LE GRAND LIVRE DE L'ÉLECTRICITÉ

Thierry **Gallauziaux**
David **Fedullo**

Sommaire

LES BASES DE L'ÉLECTRICITÉ

Notions d'électricité 11

Les effets de l'électricité 12

Les valeurs 14

Les groupements d'éléments 16

Les éléments en série 16

Les éléments en parallèle 18

Les types de courant 18

Le courant continu 18

Le courant alternatif 18

Le monophasé 20

Le triphasé 20

Les appareils de mesure et leur emploi 20

Les appareils de mesure 20

Mesurer les valeurs 22

La mesure d'une tension 22

La mesure d'une intensité 22

La mesure d'une résistance ou de la continuité 22

La distribution de l'électricité 24

L'installation électrique 28

Les risques 30

Le court-circuit 31

La surcharge 32

Le défaut d'isolement 32

La surtension 35

Faut-il rénover ? 37

Rénovation partielle, totale ou extension ? 37

La conformité 38

LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

Déterminez vos besoins 44

Équipements courants 44
La prise de terre 44
Éclairage 45
Les lampes 47
Les interrupteurs et les commutateurs 60
L'interrupteur 61
Le va-et-vient 62
Le permutateur 62
Le double allumage 62
Les prises de courant 63
Les boîtes de connexion 64
Alimentations spécifiques 66
Téléphonie et services de communication 66
Tv, hi-fi, alarme 67
Accueil des visiteurs 67
Ventilation mécanique 68
La ventilation mécanique ponctuelle 70
La ventilation mécanique contrôlée 74
L'aspiration centralisée 77
Éclairage extérieur 78

Besoins en puissance 79
Les gros appareils ménagers 79
Le chauffage électrique 79
Les procédés de chauffage 79
Le convecteur 80
Le panneau rayonnant 82
La régulation des convecteurs et des panneaux rayonnants 84
Les appareils à chaleur douce 87
Les appareils à inertie 87
Les appareils soufflants 88
Les sèche-serviettes 90
L'infrarouge 92
Les appareils à accumulation 92
Le chauffage par le sol 93
Les câbles chauffants directs 97
Les câbles chauffants autorégulants 98
Le chauffage par le plafond 101
L'eau chaude sanitaire électrique 103
Les systèmes de chauffe-eau électriques 103
Les besoins en eau chaude 106
Les solutions 107
Les règles à respecter pour les chauffe-eau à accumulation 108

Optimisez votre chauffage 110
Le principe de l'isolation thermique 110
Les principes d'isolation des parois opaques 113
Les ponts thermiques 115
Les murs extérieurs 115
La terrasse 120
Le comble perdu 120
Le comble aménagé 121
Le plancher bas 125
Les caractéristiques des isolants 131
La conductivité thermique 131
La résistance thermique 132
Qualité des isolants 133
L'isolation des parois 135
Calcul des puissances à installer 135
Les données climatiques 137
Puissances à installer 137
La programmation du chauffage 140
Principe de la programmation 140
Les programmateurs intégrés 143
Les thermostats programmables 144
Les horloges de programmation à fil pilote 147
Les centrales de programmation par courant porteur 149
Les gestionnaires d'énergie 149
Le délesteur 151

Les abonnements 153

Les tensions de raccordement 153
Le monophasé 153
Le triphasé 154
La puissance de raccordement 156
Les options tarifaires 156
Tarif option de base 157
Tarif option heures creuses 157
Tarif option Tempo® (EDF) 157

Le compteur 159
Vous disposez d'un comptage 159
Le disjoncteur de branchement 160
Vous ne disposez pas de comptage 166
Appartement 166
Maison individuelle 167

Planifier l'installation électrique 168

Rappel des fonctions des appareillages 168

Les pièces 169
Couloir et circulations 172
Les prises 172
L'éclairage 172
Chambres 175
Salon 176
Cuisine 177
Salles d'eau 179
La sécurité 182
Les règles 189
WC 192
Sous-sol 192
Extérieur 193
La piscine 195
Le plan général 199

Déterminez le type de distribution 199

Les diverses possibilités 199

Distribution apparente 202
Fixation directe sur paroi 202
Distribution sous conduits rigides (IRL) 203
Distribution sous profilés 203

Distribution encastrée dans les parois 204

Distribution semi-encastrée 204

Distribution par le sol 205

Distribution derrière les complexes isolants 205

Distribution par les combles 205

Distribution enterrée 206

La microproduction 206

Les énergies renouvelables 206

La cogénération 207

L'énergie solaire photovoltaïque 207

L'énergie éolienne et la microhydraulique 212

Les aides et les financements 214

LES MISES EN ŒUVRE

Avant de commencer 217

L'outillage 217

Le matériel 223
Les conducteurs 223
Les conducteurs isolés 224
Les câbles 224
La dénomination 224
Les profilés 226
Les conduits 227
L'appareillage 231

Les petits trucs 231
Dépose d'une installation existante 231
Faire du plâtre 231
Le passage dans les conduits 235

Les connexions 235
Le repérage des lignes 240
La distribution 241
La pose apparente 241
Montage apparent des câbles 241
Pose sous conduits IRL 246
Passage des conducteurs 252
Pose sous profilé en plastique 252
La pose dans un vide de construction 262
La pose encastrée 262
La pose semi-encastrée 279
La pose dans le sol 284
La pose derrière des complexes isolants 287
La distribution par les combles 293
La pose enterrée 293
Étude d'exemple 299
Étude de la distribution 299
Les montages 299
La dérivation individuelle 299
La gaine technique de logement (GTL) 305
Les tableaux de répartition divisionnaires 310
Le tableau de répartition 310
Les dispositifs de protection 315
Les dispositifs différentiels haute sensibilité 315
Les interrupteurs différentiels 317
Les disjoncteurs différentiels 324
Les coupe-circuits domestiques 324
Les disjoncteurs divisionnaires 327
La mise à la terre 329
La prise de terre 329
Le conducteur de terre 332
La barrette de mesure 332
La borne principale de terre 332
Le conducteur principal de protection 333
Le répartiteur du tableau de répartition 335
La liaison équipotentielle de la salle d'eau 335
Les conducteurs de protection 336
Mesure de la terre et contrôle de l'installation 336
Mesure de la terre 337
Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique 339
Le parafoudre basse tension 339
Le parafoudre téléphonique 339
Les circuits de puissance 342
Les prises de courant 343
Prises directes non spécialisées 343
Prises commandées 348
Les prises et les circuits spécialisés 351
Lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge, four 351
Congélateur, informatique 351
Plaques de cuisson, cuisinières 351
Chaudière 353
Chauffe-eau électrique 355
Le chauffage électrique 358
Les convecteurs et les panneaux rayonnants 358
Les convecteurs sans fil pilote 361
Les convecteurs à fil pilote 361
La régulation du chauffage 364
Les délesteurs 364
Les thermostats programmables 367
Programmateur 2 zones pour émetteurs sans fil pilote 367
Programmateur 2 zones pour émetteurs à fil pilote 370
Programmation par courant porteur (CPL) 370
Les gestionnaires d'énergie 373
Le gestionnaire d'énergie pour option tarifaire Tempo® 373

