite dimension et de faible diamètre. Donnez

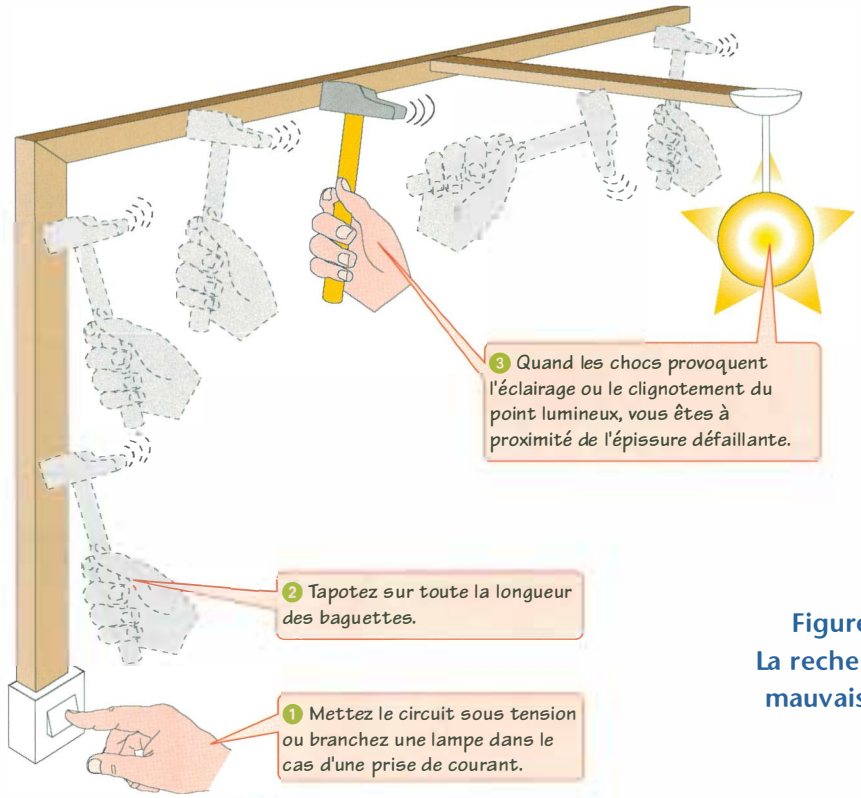


Figure 413 : La recherche d'un mauvais contact

toujours un petit coup de marteau sur la pointe du clou avant de commencer à le planter.

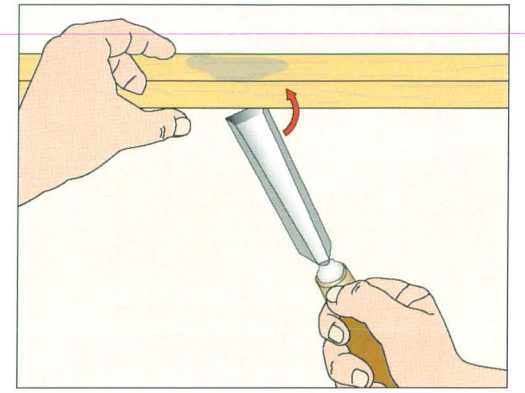
Si vous ne trouvez pas l'épissure défectueuse, il sera nécessaire de déposer tous les couvercles des baguettes de la ligne pour suivre le circuit et vérifier les conducteurs. Dans ce cas, profitez de cette opportunité pour remplacer les moulures et les conducteurs par des matériels répondant à la norme.

Les lignes sectionnées

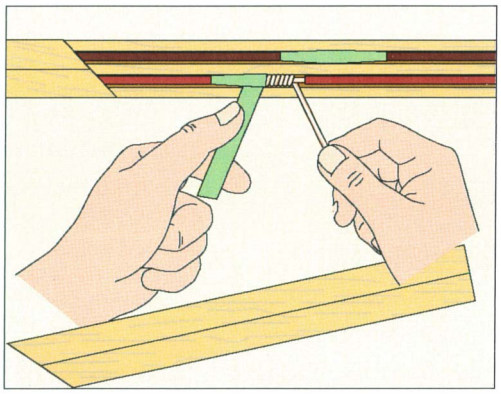
Les lignes se coupent rarement d'elles-mêmes, sauf dans le cas d'une épissure, comme indiqué dans le paragraphe précédent. Généralement, la coupure est la conséquence d'une intervention malheureuse : pose d'un clou ou d'une vis dans une moulure ou percement d'un trou dans la paroi, dans une gaine électrique encastrée. Même si ces cas sont rares, il existe des techniques pour les réparer.
Pour réparer une ligne apparente, c'est-à-dire une ligne en saillie ou sous baguette, et sectionnée, la solution consiste à créer un nouveau raccord dans une boîte de dérivation, comme indiqué au paragraphe précédent.

Pour une ligne encastrée, le problème est plus complexe. Il faut être certain de l'endroit de la coupure. Dans le cas d'un percement, vous devez agrandir le trou pour vous assurer visuellement de la coupure. Si vous avez percé plusieurs trous

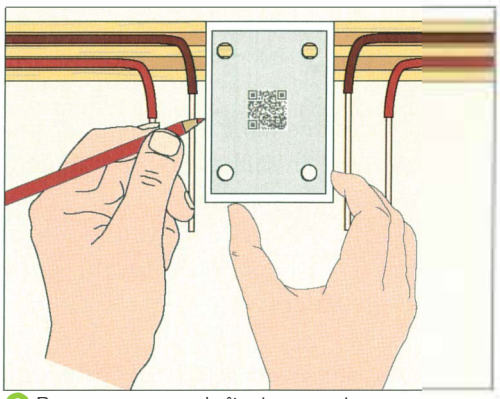
Dépannage d'une épissure défectueuse



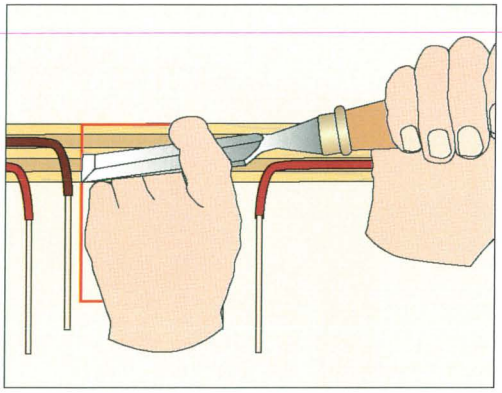
1 Après repérage de l'emplacement de l'épissure, coupez le courant au niveau du disjoncteur. Déposez délicatement le couvercle de la baguette électrique.



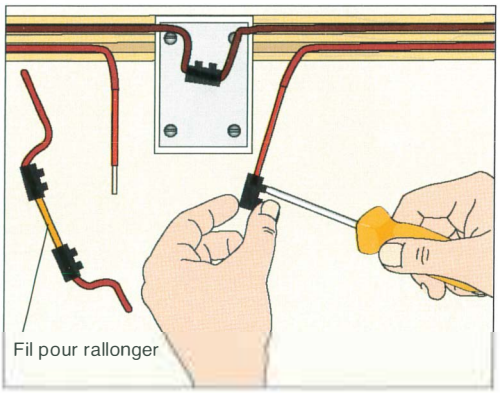
2 Déposez l'isolant entourant l'épissure, puis défaites les spires pour récupérer de la longueur sur les conducteurs. S'il existe deux épissures, déposez les deux.



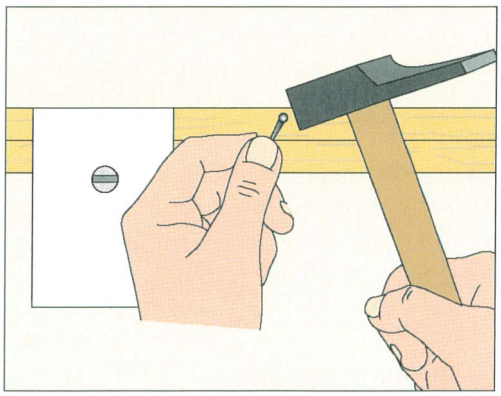
3 Procurez-vous une boîte de connexion pour montage en apparent, placez-la à l'endroit où se situaient les épissures, puis tracez son emplacement.



4 À l'aide d'un ciseau à bois, découpez les socles des baguettes en bois selon le tracé. Fixez la boîte à l'aide de vis et de chevilles.



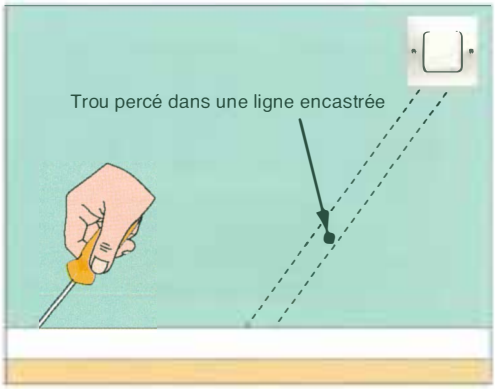
5 Isolez la partie nue des conducteurs, puis procédez au raccordement. Si les fils sont trop courts (fil cassé), utilisez deux dominos comme indiqué ci-dessus.



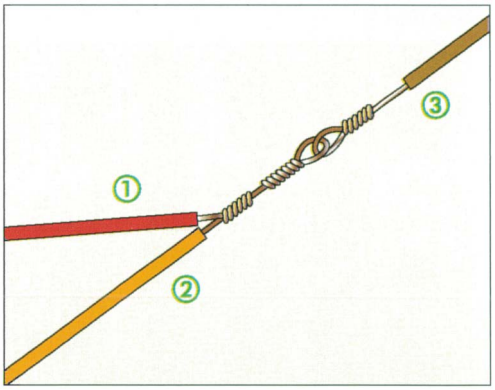
6 Fermez la boîte de connexion. Clouez les couvercles des baguettes après les avoir recoupés à la longueur adéquate.

Figure 414 : Le dépannage d'une épissure défectueuse

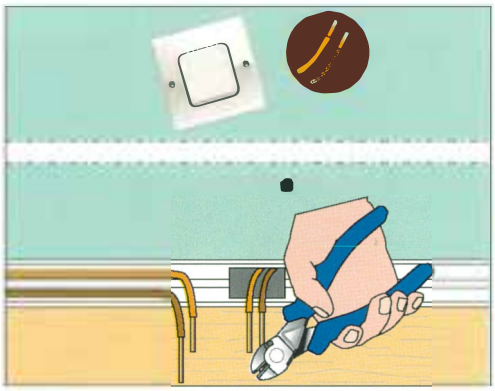
Réfection d'une ligne coupée



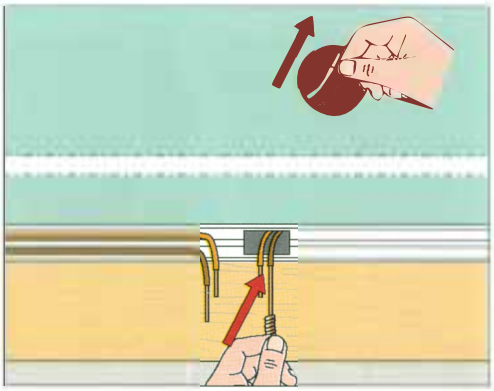
1 Coupez le courant au niveau du disjoncteur. Déclipsez le couvercle de la moulure électrique.



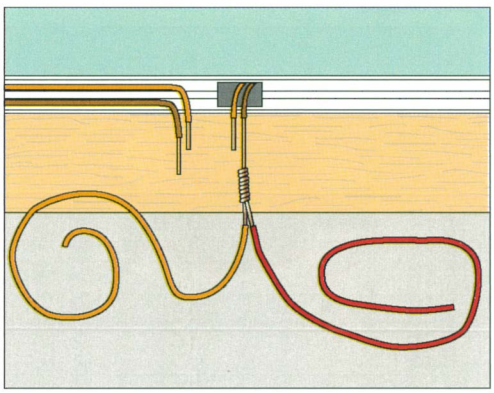
4 Entourez le fil 1 sur le fil 2 en réalisant des spires. Créez une boucle sur le fil 2 et enroulez-le sur lui-même. Passez le fil 3 dans la boucle et enroulez-le sur lui-même.



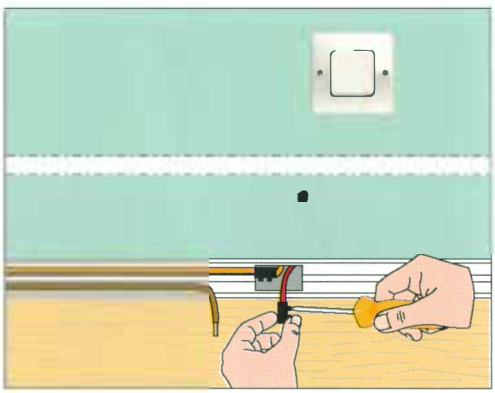
2 Déposez l'appareillage, sectionnez les lignes au niveau de la remontée dans le conduit en conservant un peu de longueur (tirez légèrement sur les conducteurs).



5 Enrobez le raccord de ruban adhésif et talquez-le pour faciliter le glissement.Tirez l'ensemble à partir du boîtier, poussez de l'autre côté (ou faites-vous aider).



3 Procurez-vous des conducteurs de section équivalente ou de section normalisée actuelle, s'ils sont anciens. Réalisez un raccord avec l'un des anciens fils.

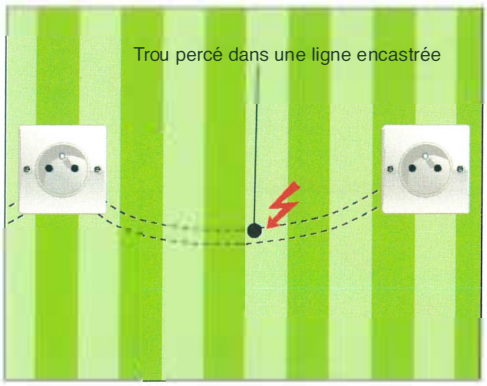


6 Raccordez l'appareillage avec les nouveaux fils, la nouvelle ligne avec l'ancienne au niveau de la fouille derrière la moulure, à l'aide de dominos.

Figure 415 : La réfection d'une ligne coupée

Réparation d'une ligne encastrée coupée

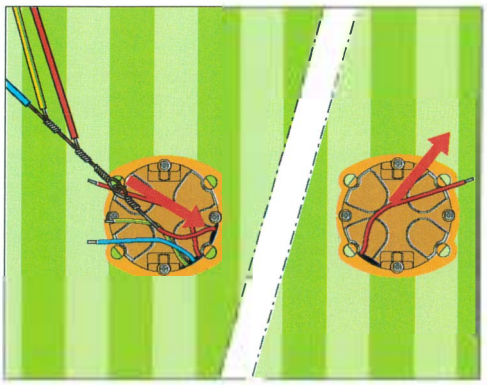
Solution 1



1 Exemple d'un percement réalisé dans une ligne encastrée. Coupez le courant au disjoncteur d'abonné.

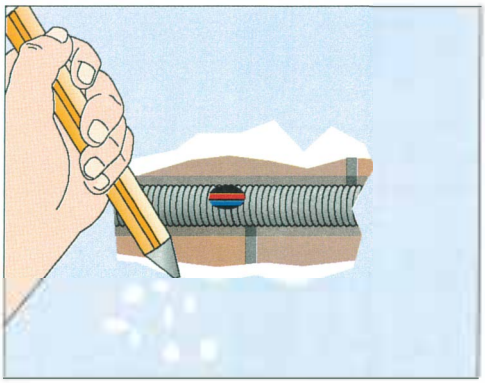


2 Déposez l'appareillage électrique et repérez la ligne coupée selon les départs des canalisations. Si un conducteur a été sectionné, retirez-le.

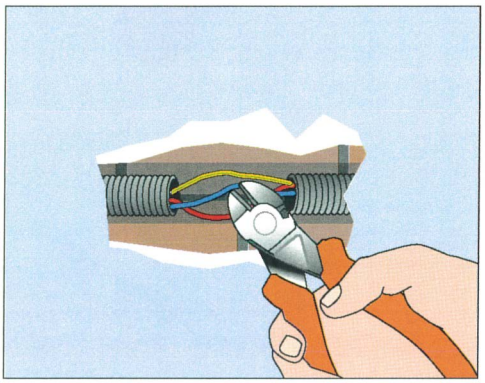


3 Conservez un conducteur sain, effectuez un raccord avec de nouveaux conducteurs de même section et réaiguillez-les dans la canalisation.

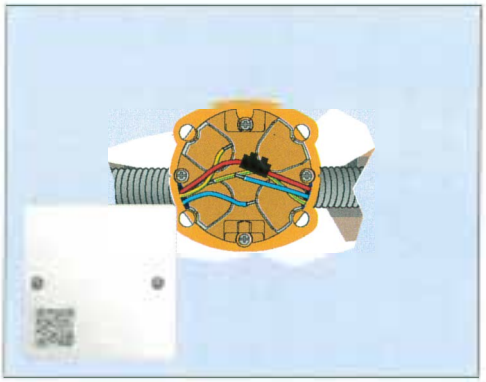
Solution 2



1 Si le réaiguillage n'est pas possible, coupez le courant au niveau du disjoncteur d'abonné. Dégagez le conduit au niveau du percement accidentel.



2 Prévoyez un trou pour loger une boîte d'encastrement. Coupez le conduit et les conducteurs dans la partie centrale.



3 Scellez une boîte d'encastrement. Procédez au raccordement des conducteurs avec des dominos. Posez un capot de boîte de connexion.

Figure 416 : La réparation d'une ligne encastrée coupée

sans savoir lequel a provoqué la coupure, vous devrez agrandir chacun d'eux.

La solution la plus simple consiste à réaiguiller une nouvelle ligne ou simplement le conducteur endommagé dans le conduit. On peut utiliser cette méthode pour le passage entre une plinthe électrique et un interrupteur, ou entre une moulure électrique et un plafonnier. Dans le cas d'une plinthe électrique, vous réaliserez le raccord entre l'ancienne et la nouvelle ligne dans la plinthe. Dans le cas d'une moulure, vous devez poser une boîte de dérivation pour réaliser ce raccordement.
Coupez l'alimentation électrique au niveau du disjoncteur de branchement. Déposez l'appareillage du circuit endommagé. Tirez sur les conducteurs, celui qui s'est coupé va se dégager. Ouvrez le capot de la moulure au niveau de la plinthe pour retrouver le départ de la ligne encastrée (figure 415). Tirez sur l'autre extrémité du fil qui a été coupé. Il est préférable de ne conserver qu'un seul conducteur pour faciliter le réaiguillage. Attachez de nouveaux conducteurs au fil restant en réalisant des boucles et des spires, que vous recouvrirez de ruban adhésif d'électricien pour faciliter le passage dans le conduit. Vous pouvez également saupoudrer un peu de talc sur le raccord.
Tirez sur le fil restant dans le boîtier tout en guidant les fils au niveau de la plinthe. Passez suffisamment de longueur pour pouvoir réaliser les raccordements de l'appareillage.
Raccordez les anciens et les nouveaux conducteurs, au niveau de la moulure, en utilisant des dominos ou des bornes automatiques.
Si les deux (ou plus) conducteurs ont été accidentellement coupés, vous devez les retirer, puis utiliser une aiguille en fibre de verre pour en passer de nouveaux.

Cette technique peut également être utilisée pour une ligne sectionnée entre deux appareillages (des socles de prise de courant, par exemple) pontés l'un sur l'autre (figure 416).
Malheureusement, dans certains cas, cette solution est impossible, car le conduit est trop coudé et il n'y a pas moyen de savoir où arrive la ligne, etc. Voici une autre solution de dépannage adaptée à ces cas particuliers.
Une fois l'endroit détecté, munissez-vous d'une boîte de dérivation encastrable. Coupez le courant au niveau du disjoncteur de branchement.
Agrandissez le percement à la taille de la boîte. Coupez les autres conducteurs, scellez la boîte au plâtre. Rétablissez les connexions. Si la longueur des fils est insuffisante, essayez de les tirer légèrement pour gagner de la longueur, ou réalisez deux raccordements avec un morceau de conducteur supplémentaire. La figure 416 présente cette méthode.

Si, malgré ces indications, vous ne parvenez pas à détecter la coupure, avant de déposer des lignes ou d'effectuer la réfection totale du circuit, faites appel à un professionnel qualifié.

Les lignes en défaut d'isolement

Un défaut d'isolement se traduit par le déclenchement des dispositifs différentiels. Il peut s'agir du disjoncteur de branchement pour les défauts importants (≥ 650 ou 500 mA selon les modèles) ou des interrupteurs différentiels haute sensibilité ≤ 30 mA (si vous en disposez) pour des défauts de moindre

ampleur. Ni les fusibles, ni les disjoncteurs divisionnaires ne se déclenchent.

Laissez le dispositif différentiel coupé, puis ouvrez tous les coupe-circuits ou abaissez les manettes de tous les disjoncteurs divisionnaires. Réenclenchez le dispositif différentiel, puis remettez en service un à un les circuits avec dispositifs de protection. Lorsque vous allez remettre sous tension le dispositif protégeant la ligne en défaut, celui-ci va se déclencher à nouveau (figure 417).

Si, malgré la coupure de tous les dispositifs de protection, vous n'arrivez pas à réenclencher le disjoncteur de branchement, vérifiez que des lignes ne sont pas reprises directement sous cet appareil.

Ensuite, assurez-vous que le défaut d'isolement provient bien de la ligne et non d'un appareil ou d'un éclairage qui y serait raccordé. Vous devez déconnecter tous les appareils raccordés sur la ligne concernée, y compris les luminaires, puis vérifier la persistance du défaut en recommençant les tests précédents.
S'il n'y a plus de déclenchement du dispositif différentiel, le défaut provient d'un appareil raccordé, la ligne n'est pas en cause. Vérifiez chaque appareil branché.

Si le défaut persiste, vous pouvez le constater en mesurant la résistance entre le conducteur de phase de la ligne en défaut et la terre de l'installation. Si vous mesurez une résistance infinie, cela indique que le conducteur de phase n'est pas en contact avec la terre. Il n'y a pas de défaut d'isolement ou il a disparu. Une résistance, même très importante, indique que vous êtes en présence d'un défaut d'isolement.

Cette vérification est très utile si plusieurs lignes sont raccordées sous la même protection : elle vous permet d'identifier précisément le ou les conducteurs en défaut.

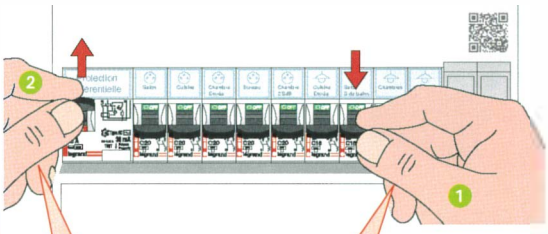
Le défaut d'isolement est dû à une déficience de l'isolant d'un conducteur de phase. Il peut également provenir d'un objet métallique en contact avec l'âme du conducteur et la paroi (clou, vis ou agrafe), comme présenté figure 418. Il peut s'agir aussi d'un antique tube métallique encastré dans lequel la partie conductrice d'un fil touche le tube. La présence d'humidité, même minime, est souvent remarquée lors d'un défaut d'isolement. Plus l'humidité est forte, plus le défaut est important.

En cas de défaut d'isolement dû à un dégât des eaux sur une installation en saillie équipée de conducteurs anciens dans une moulure en bois, par exemple, il suffit de déposer le couvercle, de sortir les conducteurs des rainures, puis de les laisser sécher. Le défaut disparaît dès que les conducteurs ne sont plus en contact avec la moulure humide.

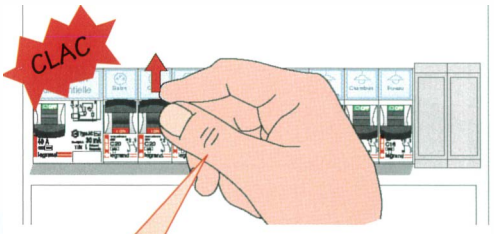
Si les conducteurs vous paraissent en piteux état, profitez-en pour remplacer la moulure en bois par un modèle en plastique et changer les vieux conducteurs.
Dans le cas d'un défaut d'isolement dans des tubes métalliques encastrés, la solution la plus sûre consiste à aiguiller de nouvelles lignes, comme dans le cas d'une coupure de ligne.
Lorsqu'un défaut d'isolement se produit sur une ligne sans raison particulière, il est très difficile d'en déterminer l'origine. Vous pouvez vérifier toutes les moulures électriques, observer si aucun objet métallique n'y a été planté et retirer tout

Recherche d'un défaut d'isolement

1 Recherche de la ligne en défaut

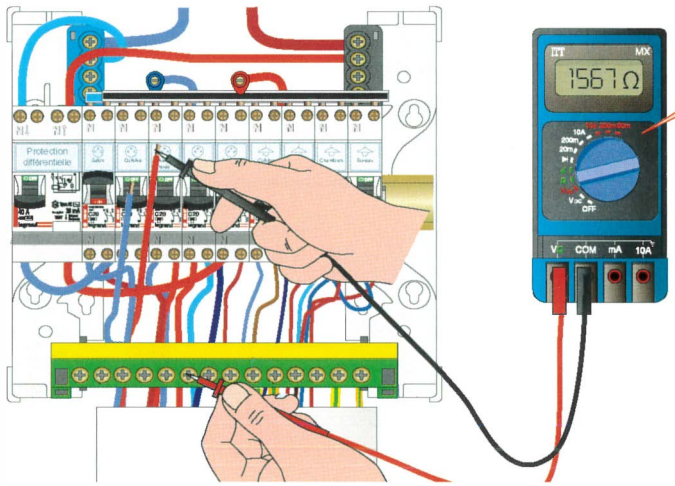


Coupez tous les disjoncteurs divisionnaires (1) ou ouvrez les porte-fusibles, puis réenclenchez l'interrupteur différentiel haute sensibilité (2).



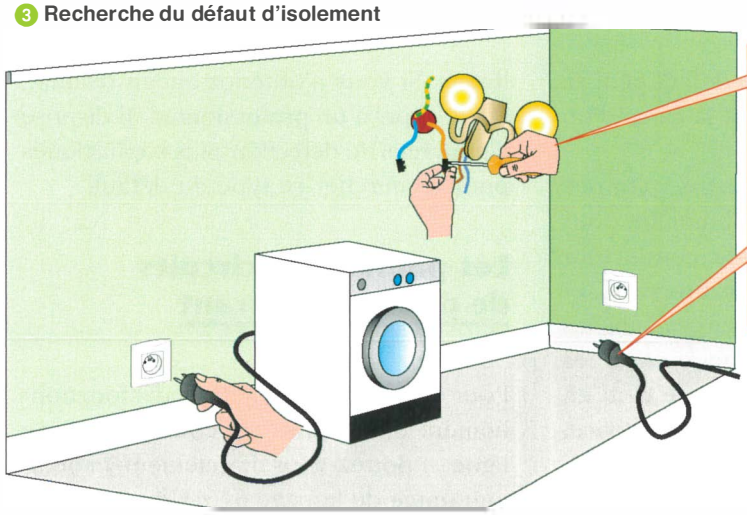
Remettez en fonction chaque disjoncteur divisionnaire. Lorsque cette opération déclenche l'interrupteur différentiel, vous avez identifié le circuit en défaut.

2 Vérification du défaut d'isolement



Utilisez un ohmmètre réglé sur le calibre Ω ou Ω x 100 (multimètre analogique). Mesurez la résistance entre le(s) conducteur(s) de phase déconnecté(s) de la protection et la barrette de terre. Si vous détectez une résistance inférieure à 250 000 Ω, vous êtes bien en présence d'un défaut d'isolement.

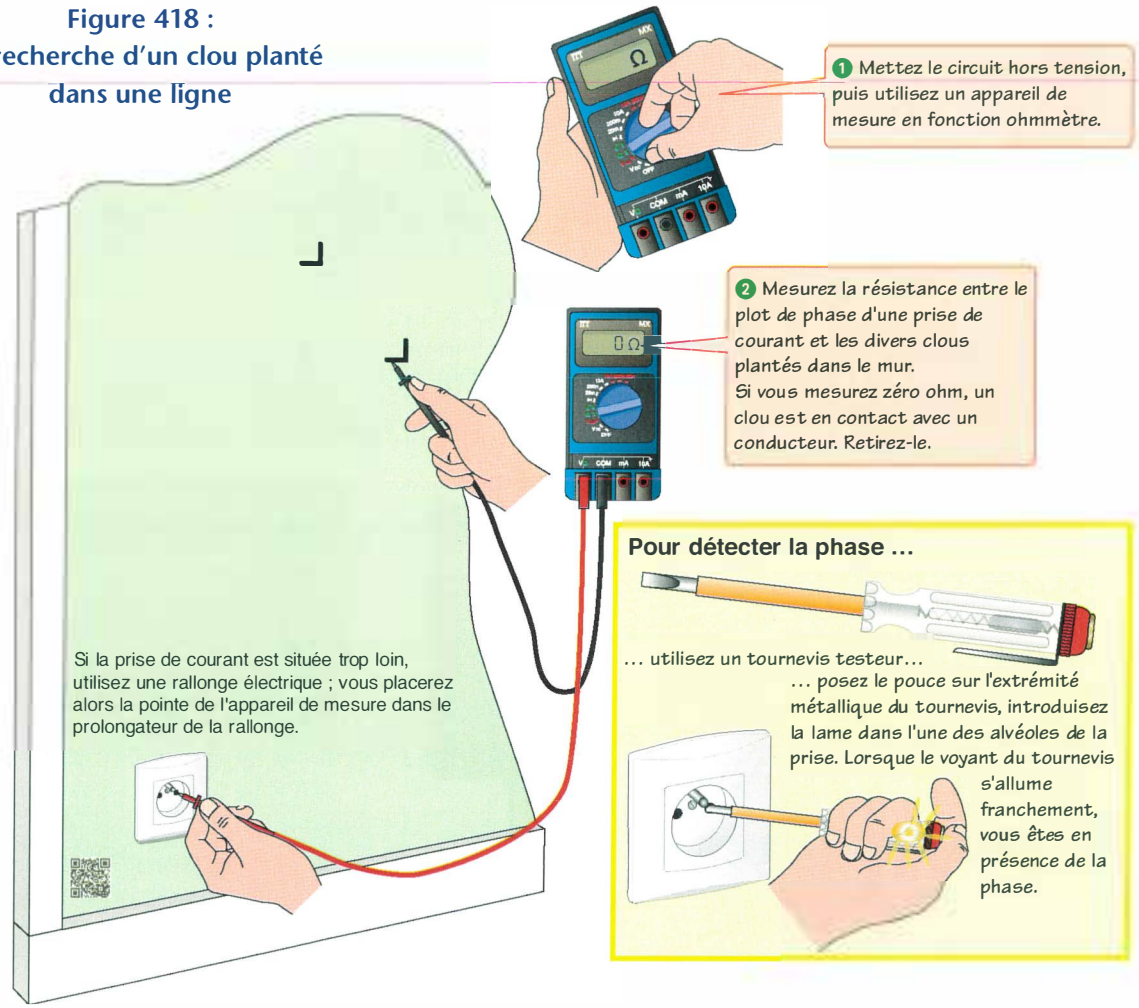
3 Recherche du défaut d'isolement



Débranchez les appareils et les luminaires, puis réitérez la mesure de l'étape 2. Si le défaut a disparu, vérifiez chaque appareil. Si le défaut persiste, continuez la recherche. Vérifiez l'appareillage et les lignes, que vous n'avez pas planté un clou ou une vis dans un conduit, subi un dégât des eaux sur des anciennes lignes avec des conducteurs en coton, etc.

Figure 417 : La recherche d'un défaut d'isolement

Figure 418 :
La recherche d'un clou planté dans une ligne



ce qui semble douteux. Le défaut peut se produire des années après la pose d'un clou ou d'un piton.
Pour une installation encastrée, coupez le disjoncteur, utilisez un ohmmètre pour tester la résistance entre le conducteur de phase, par exemple dans une prise, et les divers clous et pitons plantés dans les murs. À la moindre résistance entre les deux points éléments, retirez le clou en cause, puis essayez de remettre en service.

Si aucune de ces méthodes ne vous a permis de détecter le défaut d'isolement, vérifiez tous les appareillages et les lignes. Si vous n'obtenez aucun résultat, faites appel à un professionnel. Il dispose d'appareils de détection plus sophistiqués pour rechercher ce type de défaut.

Les pannes des circuits de prises de courant

Pour détecter rapidement le dysfonctionnement d'une prise de courant sur une ligne, reportez-vous directement à l'organigramme de la page 616. Nous détaillerons ci-après les pannes pouvant survenir sur une ou plusieurs prises de courant.

Panne sur une seule prise

Avant toute chose, assurez-vous que ce n'est pas l'appareil raccordé à cette prise qui ne fonctionne pas. Pour vérifier, testez la tension de la prise au moyen d'un voltmètre, ou raccordez un autre appareil, par exemple une lampe de chevet. Vérifiez également qu'il ne s'agit pas d'une prise commandée, c'est-à-dire une prise que l'on met sous tension et que l'on éteint à partir d'un interrupteur situé à l'entrée de la pièce (figure 419).
Une panne survenant sur une seule prise peut être due à plusieurs phénomènes.
Vérifiez qu'il ne s'agit pas d'une prise ancienne à fusible incorporé. Dans ce cas, la première chose à faire consiste à vérifier l'état du fusible de protection. S'il a fondu, remplacez-le. Il suffit généralement de dévisser un petit capot pour avoir accès à ce fusible.
Si vous n'êtes pas dans ce cas, il convient d'examiner la prise. Lorsqu'on raccorde un appareil puissant, le mauvais serrage des conducteurs de la prise ou de la fiche raccordée peut provoquer un échauffement (avec dégagement d'une odeur de brûlé) qui va dilater les parties élastiques du raccordement entre la prise et la fiche. Vous remarquerez alors une trace d'échauffement autour de l'un ou des deux trous de la prise de courant. Dans ce cas, vous devez remplacer la prise et la fiche de l'appareil.
Si aucun appareil de forte puissance n'est raccordé à cette prise, il est peu probable qu'apparaissent des traces d'échauffement. Dans ce cas, démontez la prise, puis vérifiez les serrages.

Si la prise et les raccordements semblent en bon état, poursuivez vos investigations. Les prises sont souvent reprises les unes sur les autres : c'est ce qu'on appelle le repiquage. Vérifiez que la prise la plus proche de celle qui est en panne fonctionne. Démontez-la, vérifiez s'il y a un repiquage, puis assurez-vous que les serrages sont corrects. Si cela ne donne pas de résultat, vérifiez une autre prise, en adoptant la même méthode. Il est même possible que la prise en panne soit reprise sur une prise de courant située de l'autre côté de la cloison, dans une autre pièce, ou qu'il existe un raccord dans un boîtier d'interrupteur encastré ou dans une boîte de connexion.
Si toutes ces recherches demeurent infructueuses, la panne peut se situer au niveau des lignes d'alimentation, par exemple en cas d'épissure défectueuse ou dans une boîte de connexion. Dans ce cas, suivez la ligne à partir de la prise.

Panne sur plusieurs prises

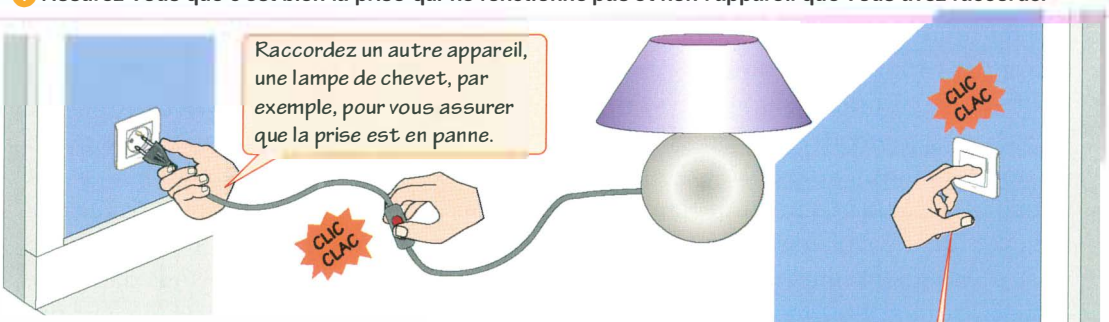
Lorsqu'une panne survient sur plusieurs prises de courant, vérifiez en premier lieu que le dispositif de protection de la ligne est en bon état. Si tel est le cas, la panne peut se situer au niveau d'un repiquage sur une autre prise. Vérifiez que la prise la plus proche de celles qui sont en panne fonctionne, comme indiqué précédemment.
Si toutes ces vérifications n'apportent pas la solution, la panne peut se situer au niveau de la ligne d'alimentation du circuit ou d'une boîte de dérivation. Effectuez une recherche sur les lignes comme indiqué plus haut.

Le remplacement d'une prise ancienne

En présence d'une prise trop ancienne ou défectueuse, la meilleure solution consiste à la remplacer. Si cette prise

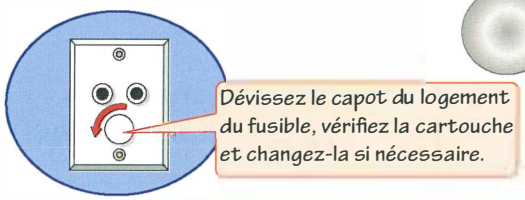
Les recherches préliminaires d'une panne sur une prise de courant

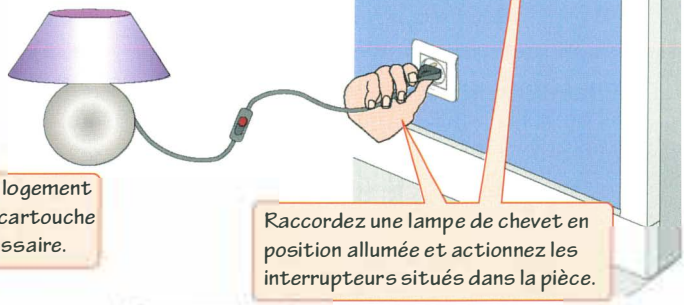
1 **Assurez-vous que c'est bien la prise qui ne fonctionne pas et non l'appareil que vous avez raccordé.**



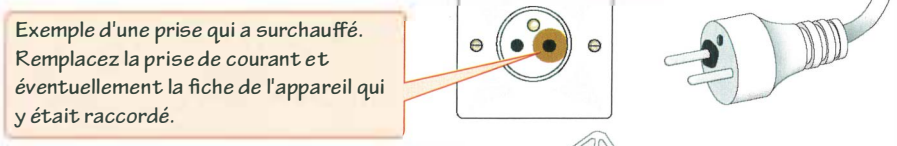
2 **Assurez-vous que la prise n'est pas commandée par interrupteur.**

3 **Assurez-vous que la prise n'est pas équipée d'un fusible incorporé.**

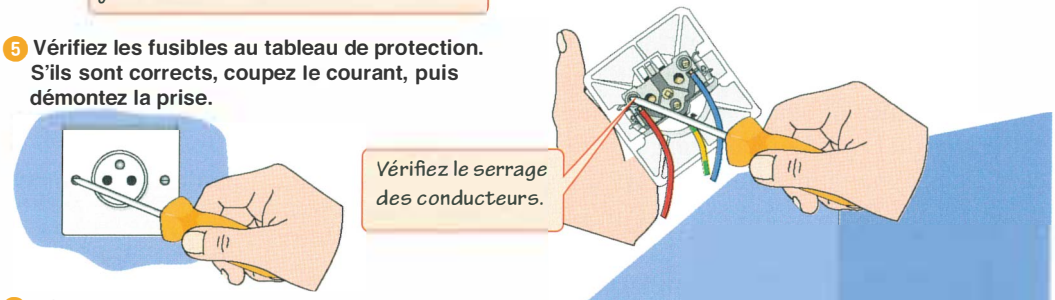




4 **Vérifiez que la prise n'est pas en mauvais état.**



5 **Vérifiez les fusibles au tableau de protection. S'ils sont corrects, coupez le courant, puis démontez la prise.**



6 **Vérifiez les raccordements des prises en amont et en aval de celle qui ne fonctionne plus.**

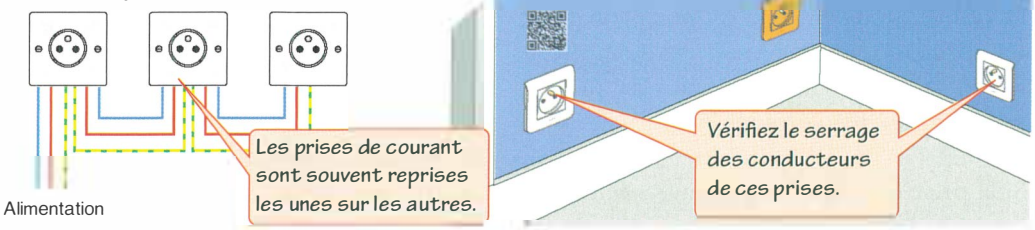


Figure 419 : Les recherches préliminaires d'une panne sur une prise de courant

est placée dans une salle d'eau, vérifiez si son emplacement est encore autorisé, pas trop près d'une douche ou d'une baignoire, par exemple. Dans le cas contraire, il sera nécessaire de la déplacer ou de la condamner.
Si vous effectuez un remplacement de prise consécutif à des travaux de doublage des murs avec des panneaux isolants, ne laissez jamais les moulures derrière le doublage : vous ne pourriez plus y accéder. Prévoyez la réfection de cette partie de l'installation électrique, soit en encastré derrière l'isolant, soit en saillie sous plinthe ou baguette posée sur la plaque de plâtre. La pose de lambris en recouvrement d'une moulure ancienne implique les mêmes travaux.

Vous pouvez être confronté à trois types d'installations différentes : prise en saillie, encastrée ou dans une plinthe. Examinons chacune de ces situations.
Ces indications ne sont proposées qu'à titre d'exemple dans le cas d'un dépannage et non pour une rénovation.

Le cas d'une prise de courant en saillie

Pour cet exemple, nous avons choisi un cas un peu extrême, celui d'une prise de courant en porcelaine alimentée par des conducteurs anciens, isolés avec du coton et du caoutchouc et passés dans une moulure en bois.
Ce type de prise était généralement vissé sur un socle en bois lui-même cloué sur la paroi. Vous devrez le déposer afin d'avoir une surface plane pour poser la nouvelle prise.

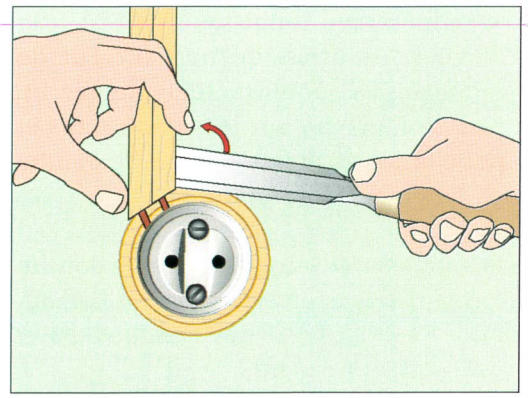
Coupez l'alimentation générale de l'ins-tallation. Déconnectez, puis dévissez la prise de courant (figure 420).
Déconnectez les conducteurs d'alimentation. Déposez le couvercle de la moulure en bois, coupez-la à l'horizontale avec un ciseau à bois en bon état, afin d'éviter les éclats de bois. Le fait de recouper la moulure fera gagner un peu de longueur sur les conducteurs et permettra à la nouvelle prise de joindre parfaitement la moulure.

En aucun cas les conducteurs ne doivent être apparents entre la prise et la moulure. Vérifiez l'état des conducteurs et celui de leur isolant.
Si l'isolant est défectueux ou cassant, reconstituez-le avec du ruban adhésif isolant ou avec un manchon thermorétractable. Ce type de manchon consiste en un petit tube isolant que l'on enfile sur la partie dénudée du conducteur. Lorsqu'on le chauffe, il se rétracte pour épouser parfaitement le conducteur et rétablit ainsi son isolation.

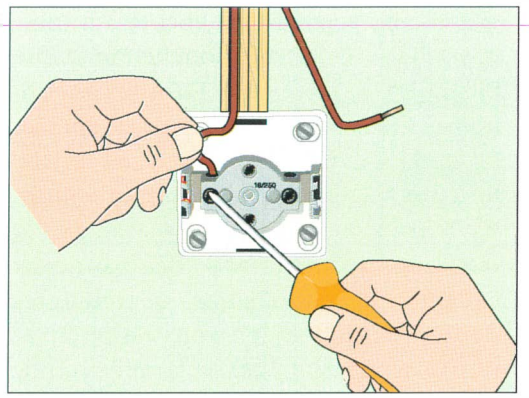
Si les conducteurs vous paraissent vraiment trop courts, coupez le socle de la moulure un peu plus haut.
Placez la nouvelle prise, fixez le socle avec des vis et des chevilles appropriées à la nature de la paroi. Raccordez les conducteurs en les serrant correctement, mettez en place le cadre, après découpe pour le passage des conducteurs, puis vissez le capot. Ensuite, recoupez le couvercle de la moulure en bois de façon qu'il épouse parfaitement le bord du capot de la prise. Fixez-le avec quelques clous. Donnez un coup de marteau sur la pointe des clous pour les émousser afin qu'ils ne fendent pas le couvercle.
Remettez l'installation sous tension. Vérifiez le bon fonctionnement de la nouvelle prise.

Si la moulure est en mauvais état, vous pouvez la déposer jusqu'au premier changement de direction (un angle,

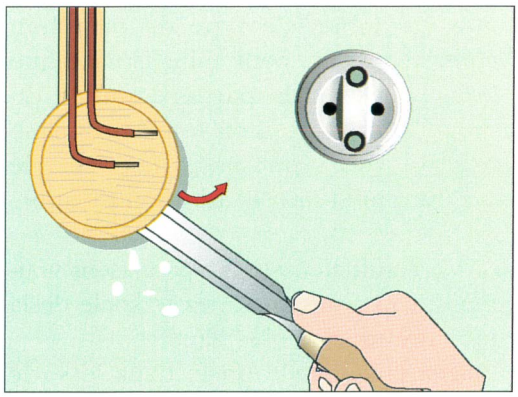
Le remplacement d'une prise en saillie



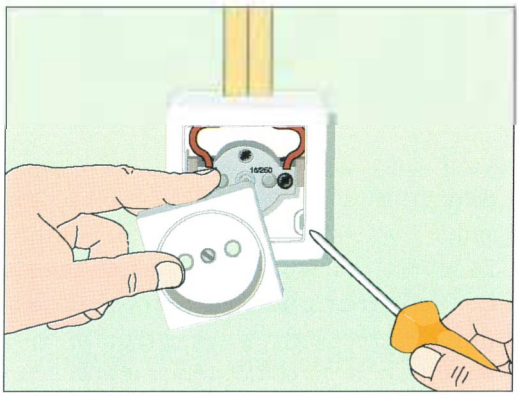
1 Coupez le courant au niveau du disjoncteur. Déposez délicatement le couvercle de la baguette électrique.



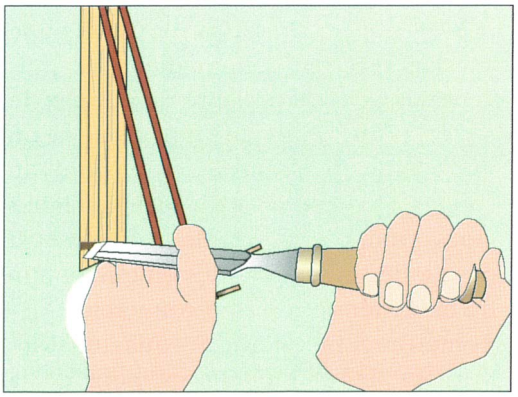
4 Procurez-vous une prise de courant en saillie. Fixez le socle au mur à l'aide de vis et de chevilles. Raccordez les conducteurs.



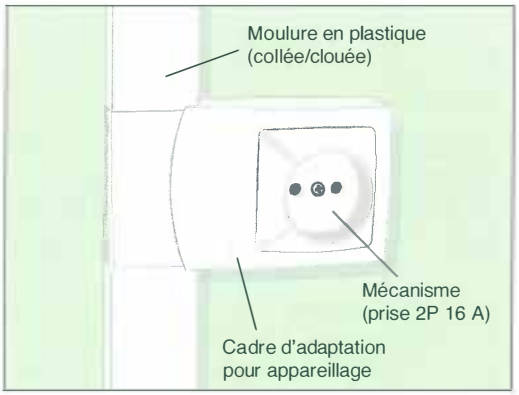
2 Déposez, puis déconnectez la prise de courant. Déposez le socle en bois (si la prise en comporte un). Vérifiez l'état de l'isolant des conducteurs.



5 Découpez le cadre de la prise pour permettre le passage des conducteurs, posez-le ainsi que le capot. Reclouez le couvercle après découpe à la mesure.



3 Découpez horizontalement le socle de la moulure électrique (si elle est en biais comme dans notre exemple).



6 Si la moulure est en mauvais état, déposez-la jusqu'au premier changement de direction. Remplacez-la par une moulure plastique avec ses accessoires.

Figure 420 : Le remplacement d'une prise en saillie

par exemple) et la remplacer par un profilé en plastique de dimensions correspondantes. Installez ensuite un cadre d'adaptation pour appareillage, puis un module de prise de courant. Vous pouvez en profiter également pour remplacer une partie des conducteurs, s'ils sont en mauvais état, puis reprendre les raccordements dans une boîte de connexion en saillie.

Le cas d'une prise de courant encastrée

Le remplacement d'une prise encastrée peut être une opération très simple, s'il s'agit d'un modèle récent. En revanche, pour les modèles anciens ou de forme spécifique (appareillage étroit, par exemple), il vous faudra certainement remplacer le boîtier d'encastrement.

Si la prise de courant est récente, déposez-la (figure 421). Si certains modèles sont simples à démonter (avec vis apparentes, par exemple), d'autres peuvent nécessiter de défaire une plaque ou un enjoliveur pour avoir accès au système de fixation.

Deux systèmes de fixation existent : soit des vis prises directement dans le boîtier mural, soit un système de griffes. Généralement, les appareillages munis de ce système de fixation sont installés dans des boîtes d'encastrement rondes. Les griffes s'écartent dans le boîtier lors du serrage. Ce système, peu performant, n'est plus autorisé dans une installation neuve ou rénovée. Mais en cas de dépannage, vous ne pouvez installer que ce type d'appareillage dans le boîtier existant.

Désormais, les boîtiers ronds sont munis des deux types de fixation : à vis ou à griffes.

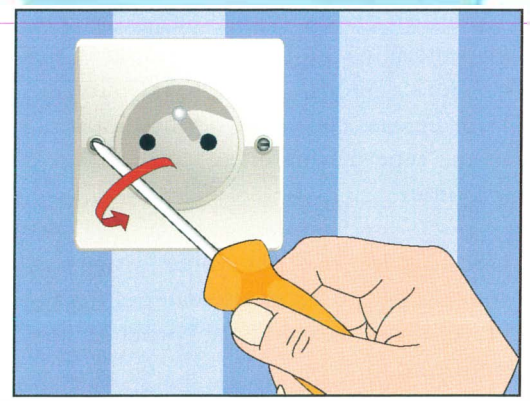
Les boîtiers à vis peuvent également accueillir divers types d'appareillage, mais certains fabricants proposent des boîtiers spécifiques à leur matériel. Dans ce cas, vous devez donc reposer le même type d'appareillage ou remplacer le boîtier.

Une fois la prise démontée, vous constaterez de quel type de matériel il s'agit et vous pourrez vous en procurer une neuve adaptable.
Coupez le courant au disjoncteur de branchement, puis déconnectez les conducteurs de l'ancienne prise et rebranchez-les de la même façon dans la nouvelle prise. Fixez la prise sur son boîtier, remettez le courant, puis vérifiez le fonctionnement.

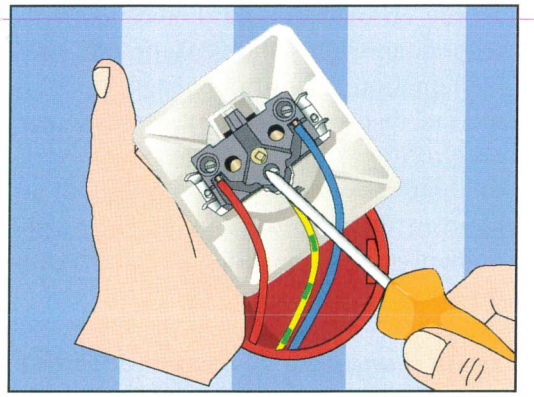
Le remplacement d'une prise encastrée ancienne nécessite plus de savoir-faire. En effet, le remplacement du boîtier d'encastrement est souvent inévitable, car il n'est plus adapté à l'appareillage actuel (figure 422).

Coupez l'alimentation générale de l'installation au disjoncteur de branchement. Déconnectez, puis déposez la prise de courant. Déposez le vieux boîtier. Choisissez un nouveau boîtier adapté au type d'appareillage à fixation par vis que vous souhaitez installer. Tracez son emplacement sur le mur. Réalisez une fouille d'encastrement un peu plus grande que la taille du boîtier (environ un centimètre). Scellez le nouveau boîtier au plâtre (voir ci-après) en faisant pénétrer légèrement le conduit d'encastrement dans le boîtier.
Vérifiez l'isolant des conducteurs. Rénovez-le si nécessaire. Connectez la nouvelle prise, puis mettez-la en place. Rétablissez l'alimentation, puis testez la prise.

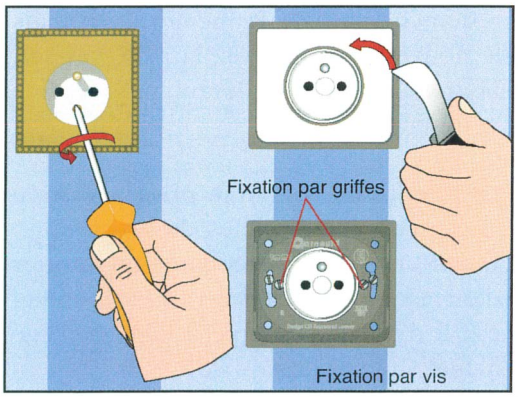
Le remplacement d'une prise moderne



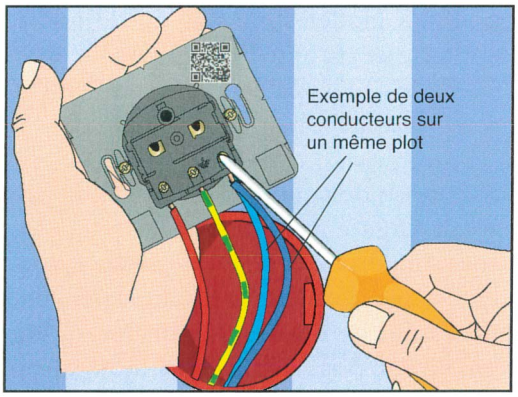
1 Coupez le courant au niveau du disjoncteur, puis dévissez les vis de fixation des griffes de quelques tours pour déposer la prise.



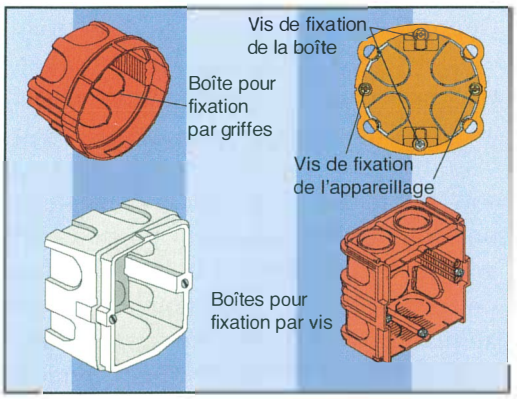
4 Déconnectez la prise en prenant soin de repérer l'emplacement des fileries, en particulier le conducteur de terre (notamment s'il n'est pas de couleur vert/jaune).



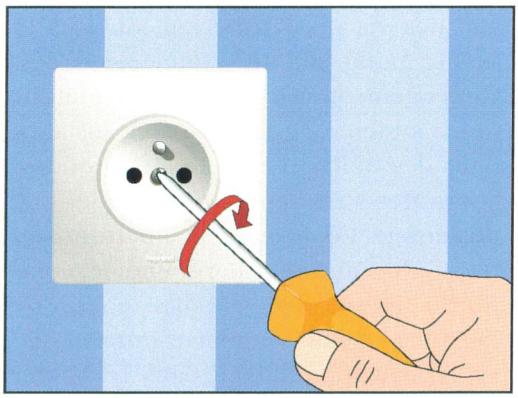
2 Sur certaines prises, les griffes ou vis de fixation ne sont pas apparentes. Il est nécessaire de retirer préalablement l'enjoliveur.



5 Raccordez la nouvelle prise. Attention ! si plusieurs conducteurs étaient connectés sur un même plot, respectez scrupuleusement le même raccordement.



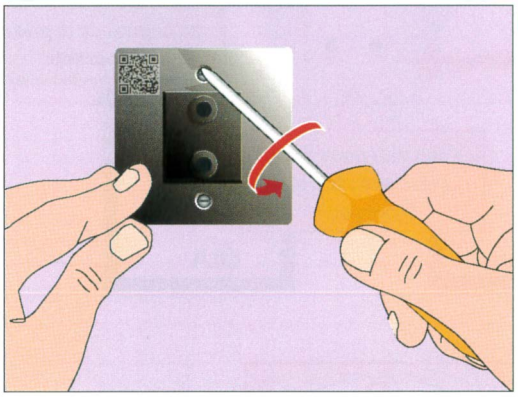
3 En fonction du boîtier d'encastrement dont vous disposez, procurez-vous une prise de remplacement à fixation à griffes ou à vis, avec ou sans terre.



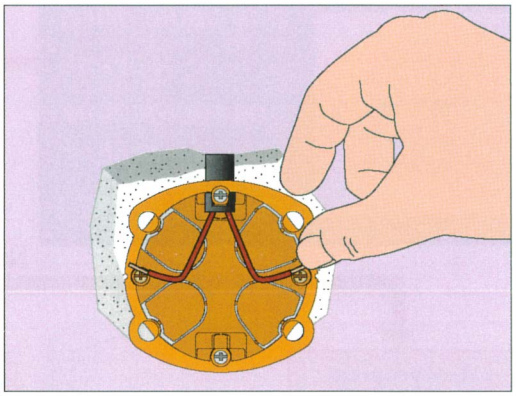
6 Fixez la nouvelle prise. Si c'est une prise à griffes, serrez généreusement les vis des griffes pour éviter tout risque d'arrachement.

Figure 421 : Le remplacement d'une prise moderne

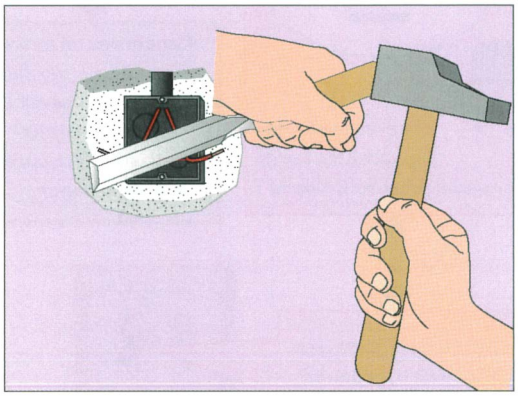
Le remplacement d'une prise encastrée



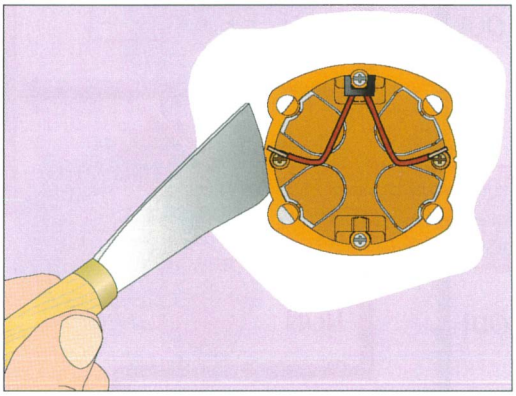
1 Coupez le courant au niveau du disjoncteur. Déposez, puis déconnectez la prise de courant.



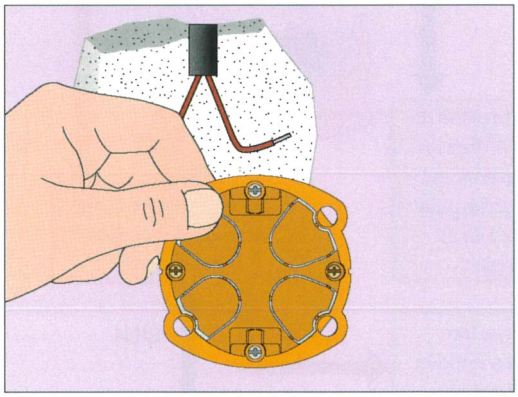
4 Défoncez l'un des opercules de passage de tube du boîtier, puis adaptez-le sur le conduit existant : il doit pénétrer de quelques millimètres dans le boîtier.



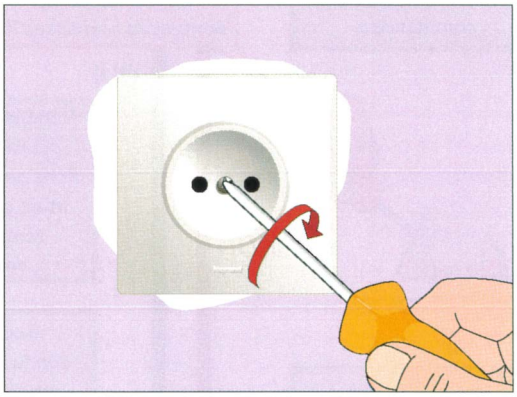
2 Déposez le boîtier de la prise. Si le boîtier est compatible avec l'appareillage actuel (boîtier rond ø 60 mm, par exemple), conservez-le et remplacez la prise.



5 Scellez le boîtier au plâtre.



3 Procurez-vous un boîtier approprié à l'appareillage choisi, avec fixation par vis. Vérifiez qu'il s'adapte correctement dans la fouille.



6 Raccordez, puis posez la nouvelle prise de courant.

Figure 422 : Le remplacement d'une prise encastrée

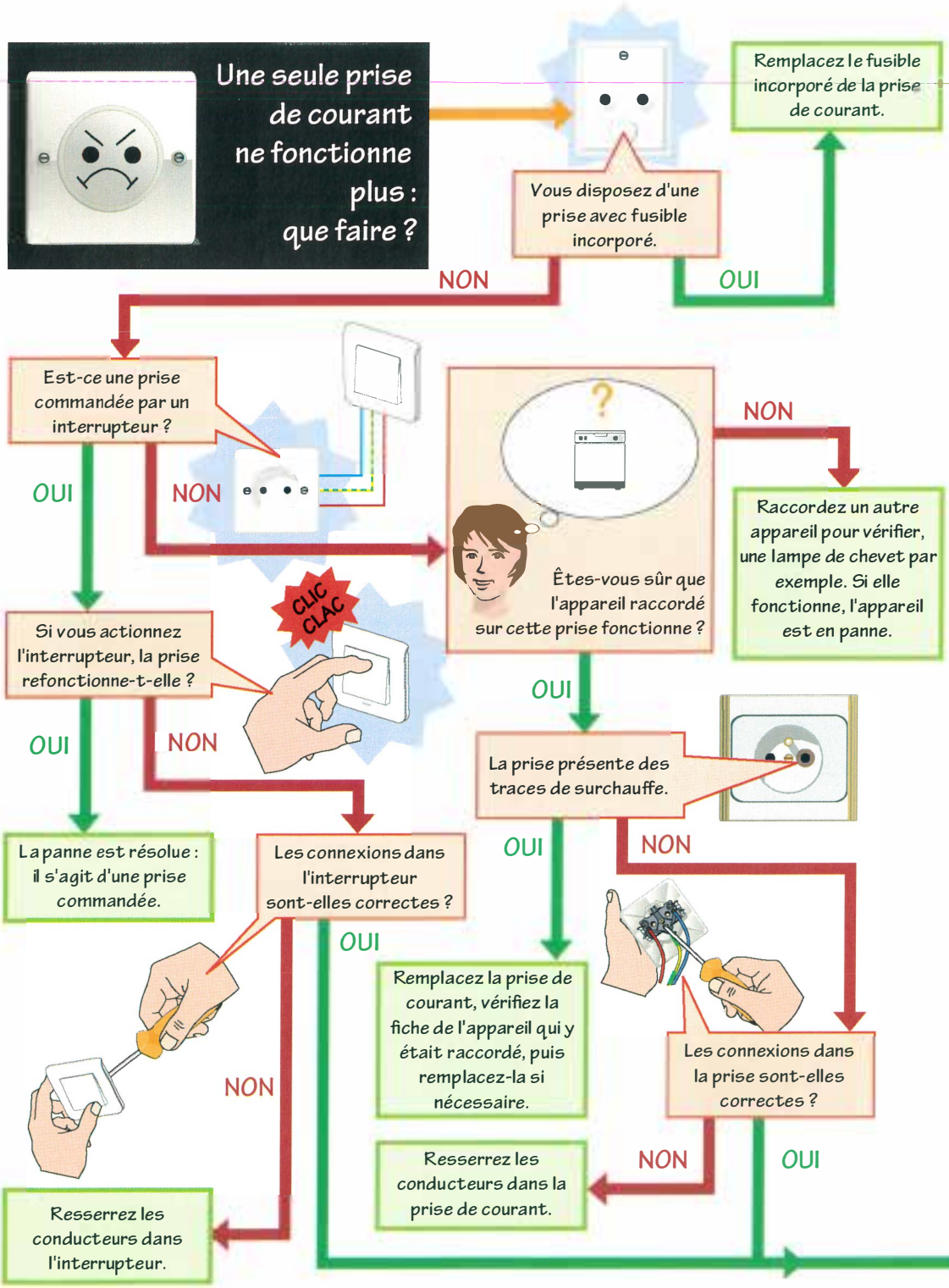


Figure 423 : La recherche d'une panne sur des circuits de prises de courant

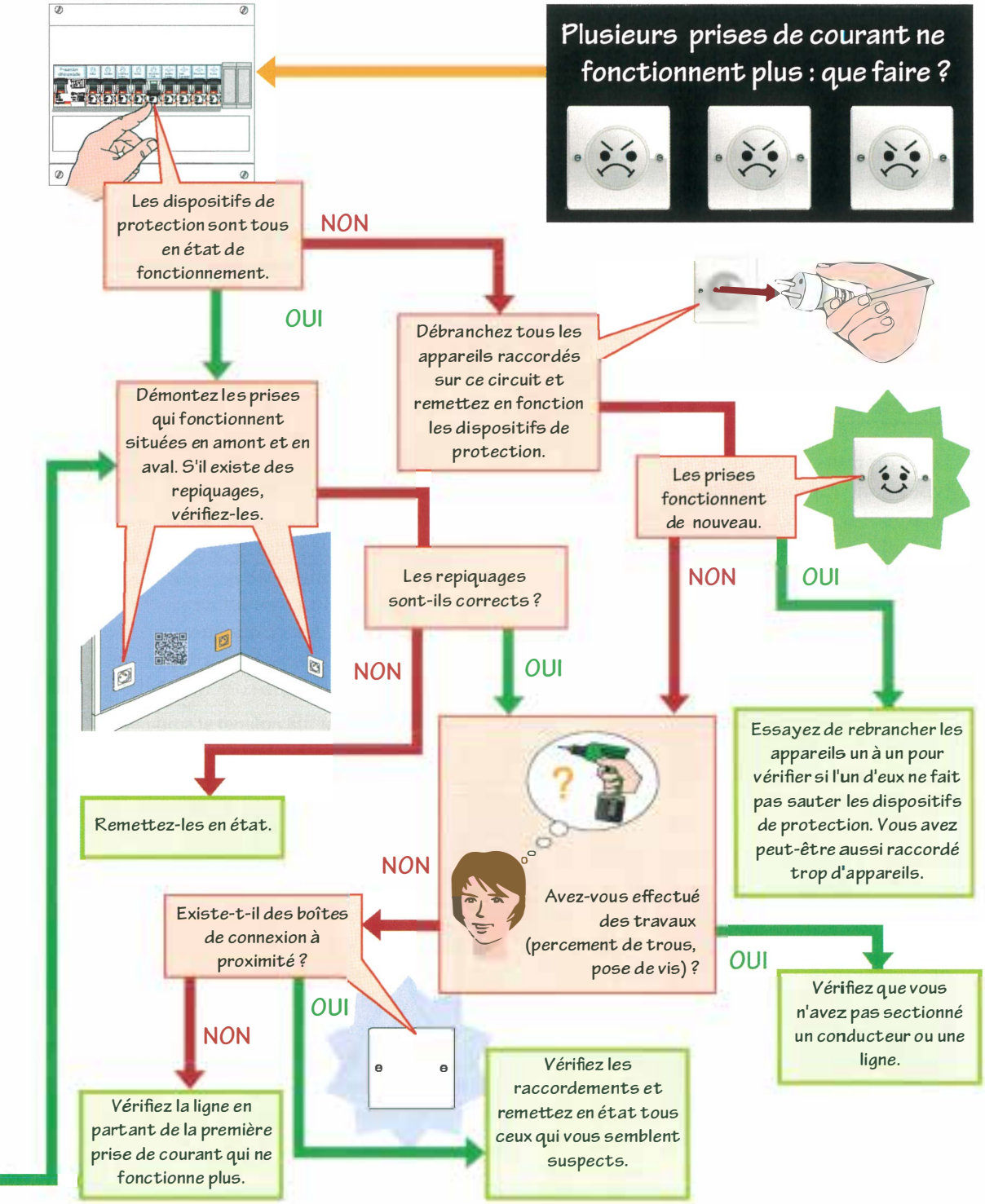


Figure 424 : La recherche d'une panne sur des circuits de prises de courant (suite)

La recherche d'une panne sur un circuit de prises

La méthode complète de recherche de pannes sur un circuit de prises de courant est illustrée par l'organigramme de la figure 423. Ce schéma permet d'analyser rapidement la nature de la panne et de savoir comment la résoudre, qu'elle se produise sur une seule ou plusieurs prises de courant.

Les pannes des commutateurs et leurs remèdes

Les commutateurs, quel que soit leur type, sont rarement sujets aux pannes. Néanmoins, ils peuvent se détruire après un incident, comme un court-circuit sur un appareil d'éclairage. La touche de commande peut, par exemple, rester bloquée ou manœuvrer dans le vide.
Vérifiez en premier lieu que la panne ne provient ni de l'appareil raccordé, ni du dispositif de protection.
Vérifiez le bon état des dispositifs de protection de ce circuit dans le tableau de répartition.

Ensuite, vérifiez si la panne ne provient pas de l'appareil (une suspension, par exemple). Pour ce faire, il suffit de mesurer la présence de tension au niveau de l'alimentation du luminaire. Si vous obtenez 230 V, le circuit est correct : c'est le luminaire qui est en cause (s'il ne s'allume pas). Vérifiez les ampoules et les connexions. Si vous ne mesurez aucune tension après avoir actionné le commutateur, le luminaire n'est pas en cause. La figure 424 présente la méthode de recherche sur un luminaire.
Comme pour les prises de courant, il existe dans certaines installations anciennes des interrupteurs à fusible intégré. Dans ce cas, commencez par vérifier l'état du fusible avec un ohmmètre ou remplacez-le par un modèle neuf de même taille et de même calibre.

Lors de la mesure de la tension au niveau de l'alimentation du luminaire, prenez toutes les dispositions nécessaires afin d'éviter le contact avec des parties conductrices susceptibles d'être sous tension.

Si les protections du circuit sont en état de fonctionnement, mais que le luminaire reste éteint, vous pouvez poursuivre vos investigations au niveau du commutateur de commande.
Un mauvais serrage dans un commutateur se traduit par un grésillement qui, fréquemment, fait vaciller le point lumineux qu'il commande. Dans ce cas, il suffit de déposer le commutateur et de vérifier le serrage des conducteurs.
Dans le cas d'un va-et-vient simple ou avec permutateur, prenez soin de vérifier tous les commutateurs.

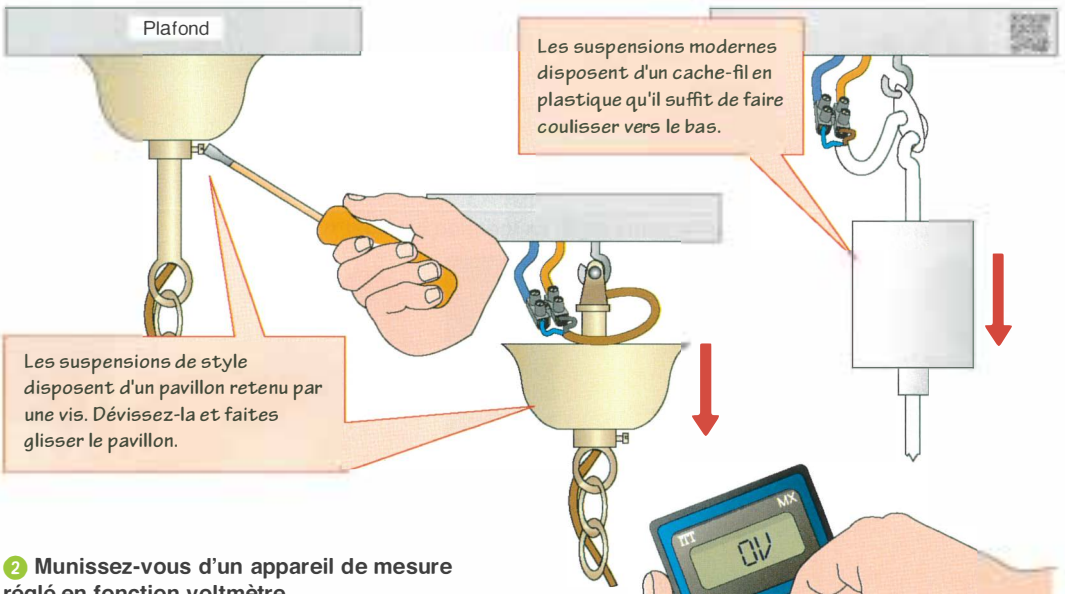
Un commutateur peut être détérioré par l'usure : les actions répétées sur la manette pendant des années peuvent user le mécanisme ou les contacts. Un mauvais serrage ou un court-circuit peuvent également détruire un commutateur. Pour vérifier l'état d'un commutateur, coupez le courant au niveau du disjoncteur de branchement. Démontez l'appareillage selon son mode de fixation, griffes ou vis (figure 425), puis, au moyen d'un multimètre réglé sur la fonction ohmmètre, testez la résistance entre chaque contact, appuyez sur la touche, puis répétez l'opération.

Pour un interrupteur, la mesure doit indiquer zéro ohm sur une position et

Comment mesurer la tension sur un luminaire

Exemple d'une suspension

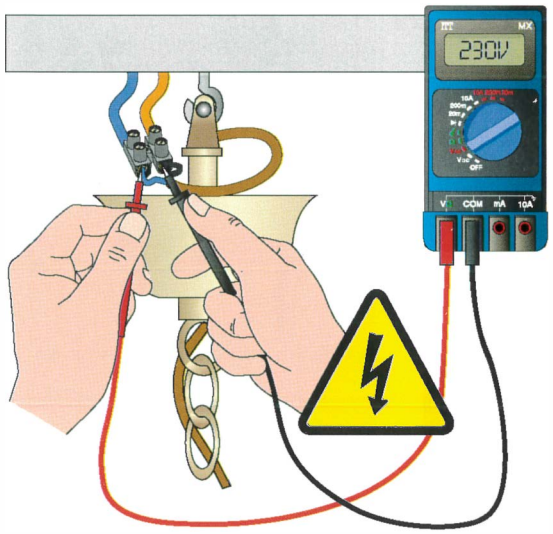
1 **Démontez le pavillon ou le cache-fil.**

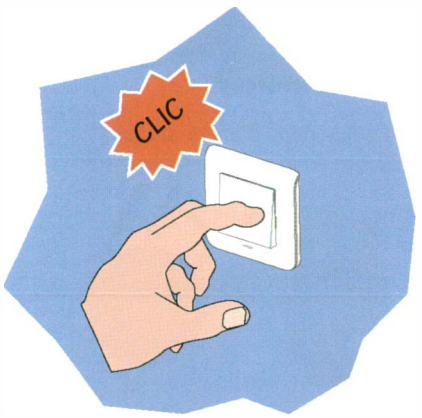


2 **Munissez-vous d'un appareil de mesure réglé en fonction voltmètre.**



3 **Mesurez la tension sur le domino de raccordement.**





4 **Si vous ne mesurez aucune tension, assurez-vous que l'interrupteur est en position fermée.**

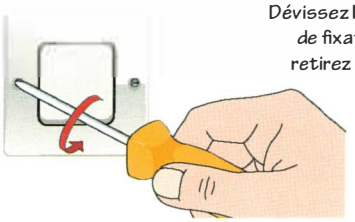
Figure 424 : Mesurer la tension sur un luminaire

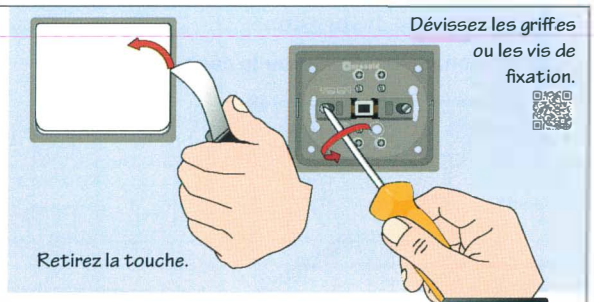
Comment tester un interrupteur

Par mesure

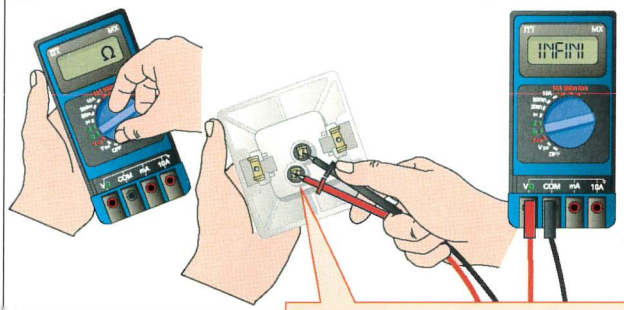
1 **Démontez l'interrupteur.**

Dévissez les griffes de fixation, puis retirez l'appareil.

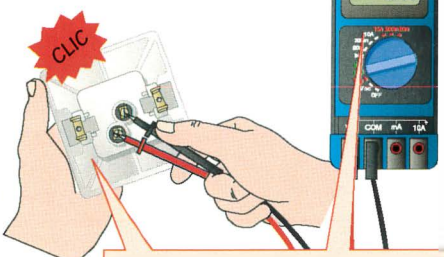




2 **Munissez-vous d'un appareil de mesure réglé en fonction ohmmètre.**

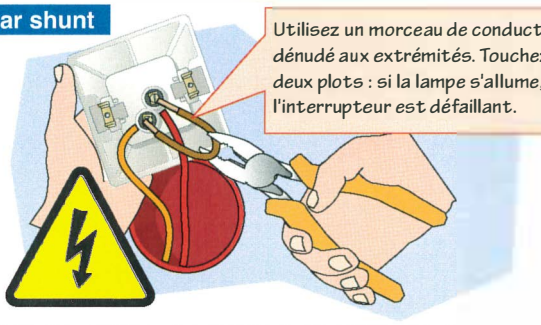


Déconnectez l'interrupteur, puis mesurez la résistance entre les deux plots (infinie dans notre cas).



Actionnez l'interrupteur, puis mesurez de nouveau la résistance : vous devez trouver l'inverse de la mesure précédente (ici zéro ohm) sinon, l'interrupteur ne fonctionne plus.

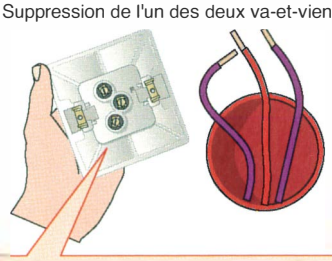
Par shunt



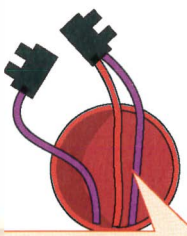
Utilisez un morceau de conducteur dénudé aux extrémités. Touchez les deux plots : si la lampe s'allume, l'interrupteur est défaillant.

Le dépannage d'un va-et-vient

Suppression de l'un des deux va-et-vient



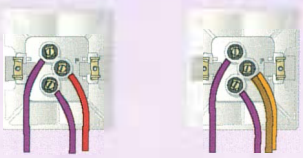
Déconnectez le va-et-vient défectueux.



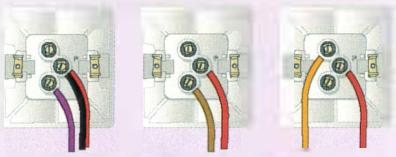
Raccordez le fil du commun avec une navette. Vous pourrez ainsi allumer et éteindre à partir du va-et-vient restant.

Interrupteur ou va-et-vient ?

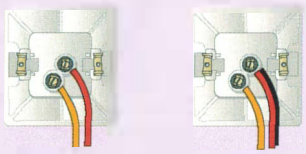
Comment être sûr de se trouver en présence d'un simple allumage ou d'un va-et-vient :



Va-et-vient raccordé en va-et-vient



Va-et-vient raccordé en simple allumage



Interrupteur raccordé en simple allumage

Figure 425 : Tester un interrupteur

résistance infinie sur l'autre position. Pour un va-et-vient, mesurez entre le commun et un autre plot, puis entre le commun et le plot restant. À la première mesure, vous obtenez, par exemple, zéro ohm entre le commun et le plot 1, résistance infinie entre le commun et le plot 2. Si vous actionnez la touche, les résultats s'inversent.

Il existe une autre méthode très simple ne nécessitant pas de démontage : munissez-vous d'un morceau de conducteur isolé (environ 10 cm), tenez-le avec une pince isolée, puis, sous tension, « shuntez » (c'est-à-dire court-circuitez) les deux plots de l'interrupteur. Si la lumière s'allume, le commutateur est en mauvais état ; si elle reste éteinte, le problème a une autre origine (lignes ou boîte de dérivation). Il est tout à fait normal qu'il se produise une étincelle en cas d'allumage de la lampe.

En présence d'un circuit en va-et-vient, la méthode est similaire. Faites le test entre le commun et une navette, puis entre le commun et l'autre navette.
Répétez l'opération sur le deuxième commutateur. Si rien ne se produit, la panne provient d'un autre point de l'installation.

Attention ! N'utilisez cette seconde méthode que si vous êtes absolument certain de ne pas avoir affaire à un court-circuit (fusible fondu ou disjoncteur déclenché). Sinon, vous risquez de provoquer à nouveau un court-circuit avec le *shunt*, ce qui serait dangereux (arc électrique, projection de particules de métal en fusion, etc.).
Si vous détectez un va-et-vient en défaut, mais que vous n'en disposez pas de nouveau pour le remplacer, vous pouvez cependant adopter une solution provisoire : déposez le commutateur défectueux, raccordez le fil commun avec l'une des deux navettes à l'aide d'un domino. Isolez l'autre navette. Vous pourrez ainsi commander l'appareil avec le commutateur restant, comme un circuit en simple allumage.

Les pannes des variateurs et leurs remèdes

Comme pour toutes les pannes de circuit d'éclairage, assurez-vous en premier lieu que ce n'est pas le luminaire qui est en panne, ni le dispositif de protection.

Les pannes spécifiques des variateurs (figure 426) sont généralement dues à la destruction du fusible de protection de l'appareil ou à la destruction totale de l'appareil si le fusible n'a pas rempli son rôle. Pour remplacer le fusible d'un variateur, il suffit généralement de déposer le plastron ou l'enjoliveur donnant accès à un petit fusible de verre. Éliminez ou résolvez le problème à l'origine de la fusion du fusible : court-circuit ou appareil trop puissant.
Les télévariateurs sont équipés également d'un fusible intégré. Dans tous les cas, remplacez toujours la cartouche fusible par une autre de même taille et de même calibre.

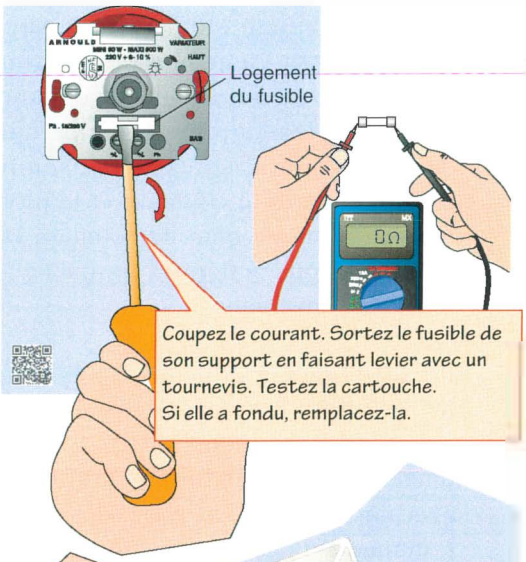
Les variateurs étant composés d'éléments électroniques, leur réparation est quasiment impossible en cas de destruction totale de l'appareil. Afin de vous assurer que c'est effectivement le variateur qui est détruit, shuntez les deux fils : si l'éclairage s'allume, le variateur est hors service ; si l'éclairage reste éteint, il s'agit d'un problème d'une autre nature.

Le dépannage d'un variateur

1 Vérifiez le luminaire et le dispositif de protection. S'ils sont corrects, vérifiez le fusible du variateur.

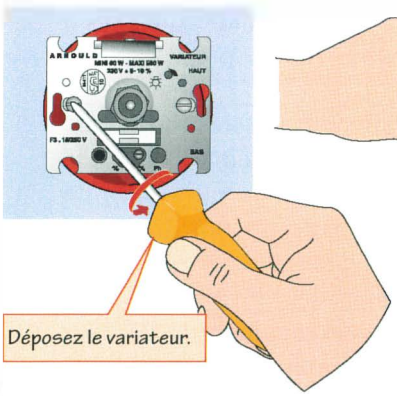


Déposez l'enjoliveur, la manette du variateur, puis dévissez le plastron pour avoir accès au fusible.

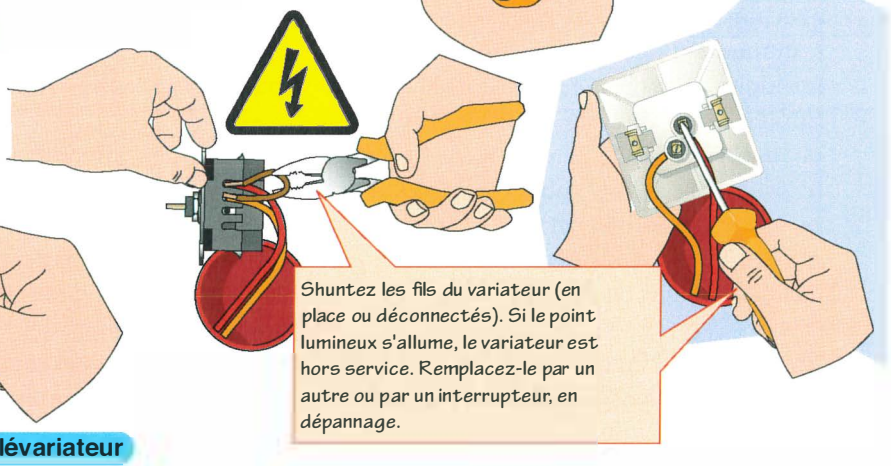


Coupez le courant. Sortez le fusible de son support en faisant levier avec un tournevis. Testez la cartouche. Si elle a fondu, remplacez-la.

2 Si le circuit ne se remet pas en fonction malgré un fusible neuf...



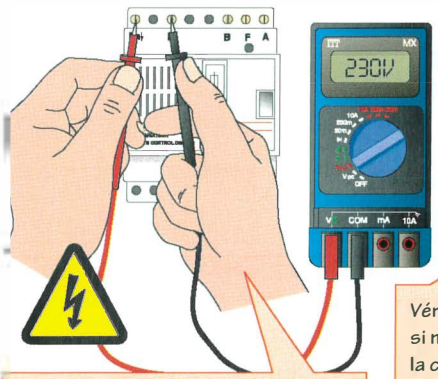
Déposez le variateur.



Shuntez les fils du variateur (en place ou déconnectés). Si le point lumineux s'allume, le variateur est hors service. Remplacez-le par un autre ou par un interrupteur, en dépannage.

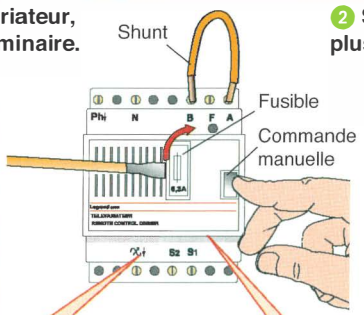
Le dépannage d'un télévariateur

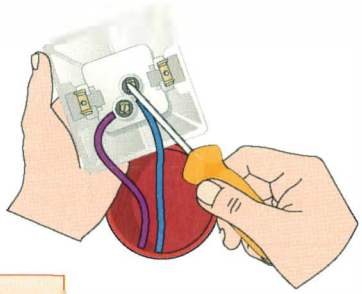
1 Si aucun poussoir n'actionne le télévariateur, vérifiez le dispositif de protection et le luminaire.



Vérifiez que le télévariateur est correctement alimenté.

2 Si un seul poussoir ne fonctionne plus, remplacez-le.





Vérifiez le fusible du télévariateur, remplacez-le si nécessaire. Vérifiez le bon fonctionnement avec la commande manuelle. Shuntez les contacts des poussoirs. Si malgré cela le télévariateur ne fonctionne toujours pas, remplacez-le.