La gestion du chauffage par zones 376
Les indicateurs de consommation 386
Les accumulateurs 386
Les planchers rayonnants 388
Le plancher rayonnant à accumulation 388
Le PRE 397
Les câbles chauffants sous carrelage 401
Le PRP 404
Régulation du chauffage à eau chaude 407

Les circuits d'éclairage 414
Le simple allumage 414
L'interrupteur à voyant lumineux 415
L'interrupteur automatique 418
Le double allumage 421
Le va-et-vient 421
Le télérupteur 422
La minuterie 426
Le variateur 430
Le télévariateur 431
Les commandes à distance 431
La commande par ondes radio 433
La commande à distance par courant porteur 433
Les commandes par détecteur 433
L'interrupteur crépusculaire 437
L'interrupteur horaire 437

La pose des luminaires 437
Plafonniers, appliques 437
Plafonniers 437
Appliques 439
Spots TBTS encastrés 439

Les autres montages 444
La ventilation 444
La VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée) 444
Les extracteurs 446
Systèmes pour l'accueil des visiteurs 447
Sonnette, carillon 450
Le portier interphone 450
Le portier vidéo 452
Les volets roulants 452
Les stores banne 455
Les détecteurs techniques 455
Le biorupteur 457
La diffusion sonore 457
Les enceintes acoustiques 457
Les systèmes de diffusion sonore 457
Alimentation d'une cave ou d'un garage en immeuble 461
Réseau de communication domestique 462
Installation téléphonique classique 462
Nouveau réseau de communication domestique 465
Raccordement des connecteurs RJ 45 470
Distribution du téléphone 470
Réseau informatique local 483
Distribution de la télévision 483
La distribution de la hi-fi 483
Les systèmes à reconnaissance automatique 483
Le réseau domestique CPL 491
La télévision 492
L'alarme 498
La détection périphérique 498
La détection périmétrique 498
La détection volumétrique 500
Les zones 500
Les systèmes 500

Les solutions domotiques 505
La commande téléphonique 505
Le serveur Internet domestique 505
Le système électrique communicant 509

Installation du tableau de répartition 510

Le raccordement 510

Le schéma de l'installation 515

Le remplacement d'un tableau ancien 519
Protection bipolaire 519
Protection unipolaire 519
Difficultés possibles 521
Difficultés possibles lors du remplacement d'un ancien tableau 522

L'isolation 522

L'outillage pour l'isolation 522

L'isolation des murs 524
L'isolation des murs lisses 524
Matériel pour les panneaux isolants 524
Technique de pose des panneaux isolants 525
L'isolation des murs irréguliers 529
Matériel pour une structure isolante 529
Technique de pose d'une structure pour l'isolation 530

L'isolation des combles 533
Matériel pour la laine minérale 533
Technique de pose de la laine minérale 536

L'isolation des planchers bas 536
Isolation sous chape 536
Matériel pour les panneaux isolants de sol 536
Technique de pose des panneaux isolants de sol 537
Isolation en sous-face 540
Matériel pour l'isolation en sous-face 540
Technique de pose d'un isolant en sous-face 540

LES DÉPANNAGES

La résolution de pannes 544

Les pannes d'alimentation générale 545

Les pannes collectives 545

Les pannes individuelles 545

Les pannes des dispositifs de protection 545

Les pannes de disjoncteur et leurs remèdes 546
Les surcharges 547
Les courts-circuits 547
Le défaut d'isolement 550
Déséquilibrage des phases en triphasé 556
La coupure d'une phase 557
Les pannes des dispositifs différentiels et leurs remèdes 559
Le défaut d'isolement 559
Le court-circuit 559
Appareil détérioré 559

Les pannes des coupe-circuits et des disjoncteurs 559
Les coupe-circuits anciens 559
Les pannes des coupe-circuits et leurs remèdes 561
Cas d'un fusible détruit 561
Cas d'un échauffement anormal 563
Cas d'une cartouche inadaptée 565
Le remplacement d'un coupe-circuit ancien 565
Les pannes des disjoncteurs divisionnaires 569

Les pannes sur les circuits 569

Cas d'un échauffement anormal 569

Cas d'un mauvais contact dû à une épissure 571

Cas de lignes coupées 572
En apparent 572
En encastré 574

Cas de lignes en défaut d'isolement 574

Les pannes d'appareillage 579

Les pannes des prises de courant et leurs remèdes 579
Panne sur une seule prise 579
Panne sur plusieurs prises 581
Le remplacement d'une vieille prise 581
Cas d'une prise de courant en saillie 581
Cas d'une prise de courant encastrée 583
Cas d'une prise de courant en plinthe 583
La recherche d'une panne sur un circuit de prises 586

Les pannes des commutateurs et leurs remèdes 586
Cas d'un mauvais serrage 587
Cas d'un appareil détérioré 587

Les pannes des variateurs et leurs remèdes 591
Les pannes des télérupteurs et leurs remèdes 591
La recherche d'une panne sur un circuit d'éclairage 595
Les pannes des sonnettes et leurs remèdes 595

Dépannage des appareils 595

Les pannes provoquées par les appareils 595

Dépannage d'un chauffe-eau électrique 599
Pannes hydrauliques ou électriques ? 599
L'eau est froide 599
L'eau est trop chaude 601
Le chauffe-eau déclenche le disjoncteur 601
La recherche d'une panne sur l'alimentation d'un chauffe-eau 601
Les chauffe-eau alimentés en continu 601
Les chauffe-eau en heures creuses 605
Détartrer un chauffe-eau électrique 605

Les appareils de chauffage 605
Les pannes des appareils de chauffage et leurs remèdes 608
Un appareil ne chauffe plus 608
Un appareil chauffe trop 610
Un appareil est en défaut d'isolement 610
L'entretien des appareils de chauffage 610
La recherche d'une panne sur un circuit de chauffage 610
Les appareils de chauffage alimentés en direct 612
Les appareils de chauffage régulés 612

Les luminaires 612
Les suspensions 612
Les suspensions à une lampe 612
Les lustres 617
Les lampes à poser 621
La constitution des lampes à poser 621
Les pannes des lampes à poser et leur remède 621
Le montage d'une lampe 621
Les lampadaires halogènes en 230 V 621
La constitution des lampadaires halogènes 621
Les pannes des lampadaires halogènes et leurs remèdes 626
Les luminaires en TBTS (12 V) 629
La constitution d'un luminaire en TBTS 629
Les pannes des luminaires en TBTS et leurs remèdes 633
Les luminaires fluorescents 633
La constitution des luminaires fluorescents 633
Les pannes des luminaires fluorescents et leurs remèdes 637

Les petits appareils électroménagers 637
L'aspirateur 637
L'aspirateur fonctionne mais n'aspire pas 638
L'aspirateur ne se met pas en route 639
L'aspirateur s'arrête de lui-même 643
Le fer à repasser 643
Le fer ne chauffe plus 643
Le fer chauffe trop ou pas assez 647
Le fer déclenche le disjoncteur 647
Le fer ne produit plus de vapeur 647
La cafetière électrique 647
La cafetière ne chauffe plus 647
La cafetière déclenche le disjoncteur 647
Le grille-pain 649
Le sèche-cheveux 650
Le sèche-cheveux ne démarre pas 650
Le sèche-cheveux s'arrête tout seul 650
Seules certaines allures fonctionnent 650
Le four 650

Les gros appareils ménagers 653
Les plaques de cuisson 653
Le disjoncteur se déclenche à la mise en service d'une plaque 654
Une plaque ne chauffe plus 654
Une plaque à palpeur rougit 654
Le réfrigérateur 656
Le lave-linge 658

Les bases de l'électricité

Cette partie introductive présente les principes de base de l'électricité et sa nature. L'objectif est d'éclaircir ce que l'on appelle communément « courant » électrique, sans entrer dans la théorie des formules mathématiques. Vous découvrirez ou redécouvrirez, par exemple, la différence entre intensité, puissance et tension. Pour dépanner les appareillages électriques, il est important de connaître les unités et de savoir les mesurer, ce qui est également expliqué en détails dans cette partie.

Notions d'électricité

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, un peu 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 son atome. On distingue deux sortes de corps : ceux qui possèdent des électrons libres, appelés conducteurs (essentiellement les

métaux), et ceux qui n'en possèdent pas, appelés isolants (verre, porcelaine, plastique, 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 ses bornes par le signe plus (+) pour l'excès et moins (-) pour le manque (figure 1). Lorsqu'on raccorde un récepteur à ses bornes (une ampoule sur une pile, par exemple), il agit comme une pompe à électrons : il absorbe les charges positives et renvoie les négatives. Dans le circuit, les électrons circulent de la borne - à la borne +. Le courant électrique a donc un sens. Autrefois, on définissait que le courant circulait de la borne + à la borne -, c'est-à-dire l'inverse de la réalité ; on a conservé cette convention aujourd'hui.

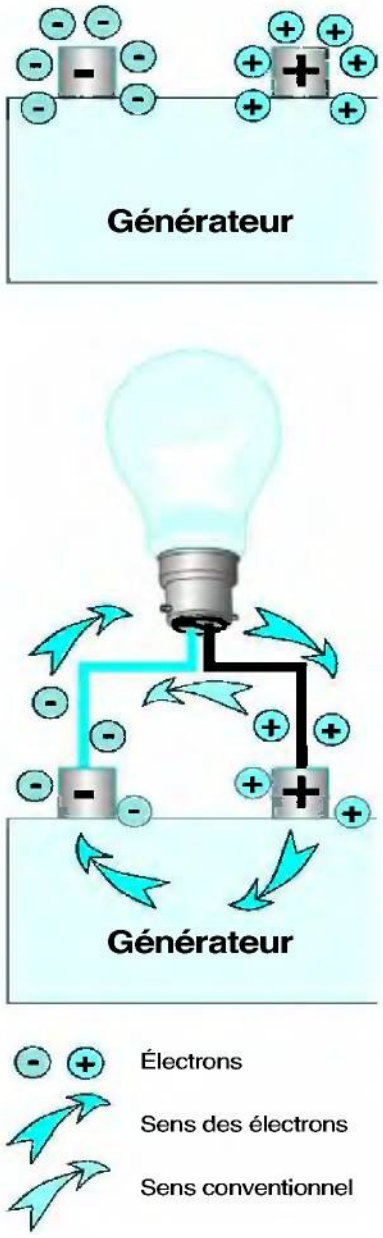


Figure 1 : Le générateur

Les effets de l'électricité

Un courant électrique peut avoir plusieurs effets, chimiques ou physiques, en fonction de 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 pour l'éclairage mais aussi pour le chauffage (par exemple, 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 du vide ou un gaz rare, par exemple du krypton.

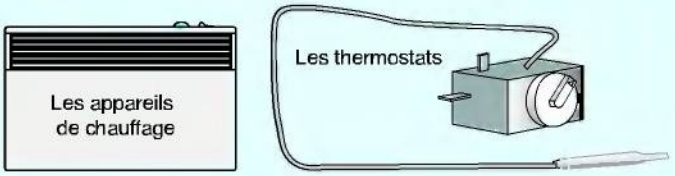
L'effet chimique : si l'on fait passer un courant électrique à travers une solution ionique, par l'intermédiaire de deux électrodes, il se produit un échange d'électrons, donc un échange de matière,

Les effets du courant électrique

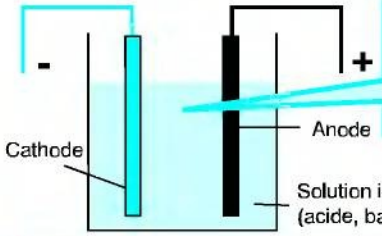
① L'effet calorifique

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



② L'effet chimique (électrolyse)

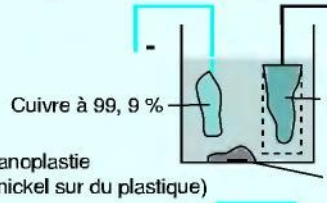


Sous l'effet du passage du courant électrique, il se produit un échange d'électrons entre l'anode et la cathode.