Figure 426 : Dépanner un variateur

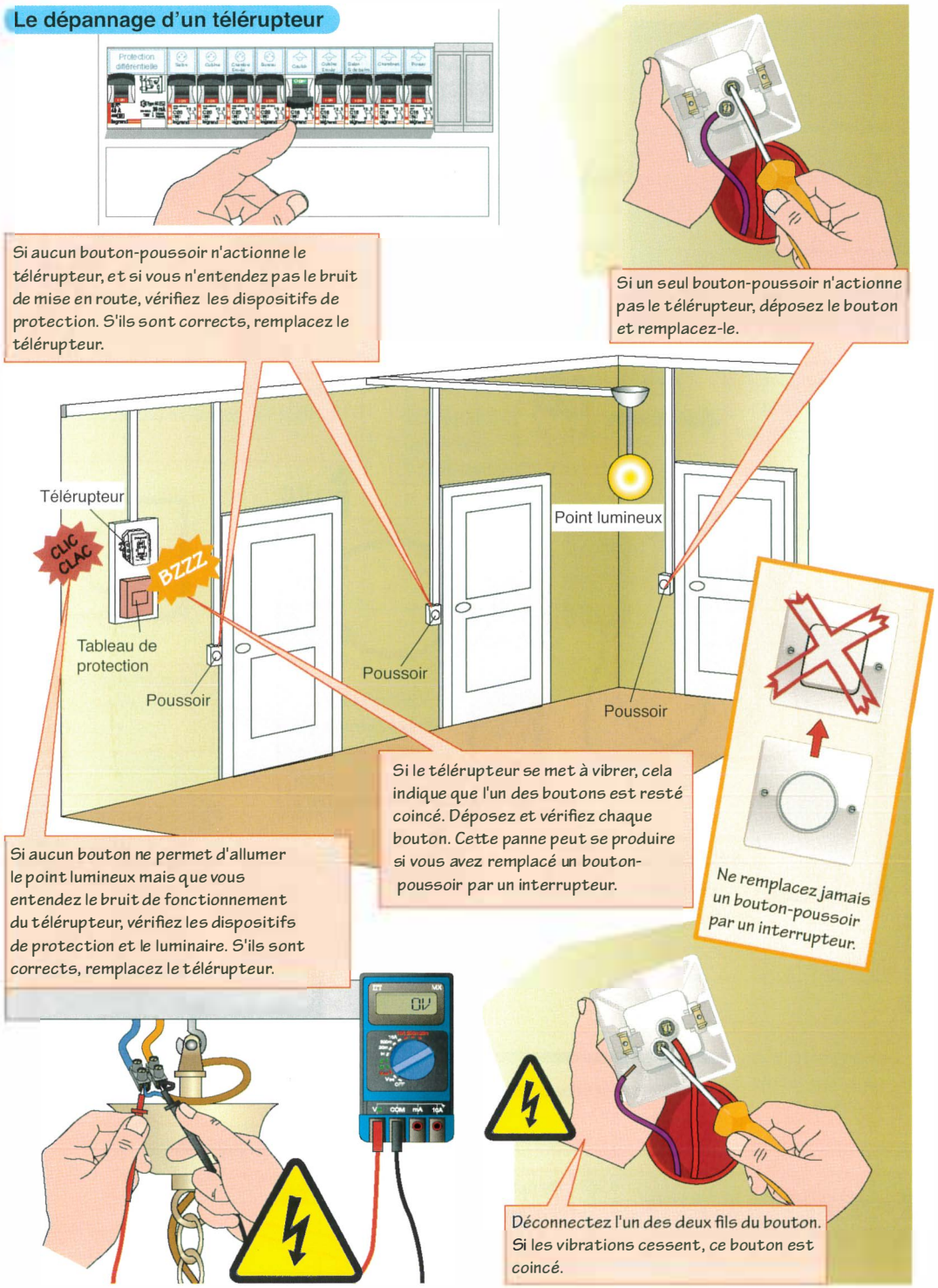


Figure 427 : Dépanner un télérupteur

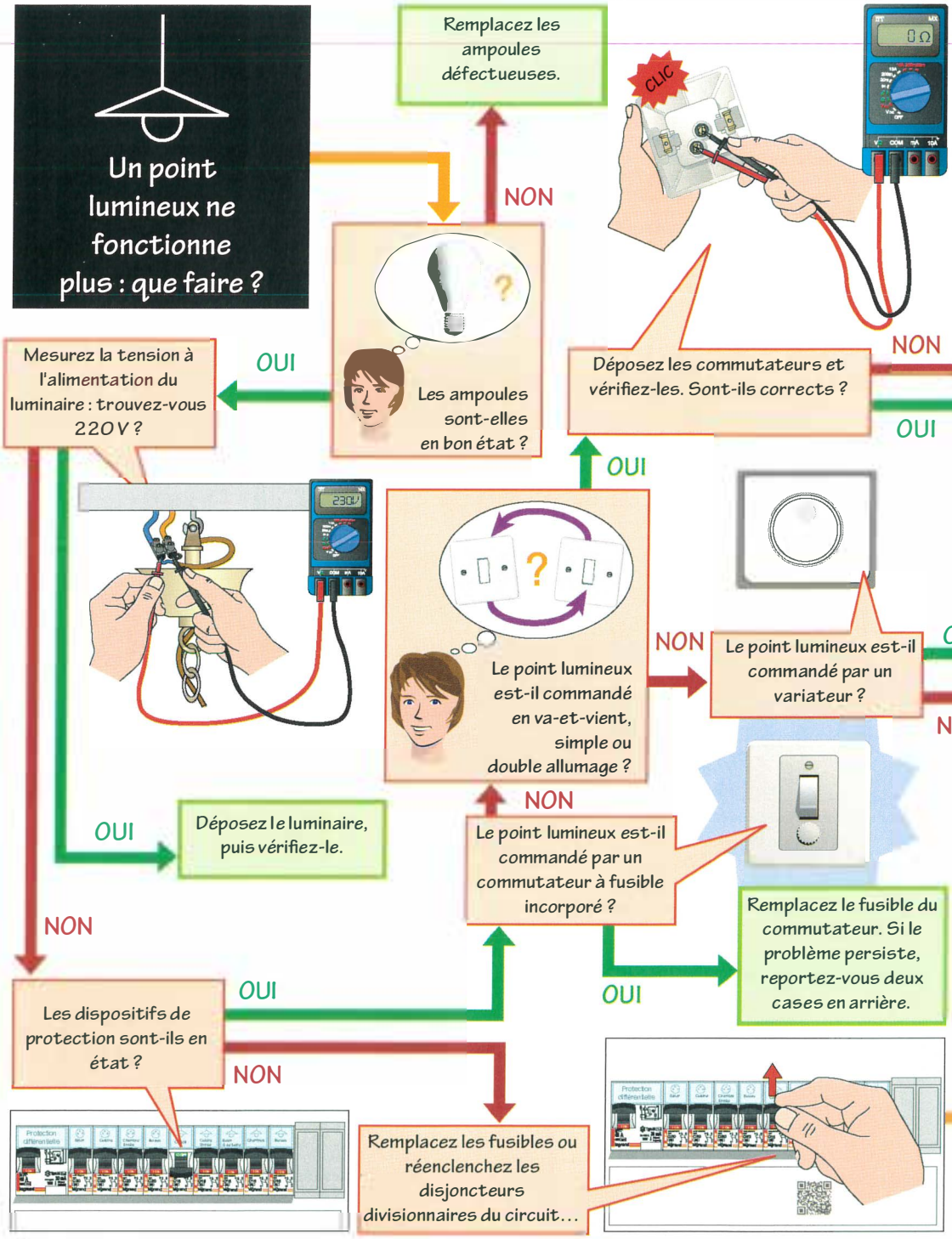


Figure 428 : La recherche d'une panne sur un circuit d'éclairage

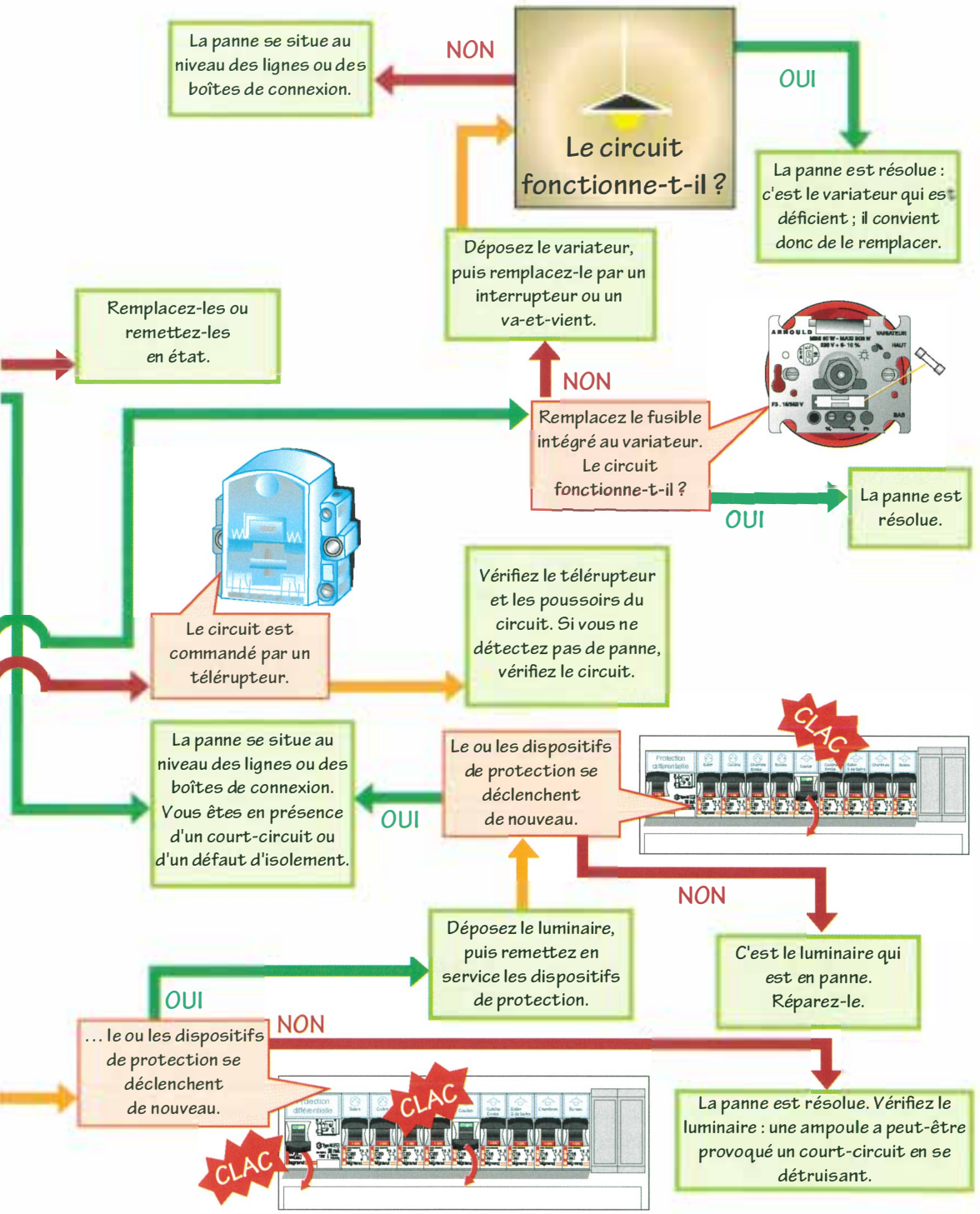


Figure 428 : La recherche d'une panne sur un circuit d'éclairage (suite)

Attention ! Si le variateur est raccordé sur un circuit en va-et-vient, pensez également à tester le commutateur de va-et-vient.

Si vous ne possédez pas de variateur de remplacement, une solution provisoire consiste à utiliser un interrupteur, dans le cas d'un simple allumage, ou un va-et-vient, dans le cas d'un commutateur va-et-vient.
Dans le cas d'un télévariateur ou d'un variateur muni de périphériques, vérifiez que les boutons-poussoirs de commande sont en bon état. Si un ou deux boutons ne fonctionnent plus, il s'agit d'une panne au niveau de ces boutons. Si tous les boutons simultanément ne commandent plus la variation, c'est le télévariateur qui est en panne. Il peut s'agir également du déclenchement du dispositif de protection.

Les pannes des télérupteurs et leurs remèdes

Afin de déterminer si un télérupteur fonctionne ou non (figure 427), appuyez sur l'un des boutons de commande. Si rien ne se produit, appuyez sur les autres boutons-poussoirs. Si un seul (voire deux) bouton ne fonctionne pas, il est nécessaire de le changer. Si aucun bouton n'allume le point lumineux et si vous n'entendez pas le bruit caractéristique de déclenchement du télérupteur, vérifiez en premier lieu l'état des dispositifs de protection. Si ces dispositifs sont en bon état, la panne provient certainement du télérupteur, qu'il convient alors de remplacer.
Si vous entendez le déclenchement du télérupteur mais qu'aucun éclairage ne s'allume, vérifiez le point lumineux et les dispositifs de protection. Si le point lumineux et son dispositif de protection sont corrects, la panne est due au télérupteur : il faut le remplacer.

Si le télérupteur se met à vibrer et que vous parvenez difficilement à éteindre le point lumineux, vérifiez chaque bouton-poussoir. Cette panne est due à un bouton-poussoir resté bloqué ou au remplacement d'un bouton-poussoir par un interrupteur. Ne laissez pas perdurer une telle situation, car le télérupteur se détériorerait rapidement. Retirez le fusible ou coupez le disjoncteur divisionnaire si le dépannage n'est pas possible dans l'immédiat.

La recherche d'une panne sur un circuit d'éclairage

Quel que soit le type de circuit, la méthode complète de recherche d'une panne sur un circuit commandé est présentée dans l'organigramme de la figure 428. Ce graphique vous permettra d'analyser rapidement la nature de la panne à laquelle vous êtes confronté et de découvrir la façon de la résoudre au mieux.

Les pannes des sonnettes et leurs remèdes

Un circuit sonnette étant relativement simple, la panne ne peut avoir que trois origines : l'alimentation, la sonnette ou le bouton-poussoir et sa ligne (figure 429).
Si le circuit sonnette ne fonctionne plus, vérifiez son dispositif de protection.
S'il est en bon état, mesurez l'alimenta-tion et la sortie du transformateur. Si

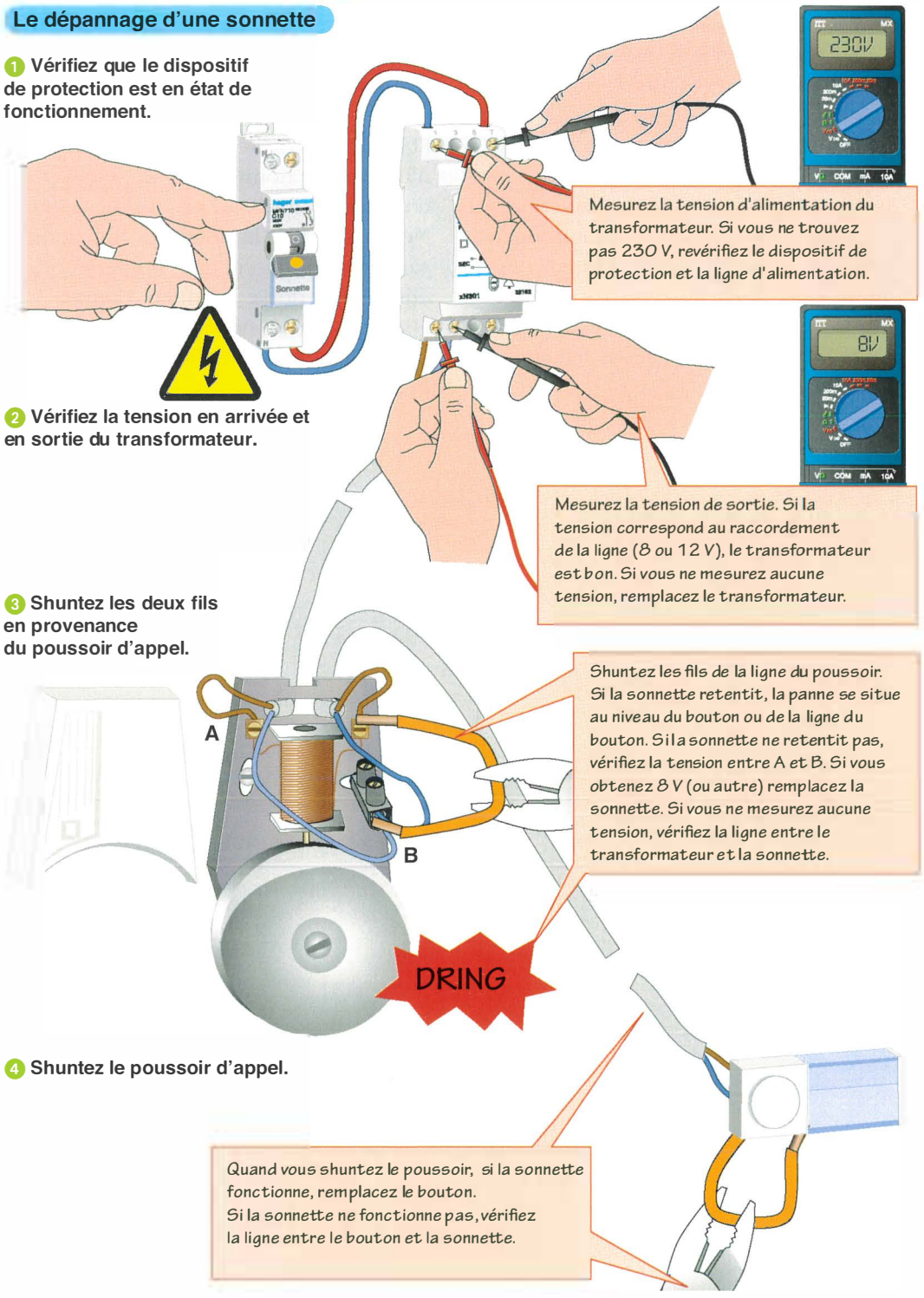


Figure 429 : Dépanner une sonnette

vous n'obtenez pas la bonne valeur de sortie, remplacez le transformateur.

Dans le cas où ces deux points sont corrects, intervenez au niveau de la sonnette. Shuntez les deux fils de départ vers le bouton-poussoir avec un morceau de fil isolé. Si la sonnette fonctionne, la panne provient du poussoir ou de sa ligne. Démontez le poussoir, puis shuntez ses deux fils :

- si la sonnette fonctionne, cela signifie que le bouton-poussoir est défectueux, remplacez-le ;
- si la sonnette ne fonctionne pas : la ligne entre le bouton-poussoir et la sonnette est défectueuse, vérifiez-la.

Si la sonnette reste bloquée, il peut s'agir d'un dysfonctionnement du poussoir ou d'un court-circuit au niveau de sa ligne. Ne laissez pas la sonnette fonctionner sans discontinuer, car, outre le bruit, elle risque de se détruire. Coupez son alimentation au niveau du dispositif de protection, puis, vérifiez le poussoir et la ligne.

Dépannages courants des appareils

Après avoir passé en revue l'état d'une installation, les techniques de rénovation, de mise en sécurité et de dépannage, nous présentons quelques techniques de dépannage d'appareils courants. Vous apprendrez comment diagnostiquer rapidement une panne et résoudre les problèmes classiques pouvant survenir sur les équipements électriques de la maison.

Généralement, les appareils électriques sont sujets aux mêmes types de pannes qu'une installation. Ces dysfonctionnements sont les courts-circuits et les défauts d'isolement. D'autres causes sont possibles, mais elles n'affectent pas le fonctionnement de l'installation électrique.

Les pannes des chauffe-eau électriques

Dans le cas d'un chauffe-eau, il est nécessaire de déterminer précisément la nature de la panne : hydraulique ou électrique. La panne est hydraulique et, par conséquent, concerne le plombier, lorsqu'il y a un problème de débit : le robinet d'eau chaude ne coule plus, le groupe de sécurité ne fonctionne plus ou bien le chauffe-eau fuit.
En revanche, si l'eau du robinet d'eau chaude arrive froide ou trop chaude, voire bouillante, la panne est de nature électrique. Ce sont ces dysfonctionnements que nous allons approfondir. Si vous ne souhaitez pas opérer vous-même, n'hésitez pas dans ce cas à faire appel à un électricien.

L'eau est froide

Si l'eau est froide, cela indique que la résistance n'a pas chauffé. Vérifiez en premier lieu que le dispositif de protection de l'appareil est bien en fonction. Avec des protections par fusibles, un interrupteur de commande situé dans le tableau assure la mise en fonction ou l'arrêt de l'appareil ; vérifiez qu'il est bien enclenché.

Démontez le capot de protection en plastique situé sous le chauffe-eau (figure 430).
Mesurez la tension sur les fils d'arrivée au moyen d'un multimètre réglé sur la fonction voltmètre pour courant alternatif. Attention, prenez toutes les précautions nécessaires pour ne pas toucher des parties susceptibles d'être sous tension.

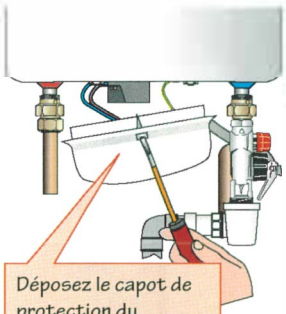
S'il n'y a aucune tension, vérifiez :
- le combiné interrupteur (ou PAC) s'il en existe un ; vérifiez que ses fusibles sont en bon état et que son interrupteur est en position marche (pour les installations anciennes) ;
- le contacteur jour/nuit si vous disposez du double tarif ; dans ce cas, positionnez la manette sur 1 ou marche forcée (voir page 644).

À ce stade, le chauffe-eau devrait de nouveau être alimenté en 230 V. Si les fusibles se détruisent ou que le disjoncteur divisionnaire se déclenche à nouveau, poursuivez au paragraphe suivant. Si l'appareil est correctement alimenté, vérifiez le contact de sécurité de surchauffe au niveau du thermostat (figure 430). Ce contact est accessible par un petit trou dans le thermostat, généralement accompagné d'un marquage. Au moyen d'un petit tournevis, appuyez sur le contact : si vous entendez un déclic, cela signifie qu'il s'est réenclenché. Le chauffe-eau doit se remettre en chauffe. Le déclenchement de la sécurité est anormal : si cela se reproduit, il convient de changer le thermostat. Vous pouvez également essayer de diminuer le réglage de la température d'une ou deux graduations, notamment s'il était au maximum.

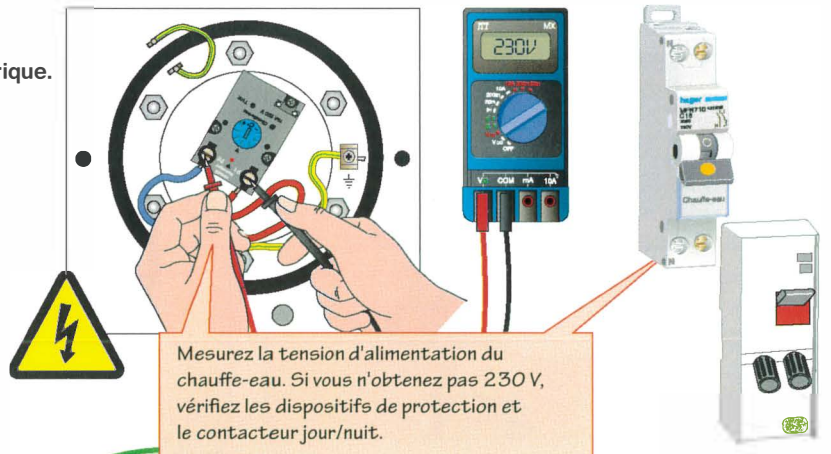
Si le contact de sécurité ne s'est pas déclenché, coupez l'alimentation du chauffe-eau, déconnectez le thermostat, démontez-le, puis testez-le. Réglez-le sur le minimum. Au moyen d'un ohmmètre, mesurez la résistance entre l'entrée et la sortie de chaque contact. Si l'un des contacts est coupé, remplacez le thermostat.
Dans le cas où le thermostat est en état de fonctionnement, mesurez la résistance du chauffe-eau.

L'eau est froide

1. Vérifiez l'alimentation électrique.

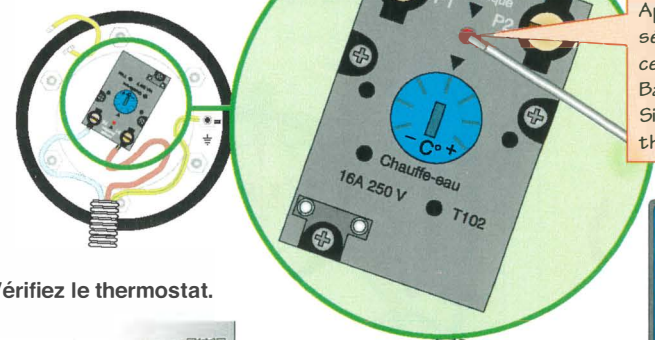


Déposez le capot de protection du chauffe-eau.



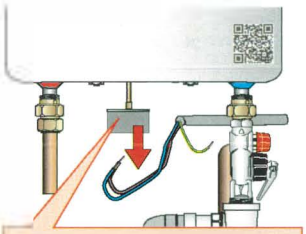
Mesurez la tension d'alimentation du chauffe-eau. Si vous n'obtenez pas 230 V, vérifiez les dispositifs de protection et le contacteur jour/nuit.

2. Vérifiez la sécurité thermique.

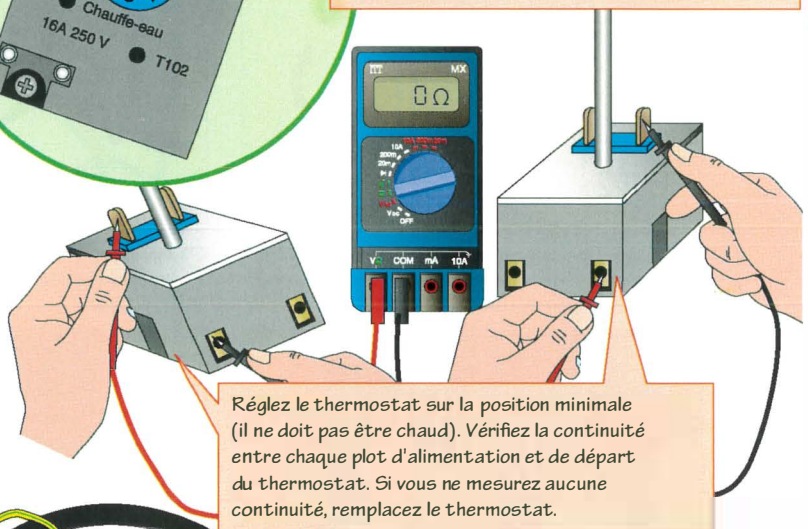


Appuyez avec un petit tournevis dans l'orifice de la sécurité thermique. Si vous entendez un déclic, cela indique que la sécurité s'est déclenchée. Baissez légèrement la température du thermostat. Si ce phénomène se reproduit, remplacez le thermostat.

3. Vérifiez le thermostat.

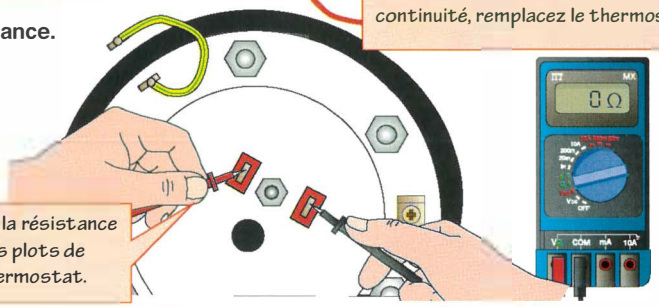


Coupez le courant et déconnectez le thermostat. Sortez-le du chauffe-eau.



Réglez le thermostat sur la position minimale (il ne doit pas être chaud). Vérifiez la continuité entre chaque plot d'alimentation et de départ du thermostat. Si vous ne mesurez aucune continuité, remplacez le thermostat.

4. Vérifiez la résistance.

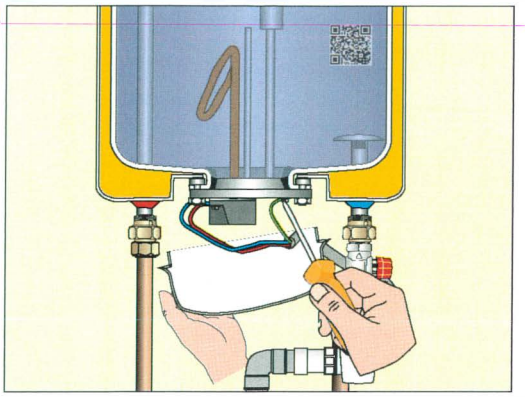


Mesurez la valeur de la résistance directement dans les plots de raccordement du thermostat.

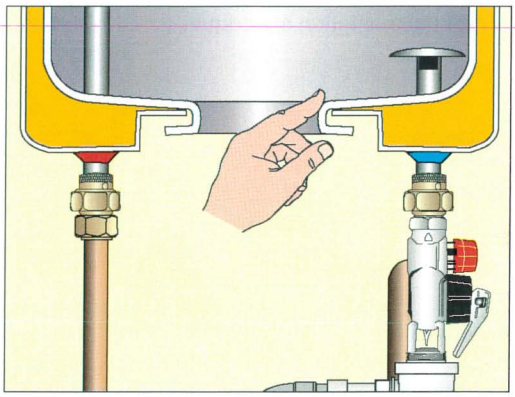
Si vous mesurez :
- 0 ohm, la résistance est en court-circuit ;
- infini, la résistance est coupée. Remplacez-la.

Figure 430 : L'eau est froide

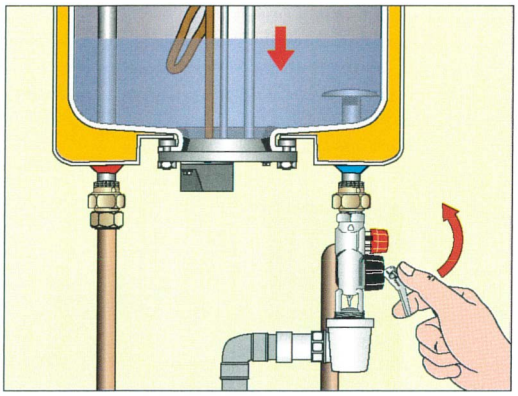
Le remplacement d'une résistance



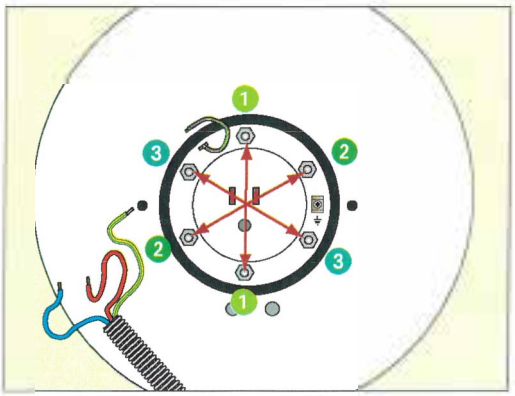
1 Coupez le courant, déposez le capot, puis déconnectez le thermostat et le fil de terre.



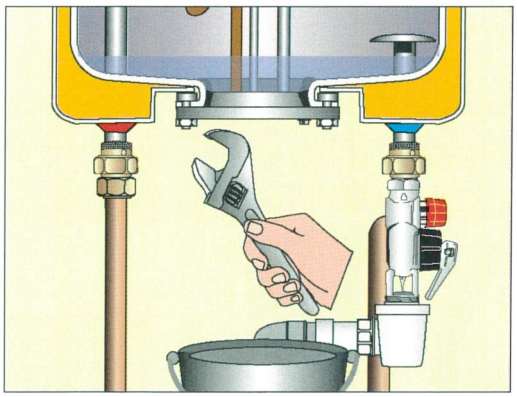
4 Procurez-vous une nouvelle platine et un nouveau joint. Nettoyez l'emplacement du joint, vérifiez le bon état de la cuve, puis remontez l'ensemble.



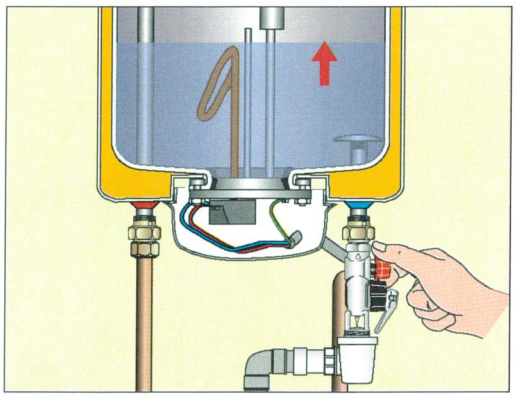
2 Coupez l'eau, puis vidangez le chauffe-eau à l'aide du groupe de sécurité. Ouvrez les robinets d'eau chaude pour faire appel d'air et vidanger plus rapidement.



5 Attention : serrez les écrous en croix : 1, puis 2, puis 3 et recommencez dans le même ordre afin de ne pas voiler la platine.



3 Dévissez les six écrous de fixation de la platine, puis déposez-la. Attention à l'eau qui peut subsister en fond de cuve, placez un seau sous l'appareil.



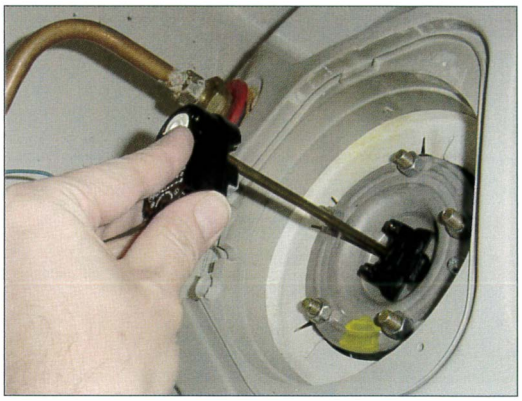
6 Mettez en eau, vérifiez qu'il n'y a pas de fuites, puis rebranchez le circuit électrique.

Figure 431 : Le remplacement d'une résistance

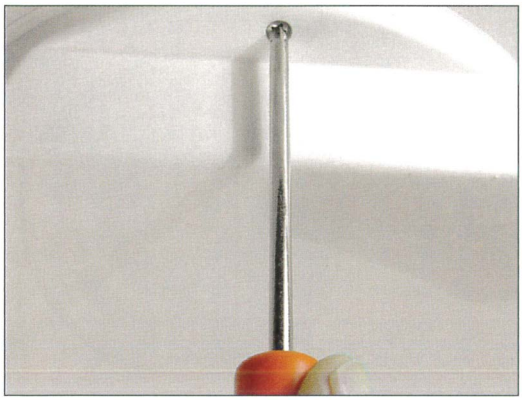
Le détartrage d'un chauffe-eau (1/2)



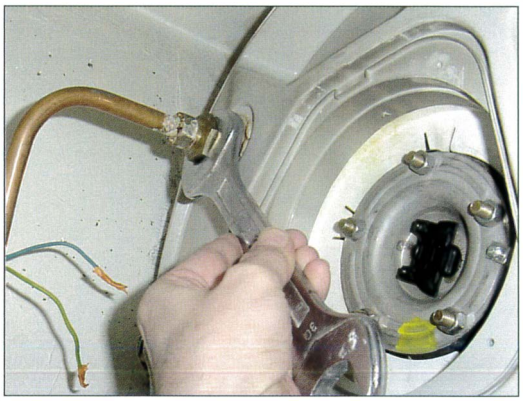
1 Coupez l'arrivée d'eau du groupe de sécurité, puis actionnez la manette de vidange.



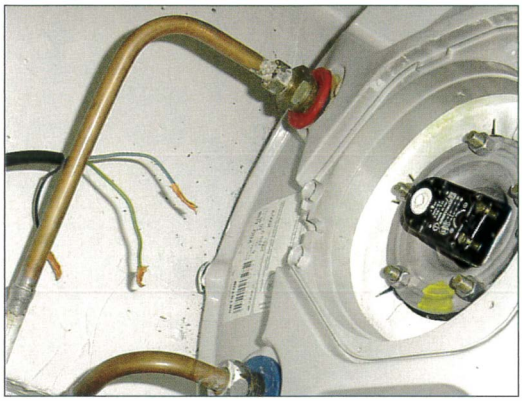
4 Retirez le thermostat de la platine électrique.



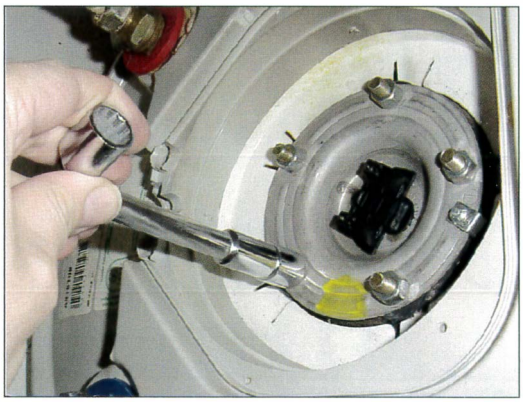
2 Coupez l'alimentation électrique. Dévissez le capot de protection du chauffe-eau.



5 Vous pouvez accélérer la vidange en ouvrant les robinets d'eau chaude et en dévissant la sortie eau chaude pour faire appel d'air.



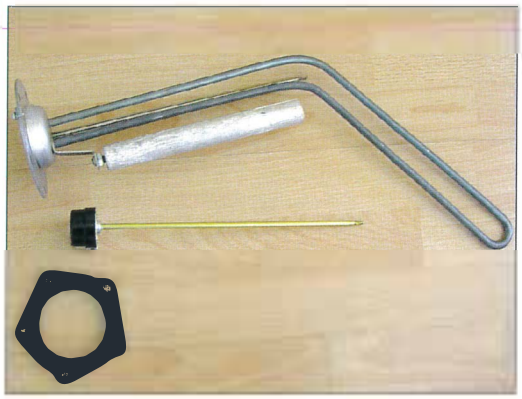
3 Débranchez le câble d'alimentation du thermostat. Vous pouvez isoler les fils pour plus de sécurité.



6 Quand le chauffe-eau est vide, démontez la platine électrique.

Figure 432 : Le détartrage d'un chauffe-eau (1/2)

Le détartrage d'un chauffe-eau (2/2)



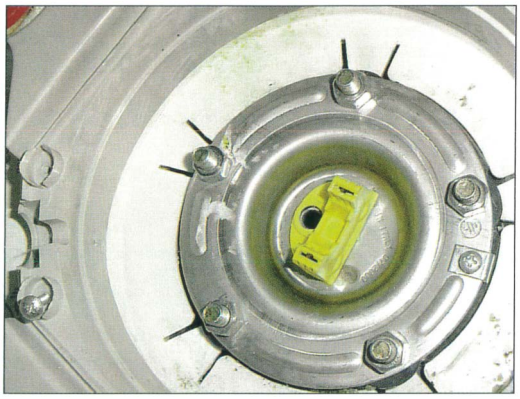
7 Prévoyez un joint neuf et une anode anticorrosion. Vous pouvez également en profiter pour remettre à neuf l'équipement électrique comme dans cet exemple.



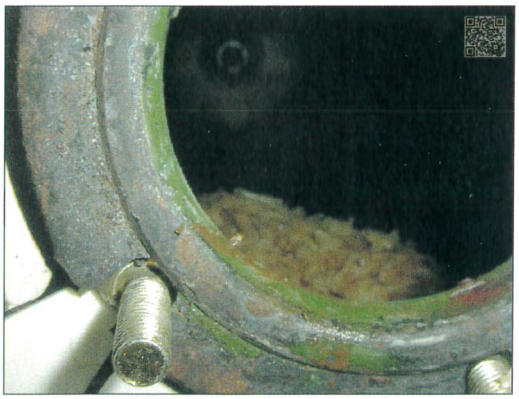
10 Retirez tout le tartre de la cuve. Vérifiez que cette dernière n'est pas percée ou oxydée.



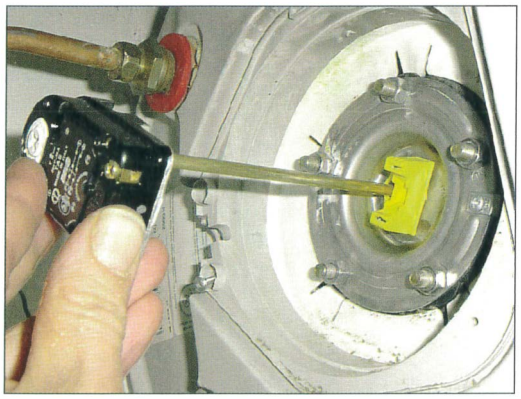
8 Dépose de l'ancienne platine, le joint est en mauvais état et l'anode doit être remplacée.



11 Remontez la nouvelle platine (ou l'ancienne) avec un joint neuf. Serrez les écrous de fixation en croix. Remplissez l'appareil.



9 Vue du tartre accumulé dans la cuve. Il minimise les performances du chauffe-eau.



12 Mettez en place un nouveau thermostat. Rebranchez l'alimentation électrique. Vérifiez l'absence de fuites avant de reposer le capot.

Figure 432 : Le détartrage d'un chauffe-eau (2/2)

Pour une résistance en stéatite, effectuez la mesure au niveau des fils d'arrivée du thermostat. Pour une résistance blindée, vous trouverez ses deux cosses d'alimentation sous le thermostat. Une valeur ohmique infinie signifie que la résistance est hors service : remplacez-la.

Le remplacement d'une résistance en stéatite ne pose pas de problème particulier. Après avoir coupé l'alimentation électrique du chauffe-eau, déconnectez les fils d'alimentation, puis dévissez l'écrou qui la maintient.
Remontez la résistance neuve de la même façon. Attention, les modèles ne sont pas standards, en puissance et en dimensions.
Le remplacement d'une résistance blindée est plus délicat.

Pour remplacer une résistance blindée (figure 431) :

- coupez le courant, puis déconnectez le thermostat ;
- coupez l'eau, vidangez le chauffe-eau en ouvrant le groupe de sécurité ; ouvrez les robinets d'eau chaude et dévissez légèrement la sortie d'eau chaude pour faciliter l'écoulement ;
- dévissez les six écrous qui maintiennent la platine de la résistance ;
- retirez la platine ; faites attention à l'eau qui pourrait rester dans la cuve et au tartre accumulé ;
- munissez-vous d'une nouvelle platine correspondant au modèle du chauffe-eau, ainsi que d'un nouveau joint de cuve ;
- nettoyez les parties qui seront en contact avec le joint ;
- placez le joint, la platine et les écrous ;
- veillez à serrer les écrous en croix afin d'éviter de voiler la platine ;
- mettez en eau, vérifiez qu'il n'y a pas de fuites, puis rebranchez le circuit électrique.

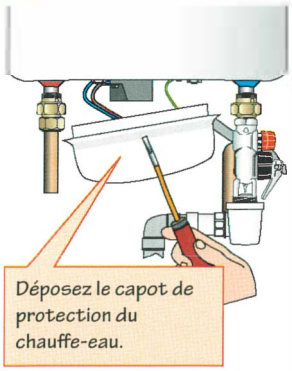
Pour un simple détartrage, la procédure est la même. Dans les régions où l'eau est calcaire, le tartre a tendance à s'accumuler dans la cuve au cours des années, ce qui diminue le volume d'eau chaude disponible et allonge le temps de mise en température. Un détartrage peut donc être nécessaire après quelques années de fonctionnement. S'ils sont défectueux, vous pouvez en profiter pour changer les éléments électriques comme indiqué dans les paragraphes précédents. La figure 432 présente les étapes de cette intervention sur un appareil horizontal avec changement de la platine électrique. Ces opérations ne doivent s'effectuer que si la cuve est en bon état. En effet, si, en démontant le capot de protection électrique, vous remarquez des traces de coulures, de rouille, voire de l'eau, ou si la cuve commence à se piquer de points de rouille, il est alors plus judicieux de changer complètement l'appareil.

L'eau est trop chaude

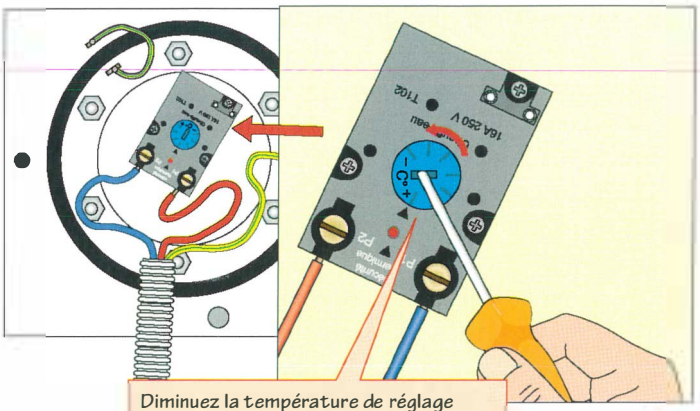
Si l'eau est trop chaude, voire se transforme en vapeur à l'ouverture du robinet et provoque un écoulement au niveau du groupe de sécurité, le dysfonctionnement est certainement dû au thermostat (figure 433). En effet, les chauffe-eau bénéficient de plusieurs systèmes de sécurité pour qu'en cas de dysfonctionnement, la cuve ne se mette pas en surpression. Le premier est le thermostat, avec son réglage de température, puis sa sécurité thermique interne qui se déclenche automatiquement en cas de surchauffe, et enfin, le groupe de sécu-

L'eau est trop chaude

1. Réglez le thermostat.

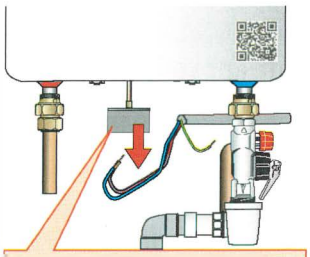


Déposez le capot de protection du chauffe-eau.

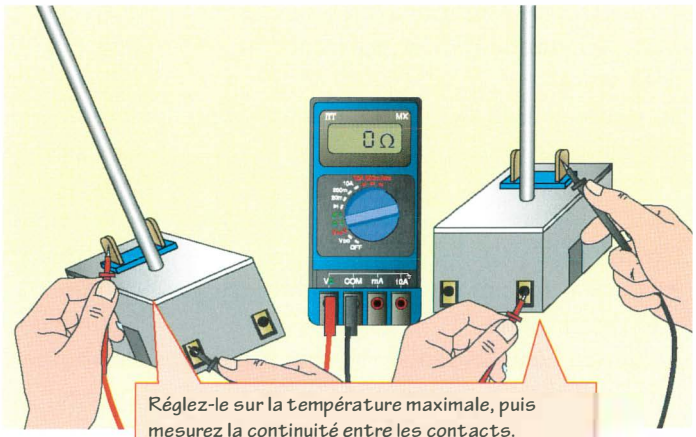


Diminuez la température de réglage du thermostat. Attendez jusqu'au lendemain.