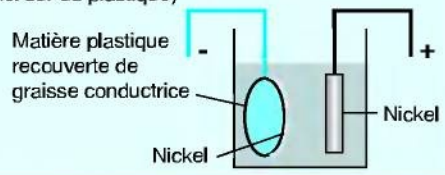
Les applications

— Le dépôt métallique par électrolyse (chromage, cuivrage, dorure, argenture)

— Le raffinage de certains métaux (cuivre dans l'exemple)

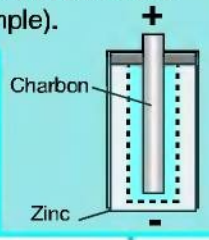


— La galvanoplastie (dépôt de nickel sur du plastique)

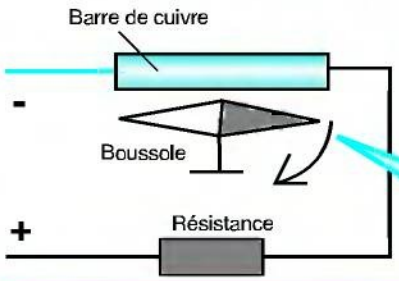


L'effet peut être inversé

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



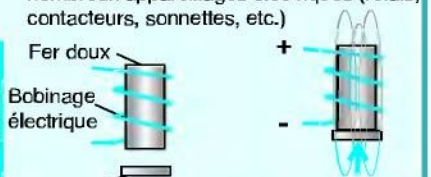
③ L'effet magnétique



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.

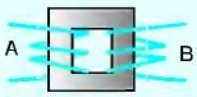
Les applications

— 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.

— 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

L'effet peut être inversé

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

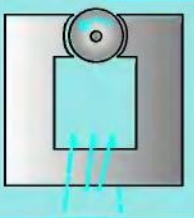


Figure 2 : Les effets du courant électrique

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 ou cuivre) et pour la *galvanoplastie* (dépôt métallique sur une autre matière, par exemple argenture, dorure ou nickelage).
Mais si le passage du courant crée une réaction chimique, le processus inverse est vrai et une réaction chimique peut créer un courant électrique. Il suffit de placer l'électrolyse dans un récipient pour obtenir une pile électrique ou une batterie de voiture.

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 également un champ d'application très vaste : il a permis, notamment, d'élaborer le moteur électrique, le transformateur, la sonnette, la gâche électrique de la porte de votre immeuble et bon nombre de mécanismes pour les automatismes.

Ce principe est également réversible. Par exemple, si l'on faisait tourner mécaniquement un moteur électrique, il produirait du courant. On a créé ainsi des générateurs plus spécifiques, par exemple la dynamo d'un vélo. La majeure partie de l'électricité qui arrive chez vous est produite à l'aide de ce procédé.

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 tourne dans l'autre sens. 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 distinguer et de comprendre les différentes valeurs qui la caractérisent (figure 3).

La différence de potentiel : comme indiqué précédemment, le générateur agit comme une pompe à électrons. Il existe donc 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, un voltmètre, la différence de potentiel sur une prise de courant (que l'on peut considérer comme la borne de sortie d'un générateur), vous trouverez une mesure correspondant à plus ou moins 230 V. Plus communément, on appelle aussi cette valeur la tension.

L'intensité : lorsqu'on branche une lampe sur un générateur (figure 3), on établit un circuit passant par l'ampoule. Une certaine quantité d'électrons transite par les fils et le filament de la lampe. Ce flux correspond à l'intensité et s'exprime en ampères (symbole A).

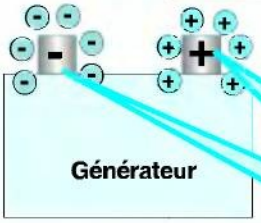
La résistance : une résistance est un matériau qui permet à l'énergie électrique de se transformer en énergie calorifique (le tungstène dans le filament d'une lampe, par exemple). On constate qu'en présence d'une tension donnée, l'intensité est proportionnelle à la résistance. Une équation mathématique appelée la loi d'Ohm traduit cette proportionnalité :

Figure 3 : Les valeurs en électricité ▶

Les valeurs en électricité (en courant continu)

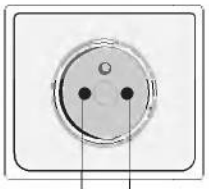
La tension

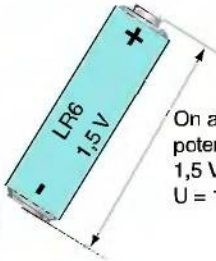
La tension U s'exprime en volts (symbole V)



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 débit d'électrons qui traverse un circuit.

La consommation

La consommation s'exprime en kilowattheure (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.

La puissance

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

La puissance représente l'énergie consommée par le récepteur.

La puissance est le produit de la tension par l'intensité :
P = U x I

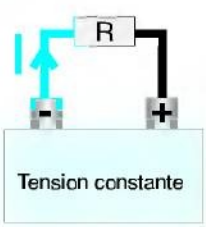
La résistance

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

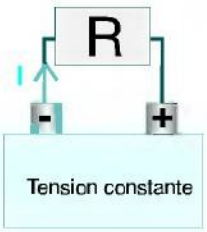
Une résistance est un matériau qui permet à l'énergie électrique de se transformer en énergie calorifique.

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 x I



Si R est faible, I est élevée.



Si R est élevée, I est faible.

U = R x I
où
— U représente la tension en volts (V),
— R, la résistance en ohms (Ω) et
— I, l'intensité en ampères (A).

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

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

La puissance s'exprime en watts (symbole W). Elle évalue la quantité d'énergie absorbée par un appareil raccordé. Elle se calcule en multipliant la tension par l'intensité. Prenons un exemple pour illustrer ces valeurs.
Nous disposons d'une tension U = 230 V.
Admettons qu'une ampoule provoque une intensité I = 0,435 A.
La puissance est :
P = U x I = 230 x 0,435 = 100 W.

De même, si vous connaissez la puissance d'un appareil (information que vous devez trouver facilement 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 étant égal à 1 000 watts.

La consommation : elle s'exprime en kilowattheures (kWh) et s'obtient en multipliant la puissance en kW d'un appareil par sa durée d'utilisation exprimée en heures. En reprenant le même exemple, si nous laissons la lampe allumée pendant trois heures, sa consommation est la suivante :
100 W = 0,100 kW
0,100 x 3 = 0,300 kWh

Cette valeur de consommation, vous la connaissez puisque c'est celle qui défile sur le cadran de votre compteur électrique et qui est prise en compte pour l'établissement de votre facture d'électricité.
Il existe d'autres unités en électricité, mais elles sont peu utiles dans une installation domestique.

Les groupements d'éléments

Selon la disposition, en série ou en parallèle (figure 4), de ces différents éléments, un groupement ne produit pas les mêmes valeurs.

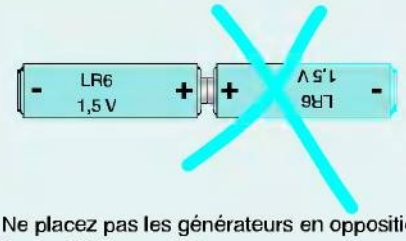
Les éléments en série

On dit d'éléments qu'ils sont en série lorsqu'ils sont placés les uns à la suite des autres. S'il s'agit par exemple de générateurs, la tension disponible aux bornes de l'ensemble correspond à la somme des tensions de chaque élément.
Les résistances en série s'ajoutent également. La résistance totale est égale à la somme de toutes les résistances. L'intensité est la même en tout point du circuit, mais pas la tension.

Les groupements d'éléments (en courant continu)

Les éléments en série

Les générateurs

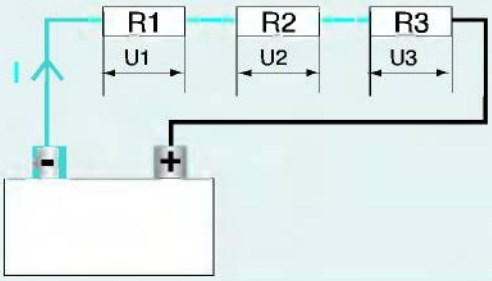


Ne placez pas les générateurs en opposition : ils se déchargeraient.

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.

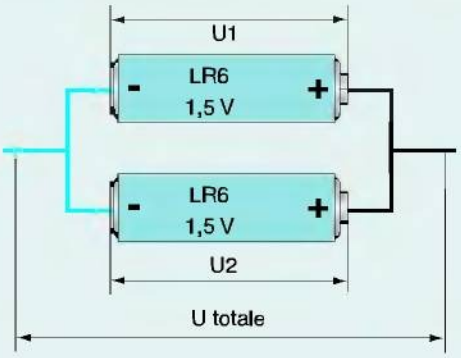
La tension est différente aux bornes de chaque résistance mais leur somme est égale à la tension du générateur.

U1 + U2 + U3 = U générateur

Les éléments en parallèle

Les générateurs

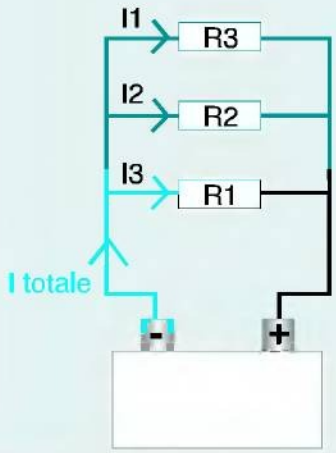
Attention : ce montage ne peut s'effectuer qu'avec des générateurs de même tension. Sinon, l'un se déchargerait dans l'autre.



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

Exemple : une ampoule est raccordée à une pile. Elle éclaire normalement. Si l'on branche une deuxième ampoule de mêmes caractéristiques en série, chaque ampoule éclaire à la moitié de sa puissance. Une troisième ampoule raccordée en série diminuerait encore la tension disponible aux bornes de chaque ampoule. Mais la pile se vide au même rythme quel que soit le nombre d'ampoules.

Les éléments en parallèle

Un montage est dit en parallèle lorsque chaque élément est repris sur le précédent par une dérivation (figure 4).
Il est possible d'installer des générateurs en parallèle, à condition qu'ils présentent les mêmes caractéristiques. Dans le cas contraire, le plus puissant se déchargerait dans le plus faible.

La tension est identique aux bornes de chaque élément et les puissances des éléments s'additionnent.
Lorsque des résistances sont montées en parallèle, la tension est identique aux bornes de chacune. L'intensité totale est égale à la somme des intensités traversant chaque résistance. La résistance totale du montage est inférieure à la plus petite des résistances ; elles ne s'ajoutent pas, contrairement aux résistances en série.

Exemple : une ampoule est raccordée à une pile. Elle éclaire normalement. Si l'on branche une deuxième ampoule en parallèle, chaque ampoule éclaire normalement. Une troisième ampoule éclairera également normalement. Mais plus on rajoute d'ampoules, plus la pile se vide rapidement. Brancher plusieurs appareils sur une multiprise revient à réaliser un montage en parallèle. Si l'on branche trop d'appareils, l'intensité devient trop importante et les fusibles se détruisent.

Les types de courant

Il existe deux types de courant : le courant continu et le courant alternatif. Les formules indiquées précédemment sont valables pour le courant continu. Pour le courant alternatif, d'autres paramètres sont à prendre en compte : ils seront abordés dans les paragraphes suivants.

Le courant continu

C'est le courant délivré par les piles, les batteries de voiture ou encore les dynamos de vélo. Les bornes sont marquées + et - pour indiquer la polarité du générateur ou du circuit. La tension et l'intensité sont constantes, comme l'indique le graphique de la figure 5. Les installations électriques ne sont pas alimentées en courant continu.

Le courant alternatif

C'est le courant qui alimente toute installation électrique. L'intensité et la tension varient selon une courbe sinusoïdale (figure 5). Le nombre d'oscillations du courant par seconde définit la fréquence dont l'unité est l'hertz (Hz). En France, le courant est distribué à une fréquence de 50 Hz. Aux États-Unis, par exemple, la fréquence est de 60 Hz.
Il n'y a pas de polarités en courant alternatif puisque le courant alterne en permanence entre + et -. Les pôles sont dénommés phase et neutre.

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

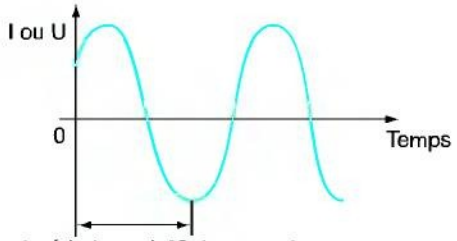
Le courant alternatif

Symbole ∿

AC en anglais

Le courant alternatif est le courant distribué dans votre installation.