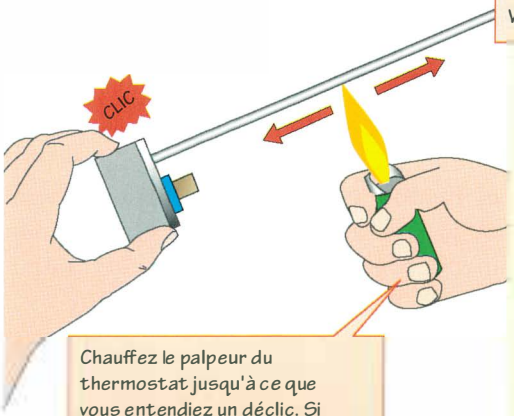
2. Vérifiez le bon fonctionnement du thermostat.



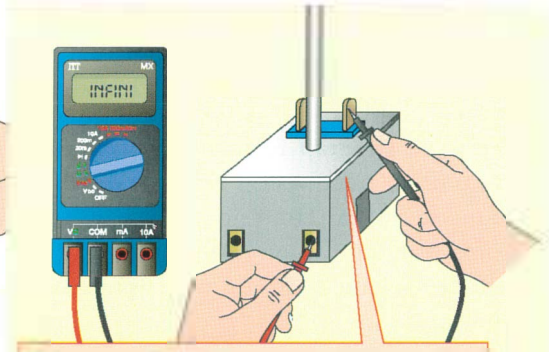
Coupez le courant, puis déconnectez le thermostat. Sortez-le du chauffe-eau et laissez-le refroidir.



Réglez-le sur la température maximale, puis mesurez la continuité entre les contacts. Vous devez mesurer zéro ohm.



Chauffez le palpeur du thermostat jusqu'à ce que vous entendiez un déclic. Si vous n'entendez pas ce déclic, remplacez le thermostat.



Mesurez de nouveau la continuité entre les contacts. Si vous n'obtenez pas une résistance infinie sur au moins une paire de contacts, remplacez le thermostat.

Figure 433 : L'eau est trop chaude

rité, qui vide l'appareil avec une soupape de sécurité si la pression interne dans la cuve devient trop importante.
Pour vérifier le thermostat, démontez le capot du chauffe-eau. Si l'appareil est neuf, le thermostat a certainement été mal réglé. Si vous constatez qu'il est au maximum, diminuez le réglage d'une ou deux graduations, puis vérifiez que la chauffe est correcte après quelques heures. Si l'appareil est ancien, il peut s'agir d'un dysfonctionnement du thermostat. Coupez l'alimentation électrique. Déconnectez le thermostat, puis déposez-le.
Pour vérifier son fonctionnement, utilisez un ohmmètre entre chaque contact d'entrée (les plots de raccordement des fils d'alimentation) et de sortie (les connecteurs femelles situés sous le thermostat). Dans le cas du thermostat d'un appareil équipé d'une résistance en stéatite, il y a des connecteurs d'entrée et de sortie.

Réglez la température au maximum avec la molette du thermostat, puis mesurez la continuité. Les contacts doivent être fermés et la résistance nulle. Chauffez la tige du thermostat avec un briquet pour vérifier son déclenchement. Répétez l'opération sur les deux contacts. Si le thermostat ne coupe pas le circuit, remplacez-le.

Le chauffe-eau déclenche le disjoncteur

Ce type de dysfonctionnement peut être dû soit à un court-circuit, soit à un défaut d'isolement au niveau de la résistance. Démontez le capot du chauffe-eau. Si vous constatez des traces de rouille ou d'humidité importantes, il faudra certainement remplacer le chauffe-eau. La cuve peut être percée et fuir. Sinon, vérifiez l'isolement entre la résistance et la carcasse du chauffe-eau, au moyen d'un ohmmètre. Si la résistance est inférieure à 250 000 Ω, vous êtes effectivement en présence d'un défaut d'isolement : il est nécessaire de changer la résistance. Si la mesure indique une valeur proche de zéro, la résistance est en court-circuit : il convient également dans ce cas de la changer.
Ces problèmes de défaut d'isolement provoquent le déclenchement du disjoncteur de branchement ou du disjoncteur différentiel haute sensibilité ≤ 30 mA en amont de ce circuit. Mais un court-circuit peut également être la cause du déclenchement du disjoncteur de branchement, accompagné ou non de la destruction du fusible protégeant le circuit (ou du déclenchement du disjoncteur divisionnaire).

Les pannes du circuit d'alimentation

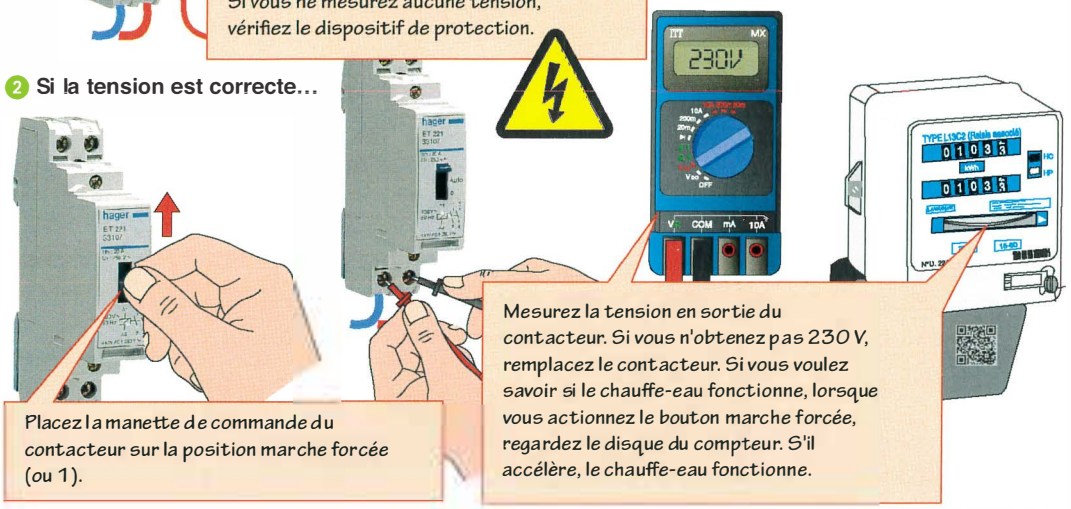
L'absence d'eau chaude peut être due à un problème d'alimentation électrique. Pour un appareil raccordé en direct, il suffit de vérifier les dispositifs de protection, voire l'interrupteur de commande, s'il est présent. Un dysfonctionnement peut également se produire au niveau du contact heures creuses. Étant donné qu'il est difficile de shunter ce contact, vous devez, pour le vérifier, placer la manette du contacteur jour/nuit sur 1 ou marche. Si cette action accélère le disque du compteur, cela indique que le chauffe-eau fonctionne parfaitement (figure 434).
Vérifiez néanmoins que le contacteur jour/nuit fonctionne correctement en position automatique.
Attendez la permutation en heures creuses (vers 23 heures), puis testez la

Comment tester un contacteur jour/nuit

1 Testez la tension d'arrivée au contacteur.



2 Si la tension est correcte...



3 Vérifiez que le contacteur fonctionne en mode automatique.

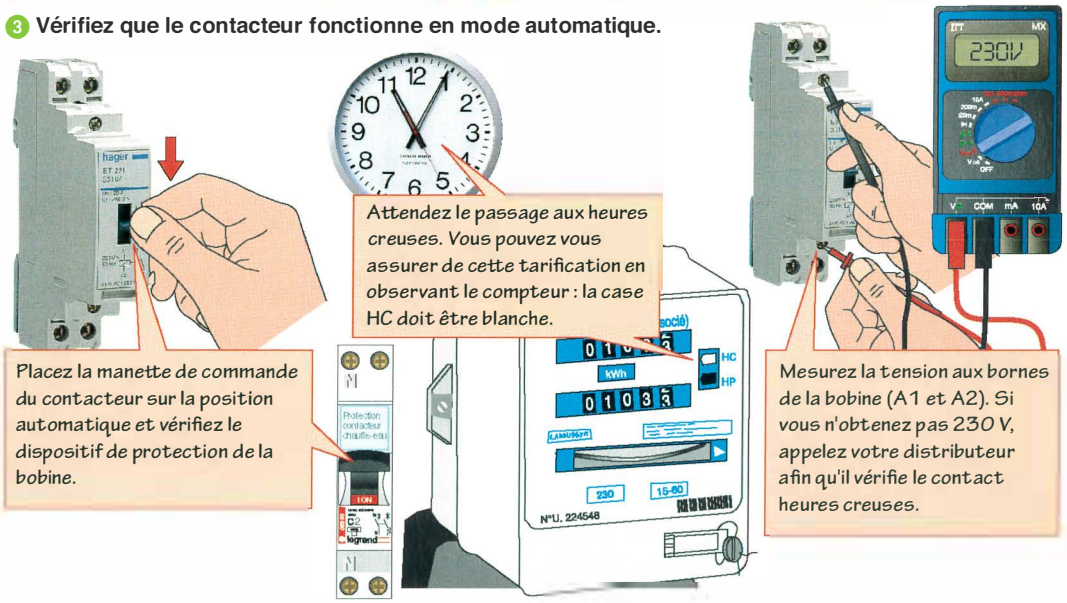


Figure 434 : Comment tester un contacteur jour/nuit

tension aux bornes de la bobine. Si vous n'obtenez pas 230 V, le contact heures creuses est défaillant et ne met pas le relais sous tension. Contactez alors le distributeur afin qu'il procède aux vérifications qui s'imposent.
Attention ! Si la bobine dispose d'une protection spécifique (fusible de 2 A), vérifiez que le fusible est en état.
Si la bobine est correctement alimentée, mesurez la tension du circuit de puissance du contacteur. Si vous mesurez 230 V à l'entrée du contacteur et 0 V en sortie, remplacez le contacteur.
Si vous ne mesurez pas de tension à l'alimentation du contacteur, vérifiez le dispositif de protection du chauffe-eau. Il se peut également que le contacteur jour/nuit soit défaillant. Placez la manette sur marche forcée, puis mesurez la tension en arrivée et en sortie du circuit de puissance du contacteur. Si vous ne mesurez aucune tension à la sortie, remplacez le contacteur.

Les pannes des appareils de chauffage

Comme tout appareil électrique, les chauffages peuvent provoquer des courts-circuits, présenter des défauts d'isolement ou simplement ne plus fonctionner. Les tests ci-après sont proposés pour un convecteur avec thermostat électromécanique.

Un appareil ne chauffe plus

Vérifiez que l'interrupteur n'est pas en position arrêt et que le thermostat n'est pas réglé sur le minimum. Afin de vérifier que la panne provient de l'appareil, assurez-vous que l'alimentation électrique est correcte (au niveau du tableau de répartition et de la régulation). Déposez éventuellement l'appareil de son support mural. Retirez le capot de la boîte de connexion, puis vérifiez la tension d'arrivée au convecteur. S'il n'y a aucune tension, reportez-vous au paragraphe Recherche d'une panne sur un circuit, ci-après.

Si la tension est correcte, déconnectez l'appareil, puis démontez la carcasse (figure 435). Le démontage s'effectue en face avant ou en face arrière.
Vérifiez la continuité du cordon d'alimentation et le fonctionnement de l'interrupteur de commande au moyen d'un ohmmètre : déconnectez l'interrupteur, puis testez les connecteurs par paire. Certains appareils sont équipés d'un interrupteur lumineux. Dans ce cas, le nombre de connecteurs est de trois au lieu de deux. Les deux premiers font office d'interrupteurs, le troisième sert à raccorder le neutre afin d'alimenter le voyant.

Les appareils qui disposent de plusieurs allures de marche peuvent également être munis d'interrupteurs à trois con-necteurs. Le troisième connecteur ne sert pas pour un voyant mais comme va-et-vient.
Si l'interrupteur fonctionne correctement, vérifiez la résistance. Au moyen d'un ohmmètre, mesurez la résistance entre les connecteurs. Une valeur infinie indique que la résistance est coupée : il convient de la remplacer. Une valeur nulle signifie que la résistance est en court-circuit : elle doit être remplacée.

Dans le cas où tous ces éléments sont corrects, la panne peut provenir du

Un convecteur ne chauffe plus

1 Vérifiez l'alimentation de l'appareil.

Vérifiez que l'interrupteur n'est pas en position arrêt et que le thermostat n'est pas réglé au minimum. Si l'appareil est géré par une programmation, vérifiez qu'elle est en mode confort pour ce chauffage.

Déposez le convecteur.

Mesurez la tension d'alimentation du convecteur. Si vous mesurez 230 V, la panne provient du convecteur. Sinon, vérifiez la protection au tableau de distribution et le réglage du programmateur si vous en disposez.

2 Débranchez l'appareil, démontez-le, puis testez l'interrupteur.

Déconnectez l'interrupteur et testez la continuité des contacts (exemple zéro ohm).

CLAC

Actionnez l'interrupteur.

Mesurez de nouveau. Si vous obtenez une résistance infinie comme ci-dessus, ce contact est correct. Testez ensuite l'autre série de contacts.

3 Testez la résistance.

Si vous mesurez une résistance infinie, la résistance est coupée. Si vous obtenez zéro, la résistance est en court-circuit. Remplacez-la dans les deux cas.

CLIC

Tournez le thermostat jusqu'au déclic et refaites la mesure. Vous devez obtenir zéro ohm.

CLIC

4 Vérifiez le thermostat.

Placez le thermostat au minimum, mesurez la continuité entre les bornes du thermostat. La résistance doit être infinie.

Conservez la position de mesure, chauffez la sonde du thermostat Au bout de quelques secondes, vous devez entendre un déclic et la résistance redevient infinie.

5 Vérifiez la sécurité thermique.

Déconnectez l'une des cosses. Vous devez mesurer zéro ohm. Sinon, remplacez la sécurité.

Figure 435 : Un convecteur ne chauffe plus

thermostat. Placez le thermostat sur la position minimale, puis testez la continuité entre les connecteurs. La valeur indiquée doit être infinie. Tournez la molette vers le maximum : un léger déclic doit retentir et la valeur indiquée par l'ohmmètre se rapprocher de zéro. Cette mesure permet de vérifier que le thermostat fonctionne manuellement.
Vérifiez ensuite qu'il fonctionne avec sa sonde de température : laissez les pointes de test sur les connecteurs, positionnez le thermostat sur zéro, puis tournez-le doucement jusqu'à ce que le déclic retentisse. Avec un briquet, chauffez la sonde du thermostat pendant quelques secondes : le thermostat se coupe, donc il fonctionne. Dans le cas contraire, remplacez-le.

Pour un appareil disposant d'une sécurité thermique, cet élément peut aussi provoquer la panne de l'appareil. Testez la continuité entre les deux connecteurs : la valeur doit être proche de zéro. Sinon, remplacez la sécurité ainsi que le thermostat.
Dans le cas d'un convecteur à thermostat électronique, on notera la présence d'un troisième fil, noir, dans le cordon d'alimentation. Ce fil dit pilote sert à transmettre des informations. Commencez par le déconnecter : si le convecteur chauffe de nouveau, cela indique que celui-ci était programmé en mode réduit ou hors gel par le fil pilote ; si le convecteur ne chauffe pas, déconnectez-le, puis vérifiez-le.

Les tests valables dans le cas d'un convecteur classique ne sont pas possibles avec les convecteurs à régulation électronique, car tous les éléments sont intégrés dans un boîtier unique. Vous ne pouvez tester que le bon fonction-nement de la résistance et de la sécurité thermique. Si ces deux éléments sont corrects, il faut changer l'intégralité du boîtier électronique.

En ce qui concerne les appareils de chauffage à bain d'huile, plusieurs interrupteurs à voyant permettent généralement de sélectionner la puissance de chauffe. Il est donc nécessaire de tester chaque bouton. La résistance est légèrement différente de celle d'un convecteur ; en effet, l'élément chauffant intègre généralement deux résistances (figure 436).

Un appareil chauffe trop

Ce dysfonctionnement est dû au thermostat. Il convient de le remplacer, ainsi que la sécurité thermique si l'appareil en est équipé. Dans le cas d'un convecteur ou d'un panneau rayonnant à régulation électronique, il faut changer l'intégralité du boîtier de régulation.

Un appareil est en défaut d'isolement

Vous pouvez constater ce défaut en mesurant la résistance entre les conducteurs d'alimentation et le conducteur de terre. Dans le cas d'un appareil de classe II non équipé de fil de terre, mesurez la résistance entre les conducteurs d'alimentation et la carcasse métallique de l'appareil, par exemple sur une vis de fixation.
Si le défaut est confirmé, démontez l'appareil, vérifiez qu'aucun conducteur n'est en mauvais état ou n'entre en contact avec la carcasse de l'appareil. Sinon, vérifiez la résistance.
En cas de court-circuit, procédez aux mêmes vérifications que précédemment.

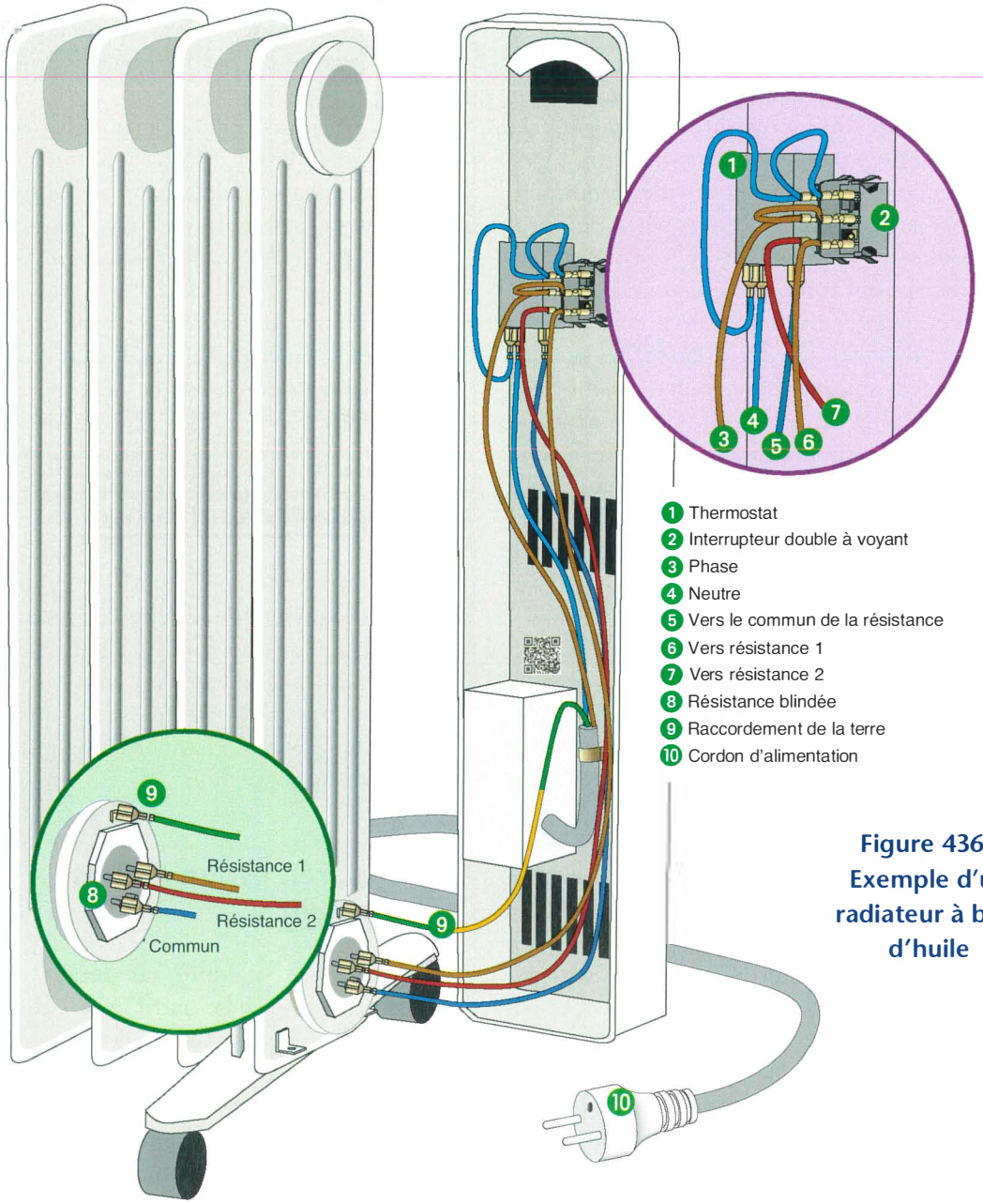


Figure 436 : Exemple d'un radiateur à bain d'huile

L'entretien des appareils de chauffage

Afin d'éviter les pannes de vos appareils de chauffage et les accidents, quelques règles s'imposent :

- ne couvrez jamais la grille d'un convecteur, même pour faire sécher un linge humide ;
- en présence de rideaux ou de voilages, prévoyez un espace minimal de 10 cm au-dessus de la grille du convecteur ;

- aspirez régulièrement les grilles haute et basse des convecteurs pour faciliter la circulation de l'air.

Les luminaires

Les luminaires sont tous les dispositifs qui permettent de raccorder des ampoules à l'installation électrique. Au premier abord, ce sont des appareils rudimentaires. Cependant, par leur constitution même, ils multiplient les raccords et donc les risques de pannes. Chaque type de luminaire possède ses spécificités que nous allons présenter dans les paragraphes qui suivent. Les luminaires, en plus de leur côté pratique, permettent de créer des ambiances (éclairage direct, indirect, diffus...) et participent à la décoration ou à la personnalisation d'un intérieur par leur design ou leur finition. Un luminaire se compose d'une structure, de conducteurs et d'un système de douille pour la fixation d'une ou plusieurs ampoules. L'ampoule de certains luminaires n'est pas alimentée en 230 V ; d'autres dispositifs sont alors nécessaires.
Désormais, la norme exige que tous les luminaires fixes soient raccordés par l'intermédiaire d'une boîte de connexion spécifique équipée d'une prise DCL (dispositif de connexion des luminaires), et que toutes les lignes d'éclairage soient équipées d'un conducteur de terre (figure 437). Le boîtier comporte une prise spécifique. Il suffit de raccorder une fiche DCL sur le câble d'alimentation du luminaire. Lors de la dépose du luminaire (remplacement, déménagement), la déconnexion est ainsi facilitée, sans toucher aux conducteurs : il suffit d'appuyer sur la patte de blocage de la fiche pour la démonter.

Si vous restaurez un luminaire ancien, profitez-en pour ajouter un conducteur de terre connecté sur les parties métalliques.

Par conséquent, soyez très prudent si vous intervenez sur un luminaire ancien comportant des parties métalliques, car le défaut d'isolement est fort probable.

Les suspensions

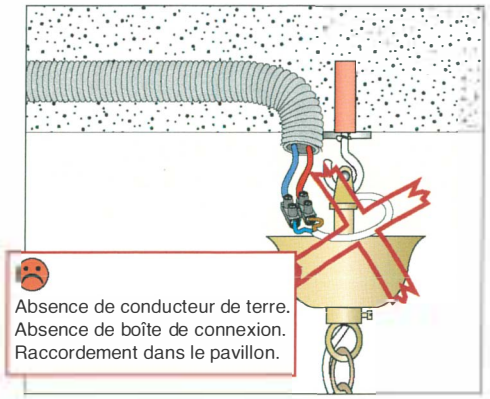
Les suspensions à une lampe

On distingue deux types de suspensions modernes, en fonction du poids du réflecteur (verrerie ou abat-jour en acier, en plastique, par exemple). Les plus simples, pour des abat-jour légers, comprennent une douille et un câble (figure 438). Celui-ci est relié au crochet du plafond par le biais d'une chape de suspension qui permet, en passant le câble d'alimentation dans deux trous, de régler la hauteur du luminaire et d'éviter le glissement. Le raccordement est masqué par un pavillon en plastique (ou autre). La douille est équipée d'un serre-câble dont la fonction est d'empêcher le coulissement et l'arrachement du câble. L'abat-jour est fixé sur la douille au moyen d'une bague ou d'une griffe munie d'une vis de serrage. La douille peut être en plastique ou en laiton.

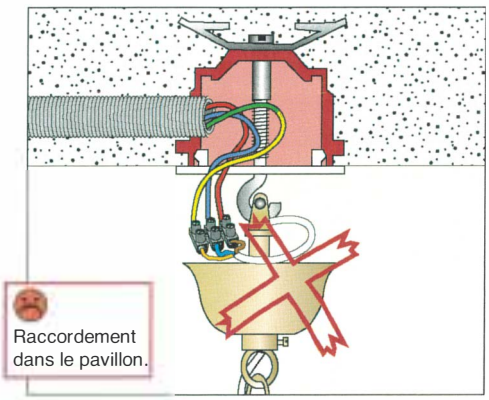
Pour des verreries plus lourdes, le câble ne peut soutenir l'ensemble : le recours à une chaînette est alors indispensable. Ce type de suspension se compose d'une bélière avec tube et pavillon, d'une chaînette et d'un anneau cranté. La fixation de la verrerie est assurée par la bague de la douille ou par une griffe.

Les raccordements d'un luminaire

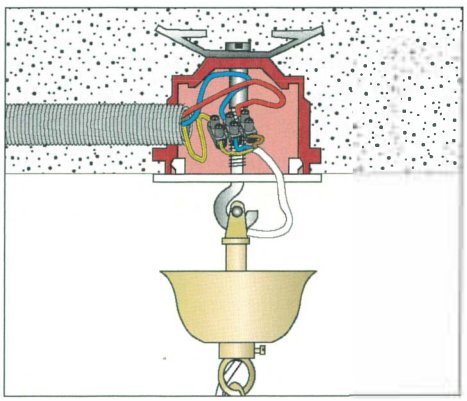
Solutions existantes



Raccordement direct dans le pavillon en sortie de gaine



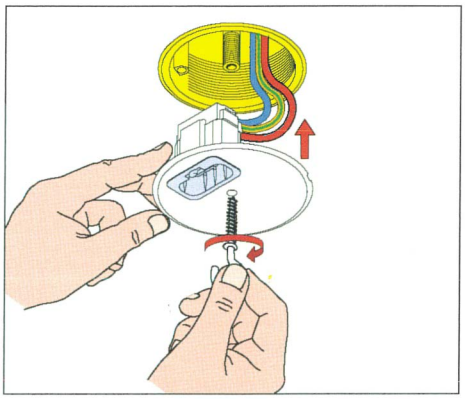
Raccordement dans le pavillon avec boîte de centre



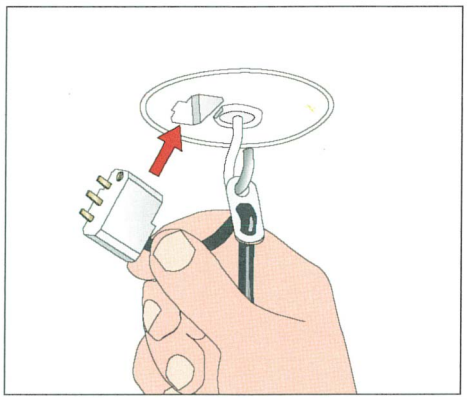
Raccordement dans la boîte de centre

Système conforme à la norme

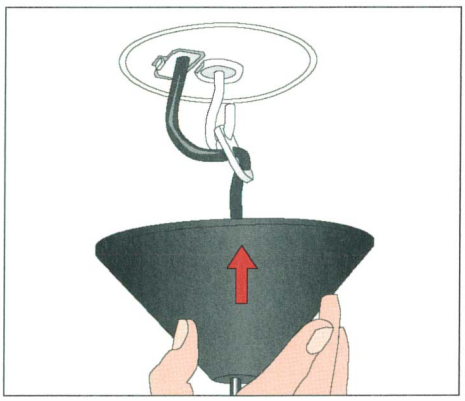
Boîte de centre avec connexion DCL



L'alimentation électrique est raccordée sur la prise DCL, dans la boîte de centre.



Le câble du luminaire est raccordé sur une fiche DCL.



Le pavillon permet de masquer le raccordement.

Figure 437 : Les raccordements d'un luminaire

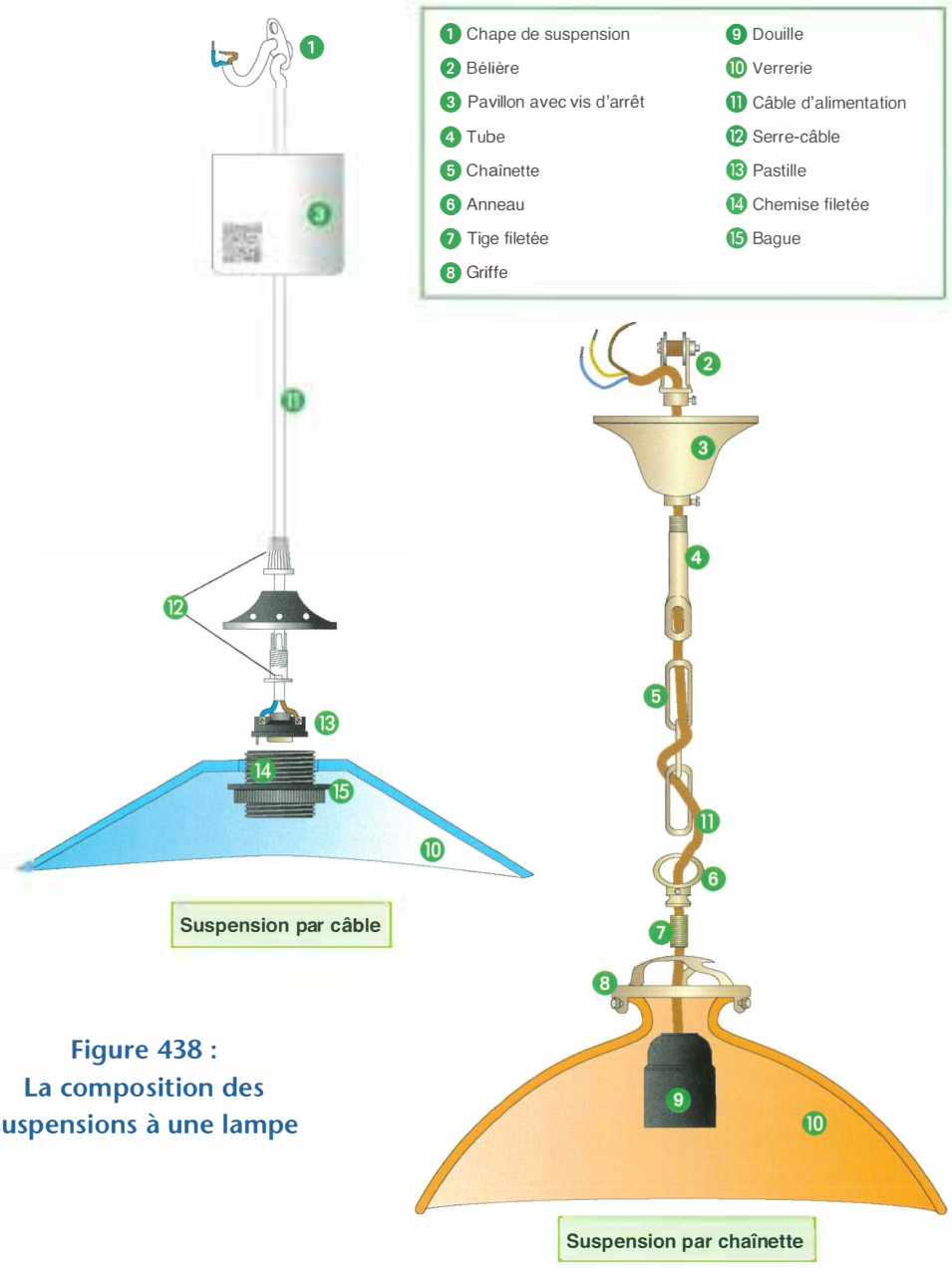


Figure 438 :
La composition des suspensions à une lampe

Les pannes des suspensions à une lampe

Lorsqu'un luminaire ne fonctionne plus, la première vérification à effectuer concerne l'ampoule : si elle est grillée, remplacez-la (figure 439).

Pour certaines ampoules opaques, il est difficile de juger de l'état du filament à l'œil nu. Dans ce cas, testez l'ampoule au moyen d'un ohmmètre : la valeur zéro indique que l'ampoule est en court-circuit ; une valeur infinie indique que le filament est détruit.

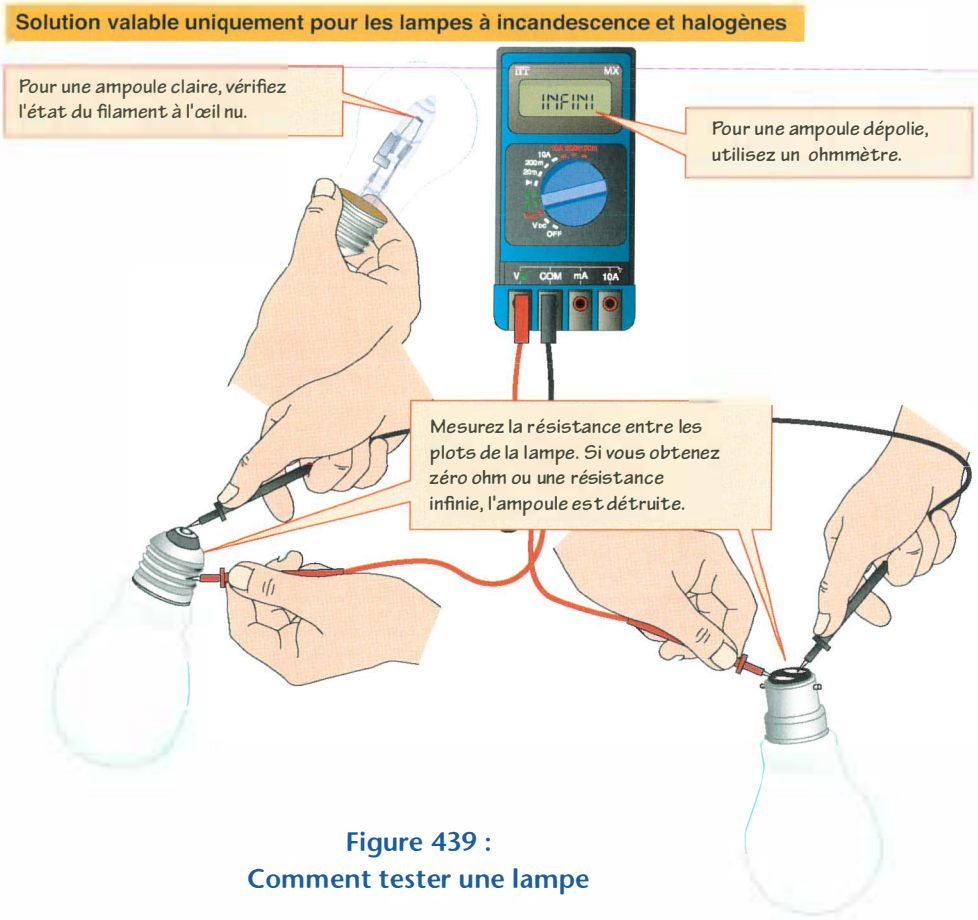


Figure 439 :
Comment tester une lampe

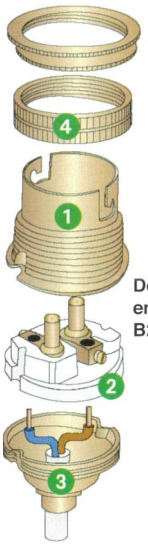
Cette vérification ne peut s'effectuer que pour une lampe à incandescence ou halogène. Les lampes fluocompactes ou les LED ne peuvent pas être testées avec un multimètre. Dans le doute, remplacez l'ampoule par une neuve pour effectuer le test.

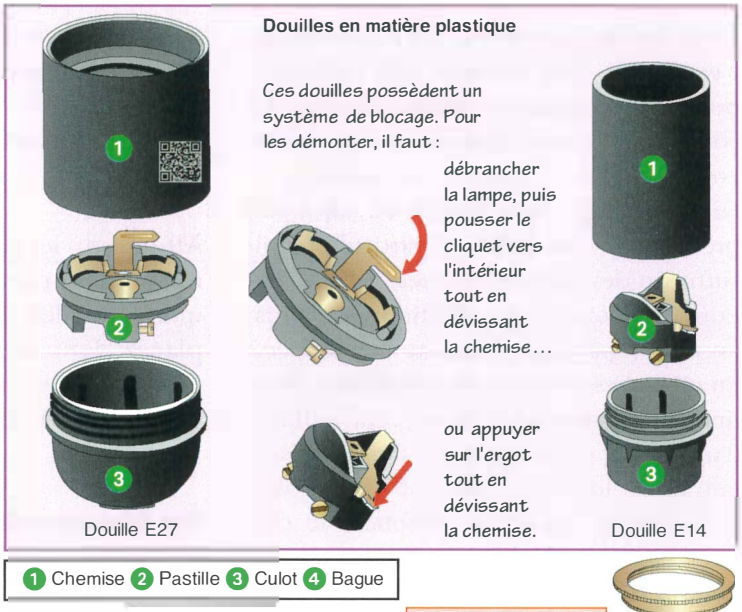
Si l'ampoule est hors de cause, vérifiez l'alimentation du luminaire (voir page 619).
Si elle est correcte, coupez le courant, puis déconnectez le luminaire et déposez-le pour travailler plus à votre aise.
La panne la plus fréquente sur ces appareils provient du raccordement au niveau de la douille (figure 440). En effet, on a toujours tendance à utiliser des ampoules trop puissantes pour ces luminaires, ce qui a pour conséquence de brûler l'isolant des fils dans la douille. Le court-circuit n'est pas à exclure dans ce cas, voire un défaut d'isolement pour les suspensions avec chaînette.

Lors de l'achat d'un luminaire, une étiquette vous informe de la puissance maximale recommandée. Ne dépassez pas cette puissance, car vous risqueriez d'endommager le luminaire. Cela est valable pour les ampoules à incandescence ou halogènes. Les ampoules fluocompactes chauffent beaucoup moins.

Les douilles

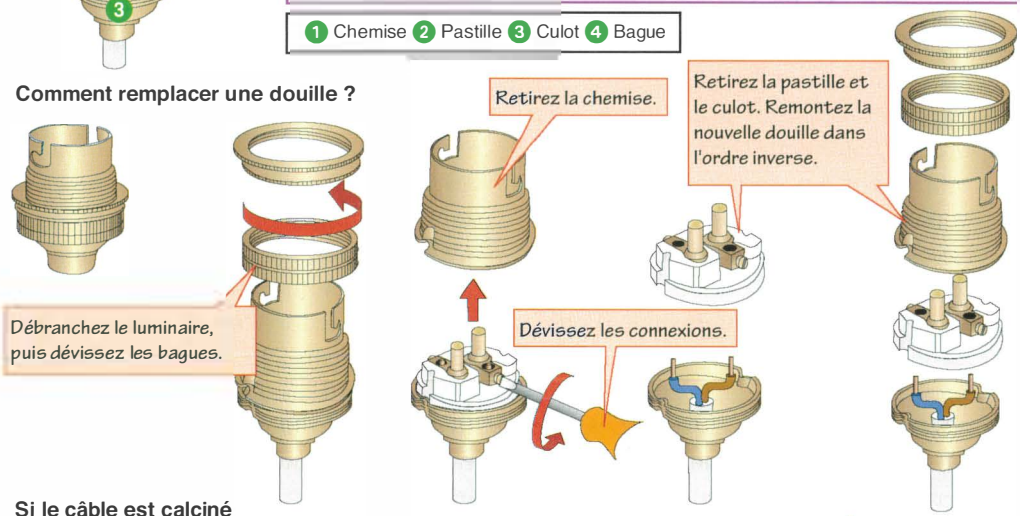
Composition des douilles





1 Chemise 2 Pastille 3 Culot 4 Bague

Comment remplacer une douille ?



Si le câble est calciné

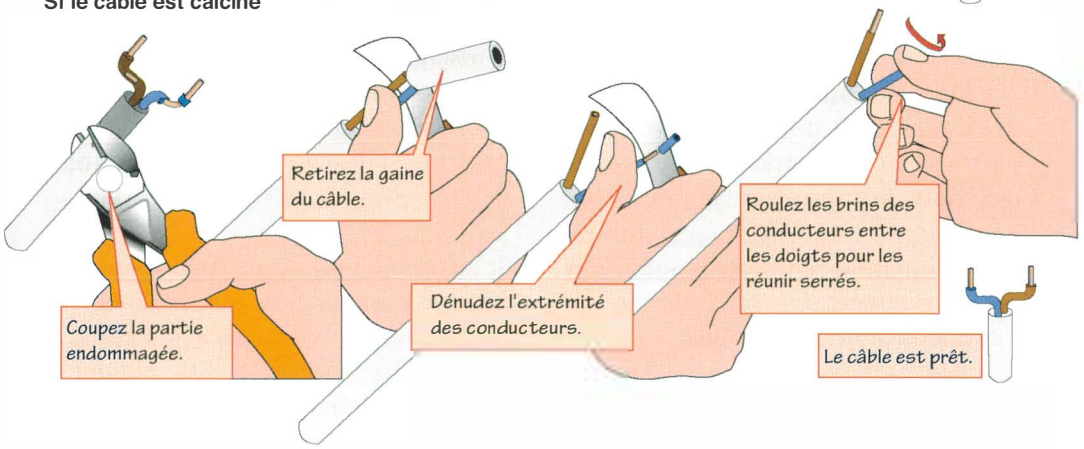


Figure 440 : Les douilles

Pour les suspensions sans chaînette, c'est-à-dire dont le câble est l'élément porteur, on peut constater parfois la coupure du conducteur due à l'étirement engendré par le poids de la verrerie.
Le démontage d'une douille en laiton ne présente pas de difficulté particulière : il suffit de dévisser les bagues.
Pour les douilles en plastique, de plus en plus répandues, il existe une astuce. En effet, ces douilles, généralement destinées aux ampoules à vis, sont munies d'un cliquet qui empêche la douille d'être entraînée lorsqu'on dévisse l'ampoule. Il faut donc tordre ou enfoncer le cliquet avant de dévisser la chemise de la douille. Cette opération s'effectue bien entendu luminaire débranché.
Ces douilles existent aussi pour des ampoules à baïonnette. Dans ce cas, elles ne comportent pas de cliquet.
Autre particularité de ces douilles : le culot est généralement muni d'une petite vis de blocage qui maintient la douille contre le serre-câble ou la tige filetée de l'anneau.

Après démontage, si les fils apparaissent calcinés, remplacez la douille, coupez le câble au niveau de la partie saine, puis montez la nouvelle douille sur le câble. Attention ! N'oubliez pas le serre-câble, sinon les fils risquent de s'arracher et de faire tomber la douille et la verrerie. Roulez les brins du conducteur entre les doigts pour les serrer en nappe, vous pouvez ensuite y déposer un peu de soudure à l'étain pour renforcer la solidité et éviter le cisaillement de la vis de serrage des connecteurs de la douille.
Si les fils paraissent corrects dans la douille, la panne peut être due à la dilatation des contacts de la douille sous l'effet de la chaleur (ampoule trop puissante). Il suffit alors de les tordre légèrement afin qu'ils assurent un contact correct avec le culot de l'ampoule. Si cela ne fonctionne pas, remplacez la douille. Ce type de panne peut survenir dans une douille à vis ou à baïonnette.

Attention, le pas de vis des douilles récentes en plastique n'est pas le même que celui des douilles en laiton. Remplacez donc la douille par un modèle identique ou utilisez des adaptateurs (voir page 657).

Les lustres et leurs pannes

Cette catégorie de luminaires regroupe les suspensions à plusieurs lampes de tous styles (figure 441). La partie supérieure du luminaire est identique à une suspension à chaînette. La structure inférieure comporte plusieurs lampes réparties en fonction du style du luminaire.
Le câble d'alimentation est relié à un point de raccordement situé dans le corps du lustre, la boîte de lustre, où sont raccordées les alimentations des divers bras du luminaire. Généralement, les fils d'alimentation passent à l'intérieur des bras.
Les fils d'alimentation de certains lustres à cristaux d'époque sont fixés sur les bras avec des fils en laiton.
Les supports des lampes peuvent adopter tous les styles et formes imaginables : fausses bougies, verreries, etc.

Si aucune ampoule ne fonctionne, vérifiez en premier lieu que l'alimentation est correcte. Si tel est le cas, déposez le lustre, puis vérifiez les fils, notamment le câble d'alimentation.