Représentation graphique du courant alternatif

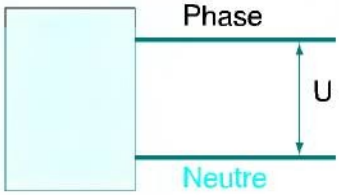


1 période = 1/50e de seconde
(ou 50 périodes par seconde)

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 x 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)

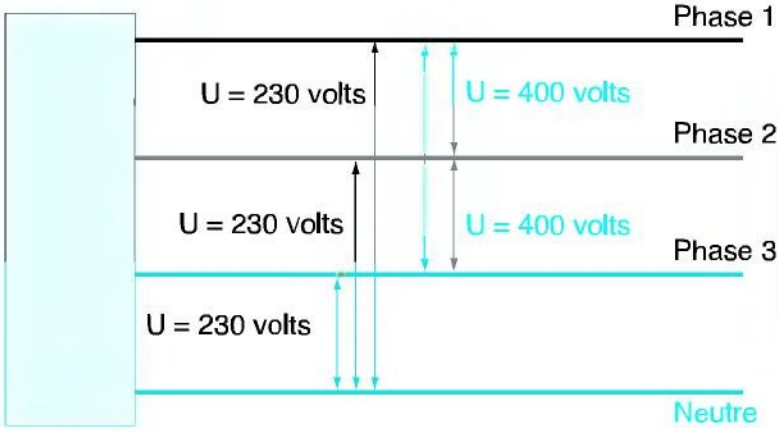


Le monophasé est l'une des tensions distribuées par EDF qui arrive à votre domicile. L'alimentation est constituée de deux conducteurs : la phase et le neutre. La tension entre ces deux fils est de 230 volts.

Figure 5 : Les divers types de courant

En alternatif, on ne parle ni de positif ni de négatif comme en continu mais de phase et de neutre.

Le triphasé (trois phases)



Le triphasé est l'autre tension distribuée par EDF. L'alimentation est constituée de quatre conducteurs : trois phases et un neutre. La tension entre chaque phase et le neutre est de 230 volts. La tension entre chaque phase est de 400 volts.

En ce qui concerne le courant alternatif, la loi d'Ohm U = R x I n'est valable que dans le cas d'une résistance pure, par exemple la résistance d'un convecteur. La résistance d'une bobine électrique (transformateur, moteur) ne peut pas être calculée avec cette formule. En outre, en courant alternatif, la résistance s'appelle impédance.
Pour la puissance, la formule P = U x I, valable pour le courant continu, s'applique dans le cas d'appareils à résistance pure. En alternatif, c'est la puissance apparente, exprimée en VA ou kVA.

La puissance des appareils ne présentant pas de résistance pure, c'est-à-dire la majorité, ne peut pas être calculée avec la formule ci-dessus. Un autre paramètre est à prendre en compte : le facteur de puissance. C'est la puissance active, c'est-à-dire la puissance réellement consommée, exprimée en watts.

En résumé, les formules applicables au courant continu ne sont valables pour le courant alternatif que dans certains cas. Dans les chapitres qui suivent, les diverses mesures effectuées n'ont pas pour but de calculer les puissances des appareils — les résultats seraient faussés — mais principalement de vérifier la continuité des circuits électriques.
Deux types de courant sont disponibles en France pour les installations domestiques : le courant monophasé et le courant triphasé.

Le monophasé

L'alimentation d'une installation en monophasé s'effectue au moyen de deux conducteurs, la phase et le neutre. La tension entre les deux est de 230 V plus ou moins 10 %.

Le triphasé

L'alimentation en triphasé a recours à quatre conducteurs : trois phases et un neutre. La tension entre le neutre et chaque phase est de 230 V. La tension entre les phases est de 400 V.

Les appareils de mesure et leur emploi

Pour intervenir sur une installation existante, il convient de se procurer 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 votre installation. Préférez toujours un modèle à fusible incorporé qui protège l'appareil en cas de mauvaise manipulation. Les appareils bas de gamme en sont souvent dépourvus.
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

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

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 numérique

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 aussi des adaptateurs pince qui s'utilisent avec les cordons des multimètres.

Figure 6 : Les appareils de mesure

afficheur à cristaux liquides (figure 6). Les multimètres analogiques nécessitent plus de manipulations mais sont généralement moins onéreux. La lecture est moins précise que sur un appareil numérique, mais suffisante pour une installation domestique.
Les multimètres numériques sont précis et offrent une lecture directe des valeurs.
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.

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 7).

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.
Placez les pointes de test en parallèle 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.

La mesure d'une intensité

La mesure de l'intensité d'un circuit électrique avec un multimètre est difficilement réalisable dans les installations domestiques. En effet, l'appareil de mesure doit être placé en série avec l'appareil dont on souhaite connaître l'intensité. Par souci de sécurité, utilisez systématiquement une pince ampèremétrique.

La mesure d'une résistance ou de la continuité

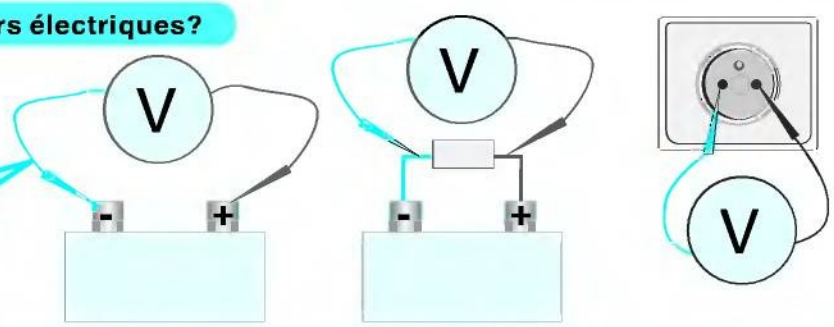
La mesure de la résistance s'effectue aux bornes de l'appareil hors tension. Vous pouvez mesurer cette valeur directement sur la fiche de l'appareil.
La mesure de la continuité d'un conducteur sert à vérifier que celui-ci n'est pas coupé, par exemple dans un cordon d'alimentation ou une bobine. Pour mesurer la continuité, vous pouvez utiliser l'appareil de mesure en ohmmètre ou

Figure 7 : La mesure des valeurs électriques ▶

Comment 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.



Branchez les cordons de mesure dans les borniers appropriés.

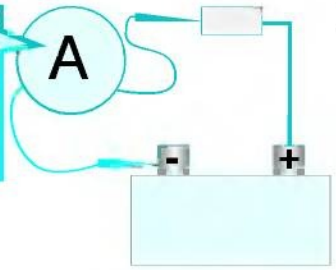
Sélectionnez le type de tension à mesurer : AC pour l'alternatif...

...ou DC pour une tension en continu.

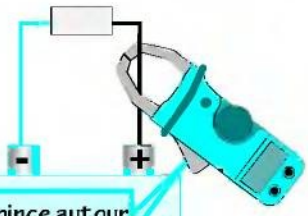
Procédez à la mesure. La valeur de la tension s'affiche sur le cadran.

La mesure d'une intensité

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



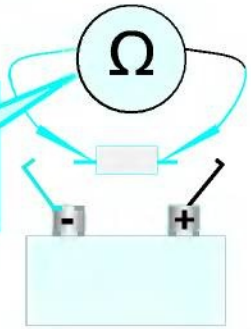
Ce type de mesure n'est pas très approprié pour une installation électrique. C'est pourquoi on préfère souvent la pince ampèremétrique.

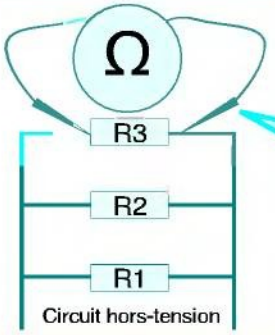


Il suffit de placer la pince autour de l'un des conducteurs qui alimentent le récepteur.

La mesure d'une résistance

La résistance se mesure aux bornes d'un récepteur obligatoirement hors tension à l'aide d'un ohmmètre.





Circuit hors-tension

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.

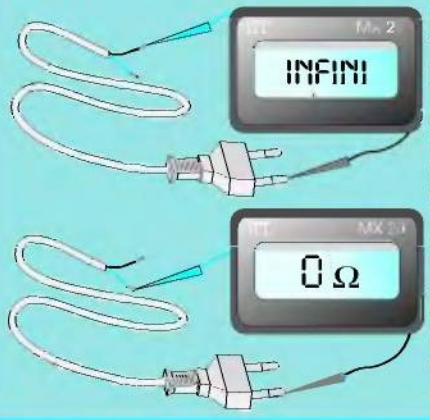
La mesure d'une continuité

Ce type de mesure permet de vérifier qu'un circuit n'est pas coupé (bobinage ou cordon d'alimentation). Elle 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.

sur la fonction continuité, signalée 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 ;
- 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.

Lors d'une mesure de continuité, la valeur 0 ohm indique que le courant passe et que le circuit n'est pas coupé. Une valeur infinie (∞) indique que le circuit est coupé.

La distribution de l'électricité

L'électricité domestique est fabriquée à partir de diverses énergies dans des centrales thermiques, hydroélectriques ou nucléaires. Elle est ensuite distribuée à travers le territoire par des lignes à haute tension. On utilise une tension élevée sur les grandes distances afin de limiter les pertes d'énergie (les pertes étant inversement proportionnelles à la tension).

La haute tension est ensuite abaissée grâce à des transformateurs afin d'obtenir un niveau adapaté aux installations domestiques ou industrielles.

Chaque abonné est ensuite raccordé sur une dérivation du réseau (figure 8), individuelle pour le raccordement d'un pavillon ou collective dans le cas d'un immeuble d'habitation. Dans ce dernier cas, chaque appartement dispose de sa propre dérivation reprise sur une colonne collective.

La dérivation peut être aérienne, souterraine ou aérosouterraine, en fonction de la distribution existante dans votre lieu d'habitation. Afin de protéger la dérivation et éviter que vous ne priviez tout le quartier d'électricité en cas de court-circuit, le distributeur installe un coupe-circuit à cartouches fusibles, calibrées en fonction de la puissance de votre abonnement. L'accès à ces fusibles vous est interdit, le coffret est plombé et seul le distributeur est habilité à les remplacer. De plus, ces fusibles sont d'un modèle spécial dont le démontage nécessite un outil spécifique.

L'électricité n'étant pas gratuite, la ligne passe ensuite par le compteur. Vous n'avez pas non plus accès aux raccordements effectués dans le compteur, également plombé.

Après le compteur se trouve le disjoncteur d'abonné. C'est l'appareil qui se déclenche lorsque vous provoquez un court-circuit. Il protège l'ensemble de l'installation de façon plus efficace que les fusibles du coupe-circuit général, comme nous le verrons plus loin.

Seule la partie supérieure du disjoncteur est plombée ; la partie inférieure est libre d'accès. C'est à partir de ce point que