Dans le cas où seule une ampoule ne fonctionne plus, vérifiez-la ainsi que

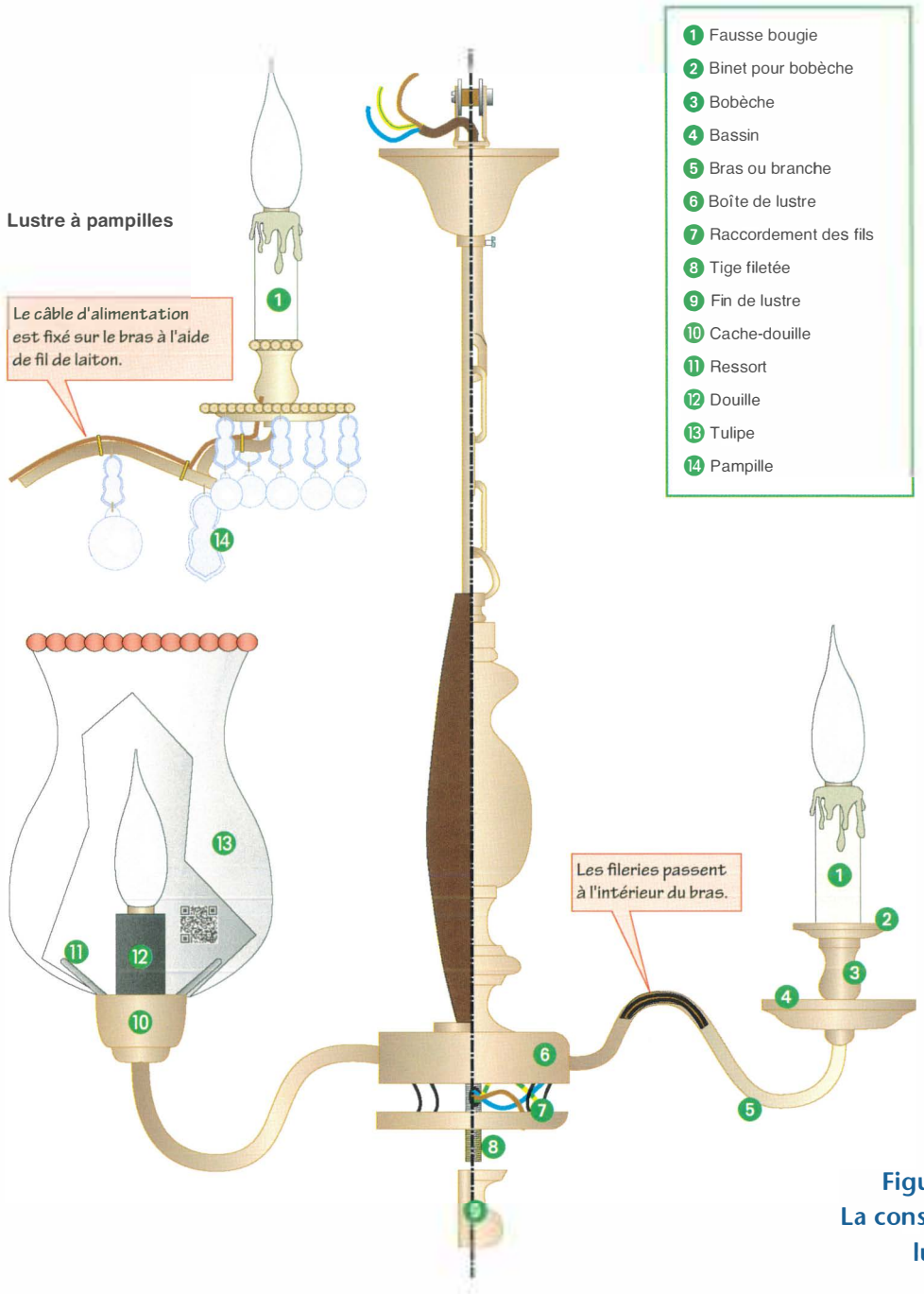


Figure 441 :
La constitution des lustres

l'état de la douille. Si ces vérifications sont infructueuses, vérifiez que le câble reliant la douille au câble d'alimentation générale n'est pas coupé.

Pour les luminaires anciens dont les lampes sont montées sur de fausses bougies, il est souvent nécessaire de remplacer le support avec douille ainsi que le fourreau de la bougie (figure 442). Les modèles les plus anciens de douilles de fausse bougie étaient souvent en bois avec les parties conductrices en laiton. Ils

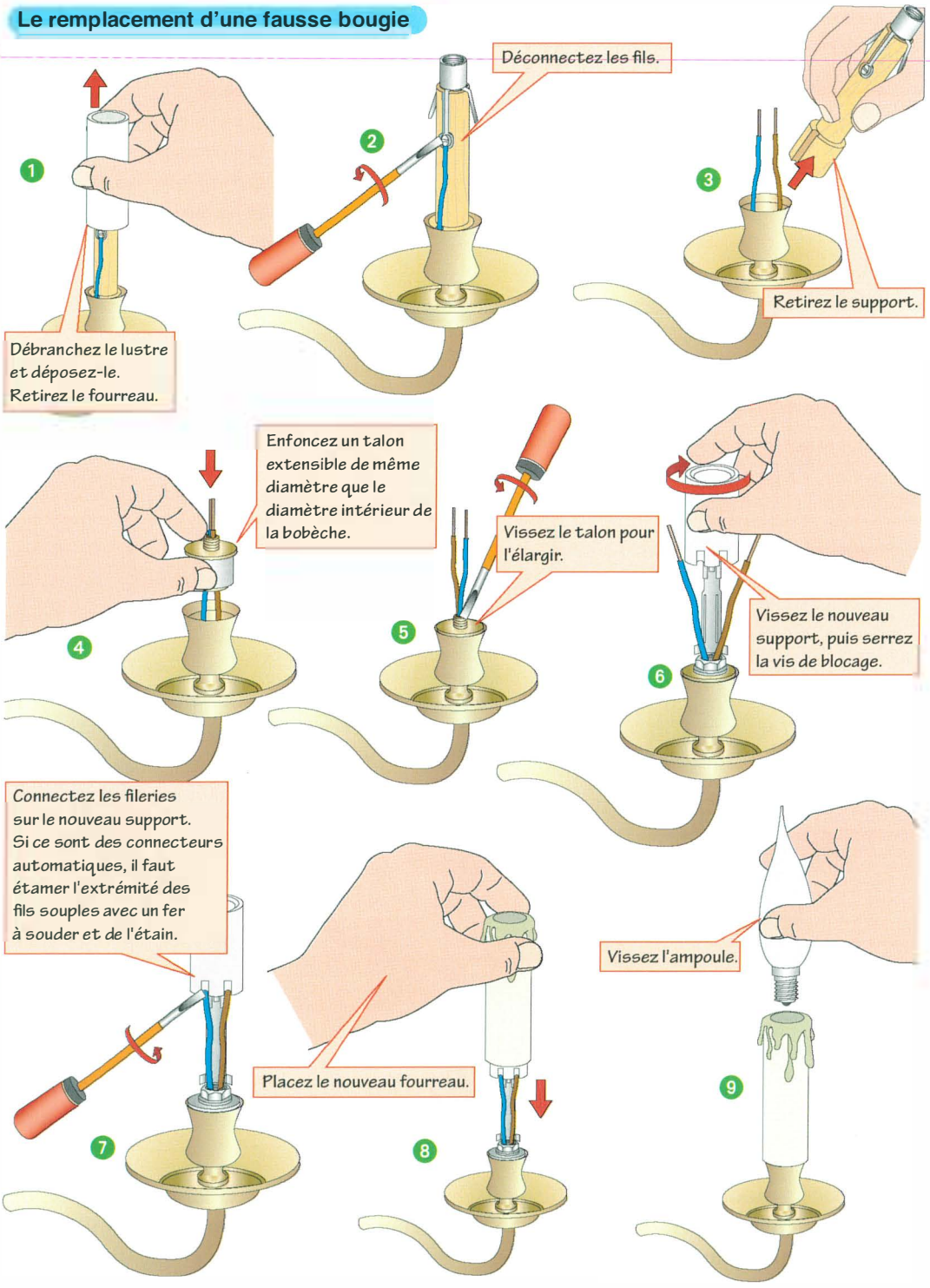


Figure 442 : Le remplacement d'une fausse bougie

étaient dangereux, puisqu'on avait accès aux parties sous tension lorsque la fausse bougie était déposée.

Pour les remplacer, munissez-vous d'un talon extensible à insérer dans la bobèche. Il offre un filetage permettant de fixer la nouvelle douille. Avant de vous procurer le matériel de remplacement, munissez-vous d'une bobèche pour trouver le diamètre exact du talon extensible. Mesurez la hauteur de la bougie, surtout si vous ne les remplacez pas toutes. De plus, les fourreaux modernes sont souvent plus larges que les anciens et vous devrez vous en procurer de nouveaux adaptés au support. Il peut être judicieux dans ce cas de remplacer toutes les fausses bougies afin de respecter l'harmonie.

Les différents pas de vis existants pour les luminaires risquent d'être une source de difficultés. En effet, les douilles des luminaires anciens étaient montées sur des filetages appelés « pas des becs », voire sur des modèles encore plus anciens connus sous le nom de « pas de Paris ». Désormais, les douilles sont taraudées au pas de vis international 10 × 1. Dans les magasins spécialisés, vous trouverez des adaptateurs permettant de passer d'un pas à un autre (figure 443).

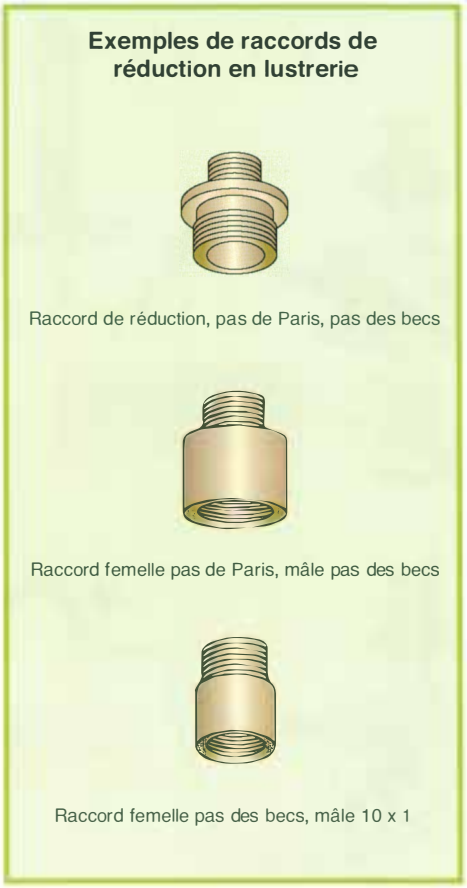


Figure 443 : Exemples de raccords de réduction en lustrerie

En cas de court-circuit ou de défaut d'isolement sur un lustre, outre les douilles, il est nécessaire de vérifier tous les conducteurs du luminaire. Un conducteur ancien dont l'isolant est endommagé et cassant devra être obligatoirement remplacé. Cette opération s'avère délicate lorsque les conducteurs électriques passent dans la structure du lustre.
Deux méthodes sont possibles (figure 444) :

- la première méthode consiste à souder un nouveau câble au câble existant, et à s'en servir comme aiguille pour passer le câble de remplacement ;
- la seconde, si le câble est cassé ou trop court, consiste à retirer le câble, talquer le conduit du lustre, puis passer une aiguille constituée d'un fil de laiton ou d'un fil d'acier identique à celui que l'on trouve dans les gaines électriques.

Accrochez fermement le nouveau câble à l'aiguille, puis tirez pour le faire passer dans le conduit.

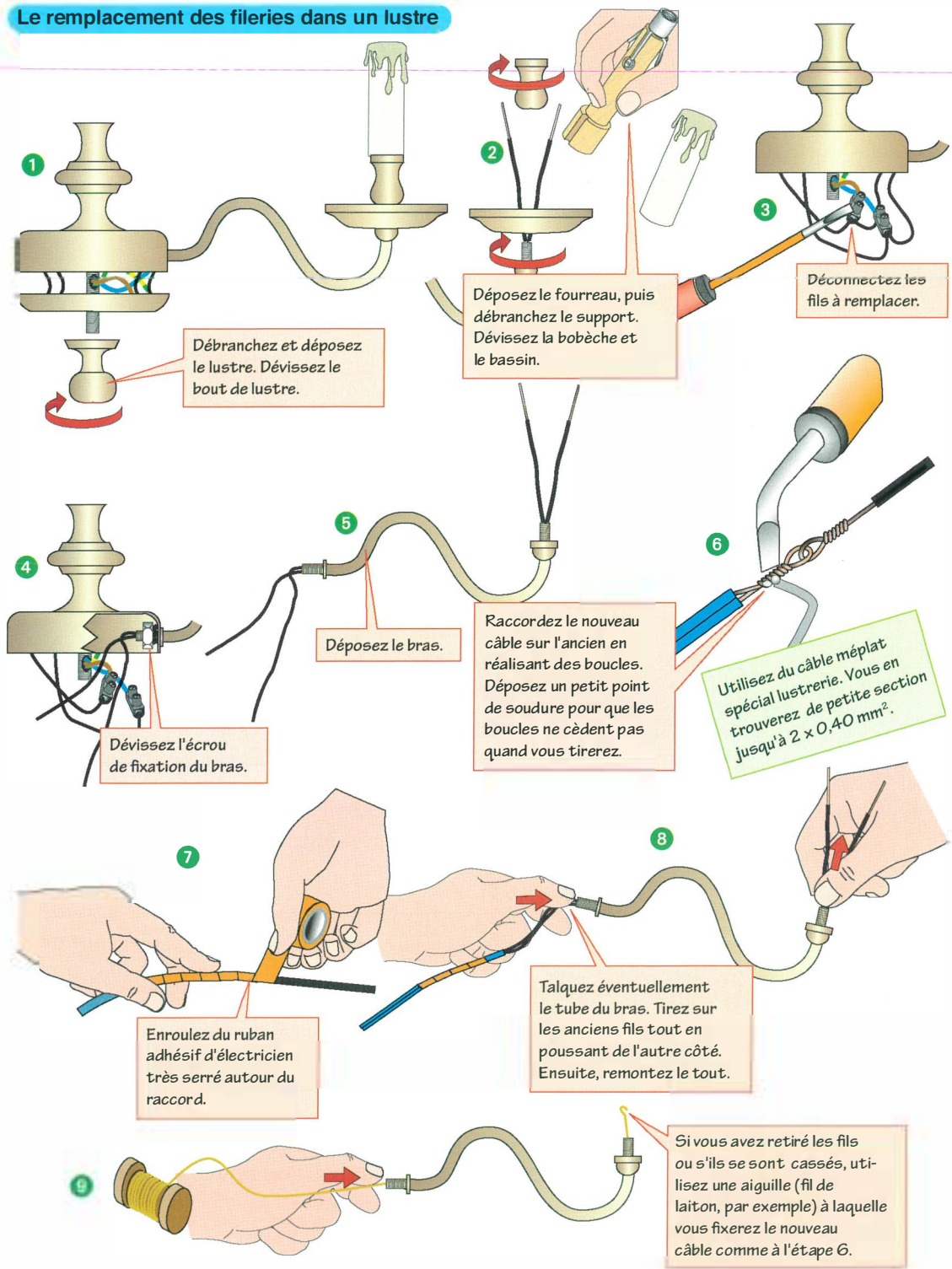


Figure 444 : Le remplacement des fileries dans un lustre

Une fois le câble passé, réalisez les connexions. Pour l'équipement interne, on utilise généralement des câbles de type méplat de faible section ($2 \times 0{,}40$ mm^2 à $2 \times 0{,}75$ mm^2). Le câble d'alimentation générale doit être à double isolation, de type H03 VV-F, H05 VV-F. Pour des luminaires de style, vous pouvez choisir des câbles recouverts d'une tresse en rayonne de type SVT ou SVOTM.

Si le lustre que vous rénovez n'est pas équipé de la terre, profitez-en pour incorporer un fil de terre au câble d'alimentation générale. Connectez-le sur une partie métallique du luminaire par l'intermédiaire d'une vis ou d'une cosse à sertir.

Les lampes à poser

L'équipement électrique d'une lampe à poser (figure 445) est assez rudimentaire : il consiste en une douille avec un fil de raccordement muni d'une fiche à son extrémité et d'un interrupteur de fil souple. Différents systèmes sont utilisés pour fixer la douille sur le pied de lampe

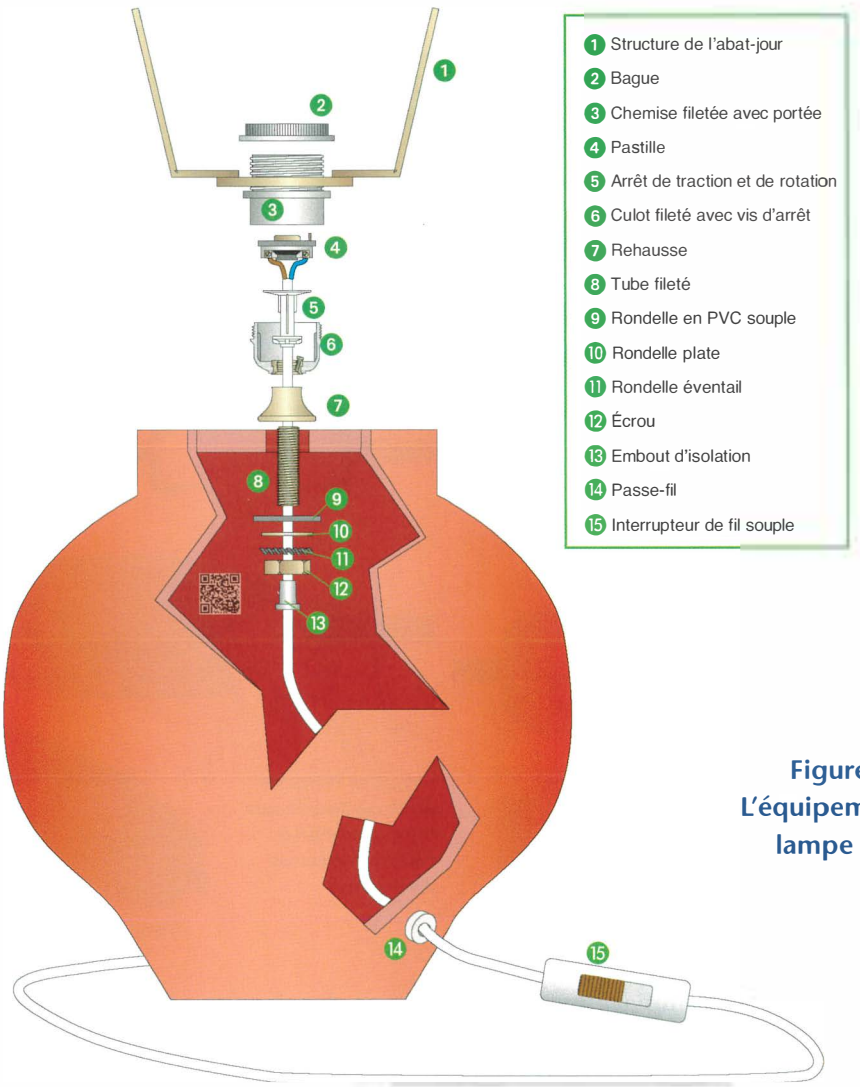
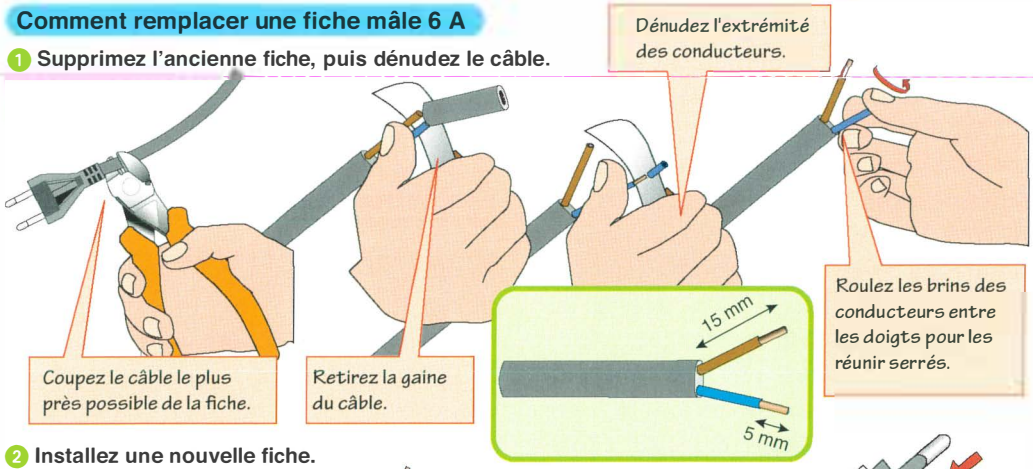


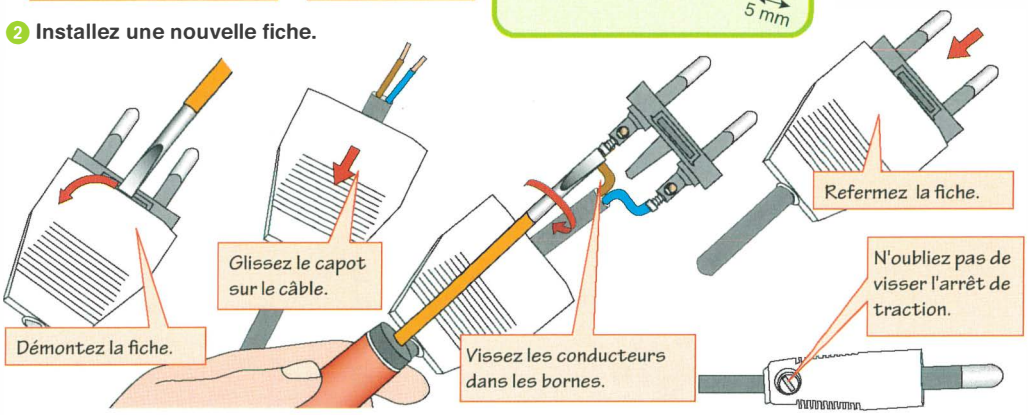
Figure 445 : L'équipement d'une lampe à poser

Comment remplacer une fiche mâle 6 A

1 Supprimez l'ancienne fiche, puis dénudez le câble.



2 Installez une nouvelle fiche.



Comment remplacer un interrupteur de fil souple

1 Débranchez l'appareil, supprimez l'ancien interrupteur, puis dénudez les deux extrémités du câble.



2 Installez un nouvel interrupteur.

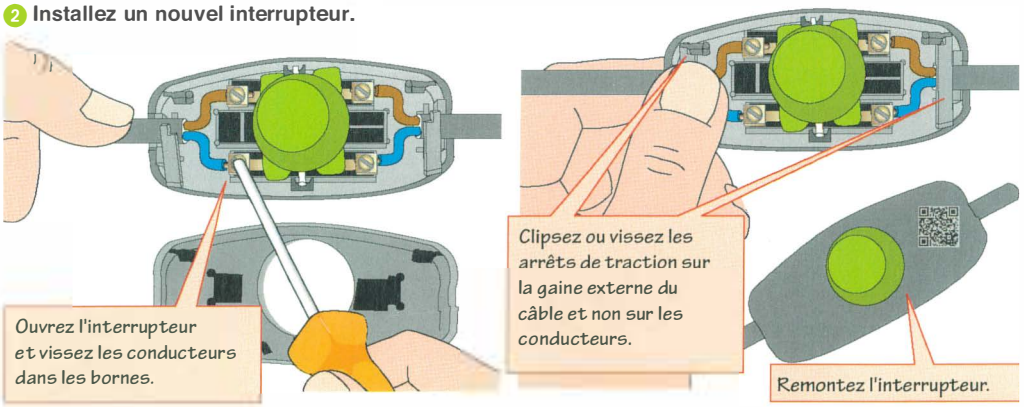


Figure 446 : Le remplacement d'une fiche et d'un interrupteur de fil souple

(voir le paragraphe Le montage d'une lampe, ci-après). Le type de la douille peut être à grosse vis (E27), à petite vis (E14) ou à baïonnette (B22).
Le câble d'alimentation peut pénétrer dans la douille par-dessous, en passant par le pied de la lampe, sur le côté, par un percement prévu à cet effet dans le culot de la douille, ou par un passe-fil.
Les bagues de la douille permettent le montage et le serrage de l'abat-jour. Attention, plusieurs diamètres existent et il est parfois nécessaire d'utiliser une bague réductrice si la rondelle de l'abat-jour est trop large.

Les pannes des lampes à poser et leurs remèdes

La panne ne peut provenir que des trois éléments principaux, à savoir la douille, l'interrupteur ou la fiche.
Lorsqu'une lampe ne fonctionne plus, vérifiez tout d'abord la prise de courant, puis l'ampoule. Ensuite, démontez la douille et contrôlez son raccordement. Si l'ensemble s'avère correct, la panne provient de la fiche ou de l'interrupteur. Démontez ces deux éléments, puis vérifiez leurs raccordements.

Les lampes modernes sont souvent équipées de cordons prémontés dont il est impossible d'ouvrir la fiche et l'interrupteur, moulés. Dans ce cas, remplacez l'ensemble du cordon avec sa fiche et son interrupteur.

Pour remplacer uniquement l'interrupteur, coupez le cordon, dénudez les extrémités du câble, puis raccordez le nouvel interrupteur. Pour une prise de courant, la méthode est identique (figure 446).

Le montage d'une lampe

Il est possible de monter soi-même une lampe grâce à plusieurs systèmes présentés ci-après (figure 447).
Pour équiper une bouteille ou un vase à collet étroit, utilisez un talon extensible ou pneu. Ce dispositif est pourvu d'une vis et d'une rondelle en caoutchouc. Le serrage de la vis provoque l'écrasement de la rondelle qui s'écarte dans le goulot de la bouteille. Le dispositif est pourvu en partie haute d'une tige filetée permettant le vissage d'une douille. Il existe plusieurs diamètres de talons extensibles ; munissez-vous si possible du pied de lampe lors de l'achat du talon. Si le pied de lampe ne peut pas être percé pour le passage du câble d'alimentation (bouteille en verre, par exemple), utilisez une douille munie d'une sortie de fil ou un raccord de passage de câble qui s'intercale entre le talon et le culot de la douille.

Pour un pied de lampe dont l'ouverture est d'un diamètre plus important, vous pouvez utiliser un pneu. Il s'agit en fait d'un talon extensible de plus grand diamètre. Vous pouvez également utiliser un bilame.
Un bilame s'écarte dans la partie évasée du récipient sur lequel se fixent le dessus du vase et la douille.
Il existe également plusieurs diamètres de dessus de vase adaptables aux pieds de lampe.

Pour un vase percé, utilisez la même technique que celle présentée page 653. La tige filetée peut éventuellement traverser tout le récipient.
Il faut ensuite équiper le pied de lampe d'une douille à baïonnette ou à vis à sortie latérale. Vous pouvez également

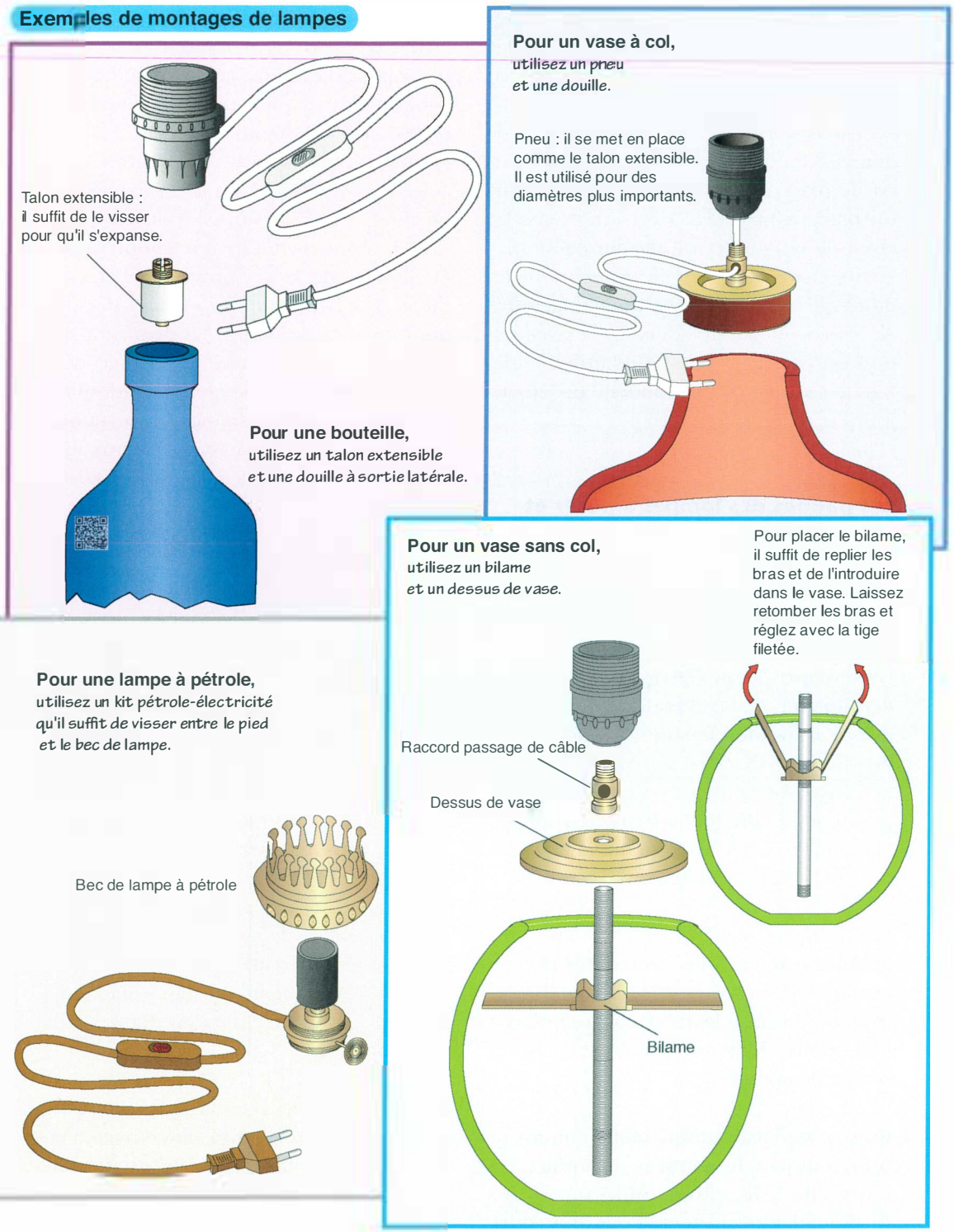


Figure 447 : Exemples de montages de lampes

employer un passe-fil. La douille doit être équipée d'un système d'arrêt de traction.
Vous pouvez utiliser des câbles de raccordement tout prêts avec fiche et interrupteur de fil souple moulés.
Les lampes à pétrole anciennes peuvent également être rééquipées. Il existe des transformateurs pétrole/électricité tout équipés qui se posent en remplacement du bec de lampe.

Les lampadaires halogènes en 230 V

Les lampadaires halogènes à lampes tubulaires de forte puissance (230 ou 400 W) sont répandus. Les modèles bas de gamme sont bon marché et permettent d'obtenir un éclairage puissant dans une pièce, notamment quand le plafond est blanc et reflète le flux lumineux. L'équipement électrique d'un lam-

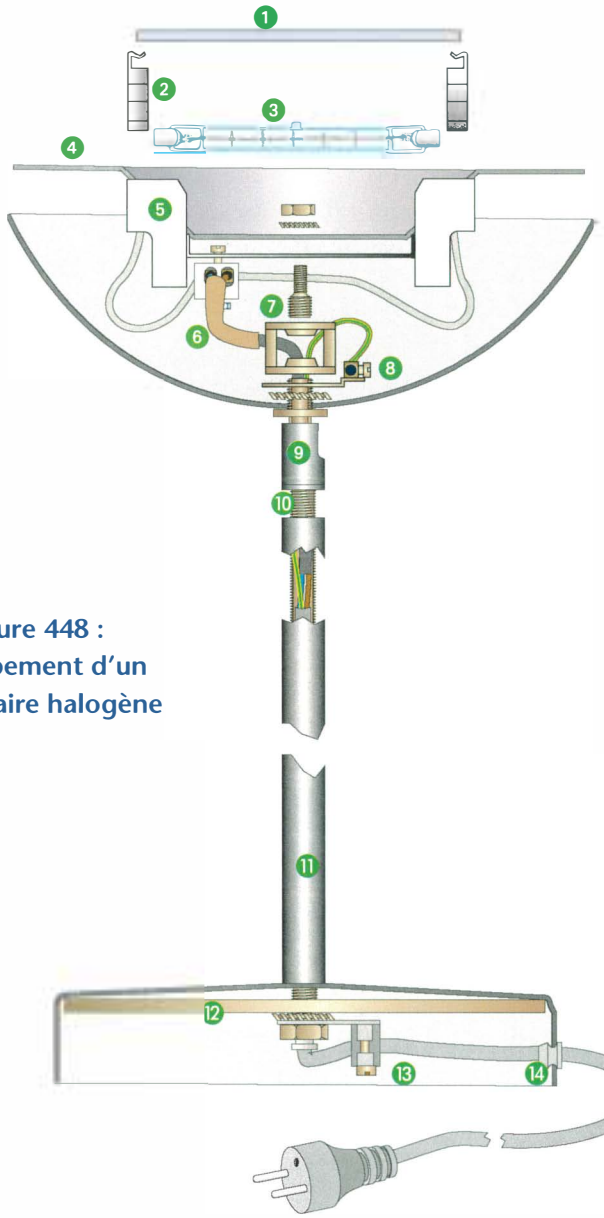


Figure 448 : L'équipement d'un lampadaire halogène

padaire halogène comprend un cordon d'alimentation sur lequel sont placés un variateur de lumière et une douille spéciale en céramique (figure 448). La lampe est protégée par un écran de sécurité composé d'une grille ou d'une plaque en verre borosilicate pour parer à son éventuelle explosion. Sous la lampe est placé un réflecteur en aluminium destiné à diriger le flux lumineux. Les ampoules halogènes dégagent beaucoup de chaleur, c'est pourquoi les fils issus du câble d'alimentation sont surgainés avec des manchons isolants haute température en fibre de verre siliconé. Les lampadaires halogènes doivent obligatoirement posséder une prise de terre.

Le cas d'un lampadaire qui ne fonctionne plus

Vérifiez en premier lieu que la prise à laquelle le lampadaire est raccordé est en état de fonctionnement. Débranchez le lampadaire et vérifiez la lampe. Déposez l'écran de sécurité, puis retirez la lampe avec précaution.

Attention ! Il ne faut pas toucher avec les doigts les tubes halogènes. En effet, une fine pellicule de graisse déposée en surface pourrait nuire à la durée de vie de l'ampoule. Utilisez par exemple un morceau de papier de soie pour l'extraire de son logement. Pour ce faire (figure 449), poussez l'ampoule d'un côté et relevez l'extrémité ainsi dégagée. Vérifiez à l'œil nu l'état du filament. En cas de doute, confirmez le diagnostic au moyen d'un ohmmètre. Vérifiez les contacts situés aux extrémités de l'ampoule : ils doivent être propres et brillants. Si tel n'est pas le cas, vérifiez les contacts de la douille. S'ils sont oxydés ou calcinés, il est nécessaire de remplacer la douille et l'ampoule, comme indiqué dans le paragraphe suivant.
Si le tube est défectueux, remplacez-le par un modèle équivalent (même longueur et même puissance) et reposez-le dans l'ordre inverse de la dépose. La

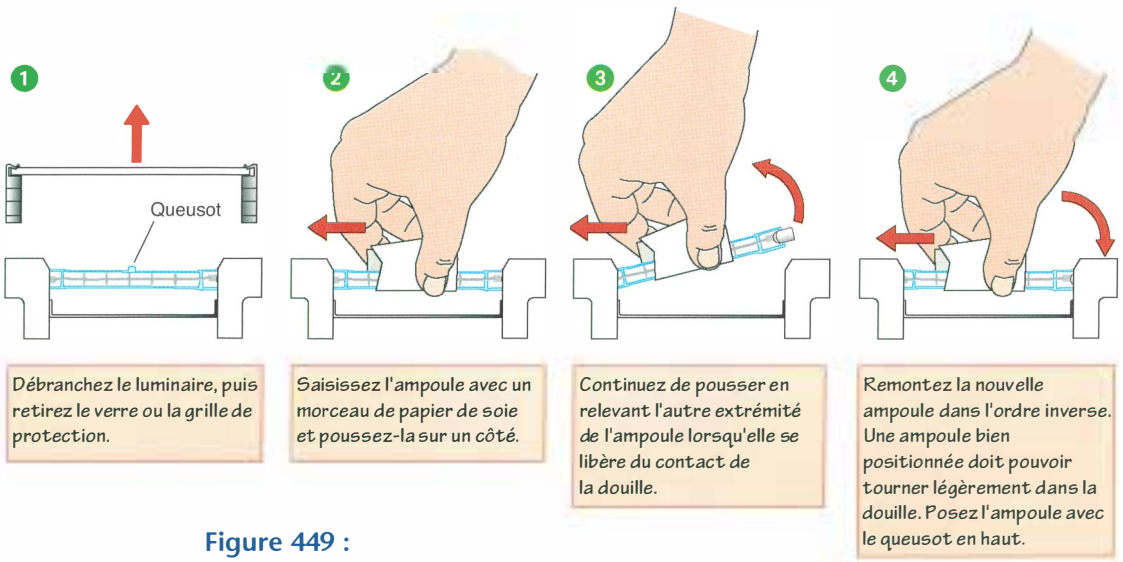


Figure 449 :
Le remplacement d'un tube halogène

Le remplacement d'une douille halogène

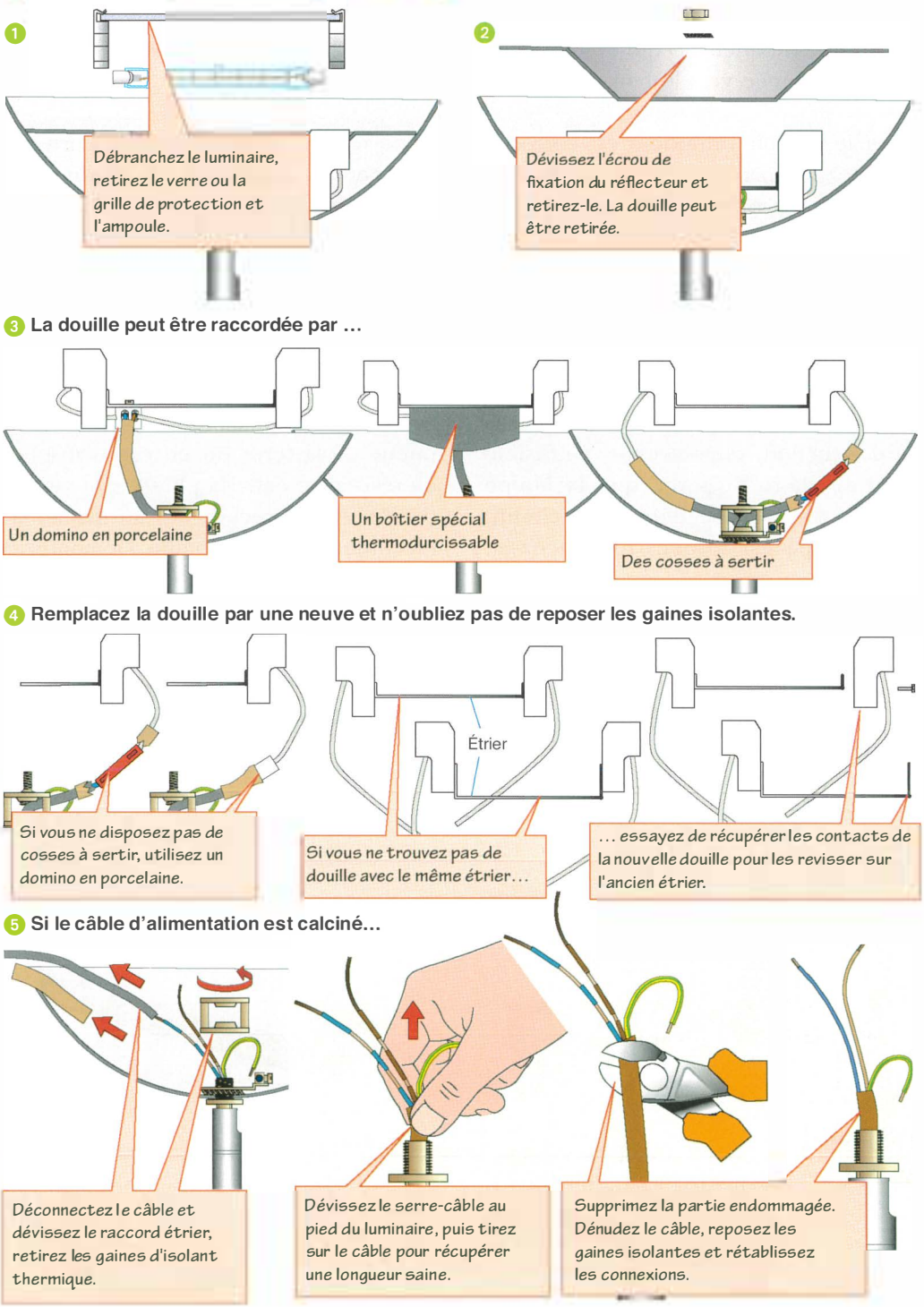


Figure 450 : Le remplacement d'une douille halogène

puissance est indiquée sur les embouts en céramique. Il existe une petite bulle sur le tube (le queusot) qui doit toujours être positionnée vers le haut.

Dans le cas où l'ampoule est correcte, remettez-la en place. Pour vérifier que l'ampoule est bien enclenchée, essayez de la faire tourner légèrement entre les doigts : elle doit osciller sans résistance.

Le lampadaire étant débranché, poursuivez vos recherches au niveau du variateur. Déposez le capot de protection, puis examinez le fusible. En cas de destruction, remplacez-le. Le fusible a pu se détruire parce que la lampe a grillé ou à cause d'un court-circuit. Si la lampe est grillée, remplacez-la, remontez le variateur, puis essayez le lampadaire. S'il ne s'allume toujours pas, continuez la recherche, comme pour une lampe correcte.

Dans le cas où la lampe est correcte, déconnectez le câble de départ du variateur, puis, au moyen d'un ohmmètre, vérifiez qu'il n'y a pas de résistance entre la terre et la phase, ainsi qu'entre le neutre et la terre.

Testez également la résistance entre la phase et le neutre. En cas de résistance entre la phase et la terre, entre le neutre et la terre ou en cas d'absence de résistance entre la phase et le neutre, continuez vos recherches au niveau du raccordement de la douille. Démontez la

Il existe deux longueurs différentes pour deux types d'ampoule...



... et différentes formes pour chaque modèle.

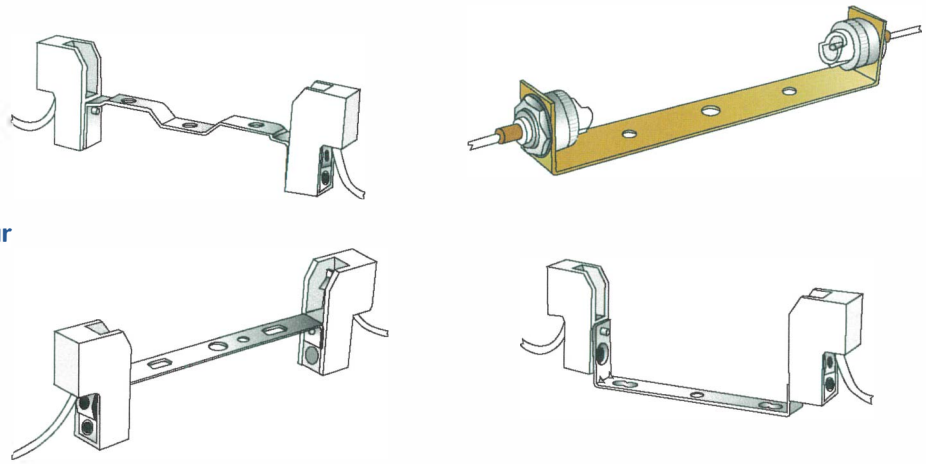


Figure 451 : Les douilles R7S pour tubes halogènes

douille et le réflecteur, puis contrôlez les raccordements. Si les fils du câble d'alimentation sont brûlés, restaurez-les. Pour ce faire (figure 450), tirez sur le câble pour gagner de la longueur, puis coupez la partie endommagée. Vous devrez certainement dévisser le serre-câble pour lui permettre de coulisser. Dénudez une longueur équivalente à celle coupée, puis rétablissez les raccordements de la douille. N'omettez pas de replacer les manchons d'isolation thermique.

Si le fil de la douille et le fil d'alimentation sont connectés au moyen d'une cosse à sertir, vous pouvez réaliser le même type de connexion ou utiliser des dominos, mais uniquement en porcelaine.
Si la douille est en mauvais état, avec des contacts oxydés ou brûlés, profitez-en pour la remplacer.

Attention ! Il existe plusieurs modèles de douilles (figure 451) qui ne se distinguent pas par leur écartement normalisé, mais par leur patte de fixation, différente d'un modèle à l'autre. Veillez à choisir un modèle identique à celui que vous remplacez.

Dans le cas où toutes les vérifications ci-dessus n'ont révélé aucune panne, le cordon d'alimentation ou le variateur sont en cause. Testez la continuité du cordon d'alimentation, entre les fils d'arrivée dans le variateur et les broches de la fiche.
Si la continuité est satisfaisante, remplacez le variateur ; dans le cas contraire, remplacez le cordon ou la fiche. Pour remplacer une fiche avec terre (figure 452), branchez la phase et le neutre sur les deux broches de la fiche. Le fil de terre, de couleur vert et jaune, doit être raccordé sur le plot correspondant à l'alvéole. Il est généralement de longueur légèrement plus importante que les deux autres conducteurs, pour ne pas risquer d'arracher le premier. Les fiches des cordons d'alimentation sont généralement moulées et donc indémontables, c'est pourquoi il faut couper directement le câble en amont de la fiche. Attention, quand vous dénudez la gaine du câble, de ne pas endommager celle des conducteurs.

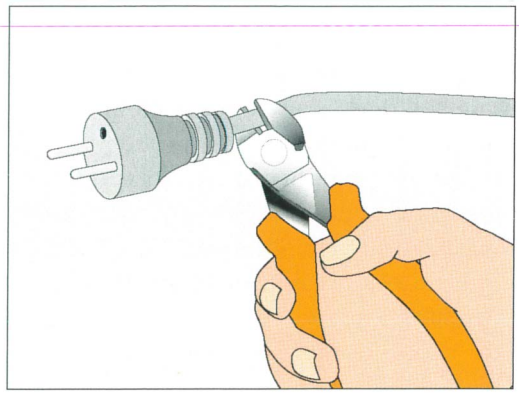
Si le variateur est en cause et avant de le remplacer, assurez-vous que la panne n'est pas due à une soudure détériorée sur le circuit imprimé (figure 453). Dans ce cas, vous pouvez essayer de la reconstituer, en prenant soin de nettoyer consciencieusement les éléments. Utilisez un fer à souder et du fil d'étain.

La figure 453 reprend toutes les étapes de la recherche d'une panne sur un lampadaire halogène en 230 V.

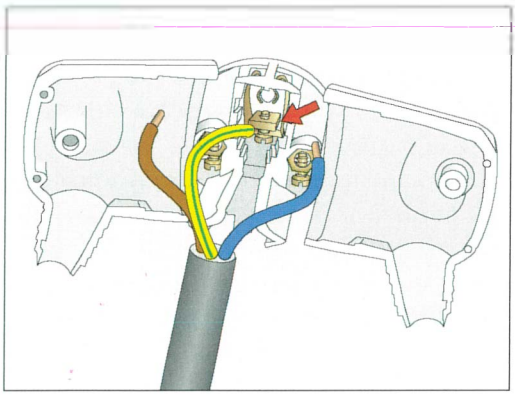
Défaut d'isolement ou court-circuit

Dans la majorité des cas, ces phénomènes sont dus aux fils qui brûlent au niveau de la douille du lampadaire (voir le paragraphe précédent). Le défaut d'isolement provoque le déclenchement du disjoncteur de branchement ou des interrupteurs différentiels haute sensibilité ≤ 30 mA. Le court-circuit provoque le déclenchement du disjoncteur de branchement et/ou celui du disjoncteur divisionnaire du circuit concerné, ou la destruction du fusible en cas de protection par coupe-circuit.

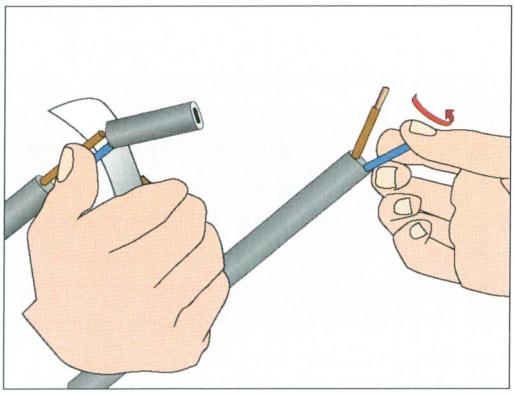
Le remplacement d'une fiche avec terre



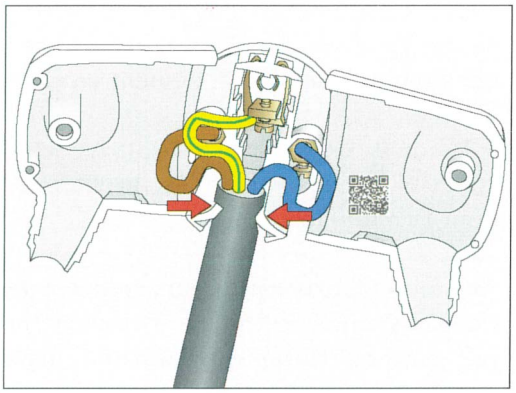
1 Pour remplacer une fiche avec terre : si la fiche n'est pas démontable, coupez le câble au plus près de la fiche, sinon, démontez-la.



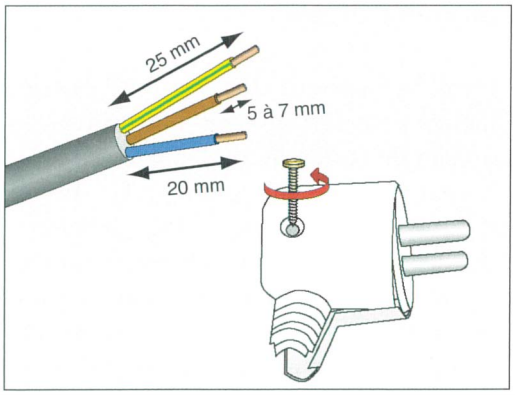
4 Raccordez le fil de terre sur le plot de connexion correspondant à l'alvéole. La phase et le neutre sont raccordés indépendamment sur les plots des broches.



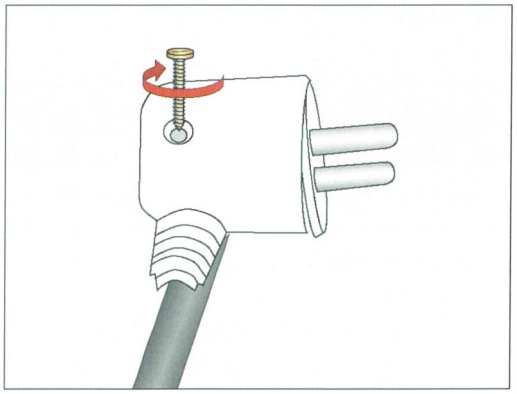
2 Retirez la gaine du câble et l'isolant des conducteurs. Roulez les brins des conducteurs entre les doigts pour les réunir serrés.



5 Après les raccordements, glissez le câble dans l'arrêt de traction. Selon les modèles, l'arrêt de traction peut être constitué de vis avec une plaque de serrage.



3 Dénudez le câble en respectant les mesures ci-dessus. Le conducteur de terre (vert et jaune) doit toujours être plus long. Installez une nouvelle fiche.

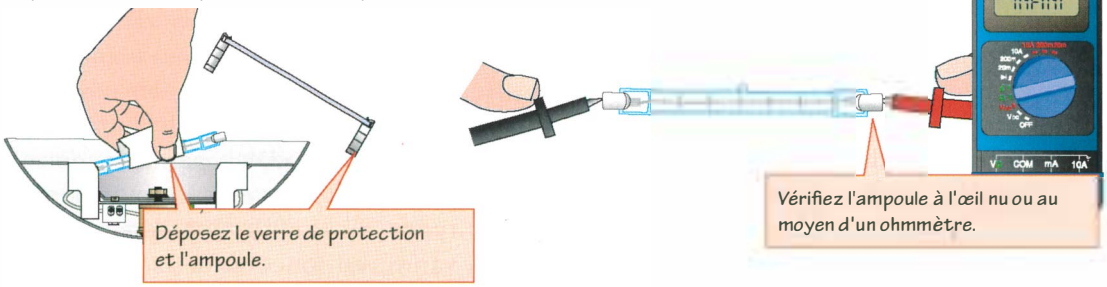


6 Remontez la nouvelle fiche.

Figure 452 : Le remplacement d'une fiche avec terre

La recherche d'une panne sur un lampadaire halogène

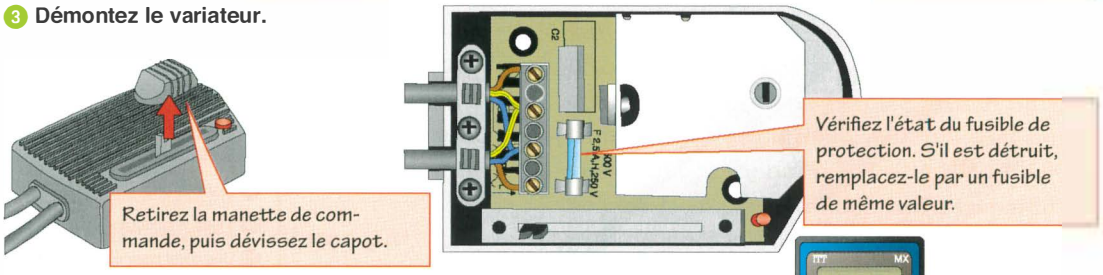
1 Débranchez le luminaire, vérifiez que la panne ne provient pas de la prise de courant, puis vérifiez l'ampoule.



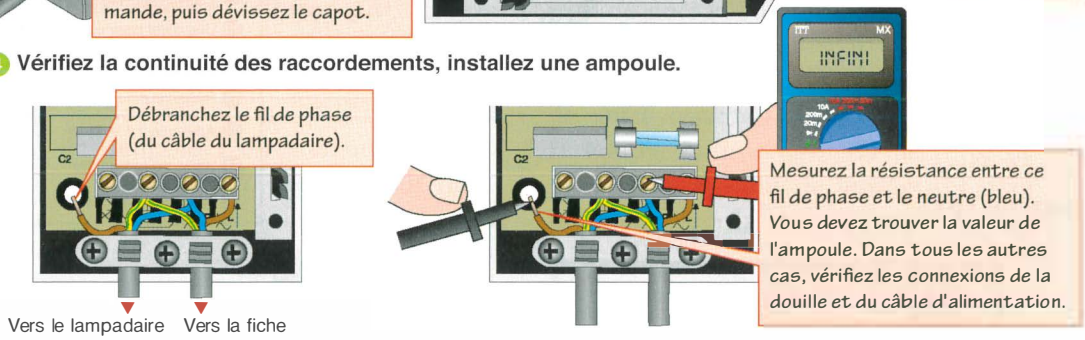
2 Si l'ampoule est correcte, vérifiez l'état de ses contacts et ceux de la douille.



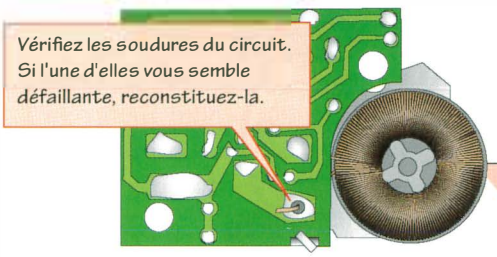
3 Démontez le variateur.



4 Vérifiez la continuité des raccordements, installez une ampoule.



5 Vérifiez le circuit imprimé du variateur.



6 Si toutes les vérifications sont correctes :
- lampe correcte ;
- douille correcte ;
- raccordements de la douille corrects ;
- fusible du variateur.

Vérifiez la continuité du câble avec la fiche. Si elle est correcte, remplacez le variateur.

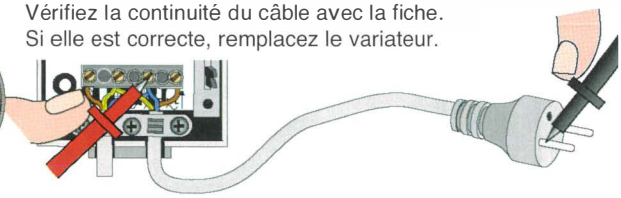


Figure 453 : La recherche d'une panne sur un lampadaire halogène

Les luminaires en TBTS (12 V)

Le circuit électrique des luminaires halogènes en TBTS (très basse tension de sécurité) se compose d'un cordon d'alimentation muni d'une fiche, d'un transformateur 230/12 V, d'un inter-rupteur et d'une douille en stéatite, c'est-à-dire une sorte de céramique (figure 454).

Le transformateur doit être muni d'un dispositif de protection en amont et en aval, qui peut être placé dans le luminaire ou dans une fiche de transformateur. Les modèles et les formes étant très variés pour ce type de luminaires, les constructeurs ont recours à différents transformateurs : torique, électronique ou à lamelles. L'interrupteur peut commander uniquement la marche et l'arrêt du luminaire ou, sur certains modèles, permettre deux réglages supplémentaires de puissance. Les types de douille sont également très variés, en fonction de la forme du luminaire et du type d'ampoule utilisée : ampoule de 20 W, 50 W ou dichroïque.

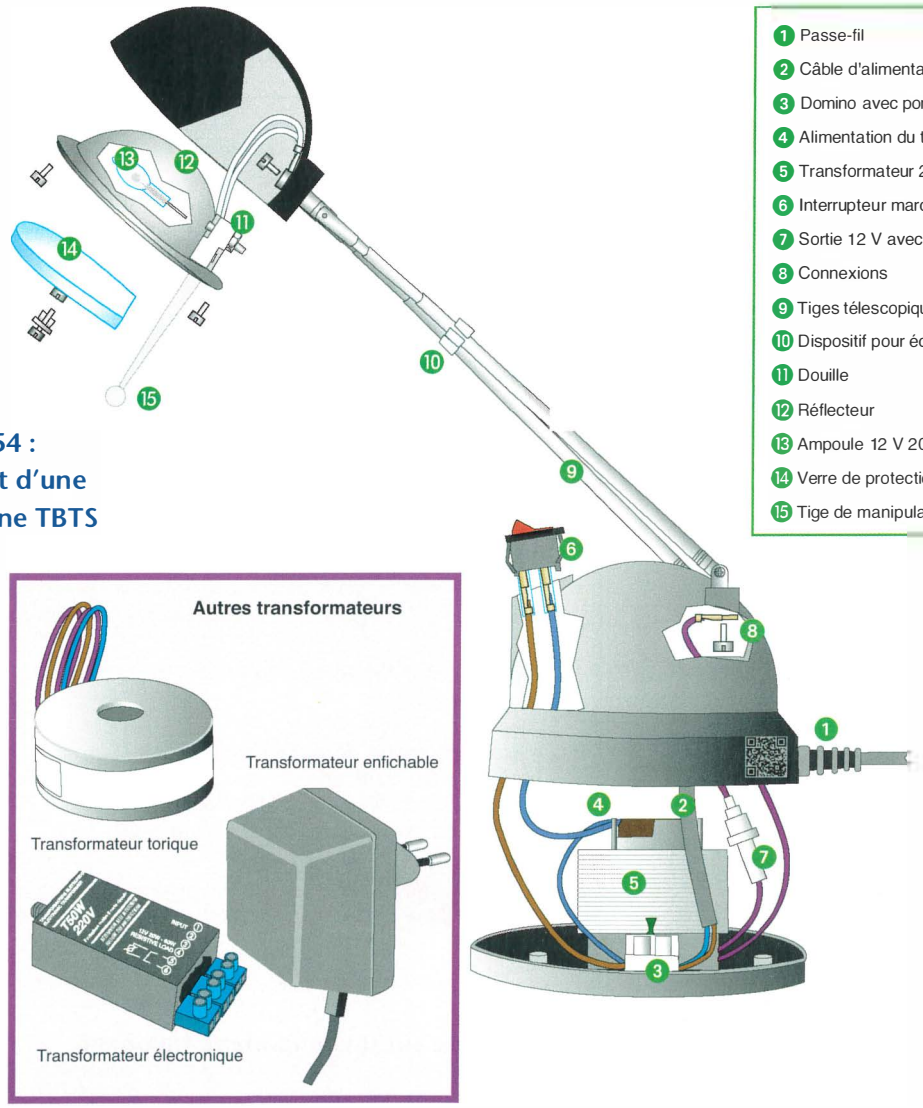


Figure 454 : L'équipement d'une lampe halogène TBTS

L'ampoule s'éteint

Cette panne est fréquente sur les halogènes à basse tension. Après une durée de fonctionnement plus ou moins longue, l'ampoule s'éteint, sans pour autant être détruite. Après refroidissement, l'am-poule peut fonctionner de nouveau. Cela est dû à l'oxydation des contacts de la douille sous l'effet de la chaleur. Il est alors nécessaire de remplacer l'ampoule et la douille. Veillez à utiliser un modèle de douille identique : écartement et diamètre des contacts, taille et mode de fixation de la douille. Généralement, les douilles sont fournies avec des conduc-teurs présertis. Reprenez les raccords avec les conducteurs d'alimentation tels qu'ils étaient réalisés. Si des dominos sont nécessaires, ne choisissez que des modèles en porcelaine.

Le luminaire ne s'allume pas

Contrôlez la prise de courant ainsi que l'ampoule. Attention ! Ne manipulez pas ces ampoules directement avec les doigts, utilisez, par exemple, un morceau de papier de soie. Les pattes de l'ampoule doivent être lisses et brillantes. Dans le cas contraire, vérifiez la douille. Démontez la lampe, vérifiez le fusible de protection (figure 455). S'il est correct, vérifiez le transformateur, puis, au moyen d'un ohmmètre, testez le primaire et le secondaire du transformateur. Une valeur proche de zéro indique qu'il est correct. Une valeur infinie signifie que le transformateur est hors service. Cette mesure n'est pas réalisable sur un transformateur électronique.
Si toutes les vérifications ci-dessus sont correctes, testez l'interrupteur, puis contrôlez les conducteurs d'alimentation de la lampe.

Dans le cas d'un transformateur électronique, si toutes les vérifications secondaires sont correctes, remplacez le transformateur.

Les spots TBTS encastrés

Les systèmes d'éclairage en TBTS halogènes sont également très utilisés pour les spots encastrés. Ils apportent une lumière puissante, chaude et agréable. Ils se composent d'un spot encastrable, éventuellement d'une vitre de protection, d'une lampe dichroïque en 12 V, d'une douille et d'un transformateur d'alimentation. Selon la manière dont l'installation a été réalisée, il peut y avoir un transformateur par spot (solution la plus courante) ou un transformateur pour plusieurs spots. Les transformateurs sont de taille réduite, ce qui permet de les glisser dans le faux-plafond ou le coffrage par le trou de percement du spot (figure 456).

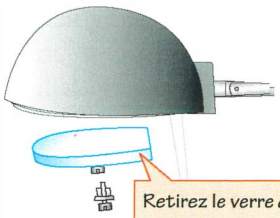
Un clip métallique (ou éventuellement un autre système) permet de maintenir la lampe dans le spot ou le verre de protection. Il suffit de le déposer pour pouvoir retirer la lampe et avoir accès à la douille.

Le principe de dépannage de ce type de spots est équivalent à celui d'une lampe TBTS. Pour retirer le transformateur placé dans le faux-plafond, il est nécessaire d'enlever le spot. Celui-ci est généralement maintenu au plafond par un système de lames de ressort. La figure 456 présente les étapes de la recherche d'une panne.

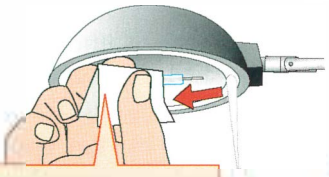
Sur le même principe, on trouve des systèmes de spots analogues avec des lampes LED et une alimentation

La recherche d'une panne sur un luminaire halogène très basse tension

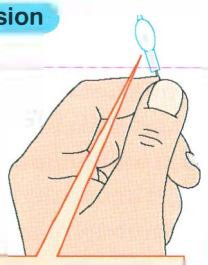
1 Débranchez le luminaire, vérifiez que la panne ne provient pas de la prise de courant, puis vérifiez l'ampoule.



Retirez le verre de protection.

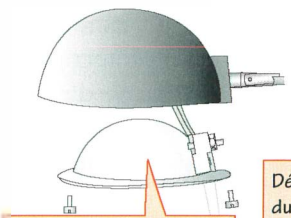


Saisissez l'ampoule avec un morceau de papier de soie et retirez-la de la douille.

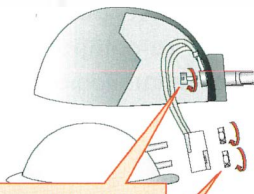


Vérifiez le filament de l'ampoule à l'œil nu ou à l'aide d'un ohmmètre.

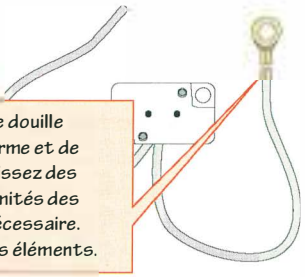
2 Si le luminaire s'éteint régulièrement après quelques minutes de fonctionnement, remplacez la douille et l'ampoule.



Déposez le verre, l'ampoule et le réflecteur.

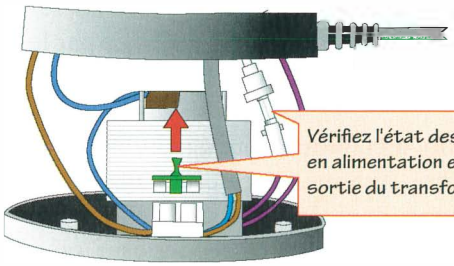


Déposez la douille du réflecteur et les connexions des fils.



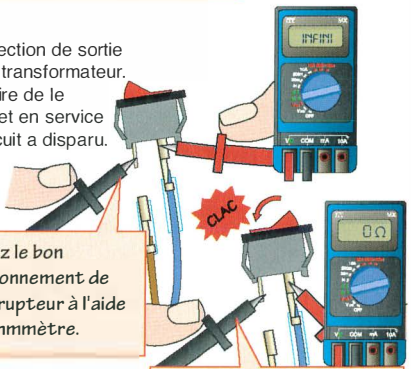
Procurez-vous une douille neuve de même forme et de même taille. Sertissez des cosses aux extrémités des conducteurs si nécessaire. Remontez tous les éléments.

3 Démontez le pied de lampe.



Vérifiez l'état des fusibles en alimentation et en sortie du transformateur.

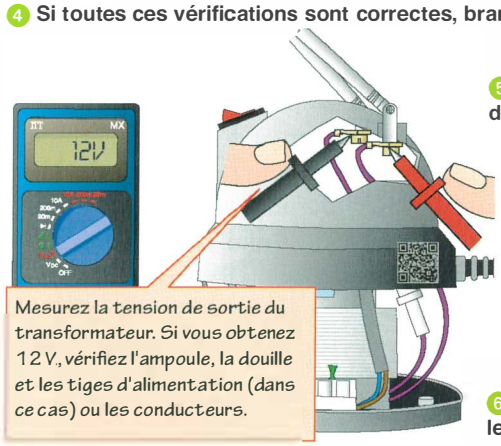
Le dispositif de protection de sortie peut être intégré au transformateur. Il n'est pas nécessaire de le remplacer. Il se remet en service dès que le court-circuit a disparu.



Vérifiez le bon fonctionnement de l'interrupteur à l'aide d'un ohmmètre.

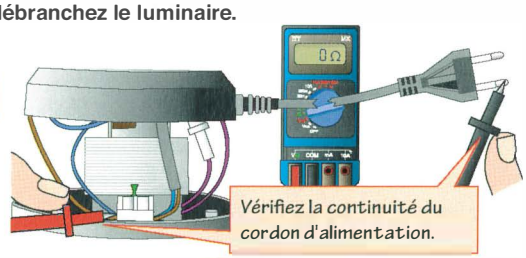
Actionnez l'interrupteur, puis mesurez de nouveau.

4 Si toutes ces vérifications sont correctes, branchez le luminaire.



Mesurez la tension de sortie du transformateur. Si vous obtenez 12 V, vérifiez l'ampoule, la douille et les tiges d'alimentation (dans ce cas) ou les conducteurs.

5 Si vous ne mesurez pas 12 V (ou un peu plus), débranchez le luminaire.



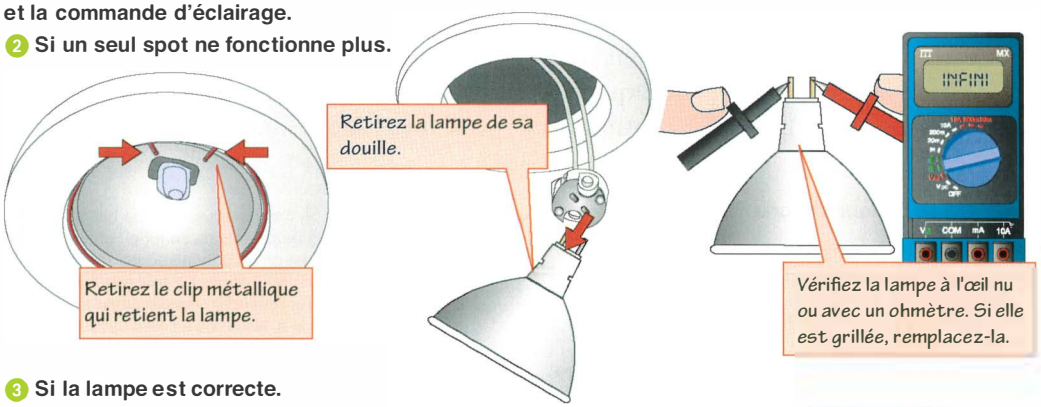
Vérifiez la continuité du cordon d'alimentation.

6 Si le câble d'alimentation est correct, remplacez le transformateur.

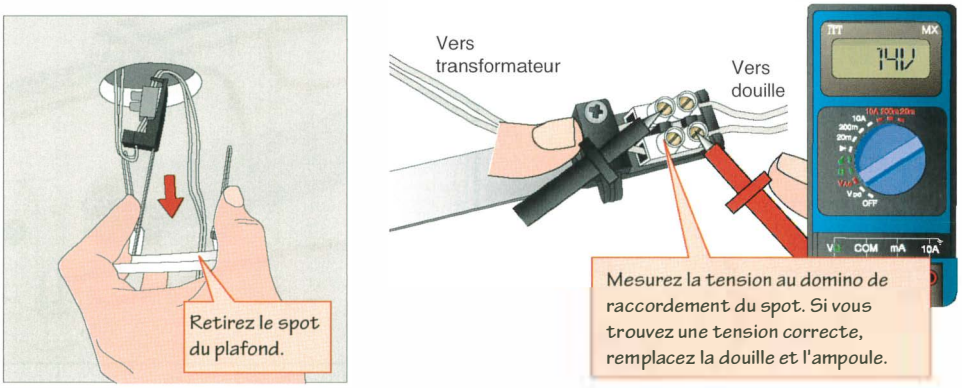
Figure 455 : La recherche d'une panne sur un luminaire halogène TBTS

La recherche d'une panne sur un spot halogène TBTS encastré

1. Si plusieurs spots ne fonctionnent pas, vérifiez les protections au tableau de distribution et la commande d'éclairage.
2. Si un seul spot ne fonctionne plus.



3. Si la lampe est correcte.



4. Si vous ne mesurez aucune tension.

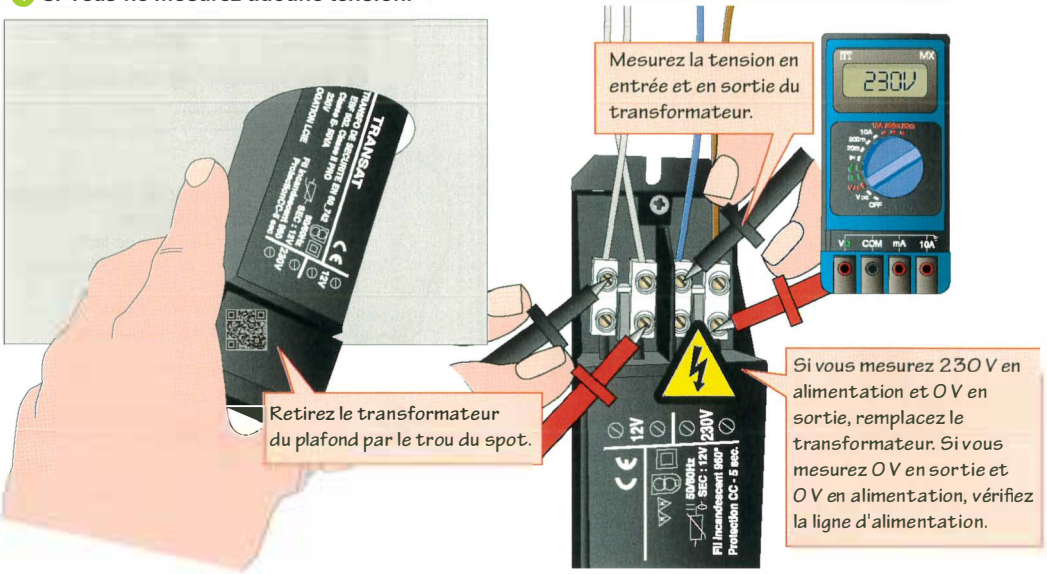


Figure 456 : La recherche d'une panne sur un spot TBTS encastré

spécifique (convertisseur équivalent au transformateur des spots halogènes). Il existe également des lampes à LED pouvant s'adapter directement en remplacement des ampoules dichroïques en 12 V. Les lampes à LED vont continuer à se développer. Même si elles sont pour l'instant encore un peu moins performantes en flux lumineux, on voit apparaître des modèles de plus en plus puissants. Elles consomment beaucoup moins et ont une longue durée de vie.

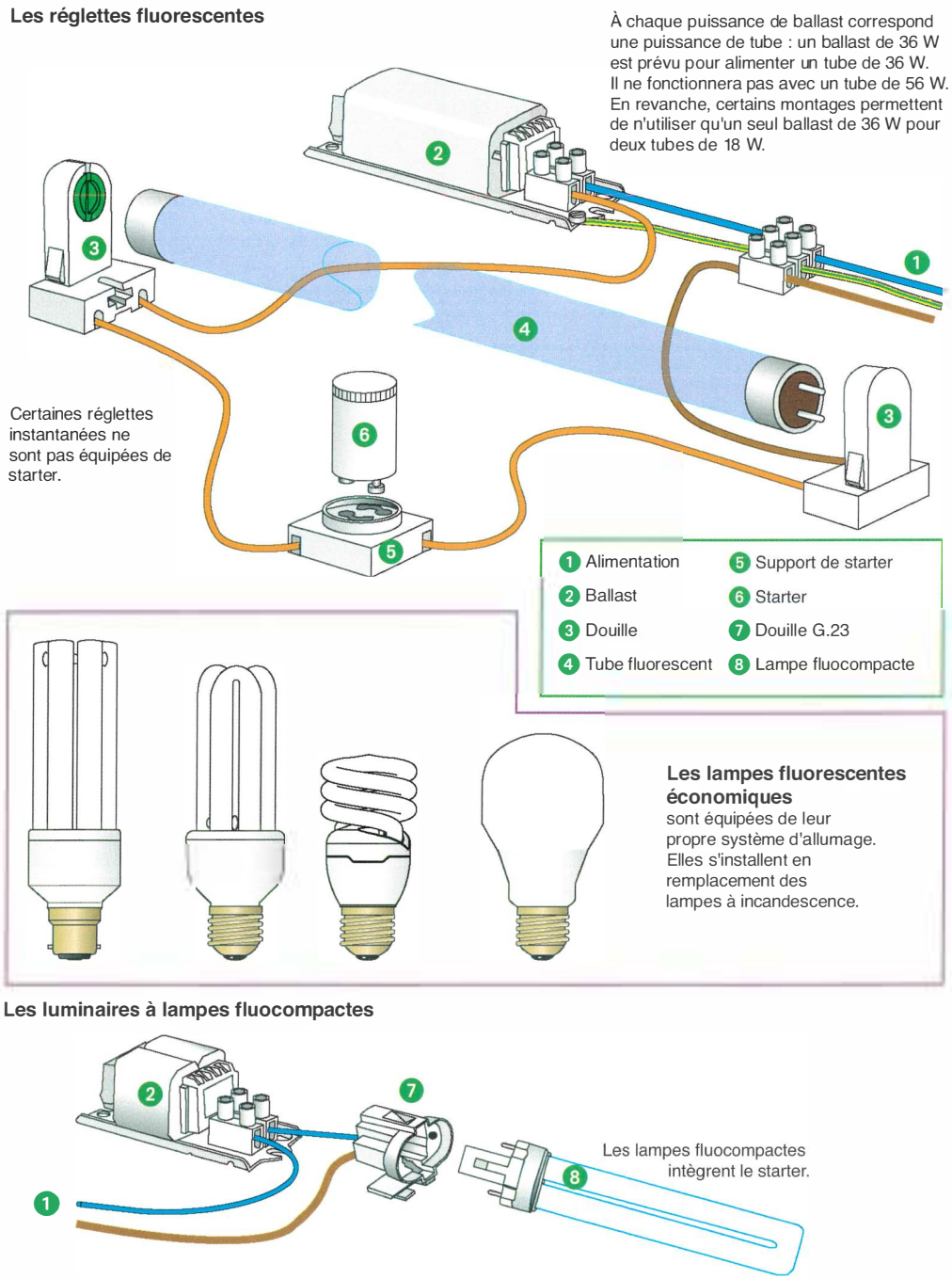


Figure 457 : L'équipement des luminaires fluorescents

Les luminaires fluorescents

Le circuit électrique d'un luminaire fluorescent (figure 457) comprend, dans une carcasse métallique ou plastique (luminaires étanches), un système de raccordement pour les fils d'alimentation (domino), un ballast, des douilles pour tube fluorescent et un starter avec son support. Le domino est parfois équipé d'un petit condensateur qui fait office d'antiparasite. Un seul ballast peut alimenter deux tubes fluorescents. Chaque ballast est adapté à la puissance des tubes. Les tubes s'enclenchent dans les douilles, puis on les fait tourner d'un quart de tour pour les bloquer et assurer le contact électrique.
Il existe d'autres systèmes d'alimentation des tubes fluorescents, sans starter ou à allumage électronique.
Les tubes fluorescents sont économiques et consomment de moins en moins d'énergie. Ils ont une longue durée de vie, sont lumineux et peuvent créer diverses ambiances selon leur teinte (lumière du jour, blanc industrie, blanc chaud...). Il existe plusieurs longueurs de tubes de 1,50 m à 0,60 m pour les tubes standards (en diamètre 28 ou 40 mm). Des tubes de plus petit diamètre (de 4 à 35 W) permettent l'éclairage de petits espaces (sous meubles de cuisine, bibliothèques...).
Les lampes fluorescentes compactes sont équipées uniquement d'une douille spéciale et d'un ballast. Elles intègrent le starter.

Depuis la disparition progressive des lampes à incandescence, les lampes fluorescentes économiques au format E27 ou B22 sont de plus en plus répandues. Elles intègrent un ballast et un starter. Elles se connectent directement sur une douille classique en remplacement d'une lampe à incandescence.

L'allumage du tube est long et difficile

Ce dysfonctionnement est dû au starter (figure 458). Remplacez-le par un modèle équivalent. Pour l'extraire de son support, faites-le tourner d'un quart de tour dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Changez éventuellement le tube, qui a pu se détériorer au fil du temps à cause du starter défaillant.

Le tube scintille ou clignote

Le tube est usé, remplacez-le. Par précaution, remplacez également le starter. Pour reconnaître un tube fluorescent usé, examinez ses extrémités : si l'intérieur du tube a noirci, il est temps de le remplacer. Pour extraire le tube des douilles, effectuez un ou plusieurs quarts de tour jusqu'à ce que les pattes apparaissent dans les fentes des douilles.

La réglette ronronne

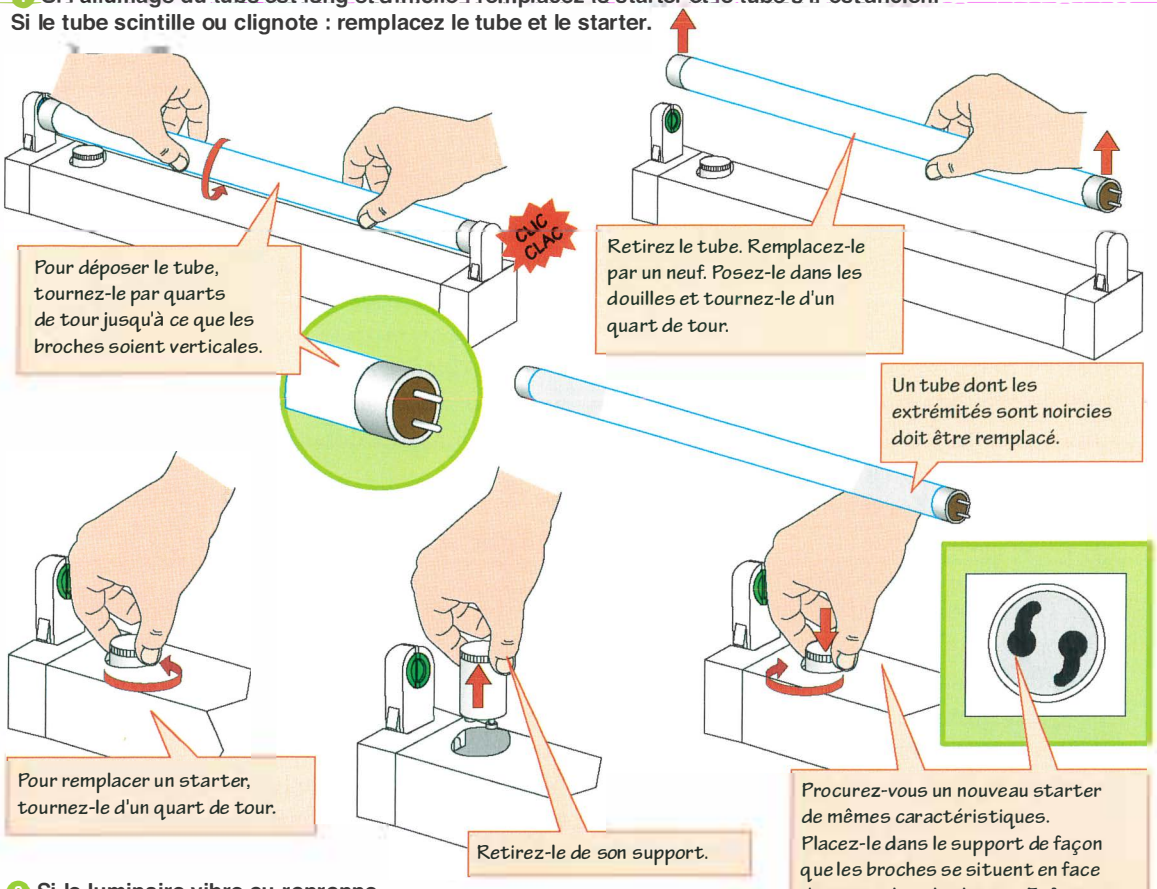
Ce désagrément provient du ballast qui émet des vibrations. Remplacez le ballast par un modèle identique ou remplacez l'intégralité de la réglette.

La réglette ne s'allume pas

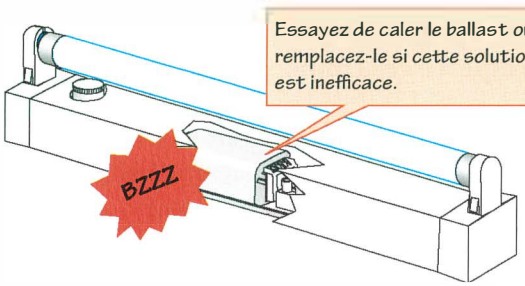
Contrôlez l'alimentation au niveau des dominos de raccordement. Si l'alimentation est correcte, remplacez le tube et éventuellement le starter. Vérifiez l'état des douilles et remplacez-les le

La recherche d'une panne sur une réglette fluorescente

1 Si l'allumage du tube est long et difficile : remplacez le starter et le tube s'il est ancien.
Si le tube scintille ou clignote : remplacez le tube et le starter.



2 Si le luminaire vibre ou ronronne.



3 Si le luminaire ne s'allume plus.

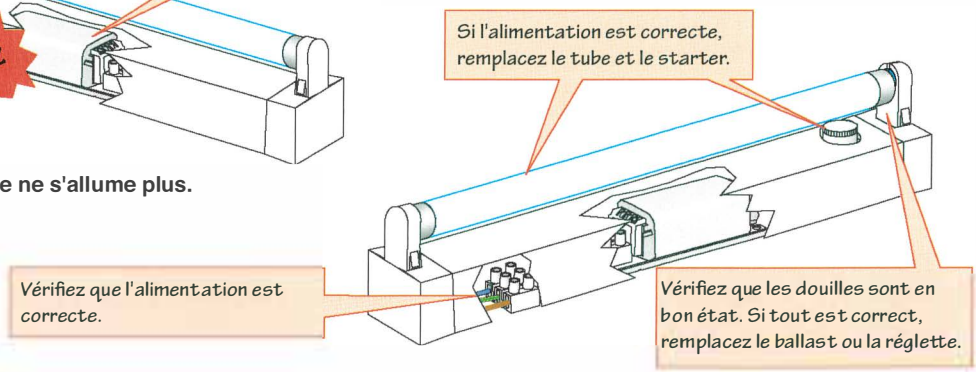


Figure 458 : La recherche d'une panne sur une réglette fluorescente

cas échéant. Si la réglette ne s'allume toujours pas, remplacez le ballast, voire la réglette.
Les mini réglettes comme celles pour l'éclairage des plans de travail, placées sous les meubles hauts, sont souvent alimentées par un système électronique (afin que la réglette soit la plus plate possible). On ne peut donc pas intervenir sur les éléments internes. Si, malgré le remplacement du tube, la réglette persiste à ne plus s'allumer, remplacez-la.

Les petits appareils électroménagers

Cette section traite des principales pannes survenant sur les petits appareils ménagers courants. Les conseils que nous vous donnons pourront vous aider à résoudre les problèmes courants.
La plupart du temps, il n'est pas rentable de réparer les petits appareils bon marché, car le prix des pièces détachées est dissuasif. Le remplacement pur et simple de l'appareil s'impose alors. Pour commander des pièces détachées, adressez-vous au service après-vente du fabricant. Notez soigneusement les références de l'appareil et munissez-vous de la pièce défectueuse.
Les composants électroniques sont de plus en plus fréquents dans les petits appareils ménagers et le démontage très compliqué, voire impossible (collages, clips qui cassent…), ce qui rend souvent vaine toute tentative de réparation.
Pour éviter les pannes, entretenez vos appareils et respectez la notice d'utilisation du fabricant : en effet, les pannes sont souvent dues à la négligence ou à des erreurs de manipulation de la part des utilisateurs.

L'aspirateur

La pièce maîtresse de l'aspirateur est le moteur. Celui-ci est équipé de turbines qui permettent de créer une dépression dans la cuve, puis dans le flexible. Afin que le minimum de particules transitent à travers le moteur et soient rejetées dans la pièce, les poussières aspirées passent à travers différents dispositifs de filtrage (filtres divers, filtres à microparticules, sacs à poussière jetables).
Il existe d'autres techniques d'aspiration, comme les appareils sans sacs (mais comprenant un filtre moteur) ou les appareils cycloniques.

Pour les appareils classiques, il est nécessaire de toujours veiller au bon état du sac à poussière, des filtres de cuve et des filtres de sortie. Vous prolongerez ainsi l'espérance de vie du moteur. Évitez d'aspirer des matières humides, sauf si l'aspirateur est spécialement conçu pour l'eau et les poussières. Proscrivez également les particules très fines telles que les poussières de ponçage, le plâtre, etc.

Outre le moteur, l'équipement électrique d'un aspirateur comprend un cordon d'alimentation, un interrupteur, une sécurité thermique et un condensateur pour les modèles les plus simples (figure 459). Le condensateur fait office d'antiparasites. Les modèles plus sophistiqués intègrent d'autres perfectionnements tels un enrouleur automatique du cordon, un variateur de vitesse du moteur, des voyants de signalisation divers ou encore la commande et la variation de la puissance de l'appareil au niveau du flexible d'aspiration. Certains modèles anciens disposaient d'un contact électrique au niveau du sac à poussière, qui empêchait la mise en route de l'aspirateur si

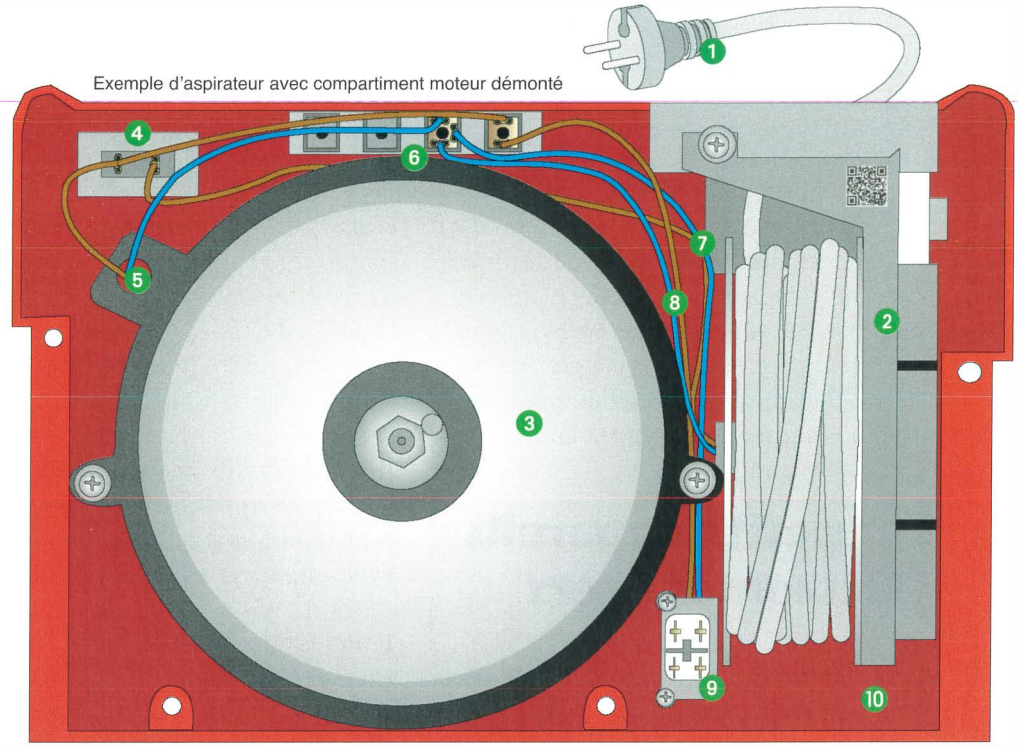


Figure 459 : L'équipement d'un aspirateur

le sac n'était pas correctement installé. Naturellement, plus les fonctionnalités sont nombreuses, plus les risques de panne augmentent. Un bon aspirateur ne se juge pas sur le nombre de voyants lumineux, mais sur sa puissance d'aspiration.

L'aspirateur fonctionne mais n'aspire plus

Ce type de panne n'est pas dû à un problème électrique mais au système d'aspiration. Démontez le flexible, puis vérifiez avec la paume de la main la présence ou non d'aspiration par le trou de branchement du flexible. Une aspiration correcte à ce niveau signifie que le flexible est bouché. Utilisez un fil de fer assez rigide ou un tube plastique électrique pour le déboucher.

L'absence d'aspiration au niveau du raccordement du flexible indique que le problème se situe au niveau de la cuve de l'aspirateur. Remplacez le sac à poussière ainsi que les filtres.

Utilisez toujours des sacs adaptés au modèle de l'aspirateur. Ne remplacez pas le sac par un sac en plastique ou en papier quelconque.

Si malgré tout l'appareil n'aspire toujours pas, il peut s'agir d'un problème

de destruction de la turbine du moteur, mais dans ce cas, celui-ci se signale par un bruit anormal. La meilleure solution est alors de changer l'appareil.

L'aspirateur ne se met pas en route

La panne est vraisemblablement d'origine électrique. Vérifiez le bon fonctionnement de la prise murale sur laquelle est raccordé l'appareil. La prise étant hors de cause, débranchez l'aspirateur, puis démontez le compartiment moteur. Les systèmes de fixation sont très variés et parfois compliqués (pièces clipsées, vis spéciales, etc.).

Vérifiez la continuité du cordon d'alimentation. Pour ce faire, utilisez un ohmmètre pour mesurer la résistance entre chaque plot de la fiche et les fils d'arrivée dans l'aspirateur. Une valeur différente de zéro ohm indique que le cordon est coupé. Il est donc nécessaire de le remplacer. Utilisez de préférence un cordon souple suffisamment long et avec fiche moulée plutôt qu'un montage, moins résistant.

Si l'aspirateur est équipé d'un enrouleur automatique, la mesure de continuité s'effectue entre la fiche et les fils de sortie de l'enrouleur. En cas de déficience du cordon, remplacez-le. Il est parfois nécessaire de remplacer l'ensemble composé du cordon et de l'enrouleur (figure 460), car ce dernier n'est pas démontable. Pour remplacer le câble d'un enrouleur, soyez très prudent : les enrouleurs sont équipés d'un ressort en spirale puissant. Si le ressort se déclenche hors de son logement, vous risquez au mieux d'obtenir une pelote de ruban d'acier qu'il sera difficile de remettre en place et, au pire, de vous blesser. Heureusement, la plupart des modèles ne nécessitent pas d'intervention directe sur le ressort. Dans ce cas, déroulez l'intégralité du cordon de l'enrouleur. Bloquez la bobine, par exemple avec un tournevis. Démontez l'ancien cordon, puis adaptez le nouveau cordon de la même manière. N'oubliez pas de resserrer les arrêts de traction.

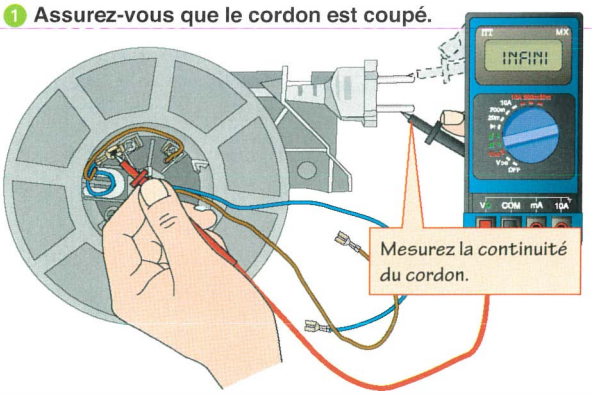
Si vous le pouvez, procurez-vous un cordon spécial pour aspirateur avec fiche moulée et arrêt de traction. Ce dernier permet de ne pas trop tirer sur le câble, ce qui risquerait de le déconnecter de l'enrouleur. On peut également faire un nœud sur le cordon pour le bloquer au passage de cordon.

Si le cordon s'avère correct, poursuivez la recherche au niveau de l'interrupteur marche/arrêt. Déconnectez-le, puis testez-le au moyen d'un ohmmètre. Un interrupteur correct présente une mesure de zéro ohm en position fermée et une résistance infinie en position ouverte.
Le cordon et l'interrupteur étant hors de cause, poursuivez vos investigations en direction du moteur. En démontant le moteur, vérifiez l'état du condensateur, qui a peut-être éclaté, auquel cas il convient de le remplacer par un modèle ayant les mêmes caractéristiques. Vérifiez également la sécurité thermique qui doit indiquer zéro ohm.

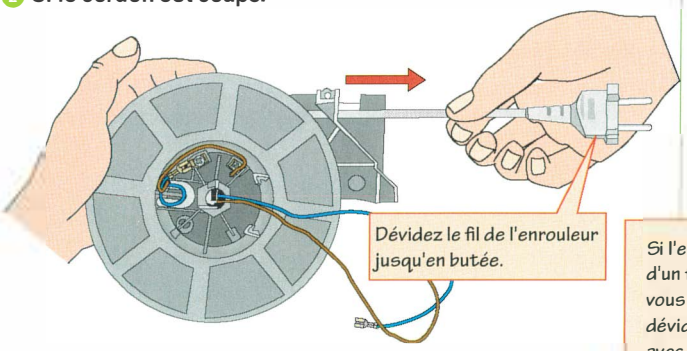
Pour vérifier le moteur (figure 461), mesurez la résistance entre les deux fils d'alimentation. Un moteur en bon état présente une très faible résistance, proche de zéro.
Dans le cas d'une résistance importante ou infinie, il est nécessaire de contrôler les charbons.

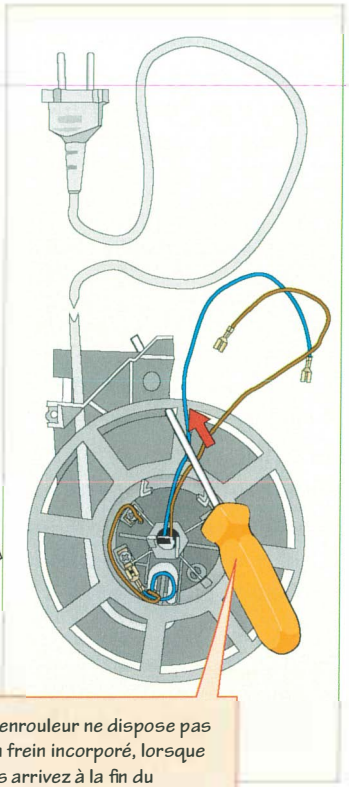
Le remplacement d'un câble d'enrouleur

1. Assurez-vous que le cordon est coupé.



2. Si le cordon est coupé.





3. Démontez l'ancien câble.

4. Équipez l'enrouleur d'un nouveau câble.

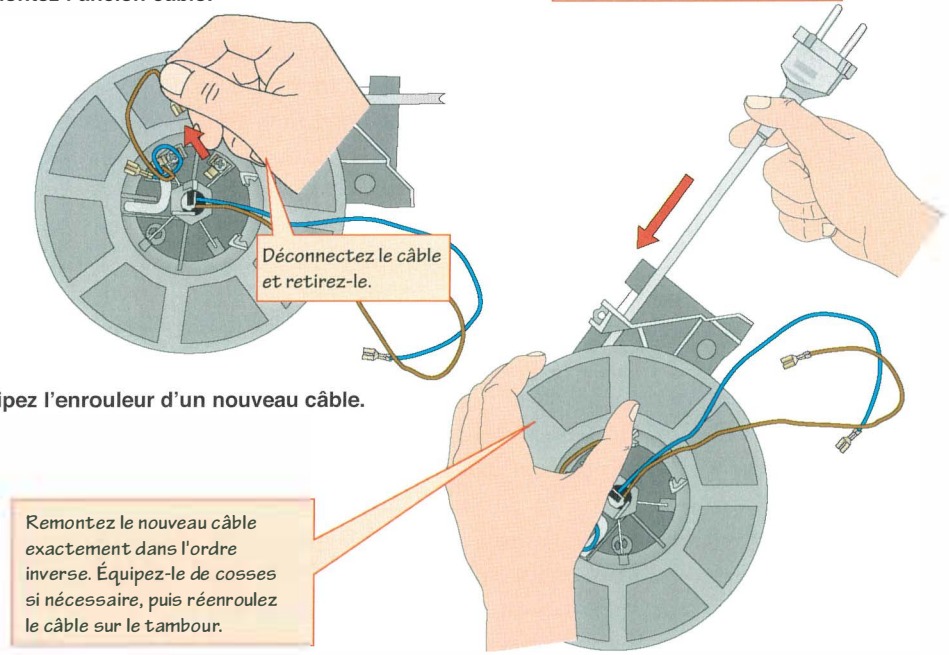
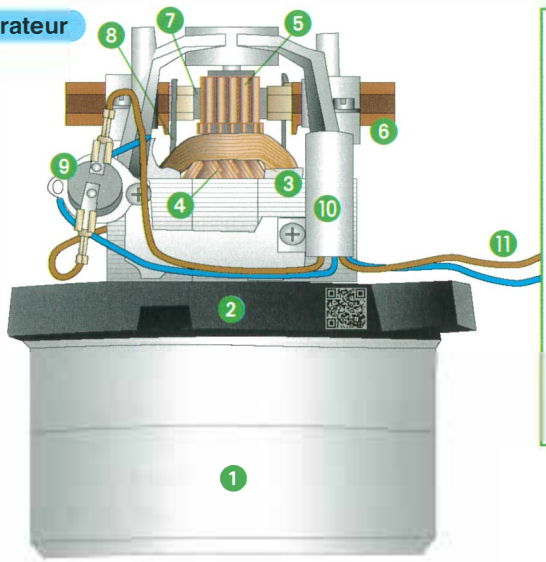


Figure 460 : Le remplacement d'un câble d'enrouleur

Le moteur de l'aspirateur

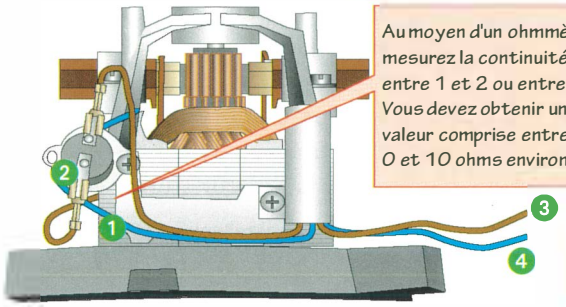
Exemple de moteur



1. Turbines d'aspiration
2. Joint
3. Stator (partie fixe du moteur)
4. Rotor (partie tournante du moteur)
5. Collecteur
6. Support de charbon
7. Charbon
8. Fil d'alimentation du charbon
9. Sécurité thermique
10. Condensateur
11. Alimentation

La vérification d'un moteur

1 Mesurez la continuité des bobinages du moteur (appareil débranché).

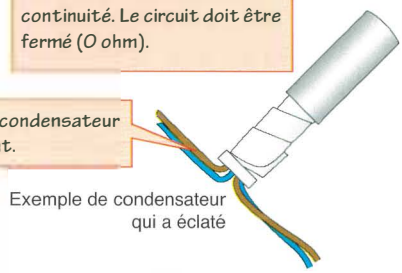


Au moyen d'un ohmmètre, mesurez la continuité entre 1 et 2 ou entre 3 et 4. Vous devez obtenir une valeur comprise entre 0 et 10 ohms environ.



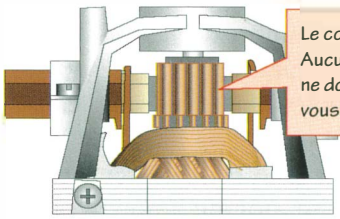
Vérifiez la sécurité thermique : débranchez l'un des deux conducteurs et vérifiez la continuité. Le circuit doit être fermé (0 ohm).

Vérifiez que le condensateur est en bon état.



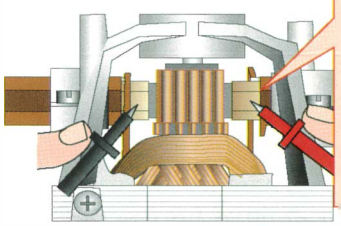
Exemple de condensateur qui a éclaté

2 Vérifiez le collecteur et les charbons.

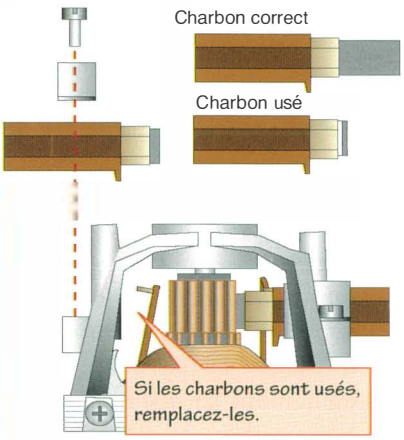


Le collecteur doit être lisse. Aucune des plaquettes de cuivre ne doit être saillante. Sinon, vous devrez remplacer le moteur.





Testez la continuité entre le collecteur et les charbons avec un ohmmètre. Mesurez cette continuité entre les deux gaines métalliques des charbons et faites tourner le collecteur à la main pour prendre plusieurs mesures. Vous devez obtenir une valeur comprise entre 0 et 5 ohms environ.



Si les charbons sont usés, remplacez-les.

Figure 461 : Le moteur de l'aspirateur

Les charbons (appelés également balais) sont des pièces rectangulaires en carbone qui véhiculent l'électricité vers la partie tournante du moteur, le rotor, au niveau d'une bague composée de lamelles de cuivre appelée collecteur. Au moyen d'un ohmmètre, mesurez la résistance entre les deux charbons, qui doit être proche de zéro.

Dans le cas contraire, remplacez les charbons par des modèles identiques. Avant de procéder au remplacement des charbons, il convient de vérifier l'état du collecteur : il doit être lisse et brillant. Des aspérités ou des plaquettes proéminentes indiquent que le moteur est à remplacer intégralement.
Si les charbons sont en bon état mais que la résistance entre les alimentations du moteur est infinie, remplacez le moteur. Malheureusement, il est fréquent que le prix du moteur en pièce détachée ne permette pas de réaliser de substantielles économies par rapport à l'achat d'un aspirateur neuf.

Pour les appareils plus sophistiqués, la panne peut se situer au niveau du variateur de puissance ou au niveau des commandes du flexible.

L'aspirateur s'arrête de lui-même

Lors d'utilisations prolongées, il arrive qu'un aspirateur s'arrête de lui-même. Dans ce cas, c'est la sécurité thermique qui se déclenche. L'appareil doit se remettre en route après quelques minutes. La sécurité thermique peut également se déclencher lorsque le sac à poussière est plein, lorsque les filtres sont obstrués ou lors d'une utilisation trop longue.

Le fer à repasser

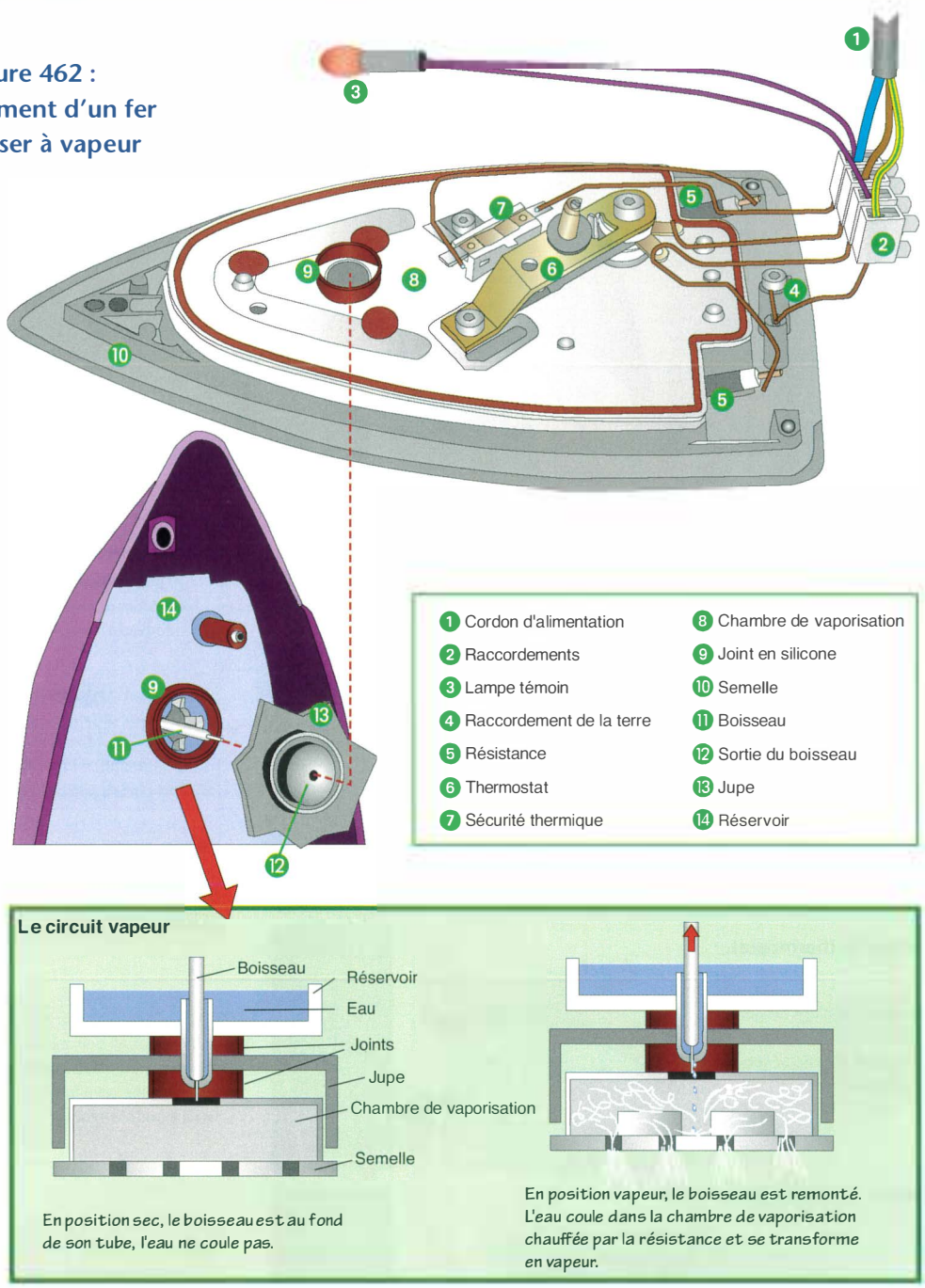
L'équipement électrique d'un fer à repasser se compose d'un cordon d'alimentation avec une gaine textile ou spéciale résistant à la chaleur, d'un thermostat et d'une résistance sertie dans la semelle. Un voyant s'allume quand l'appareil est en chauffe et s'éteint lorsque la température programmée est atteinte. Les modèles récents sont équipés d'une sécurité thermique qui coupe l'alimentation du fer en cas de surchauffe. Malheureusement, cette sécurité est souvent sertie ou intégrée dans la semelle, de telle sorte que sa destruction impose le remplacement complet de la semelle, ce qui augmente sensiblement le coût d'un tel dépannage. Les modèles sophistiqués proposent des régulations électroniques.

Les fers à vapeur disposent du même équipement électrique, plus un dispositif pour générer de la vapeur (figure 462), composé :

- d'un réservoir d'eau, avec ou sans système antitartre ;
- d'un boisseau, c'est-à-dire une tige permettant d'introduire l'eau goutte à goutte dans la chambre de vaporisation sertie dans la semelle ;
- d'un spray, petite pompe puisant l'eau dans le réservoir ;
- d'un bouton double vapeur commandant une petite pompe qui envoie une quantité déterminée d'eau dans la chambre de vaporisation.

Certains modèles plus sophistiqués sont reliés à un générateur de vapeur qui envoie directement de la vapeur sous pression dans la chambre de vaporisation. L'ennemi numéro un des fers à vapeur est le calcaire. C'est pourquoi il convient de toujours utiliser de l'eau

Figure 462 : L'équipement d'un fer à repasser à vapeur



déminéralisée, même avec les modèles acceptant théoriquement directement l'eau du robinet. Vous conserverez ainsi l'appareil en état beaucoup plus longtemps.

Le fer ne chauffe plus

Le cordon d'alimentation constitue l'origine de la majorité des pannes (figure 463). Il faut démonter le talon du

Le fer à repasser ne chauffe plus

1 Débranchez le fer, puis vérifiez le cordon d'alimentation.

Déposez le capot arrière de l'appareil.

Pour remplacer le cordon, dévissez les conducteurs et le serre-câble.

Vérifiez la continuité des conducteurs du câble d'alimentation entre la fiche et le bornier avec un ohmmètre : 0 ohm, le conducteur est correct ; infini, le conducteur est coupé. Si l'un des conducteurs est coupé, remplacez le cordon d'alimentation.

Tirez sur le cordon pour le retirer et placez-en un nouveau dans l'ordre inverse.

2 Si le cordon est correct, démontez la semelle.

Mesurez la résistance.

Pour un fer à repasser de 1 200 W, vous devez obtenir une résistance de 40 à 45 ohms. Si vous obtenez 0, la résistance est en court-circuit ; infini, elle est coupée.

Si le fer déclenche le disjoncteur, mesurez la valeur de la résistance entre la résistance et la semelle. Elle doit être infinie.

3 Vérifiez le thermostat.

Faites une première mesure avec le thermostat réglé sur minimum et une seconde sur maximum.

Vous devez obtenir infini avec le thermostat sur minimum et 0 ohm avec le thermostat sur maximum. Vérifiez les contacts : de la poussière peut les isoler.

4 Vérifiez la sécurité thermique.

Une sécurité thermique en bon état doit laisser le circuit fermé. Vous devez donc mesurer 0 ohm. Si elle est ouverte (infini), remplacez-la si c'est possible. Sinon, toute la semelle équipée doit être remplacée.

Figure 463 : Le fer à repasser ne chauffe plus

fer (capot arrière) et vérifier la continuité du cordon. Dans l'hypothèse d'une mauvaise continuité, remplacez le cordon, mais uniquement par un modèle prévu à cet effet, c'est-à-dire résistant à la chaleur, soit avec une tresse textile ou une gaine en silicone.

Si le cordon est en bon état, démontez la semelle du fer pour accéder à la partie électrique.
Il vous faudra rechercher l'emplacement des vis de fixation qui peuvent être dissimulées sous des pièces en plastique, voire une étiquette. Si les vis sont très oxydées, cela peut indiquer une fuite de vapeur. Vaporisez du dégrippant, puis laissez agir avant de procéder à une nouvelle tentative de démontage. Si elle s'avère impossible (vis bloquées ou qui cassent), remplacez l'appareil.
Si le démontage de la partie supérieure se passe bien, testez la résistance à ses bornes avec un ohmmètre. La valeur en ohms doit être supérieure à zéro (environ 40 ohms), mais pas infinie. Dans le cas contraire, remplacez la semelle (si le coût de la pièce en vaut la peine).

Si la résistance est correcte, vérifiez le thermostat. Tournez la manette de commande pour fermer le circuit, puis testez la continuité entre les bornes d'arrivée et de départ. La résistance doit être proche ou égale à zéro ohm, sinon, remplacez le thermostat.
Si la panne n'est pas résolue, vérifiez la sécurité thermique. Dans la plupart des cas, une sécurité thermique qui s'est déclenchée nécessite le remplacement de toute la semelle.
Dans le cas d'un fer à vapeur, il est possible qu'une fuite de vapeur entre le réservoir et la semelle, ou au niveau de la chambre de vaporisation, ait oxydé les parties électriques. Dans le meilleur des cas, seul le remplacement du thermostat est nécessaire. Dans le pire des cas, il faut remplacer l'appareil.

Le fer chauffe trop ou pas assez

Ce type de dysfonctionnement provient du déréglage du thermostat. Il est nécessaire de remplacer la pièce. Vous devez démonter tout le fer comme précédemment.

Le fer déclenche le disjoncteur

Un défaut d'isolement en est certainement la cause. Il peut s'agir aussi d'un court-circuit. Mesurez l'isolement au niveau de la fiche entre l'alvéole de terre et les broches. En cas de défaut, démontez la semelle du fer, puis recherchez-en l'origine. Si le défaut d'isolement se situe entre la résistance et la semelle du fer, il faut changer la semelle. Vérifiez également que vous n'êtes pas en présence d'une fuite au niveau du réservoir d'eau sur des parties sous tension.

Le fer ne produit plus de vapeur

Dans la plupart des cas cela est dû à l'entartrage du circuit de vapeur du fer. Vérifiez tout de même le goutte-à-goutte au niveau du boisseau : il est parfois obstrué par des impuretés. Si le tartre a envahi la chambre de vaporisation et les trous de sortie de la vapeur, il sera difficile de restaurer l'appareil. Les détartrages, même avec des produits spécialisés, donnent rarement des résultats satisfaisants, surtout si l'entartrage est important.

Le four

Les types et les modèles de four sont très variés. Nous étudierons le cas d'un minifour classique. La plupart des vérifications sont valables sur les fours encastrables. En ce qui concerne les fours à micro-ondes, la technologie employée est totalement différente et peut s'avérer dangereuse pour un non-spécialiste (haute tension 4000 V, ondes néfastes). Nous vous conseillons de ne pas réparer vous-même ce type d'appareil. Adressez-vous au service après-vente agréé de la marque.

Le four classique est composé de deux éléments chauffants. Le premier, placé en bas, est la résistance de sole, le second, situé en haut, est la résistance de voûte. La résistance de sole sert à la cuisson en mode four. La résistance de voûte sert à la cuisson en mode gril. Certains appareils utilisent les deux résistances en mode four. Les appareils dépourvus de la fonction gril ne possèdent générale-ment pas de résistance de voûte.
Les résistances sont alimentées par l'intermédiaire d'un minuteur ou d'une horloge de programmation, d'un thermostat et d'un sélecteur four/gril. Des équipements complémentaires tels que voyant de mise sous tension, éclairage intérieur ou tournebroche sont généralement disponibles.
Dans l'exemple de la figure 464, le minuteur du four est asservi au moteur du tournebroche. Dans certains cas, il peut être alimenté directement.

Le four ne s'allume pas

Après contrôle de la prise de courant, vérifiez la continuité du cordon d'alimentation. Vérifiez que le minuteur ferme le contact lors de la mise en route. Il est possible que seul le voyant soit défectueux. Mettez le four en position marche, le thermostat étant réglé au maximum, puis patientez quelques minutes : si le four émet de la chaleur, changez le voyant.
Dans le cas contraire, débranchez le four, puis vérifiez les éléments chauffants et le sélecteur four/gril, comme indiqué figure 465.
Pour tester les résistances, débranchez l'une des cosses d'alimentation afin de mesurer la résistance de cet élément uniquement. Le démontage des résistances n'est pas nécessaire.

L'une des résistances ne chauffe plus

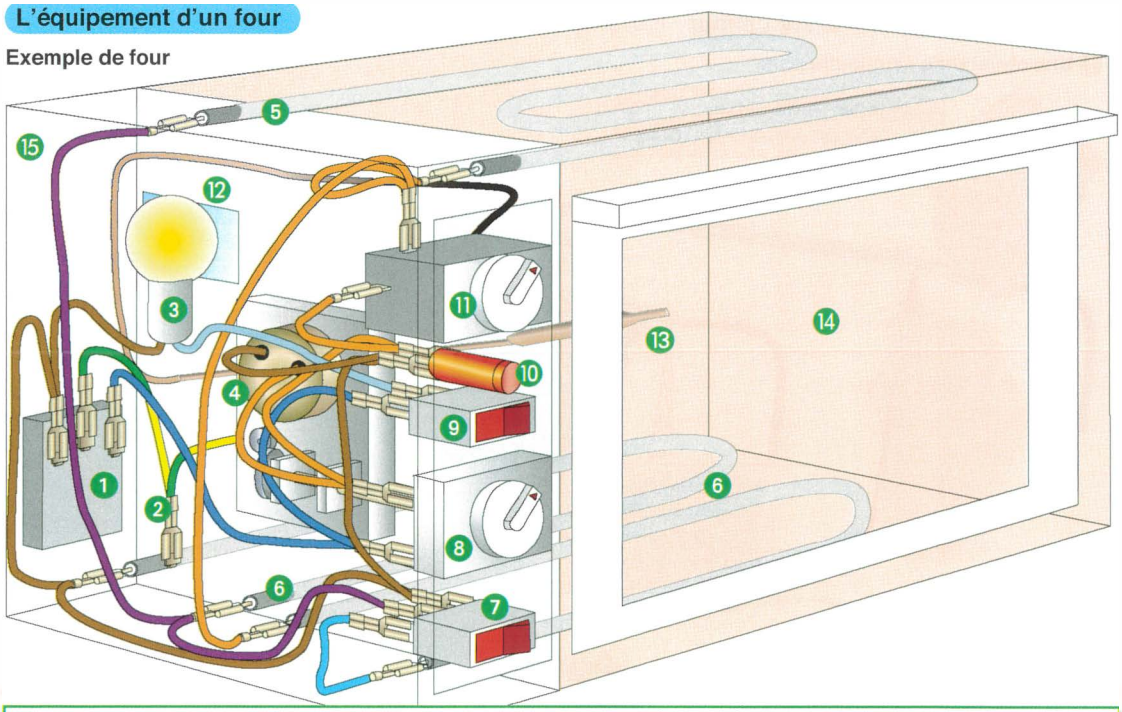
Au moyen d'un appareil de mesure réglé sur la fonction ohmmètre, testez les éléments chauffants et le sélecteur four/gril comme précédemment.

Le four chauffe trop ou insuffisamment

Ce type de panne est caractéristique du mauvais fonctionnement du thermostat. Procédez à son remplacement par un élément ayant les mêmes caractéristiques. Veillez à ne pas endommager le tube ou capillaire reliant le thermostat au bulbe. Ne le sectionnez pas, car il contient un gaz. Respectez un angle de courbure ample. Ne le mettez en contact avec aucun élément sous tension.
Si le four chauffe insuffisamment, assurez-vous que les éléments chauffants sont en état. Si tel est le cas, il convient de remplacer le thermostat.

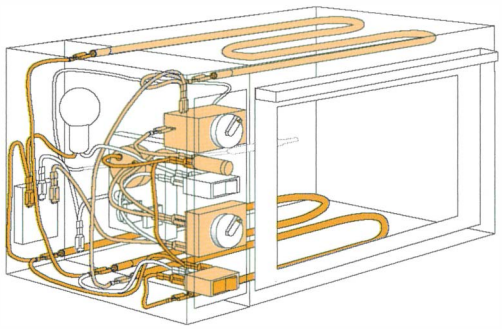
L'équipement d'un four

Exemple de four



1 Bornier de raccordement	6 Résistance de sole	11 Thermostat
2 Raccordement de terre	7 Sélecteur four/gril	12 Capillaire (tube de la sonde du thermostat)
3 Éclairage du four	8 Minuteur	13 Sonde ou bulbe du thermostat
4 Moteur du tournebroche	9 Commande de l'éclairage	14 Enceinte de cuisson
5 Résistance de voûte	10 Voyant de mise sous tension	15 Enceinte électrique

Le fonctionnement

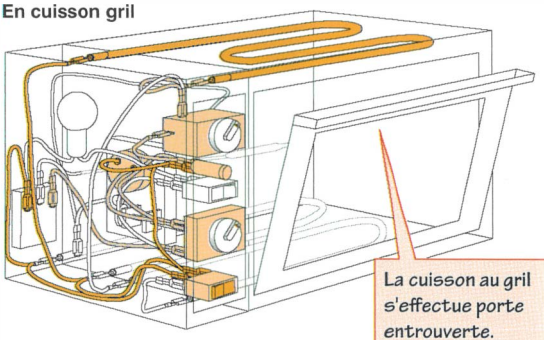


En cuisson four

En cuisson four, seules les résistances de sole chauffent, ou éventuellement avec la résistance de voûte en puissance réduite, comme ci-dessus.

En cuisson gril, seule la résistance de voûte chauffe. Comme précédemment, les éléments chauffants sont régulés par le thermostat et le temps de cuisson est programmé à l'aide du minuteur. Ces deux éléments sont placés en série.

En cuisson gril

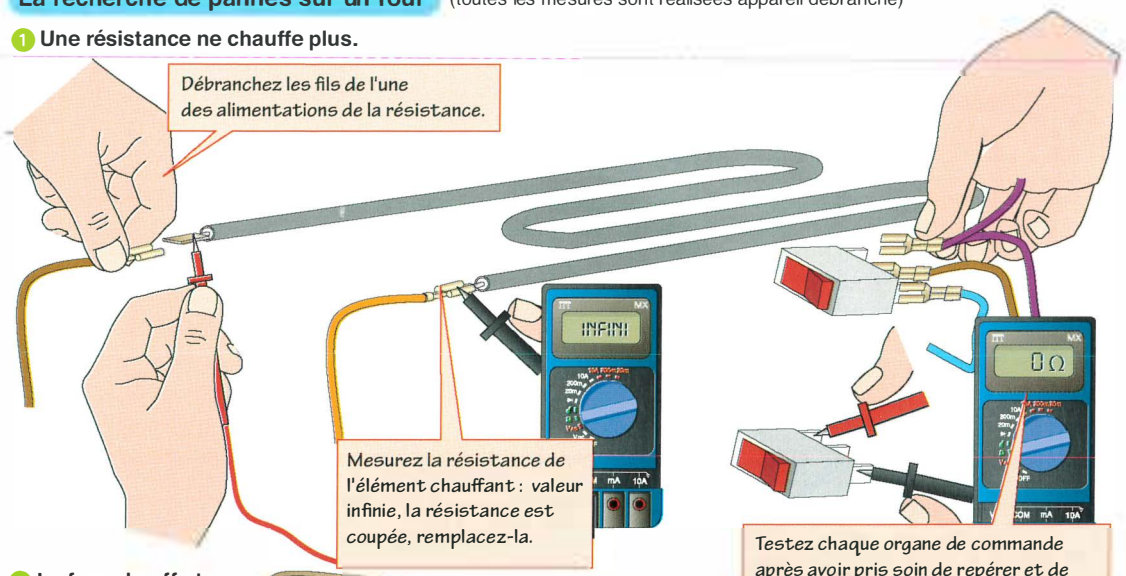


La cuisson au gril s'effectue porte entrouverte.

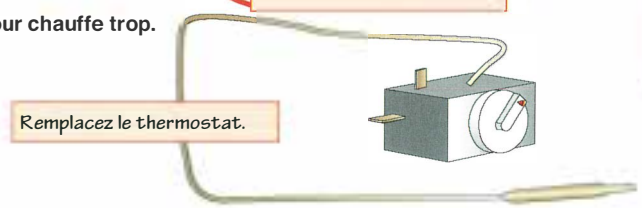
Figure 464 : L'équipement d'un four

La recherche de pannes sur un four (toutes les mesures sont réalisées appareil débranché)

1 Une résistance ne chauffe plus.



2 Le four chauffe trop.



3 Le four chauffe mais insuffisamment.



4 Le four fait sauter les fusibles ou déclencher les dispositifs différentiels.

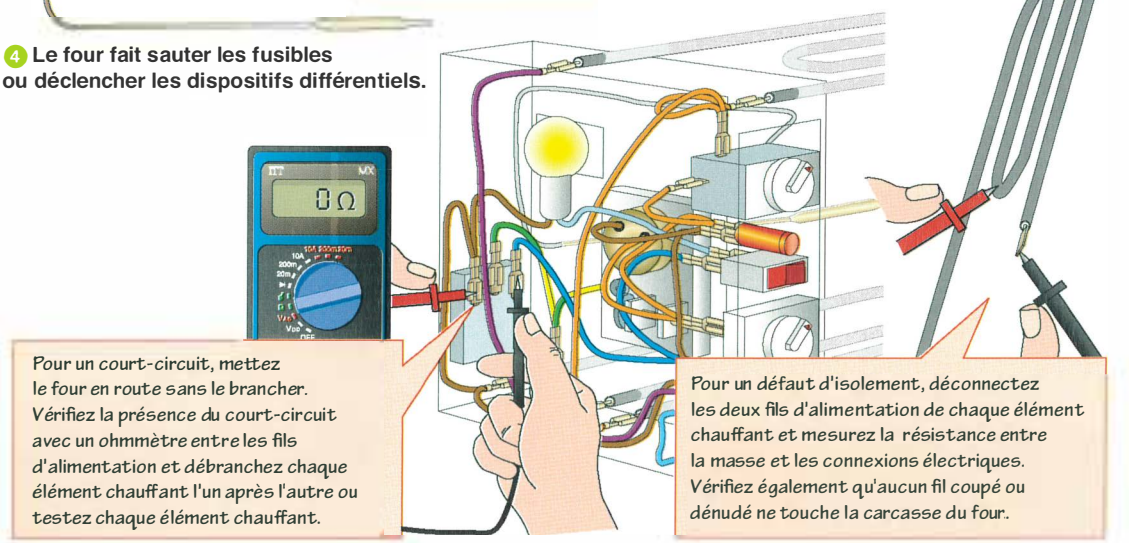


Figure 465 : La recherche de pannes sur un four

Le four déclenche le disjoncteur

Si le four déclenche le disjoncteur de branchement lors de la mise en route ou après quelques minutes de fonctionnement, il peut s'agir d'un défaut d'isolement ou d'un court-circuit.

Si vous disposez d'interrupteurs différentiels haute sensibilité ≤ 30 mA et que seul celui de ce circuit se déclenche, il s'agit d'un défaut d'isolement.

Si le fusible fond ou si un disjoncteur divisionnaire se déclenche, il s'agit d'un court-circuit.

Vérifiez tout le circuit des conducteurs à l'intérieur du four, et qu'aucun élément sous tension n'est en contact avec la carcasse métallique de l'appareil ou que deux conducteurs en mauvais état (isolant abîmé, par exemple) ne se touchent pas.
Contrôlez également les éléments chauffants en mesurant la résistance entre la cosse de raccordement et l'enveloppe métallique de la résistance : celle-ci doit être infinie.

Les gros appareils ménagers

Les gros appareils ménagers sont de plus en plus sophistiqués, combinant électronique et informatique. Les pannes possibles sont innombrables, il faudrait un ouvrage complet pour chaque appareil. Toutefois, avant de songer à remplacer un appareil défectueux ou de faire appel au service après-vente, les quelques astuces et conseils qui suivent peuvent vous être d'un grand secours.

Les plaques de cuisson

Il existe trois types de tables de cuisson fonctionnant à l'électricité :
- les tables avec plaques en fonte (de moins en moins répandues ou bien sur des kitchenettes ou des dominos) ;
- les tables en vitrocéramique (avec foyers radiants et/ou halogènes) ;
- les tables à induction.

Nous aborderons uniquement les tables avec plaques en fonte, les autres modèles étant beaucoup plus compliqués à dépanner en raison du nombre de composants électroniques.

Les plaques en fonte se composent d'une résistance électrique scellée dans les rainures de la plaque au moyen d'un ciment isolant. Ces plaques sont équipées d'un bornier en céramique permettant le raccordement des conducteurs d'alimentation (haute température).

On distingue trois modèles différents de plaques de cuisson en fonte :
- les plaques standards, disponibles en trois diamètres (145, 180 et 220 mm) ;
- les plaques rapides, caractérisées par un rond rouge au centre de la plaque ; elles sont équipées d'un limiteur de température interne et offrent une puissance supérieure aux plaques standards pour un même diamètre ;
- les plaques à palpeur, percées en leur centre, d'un diamètre de 145 ou 180 mm ; le trou central permet d'accueillir le palpeur du commutateur thermostatique de commande (figure 466) ; le palpeur sert à mesurer la température du fond du récipient posé sur la plaque, pour obtenir une meilleure régulation.

Le raccordement des plaques électriques en fonte

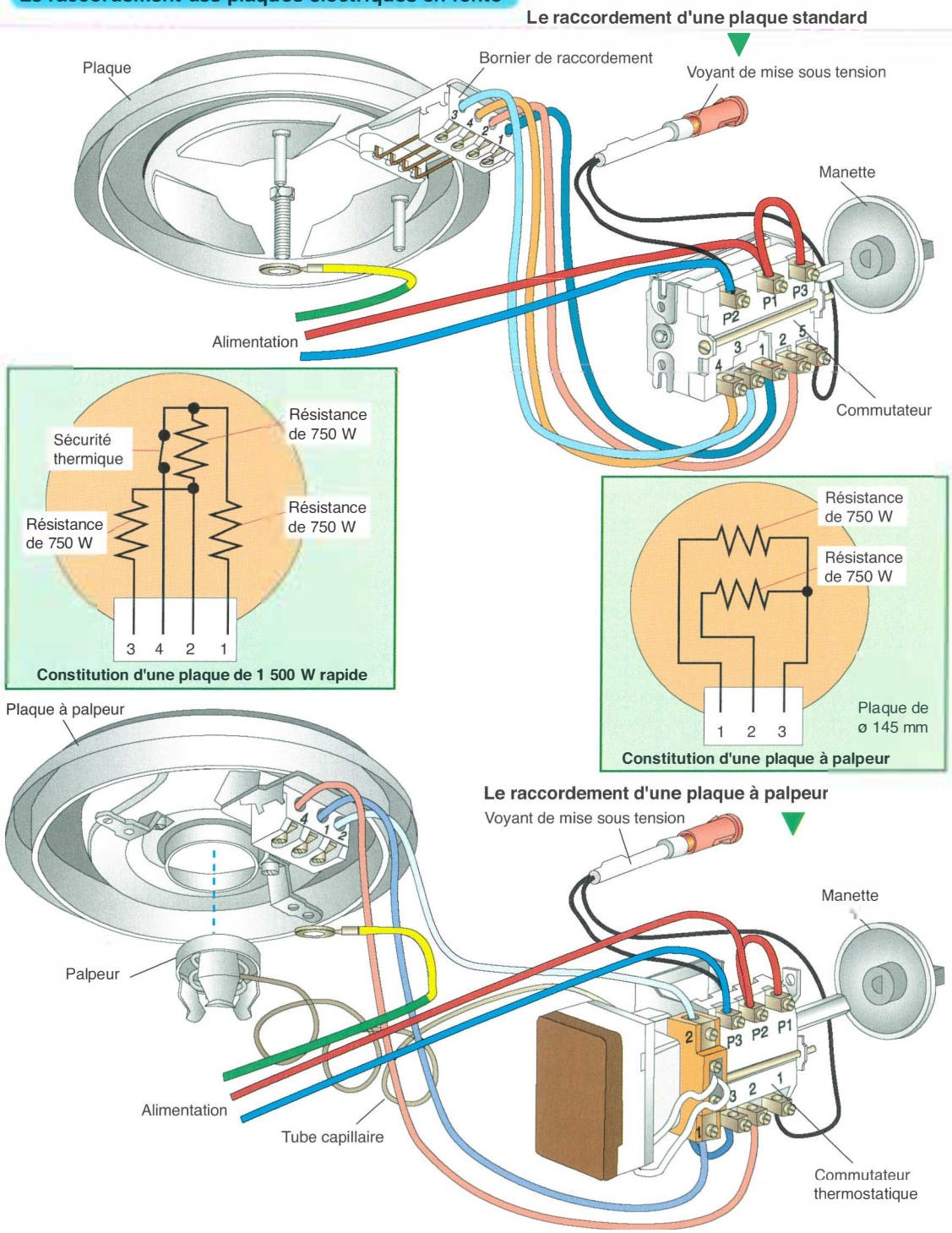


Figure 466 : Le raccordement des plaques électriques en fonte

Les plaques standards et rapides sont commandées par un commutateur mécanique permettant de sélectionner l'allure de chauffe grâce à des combinaisons de résistances.

Des plaques en fonte déclenchent le disjoncteur

La cause de ce type de dysfonctionnement peut être un court-circuit ou un défaut d'isolement au niveau de la plaque. Dans ce cas, débranchez la table de cuisson, déconnectez la plaque incriminée (celle qui a provoqué le défaut lors de sa mise en service), puis vérifiez le court-circuit ou le défaut d'isolement au niveau du bornier de la plaque.
Pour remplacer une plaque, après l'avoir déconnectée il suffit de démonter l'étrier retenu par des écrous et de sortir la plaque par le haut de la table de cuisson. Lors du montage de la nouvelle plaque, n'oubliez pas de raccorder le fil de terre au niveau de l'étrier. Repérez correctement les conducteurs afin de ne pas les inverser.

Si aucune plaque n'est défaillante, il peut s'agir d'un défaut d'isolement dû à la présence d'humidité au niveau des commutateurs de commande. Ce type de panne est fréquent lorsque l'eau pénètre par l'axe des commutateurs après un nettoyage. Il suffit d'attendre dans ce cas le séchage des commutateurs. Vous pouvez l'accélérer au moyen d'un sèche-cheveux.

Une plaque ne chauffe plus

La panne peut provenir de la destruction de la résistance de la plaque ou du commutateur de commande. Dans un premier temps, débranchez la table de cuisson, déconnectez la plaque, puis mesurez les résistances au niveau du bornier. Si la plaque est correcte, remplacez le commutateur. Le commutateur est fixé à la plaque de cuisson avec des vis situées sous les manettes de commande.
Remplacez toute plaque bombée ou présentant des fissures.

Une plaque à palpeur rougit

Le palpeur ne régule plus la température de la plaque. Il convient de remplacer le commutateur thermostatique. Il est fixé de la même manière que les commutateurs classiques. Retirez le palpeur par le dessous en pressant les pattes métalliques vers le centre. Ne coupez jamais le tube capillaire.

Le réfrigérateur

Il existe deux types de réfrigérateur :
- les systèmes à absorption ;
- les systèmes à compresseur.

Nous aborderons uniquement le second type, car c'est le plus répandu. L'équipement électrique de ces réfrigérateurs se compose comme suit (figure 467) :
- un compresseur, qui comprime et fait circuler le gaz réfrigérant ;
- un thermostat, pour réguler le fonctionnement du compresseur ;
- un système d'éclairage avec ampoule et contact de porte ;
- éventuellement, un circuit avec résistance pour le dégivrage automatique.

Les combinés réfrigérateur/congélateur peuvent disposer d'un ou deux compresseurs.

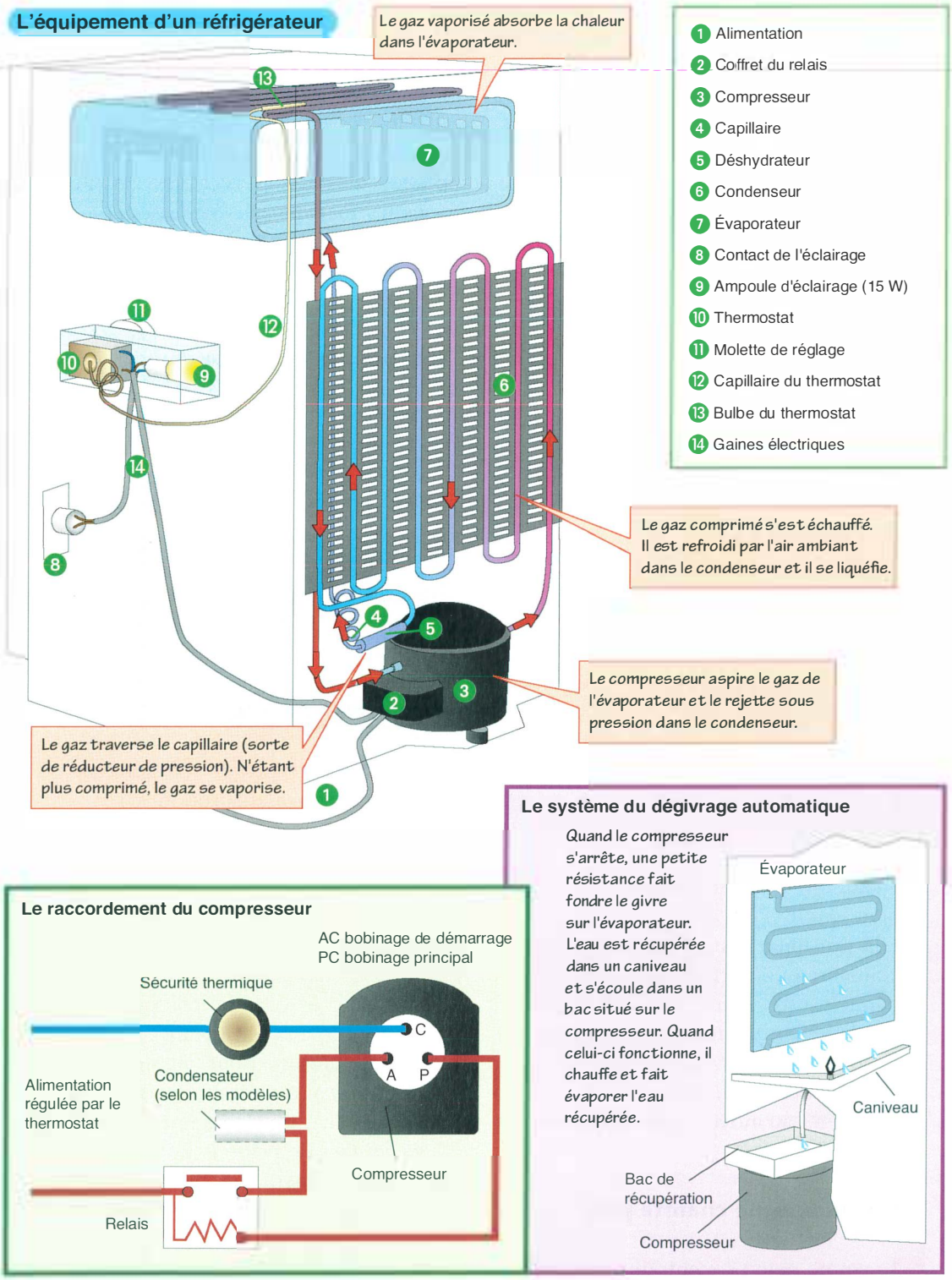


Figure 467 : L'équipement d'un réfrigérateur

Le circuit de refroidissement est un tuyau qui transite par les divers compartiments et éléments du réfrigérateur : l'évaporateur, le condenseur, le tube capillaire, le déshydrateur et le compresseur.

L'évaporateur est la portion du tuyau située à l'intérieur du compartiment communément appelé *freezer*. Le condenseur est situé à l'arrière. C'est la partie du tuyau qui parcourt une grille en formant des serpentins. Le tube capillaire est la partie la plus étroite et en spirale du tuyau. Le déshydrateur, la partie renflée, est un système de filtrage. Le circuit complet est parcouru par un fluide réfrigérant, anciennement du gaz Freon, désormais interdit, pour préserver la couche d'ozone. Pour produire du froid, le réfrigérateur utilise deux principes physiques selon lesquels un gaz comprimé s'échauffe, et un liquide qui s'évapore absorbe la chaleur.

Le compresseur aspire le gaz de l'évaporateur et le rejette sous pression dans le condenseur. Sous l'action de la compression, le gaz s'échauffe. Il est refroidi par l'air ambiant en traversant le condenseur, ce qui provoque sa liquéfaction. À la sortie du condenseur, le fluide traverse le capillaire, ce qui diminue sa pression et provoque sa vaporisation. L'évaporation absorbe la chaleur à l'intérieur du réfrigérateur, puis le fluide retourne dans le compresseur.

Le compresseur est équipé d'un moteur électrique à deux bobinages. Le premier sert lors de la mise en route pour lancer le moteur, le second pour le fonctionnement continu. Le passage de l'alimentation d'un bobinage à l'autre s'effectue automatiquement grâce à un relais (figure 467).

Le compresseur est protégé par une sécurité thermique.
Afin d'éviter les pannes, un entretien minimal est indispensable :

- dégivrez tous les mois le compartiment *freezer* ;
- n'utilisez jamais d'objet métallique pour gratter le givre et la glace, vous pourriez percer l'évaporateur ;
- dépoussiérez régulièrement l'évaporateur à l'arrière et assurez une aération suffisante autour du réfrigérateur ;
- laissez reposer l'appareil 24 h après un transport avant de le rebrancher ;
- laissez refroidir plats et aliments avant de les mettre au réfrigérateur.

Le réfrigérateur fonctionne mais ne produit pas de froid

Ce type de dysfonctionnement signifie que le circuit de refroidissement est percé ou que le compresseur est défaillant. Dans un cas comme dans l'autre, faites de préférence appel à un réparateur professionnel ou remplacez le réfrigérateur.

Le réfrigérateur produit trop de froid

Si la température intérieure du réfrigérateur est trop basse, le thermostat est peut-être réglé au maximum ou bien il est défectueux. Il convient alors de le remplacer par un modèle équivalent.

Le réfrigérateur ne produit pas suffisamment de froid

Réglez le thermostat. Éliminez le surplus de givre dans le *freezer* : trop de givre nuit aux performances.

Vérifiez l'étanchéité du joint de porte, et remplacez-le éventuellement. Il peut s'agir également d'une fuite du circuit de refroidissement (voir plus haut).

Le réfrigérateur émet un bruit mais ne démarre pas

Le relais de démarrage est certainement en panne. Le compresseur peut également être en cause. Vérifiez ces deux éléments.

De l'eau s'accumule au fond du réfrigérateur

Ce phénomène se produit sur les appareils à dégivrage automatique. Le tuyau d'évacuation du caniveau, situé sous l'évaporateur, est bouché. Nettoyez-le avec un morceau de fil de fer, par exemple (figure 467).

Le lave-linge

Nous n'entrerons pas dans les détails du fonctionnement d'un lave-linge et nous nous limiterons à vous présenter les principaux composants. De plus en plus d'appareils disposent d'une carte électronique qui gère les programmes. Néanmoins, les composants de base se retrouvent dans tous les appareils.

Le lave-linge combine un circuit hydraulique et un circuit électrique. Les principaux éléments du lave-linge sont :

- le moteur électrique, associé à un condensateur qui sert à faciliter le démarrage du moteur ;
- le programmateur, cerveau de la machine qui détermine les cycles de lavage et d'essorage ;
- une résistance électrique et un thermostat, pour le chauffage de l'eau ;
- une électrovanne, qui commande l'arrivée d'eau dans la machine à laver ;
- une pompe de vidange, qui permet d'évacuer l'eau de la cuve ;
- un pressostat, interrupteur à pression qui se déclenche lorsque le niveau d'eau augmente dans la cuve ;
- diverses pièces mécaniques, dont la cuve, le tambour, le palier, la courroie d'entraînement et les amortisseurs (figure 468).

Veillez à respecter les recommandations d'entretien et les précautions d'emploi préconisées par le fabricant, notamment :

- ne pas surcharger le tambour ;
- nettoyer régulièrement le filtre de la pompe de vidange ;
- fermer le robinet d'arrêt après chaque utilisation ;
- nettoyer les compartiments pour produits de lavage.

Avant toute intervention, débranchez le lave-linge.

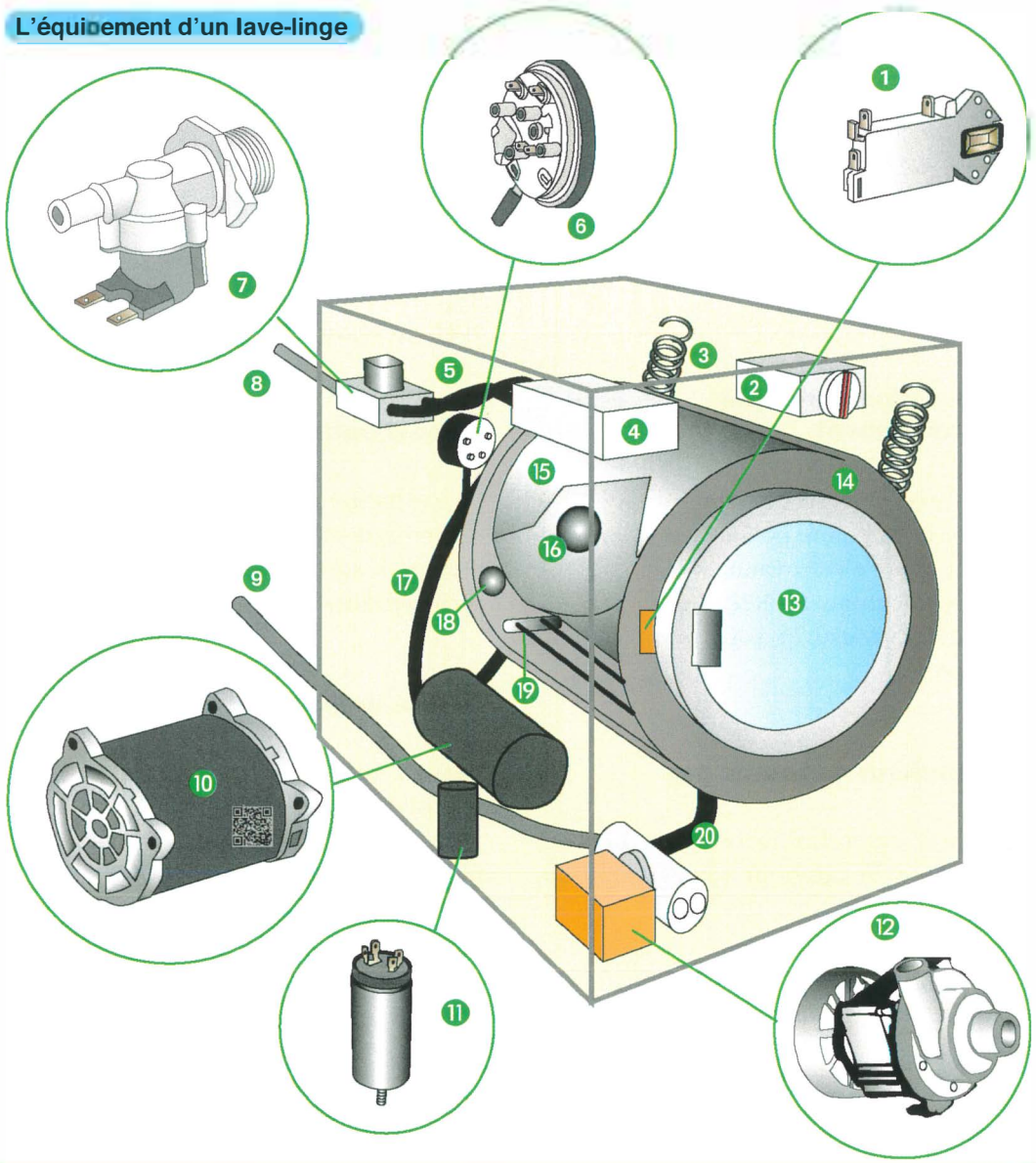
Le lave-linge ne démarre pas

Vérifiez que le robinet d'arrêt est bien ouvert, le hublot fermé, la prise de courant alimentée et le programmateur réglé sur un programme de lavage.
Si la panne pesiste, vérifiez l'interrupteur ou le contact de fermeture du hublot, à remplacer le cas échéant.

Le lave-linge déclenche le disjoncteur

L'appareil présente alors un défaut d'isolement. Dans la majorité des cas, c'est la résistance qui est en cause.

L'équipement d'un lave-linge



1 Sécurité d'ouverture	8 Tuyau d'alimentation d'eau	15 Tambour
2 Programmateur	9 Tuyau d'évacuation	16 Palier
3 Ressort (amortisseur)	10 Moteur	17 Courroie
4 Boîte à produits	11 Condensateur	18 Thermostat
5 Durites	12 Pompe de vidange	19 Résistance
6 Pressostat	13 Hublot	20 Durite
7 Électrovanne de remplissage	14 Cuve	

Figure 468 : L'équipement d'un lave-linge

Vérifiez son isolement, comme pour la résistance d'un four (voir page 682).

Si la résistance est correcte, vérifiez tous les autres éléments de la même manière et un par un. Vérifiez également qu'il n'existe pas une fuite sur la cuve ou une durite qui viendrait couler sur des parties sous tension.

La machine se remplit anormalement

Si la machine se remplit trop peu ou déborde, la panne peut être due au pressostat ou à l'électrovanne. Si l'eau arrive, même machine arrêtée, l'électrovanne est défectueuse et son remplacement s'impose.

Le tambour ne tourne pas

Si vous entendez le bruit du moteur, mais que le tambour reste immobile, la panne provient certainement de la courroie d'entraînement qui a sauté ou s'est brisée.

Si la machine est sous tension, mais que vous n'entendez pas le moteur, celui-ci peut être défectueux. Vérifiez la continuité du moteur. Vérifiez également le fonctionnement de la sécurité de la porte avec un ohmmètre.

L'eau chauffe trop ou pas assez

La résistance, le pressostat et/ou le thermostat sont en cause. Si tous ces éléments sont corrects, la panne peut provenir aussi du programmateur.

Le lave-linge ne vidange pas

Vérifiez que le tuyau de vidange n'est pas plié et que le filtre de la pompe de vidange n'est pas obturé. Sinon, remplacez la pompe de vidange.

Index

A

A 16
A 05U-V 309
A 05 VV-F 299, 319
abonnement 100, 183, 184
accessoires 315, 318
accueil des visiteurs 501
accumulateur 117
accumulation (plancher) 431
ACERMI 134, 135
acier galvanisé 391
aérateur 90, 93
aération 88
  naturelle 89
aérotherme 113
AGCP 190, 365
alarme 86, 546, 548
alimentations (autres) 225, 226
alvéole 85, 405
âme conductrice 279
ampérage 190
ampère 16
ampoule 652
angle 311, 315, 318
angles spéciaux 318, 319
annuelle (programmation) 495
antenne 540, 542
appareil
  de classe I 397
  de classe II 397
  ménager 413
appareillage 285
  encastrable 328, 330, 331, 332
appareils
  de chauffage 111, 116, 117
  sanitaires 48
apparente (pose) 297
appartement 199, 513, 514
applique murale 193, 328, 330, 489, 495
arc électrique 21
arrondi (angle) 318, 319
aspirateur 677
astragale 317
atome 12
attestation de conformité 62

aube 493
autoréglable (VMC) 96
auvent 211, 212, 298, 299

B

B15 78
B22 78
bacula 337
bague 649, 654
bagues M48 346
baguette 228
baignoire 47, 48, 215
balcon 130
ballast 78
bandeau lumineux 471
barrette de connexion 295
barrette de mesure 389, 391, 393, 394
bassin 57, 59
batterie 14
bavures 309
bélière 649
bilame 107, 389
biogaz 231
bipolaire 482
bipolarité 389
blocs de béton creux 150
bobine 416, 482
bois énergie 231
boisseau 682, 685
boîte 295
  associable 332
  de connexion 105, 295, 495
  de dérivation 295, 310, 311, 411, 472
  d'encastrement 295, 327, 328, 330, 331, 332
bonde de vidange 48, 215
borne 295
borne principale de terre 389, 395
bornier 295, 376, 377, 559
boucle à fond de fouille 391
bouton-poussoir 193
brome 78
buanderie 211, 212, 220, 227, 298, 299, 301
bus de téléinformation 186

C

C 93-531-13 521
C 93-531-14 521
câblage résidentiel des réseaux de communication 62
câble 279, 308, 354, 356
  apparent 299, 300, 301
  autorégulé 441
  chauffant 438
  chauffant sous carrelage 433
  coaxial 540
  d'asservissement 363
  de téléinformation 361, 459
  téléphonique 518
cage d'escalier 484
caissons 164
calcul de la prise de terre 394
calepinage 443
caloporteur 115
canalisation 48, 297
  cheminement 354
  croisement 299, 305, 354
  encastrée 471
  enfouissement 356, 358
  métallique 391
capteur solaire 508
carbone 231
carillon 193, 501
cartouche 597
cartouche fusible 377
cavalier 301
cave 211, 212, 227, 285, 297, 298, 299, 301, 513
CE 134
cellier 211, 212, 227, 297, 298, 299
cellules
  photoélectrique 493
  photovoltaïques 231
CENELEC 281
centrale de gestion 186
centrifuges (aérateurs) 91
certificat de conformité 398
certifications 133
chaleur 138

chaleur douce 109
chambranle 283
chambre 211, 212, 297, 298, 299, 425
champ magnétique 378, 379
chape
  flottante 159, 229, 343, 344
  sèche 343
charpentes traditionnelles 173
chaudière 211, 212, 413
chauffage
  à accumulation 433, 434
  à fil pilote 389, 459
  direct par le sol 119
  électrique 100, 101, 102, 428, 443
  par le sol 344
  programmation 101, 102
chauffe-eau
  électrique 119, 120, 121, 193, 389, 390, 413
  solaire 231
cheminement 299, 305
chemise 654
cheville à visser 303, 305
chevrons 169, 174
choc électrique 209
chrome 78
circuit 297
  d'asservissement 389, 390
  de chauffage 431
  d'éclairage 295, 389, 390, 471, 483
  de forte puissance 297
  de prises de courant 297, 389, 390, 409, 411
  de puissance 405
  extérieur 414
  prioritaire 183, 443
  protection d'un 389, 390
  spécialisé 389, 390, 413
circulations 196, 197, 484
classe I 428
classe II 428
classes de matériel 209
climatisation 413
cloison
  creuse 286
  sèche 346
code de couleur 279
coefficient
  de transmission surfacique U 141
  lambda 138
cogénération 232
colle à carrelage 442
collier automatique 303, 305
combles 211, 212, 297, 298, 299, 352, 353
  aménageables 169, 175
  perdus 164, 165, 166
commande 71, 565
  à distance 489
  par courant porteur 489
  par détecteur 493
  par ondes radio 489, 490, 491
commande (appareillage de) 196, 197
commun 477
commutateur 479, 487
  à double allumage 411, 477
  double 193
compensateur 487
complexe
  isolant 229
  de doublage 145
compresseur 691
comptage 186, 190
  emplacement 190
compteur 186
  électronique 184, 416
condensation 298
conducteur 12, 279, 287, 290, 291, 292, 295
  de drain 361
  de protection 39, 68, 271, 391, 407, 471
  de terre 389, 394
  du tableau de répartition 372, 373
  principal de protection 389, 391, 393, 397
  sections 360
conduction 103, 399
conductivité thermique 133, 135, 138
conduit 90, 283, 287, 290, 291, 292, 301, 341, 342, 343, 344
  fixation 303, 305
confort 429
congélateur 203, 379, 413, 414

connecteur
RJ-45 85
sans vis 295
connectique TV 540, 541
connexion 294, 299
consommation 186, 361, 459
Consuel 62, 64, 65, 397, 565
contact 359, 360, 438
à masselotte 544, 545
d'asservissement 361, 416
direct 23
indirect 23
contacteur 416, 418
de puissance 438
continuité 271
des conducteurs de protection 397
contre-cloisons 148, 174
contrôle 377
de l'installation 397
convecteur 103, 193, 295, 389, 390, 428, 431, 432
bi-jonction 57
régulations 107
convection 103, 111
forcée 111
coude 303
couleur
température de 73
couloir 197, 211, 212, 484
coupe-circuit 389, 595, 603
coupleur 540, 542
cour 211, 212
courant 12, 14, 19
alternatif 14
continu 14
de réglage 565
porteur 102, 455, 506, 507
courbe débit/pression 91
cours d'eau souterrain 391
court-circuit 21, 43, 377, 379, 387, 389, 586
CPL 455, 489
crépuscule 493
croisement 299
CSTB certified 133
cuisine 90, 202, 203, 211, 212, 297, 298, 299, 425, 452, 518
cuisinière électrique 100, 297, 389, 390, 411, 413
cuivre 391
culot 78
cumulus 120, 121

D

dalle flottante 156
DCL 196, 327, 328, 330, 397, 471, 472, 495
DDR 30 mA 35, 378, 405
DDT 30
débit 93
d'extraction 96
débit/pression (courbe) 91
découpleur de téléinformation 359, 360, 363
défaut 389
d'isolement 589, 611, 378
degré de protection 211
degré de protection des enveloppes des matériels électriques 211
délesteur 183, 361, 443, 455, 459
dénomination 281
dépannages 581
dérivation 315, 317, 318
dérivation individuelle 359
détecteur
de mouvement 492, 493
infrarouge 474
technique 508
détection
périmétrique 545
volumétrique 545
déviateur de flux 94
DGPT 402
diagnostic 30
différence de potentiel 180
diffusion sonore 86, 510
diodes électroluminescentes 73
direct (éclairage) 69
disjoncteur 35
de branchement 189, 190, 359, 377, 583
différentiel 388, 564
divisionnaire 377, 389, 603

dispositif
de commande 196, 197
de connexion 51
de coupure générale 35
de protection 377, 565
de terminaison intérieure 521
différentiel à haute sensibilité 208, 601
disque à diamant 278
distribution 86, 87, 226, 297, 338
apparente 226, 297
derrière les complexes isolants 229
d'un circuit de prises 409, 411
encastrée 228, 320, 405
en étoile 538, 540
enterrée 230
par les combles 229, 352
par le sol 229
par le sous-sol 359
semi-encastrée 228
sonore 86, 87
sous profilés 227
domaine
privé 359, 360
public 359, 360
domino 295
domotique 516, 549
dosseret 104
doublage 145, 346
double
allumage 193, 477
isolation 209
mur 151
tarif 184, 416, 419
DTI 521

E

E14, E27 78
eau
chaude 119, 459
courante 391
ébavurer 309
échangeur thermique 96
échauffement anormal 601
éclairage 70, 71
extérieur 99, 220, 493
écran
sous toiture 170
écranté 521
effet
calorifique 12
chimique 12
de serre 231
magnétique 12
électricité 230
production 230
risques 21
électroaimant 389
électrocution 22, 23
électrode 12, 399
électrolyse 14
électromécanique 186
électroménager 181, 677
électron 12
électronique 186
embase à cheville 303, 305
émetteur 452
encastrée (pose) 228, 320
encastrement 228, 326, 327
perche d' 352
enceintes acoustiques 510
enduit
extérieur 151
énergie 11
éolienne 231
renouvelables 231
engravement 320
ensoleillement 244
entourage de porte 342
entrée 452
entrée d'air 88, 90, 96
entrevous
polystyrène 157
enveloppe isolante 279
épissure 295
équilibrage des phases 180, 565
équipements minimaux 222
escalier 211, 212
étrésillons 166
Euroclasses 132, 133

évaporateur 693
évier 202, 203
extérieur 99, 100, 211, 212, 220, 227, 285, 301, 308, 407, 471, 493
extracteur 94, 425

F

faux-plafond 497
fer à repasser 682
ferromagnétique 487
feuillard en acier 49, 391
fibre optique 521
filament 73
film chauffant 117, 443
fil pilote 389, 429, 431, 647
fixation à griffes 85
fluocompacte 78, 487
fluor 78
fluorescent 487
flux thermique 130, 139
fonction différentielle haute sensibilité 378
force 180
foudre 378, 399, 402
fouille 391, 392
four 100, 202, 203, 413, 686
  à micro-ondes 100, 414
fourrures 148, 174
fraise 278
freine-vapeur 164
fréquence 14
FR-N 05 VV-U 299, 319
fuite de courant 377, 378, 380, 387
fusible 377, 595

G

gâche 88, 504
galvanoplastie 14
garage 211, 212, 219, 227, 285, 297, 298, 299, 365, 513, 545
générateur 12
géothermie 231
gestionnaire d'énergie 102, 361, 459
gouge 278
goulotte 227, 281, 308, 370, 373, 405
goutte d'eau 211
  (pose) 308
gradateur 484
grades 520
graisse 391
grenier 168, 211, 212, 297, 298, 299
griffe 619, 624, 649
grillage avertisseur 354, 356
groom 504
gros appareils ménagers 181, 186
GTL 186, 191, 193, 295, 359, 395, 407
guide UTE C 90-483 86

H

H 07V-U 309
halogène 73, 663
haute sensibilité 378
hauteur de tirage 90
hebdomadaire 495
hélicoïdes (aérateurs) 91
hertz 14
heures creuses 184, 359, 360, 361, 416, 433, 495
Hi 378
hi-fi 86, 402, 403
home cinéma 510
horloge
  de programmation 449
  électrique 418
hors gel 108, 429
hotte aspirante 202, 203
Hpi 378
huisseries 48, 215, 341, 342
hydrogène 232
hygroréglable 94, 96, 425
  entrée d'air 89
hyperfréquentiel (radar) 545

I

I 14
ICA 283, 303
ICA 3321 343

ICTA 285, 303
ICTA 3422 343
ICTL 283, 303
ICTL 3421 343
IK 211
immeuble 68, 396, 513, 518
  prise de terre 69
impédance 397
incandescence 73
indice de protection 211
inertie thermique 150, 168
informatique 402, 403, 414
infrarouge 116
installateur 565
installation
  apparente 285
  domestique 565
  électrique à basse tension 61
  plan 193
insufflation 96
intensité 14, 26
intérieur 407
Internet 516
interphone 88, 501
interrupteur 71, 472, 484
  crépusculaire 493
  différentiel 380, 381, 564
intrusion 545
iode 78
ions 12
IP 211
IRC 73
IRL 285, 301
IRL 3321 343
isolant 12, 346, 135
isolation
  en sous-face 161, 162
  extérieure 125
  intérieure 124
  ossature métallique 145, 146
  par soufflage 166
  principale 209
  principes 125, 127
  procédés 124
  renforcée 209
  répartie 127
  supplémentaire 209
  thermique 122
ISOLE 135
ITE 144, 150

J

jardin 211, 212, 297, 298, 299, 359, 493
joint
  de couvercle 315, 318
  de dilatation 438
jour 102
  blanc 184
  bleu 184
  rouge 184
journalière (programmation) 495

K

Kelvin 73
kéraunique (niveau) 401, 402
Key-Mark 135
khi 127
kilovolt-ampère 16
kilowatt 16
kVA 16
kW 16
kWh 17, 180

L

labels 65
lambda 138
lampadaires 663
lampe 71
  d'intégration 81, 82
lampes 659
  à incandescence 487, 488
  fluorescente 487, 488
lave-linge 100, 203, 297, 413, 508, 694
lave-vaisselle 100, 203, 297, 413, 508
LED 73
LEP 389, 397
liaison

d'asservissement 359, 360
équipotentielle 39, 45, 211, 389, 391, 396, 397
froide 435
local humide 49, 299, 471
logos NF 278, 279
loi d'Ohm 16
lumen 73
luminaires 477, 495, 496, 649
en TBTS 670
fluorescents 675
lustre 193, 654
lyre 303, 305

M

magnétothermique 377, 389
maison individuelle 199, 360
manchon 303
marquage CE 134
masselotte 544, 545
matériaux
isolation 133
matériels électriques (classement des) 210, 211
mauvais contact 606
MCP 164
mégawatt 16
menuiseries
extérieures 177
performances 179
mesure 25
de boucle 399
en ligne 398
méthanisation 231
méthode des 62 % 398
métro (pose) 308
microcogénération 232
microhydraulique 231
microproduction 230
minuterie 484, 485
mise à la terre 389
module 377
de protection 603
de coupure du fil pilote 429
RC 518
monomur 133
monophasé 183, 184
montages 359, 501
moulure 227, 281, 295, 308, 310, 311, 315, 318, 319, 341, 342
MRL 285
Müller (câbles) 54
multimètre 25, 271
multiservices 521
confort 521
mur
de refend 130
double 151
en béton 152, 153
en petits éléments 153, 154
MW 16

N

nanotubes 84
navette 471, 479
néon 81
neutre 14, 180, 279, 295, 377, 389, 407, 471, 572
neutre à la terre 208, 209
NF C 14-100 360
NF C 15-100 61, 360, 495, 564, 565
NF C 68-091 283
NF C 68-102 281, 309
NF C 68-104 281, 309
NF C 93-529 359, 360, 361
NF-Électricité Performance 428
NF EN 50086-1 283
NF EN 50102 211
NF EN 60529 211
NF EN 61347-2-2 497
NF EN 61558-2-6 497
NF USE 278
Nk 401, 402
norme 30
Nr/h 91
nuit 102

O

ohm 16, 391, 392, 397
ohmmètre 397, 576, 597
  de terre 399
ondes radio 489, 490, 491, 506, 507
opérateur télécom 521
options tarifaires 183
ossature 173
ouvrants 130

P

P 16
panneau
  de comptage 191
  d'isolation 346
  photovoltaïque 234, 235
  rayonnant 105, 428
pannes 582
  des appareils de chauffage 645
  sur des plaques de cuisson 691
papier peint métallique 215
parabole 540, 542
parafoudre 378, 389, 400
  téléphonique 402, 403
parallèle 16, 17
parasurtenseur 402
paratonnerre 399
pare-vapeur
  hygrorégulant 171, 175
parquet sur lambourdes 343, 344
pas 377
  de Paris 657
  des becs 657
passe-fil 661
pavillon 649
perche à encastrer 351, 352
perforateur burineur 278
performances 133
  thermiques 135
périmétrique (détection) 545
périodes tarifaires 184
permutateur 478, 479
personne 380
pertes de charge 91
phase 14, 180, 279, 295, 377, 389, 407, 411, 471, 572
photovoltaïque 232
pièces 194
  humide 204, 391, 438, 471
pile 14
pile à combustible 232
pince ampèremétrique 25
piquet 399
  de terre 391, 393
piscine 414
plafond 495
  creux 337, 338
  mouluré 336, 337
  plein 328, 330
  rayonnant plâtre 117, 443
  suspendu 327, 330
plafonnier 71, 193, 327, 330, 336, 337, 338
plan architectural 194
plancher
  à isolation intégrée 158, 159
  bas 153
  chauffant 119, 437, 438
  électrique à accumulation 433, 436, 461
  léger 168
  rayonnant électrique 117, 389, 390, 433, 435
  sur terre-plein 153
planelle 130
plaques de cuisson 202, 203, 689
plâtre 287, 331, 332
plinthe électrique 228, 281, 295, 308, 315, 318, 342, 405
plot commun 479
pneu 661
point
  de centre 315, 318
  d'éclairage 193, 195, 471
  de commande 71
  d'utilisation 407, 411, 471, 472, 473
points
  de contrôle 33

pôle 14
pompe à chaleur 413, 416
pontage 479
ponts thermiques 127
porte-fusibles 601
porte-serviettes 49, 215
portier de villa 503, 505
pose
  apparente 297
  dans le sol 343, 345, 346
  de câbles apparents 299
  derrière des complexes isolants 346
  des socles 309, 310
  encastrée 320, 328, 330, 331, 332
  enterrée 354, 356
  profilé 312, 317
  semi-encastrée 338
  sous conduits IRL 301
  sous profilé en plastique 308
PRE 117, 433, 435, 438
presse-étoupe 307, 308
prise 197
  20 ou 32 A en monophasé 410, 411
  commandée 411
  de communication 86, 193, 197, 407, 517
  de courant 193, 197, 222, 223, 405, 489
  de relevé à distance 187
  de télérepport 191
  de télévision 193, 540, 541
  RJ 45 517
  spécialisée 413
  téléphonique 193, 517, 518
prise de terre 68, 271, 389
  en immeuble collectif 396
  résistance 397
  valeur 394
production d'eau chaude 459
profilé 227, 281, 309, 310, 311, 342
  accessoires 315, 318
  angles spéciaux 318, 319
programmateur 102, 459
  intégré 447
programmation 102, 452, 495
  zones 450
Promotelec 65
protection 39
  des personnes 380
  différentielle 208, 377, 378, 379
  équipements sensibles 402, 403
protections
  bipolaires 570
  réparties 567
PRP 117, 443
puissance 100
  de raccordement 180
  prévisionnelle 565
  souscrite 190

Q

queusot 666

R

R 16
raccordement 359
  au réseau public 359
  d'un appartement 191, 192
  d'une maison individuelle 192
radar hyperfréquentiel 545
radiant (panneau) 105
ragréage 442
rail 347
rainureuse 278
ravoirage 229, 343, 344
rayon de courbure 299, 305
rayonnement 103
  thermique 399
réaction au feu 132, 133
récepteur universel 489
réception satellite 540, 542
réfractaires (briques) 116
réfrigérateur 100, 202, 203, 691
réglementation thermique 96, 122
réglette 518
régulation 449
relais de découplage 359, 360, 363, 416
rendu des couleurs 73

rénovation 226, 308, 346
  totale 62
répartiteur 540, 542
  de terre 389, 391, 393, 395
  du tableau de répartition 397
repérage des lignes 295
repiquage 294, 407
réseau
  de communication domestique 516, 520
  local informatique 516
résistance 26
  blindée bimétallique 104
  de four 686
  de la prise de terre 397
  d'isolement 397
  en fil nu 104
  monométallique blindée 104
  thermique 139
résistivité des sols 394
retour lampe 471, 477
rideau d'air 112
Rilsans 305
risques 205
  corporels 23
rivière 391
RJ-45 85
ronfleur 501
RT 96, 100

S

saignée 278
saillie 228, 370, 373
salle
  à manger 211, 212, 297, 298, 299
  d'eau 90, 205, 219, 297, 298, 299, 359, 425, 431, 452, 518
salon 211, 212, 297, 298, 299, 359, 425, 452
satellite 540, 541
scellement 333, 334, 335, 336
scénario 549
schéma de l'installation 565
scie cloche 272, 273, 274
Scindex 54
sèche-linge 100, 203, 413
sèche-serviettes 49, 113, 215
  mixtes 115
  rayonnants 113
sécurité 208
sélectivité 377
semi-encastré 228
série 12, 16
serre-câble 327, 330
serrure électrique 504
services de communication 85
Si 378
simple allumage 471, 484
siphon 48, 215
sirène 545
socle
  à prises multiples 407, 409
  de communication 517
  de prise de courant 405
sol 229, 343, 344, 391
solives 168
solutions
  d'isolation 143
  parois verticales 144
sonde 465, 466
sonnette 501
sortie de fil 193
soufflants de salle de bains 112
sous-sol 211, 212, 297, 298, 299, 301, 359
spots 471
  TBTS encastrés 671
staff 336, 337
starter 78, 675
store 549
store banne 508
substitution 81
surcharge 387, 389, 583
surintensité 21, 43, 377, 379
surtension d'origine atmosphérique 399
suspension 495, 649
symboles 193
synchronisation radio 495
système d'alarme 544, 545
SYT 359, 360, 361

T

tabatière 43, 51, 567, 587, 595
tableau
  ancien 567
  de communication 521, 538, 540
  de répartition 376, 377, 559, 595
  divisionnaire 373
  électrique encastré 578
table de cuisson 100, 203, 295, 389, 390, 411, 413
talc 293
tarification 184
TBTS 209, 483, 487
té de dérivation 303
télécom confort 521
télécommande 489
télécom service 521
téléphone analogique 521
téléphonie 85, 516
téléreport 191, 359
télérupteur 71, 411, 479, 480, 483
télévariateur 71, 487, 488
télévision 516, 540
température
  de confort 109, 452
  de l'eau 643
Tempo 184, 459
temporisé 426
tension 14, 26
  de raccordement 180
terre 37, 68, 295, 377, 389, 471
  mesure 397
testeur d'installation électrique 271
tétrapolaire 411, 443
thermogramme 128, 130
thermostat 109, 459, 465, 466, 682
  électromécanique 107
  électronique 108, 109
  programmable 449, 468
Thomas Edison 78
tirage 89, 90
toiture 130, 164
  inclinée 163
  ventilation 170
touche de dérogation 452
tournevis testeur 591
TPC 285, 354, 356
tranchée 391, 392
transformateur 483, 487, 497
  de séparation 209, 378
  toroïdal 377, 378, 379
transmetteur téléphonique 545
traversée de parois 300, 301
très basse tension de sécurité 209
triphasé 183, 184, 411, 564
tripolaire 443
truelle Berthelet 278, 287
tube fluorescent 81, 675
tungstène 73
TV 193
type
  A 378, 405
  AC 378, 405
  S 190, 379

U

U 14
U 1000 R2V 299, 308, 309, 319
U 1000 R 12N 354
U 1000 RGPFV 354
U 1000 RVFV 354
UHF-VHF 521
unipolaire 480
UTE C 71-102 497
UTE C 90-483 62, 86, 520
UTE XP C 16-600 30

V

V 14
VA 16
va-et-vient 71, 193, 198, 471, 477, 478, 479, 487
valeurs 14
vapeur d'eau 135
variateur 71, 484

ventilation 88, 170, 423
  mécanique 88
  mécanique contrôlée 94, 423
  ponctuelle 90
  toiture 170
véranda 297, 298, 299
vidéophone 88, 501
vide sanitaire 157, 297, 298, 299
VMC 49, 94, 215, 389, 390, 414, 423
  doubles flux 94
  simple flux 94
volet roulant 389, 390, 506
volt 14
volumes 204, 205, 295, 297, 298, 299, 373

W

W 16
watt 16
  crête 244
WC 90, 211, 212, 219, 297, 298, 299, 359, 425, 452, 518
window 142
W/m.K 127

X

X10 489

Y

Yellow 77 293

Z

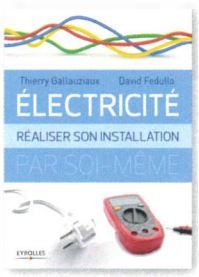
zone 102
  de jour 117, 452
  de nuit 117, 452

DES MÊMES AUTEURS

Dans la collection
« Le grand livre »



Dans la collection « Par soi-même »







Dans la collection « pro »

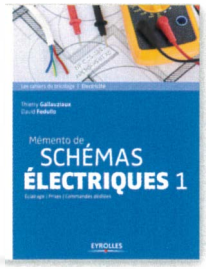
L'installation électrique
Rénovations et dépannages électriques
L'isolation thermique
La menuiserie
La plomberie

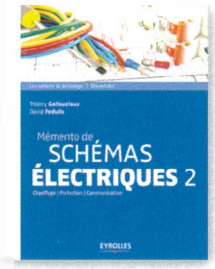


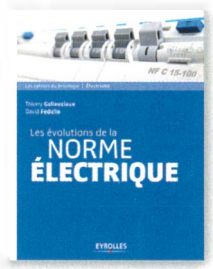


Dans la collection des « Cahiers du bricolage et de la construction »

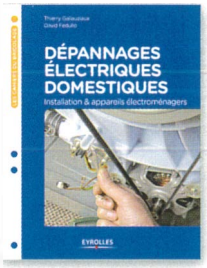






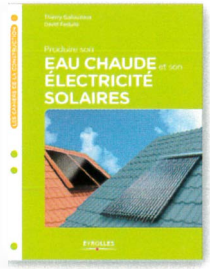


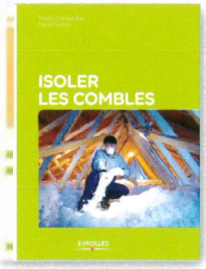


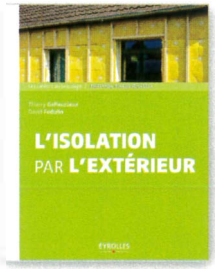


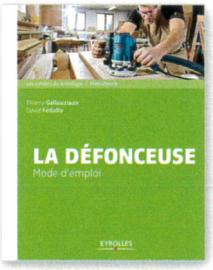


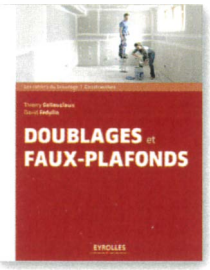






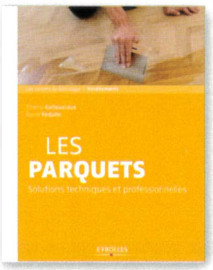












Imprimé en Italie par D'Auria Printing
N° d'éditeur : 9507
Dépôt légal : mai 2016

Cet ouvrage est imprimé sur du papier couché demi-mat 115 g,
papier issu de forêts gérées durablement.

Thierry Gallauziaux et David Fedullo

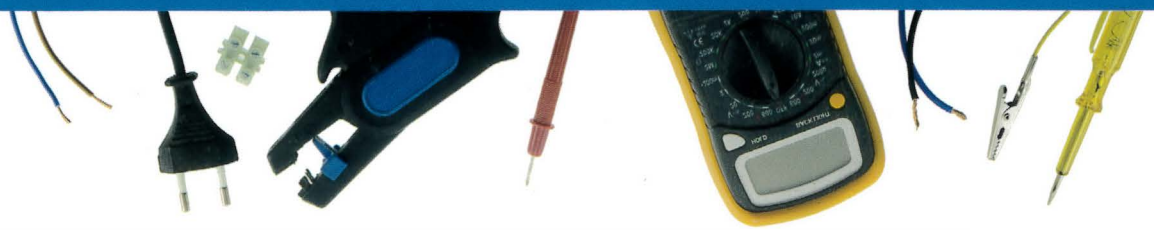
LE GRAND LIVRE DE L'ÉLECTRICITÉ

4e édition

Quotidiennement sollicitée par tous les occupants de la maison, l'installation électrique réclame la plus grande attention, tout comme les nombreux appareils qui y sont connectés, souvent en permanence.

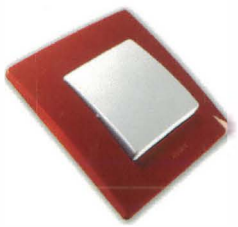
Avec cette bible de l'électricité domestique, maîtriser cette complexité et garantir la sécurité sont à notre portée. On y trouvera non seulement les réponses à toutes nos questions mais aussi – à l'heure des économies d'énergie – quantité de conseils pratiques et de projets faciles à réaliser.

Scrupuleusement tenus à jour, les textes et les schémas sont en tous points conformes à la norme électrique, jusque dans ses amendements les plus récents. On dispose ainsi d'un guide pratique si complet que les bricoleurs avertis pourront réaliser eux-mêmes leur installation électrique de A à Z.



La collection des livres de Thierry Gallauziaux et David Fedullo est désormais considérée – par les bricoleurs autant que par les artisans – comme la référence.

Dans leur domaine d'excellence, les auteurs ont rassemblé et méthodiquement classé dans ce grand livre tout en couleurs et très illustré tout ce qu'il faut savoir aujourd'hui sur l'électricité dans la maison. Schémas et photos à l'appui, on verra clairement comment s'y prendre quand on voudra intervenir par soi-même et on comprendra bien comment procèdent les professionnels.







Sommaire

Valeurs et unités de mesure
Comment ça marche ? • Valeurs • Groupements d'éléments • Types de courant • Risques • Mesures.

Diagnostic de l'installation électrique
Principe • Points de contrôle • Fiches de contrôle • Conformité.

Planification de l'installation électrique
Besoins • Isolation et dépenses énergétiques • Choisir l'abonnement adapté • Le compteur • Plan de l'installation • Type de distribution • Microproduction.

Mise en œuvre d'une installation électrique
Outillage • Matériel • Savoir-faire • Distribution • Montages • L'installation du tableau de répartition.

Dépannage d'une installation existante
Pannes d'alimentation • Disjoncteur de branchement • Tableau de répartition et circuits • Dispositifs de protection • Lignes • Prises • Commutateurs • Circuit d'éclairage • Sonnettes.

Dépannages courants des appareils
Chauffe-eau • Appareils de chauffage • Luminaires • Petit et gros électroménager.

Index
Près d'un millier d'entrées, d'*abonnement* à *zone jour-nuit* en passant par toutes les normes, le matériel et les pannes.

Images : © Shutterstock / © Hager / © Legrand / © Schneider-Electri
Couverture : studio Eyrolles © Éditions Eyrolles

www.editions-eyrolles.com

Groupe Eyrolles | Diffusion Geodif

Code éditeur : G14453
ISBN : 978-2-212-14455-0

9 782212 144550