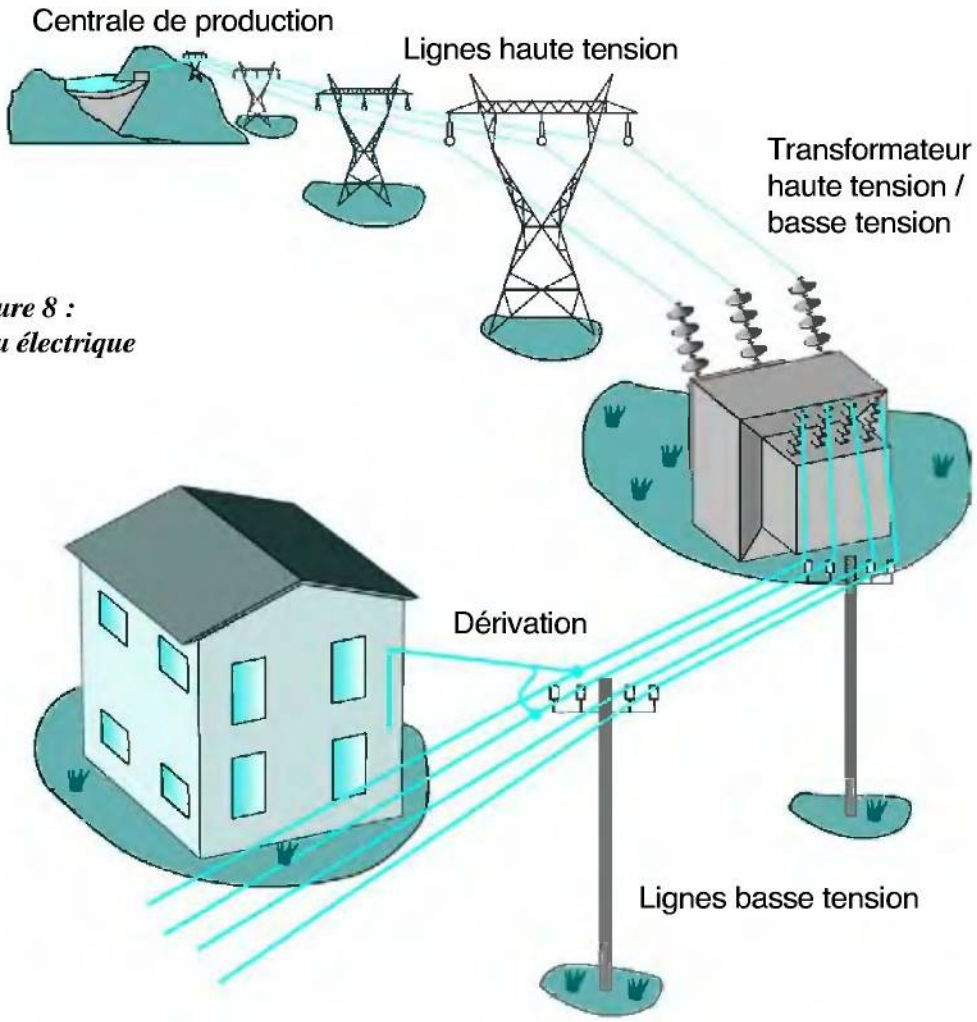


Figure 8 :
Le réseau électrique

commence votre installation privative et que vous êtes autorisé à intervenir.
Les emplacements des divers éléments énoncés ci-dessus peuvent différer, en maison individuelle ainsi qu'en immeuble collectif. La figure 9 présente les cas les plus souvent rencontrés. En maison individuelle, si l'installation est relativement récente, vous disposez d'un coffret accessible de la rue, renfermant le coupe-circuit et le compteur. Le disjoncteur est toujours situé dans l'habitation. Dans le cas d'installations plus anciennes, il est possible de trouver l'ensemble coupe-circuit, compteur et disjoncteur à l'intérieur de l'habitation.
Dans les immeubles collectifs récents mais antérieurs à 1996, seul le disjoncteur d'abonné est situé à l'intérieur du logement. Le compteur peut être situé dans les colonnes techniques du palier ou dans un local spécifique. Pour les immeubles antérieurs aux années 1950, le panneau de comptage, c'est-à-dire le compteur et le disjoncteur, est situé dans l'appartement et le coupe-circuit sur la colonne d'alimentation générale.

Depuis fin 1995, pour les installations neuves ou rénovées, EDF installe de nouveaux compteurs électroniques. Ces compteurs sont placés systématiquement à côté du disjoncteur d'abonné. Grâce à des touches de sélection, le compteur

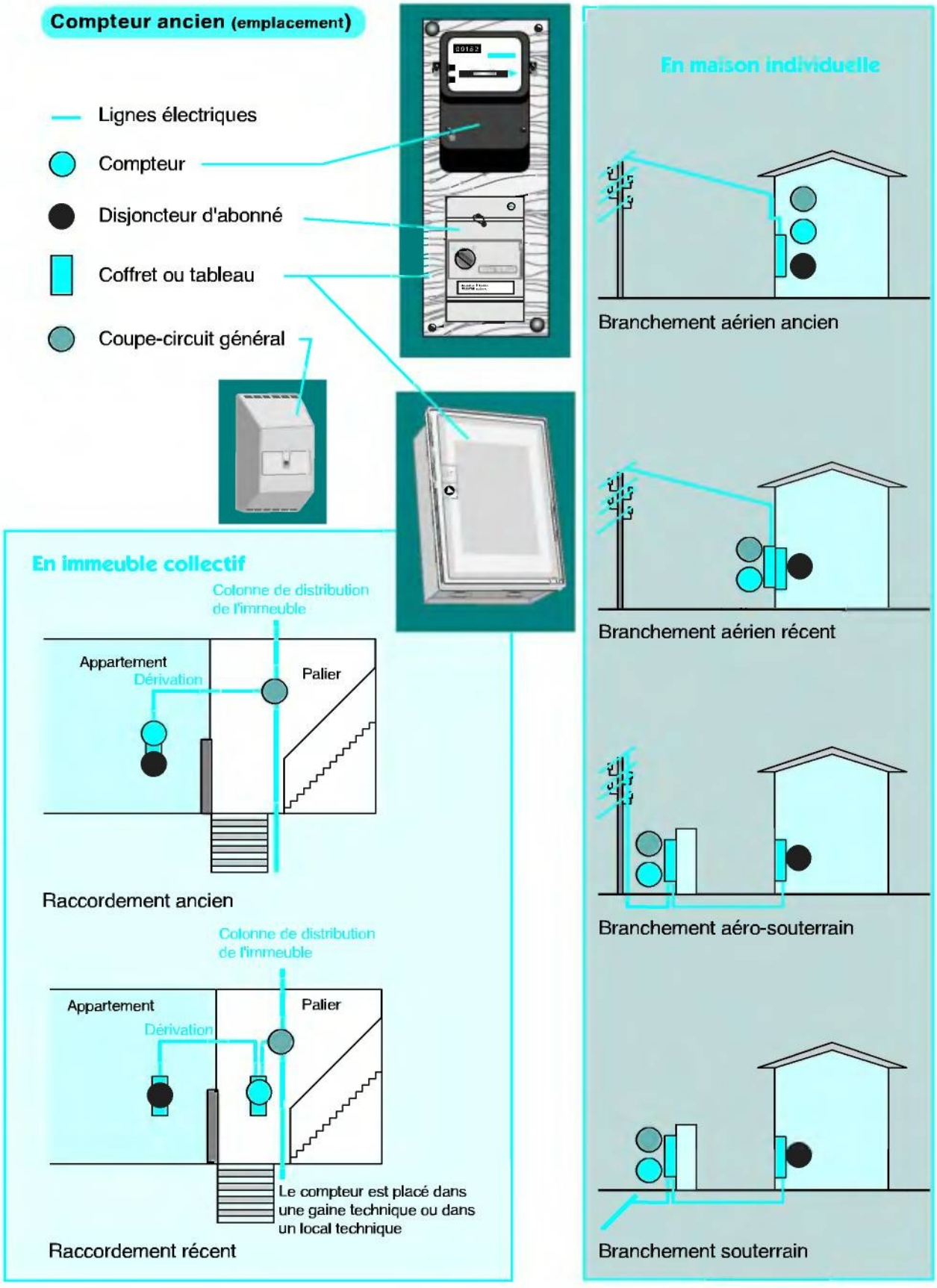


Figure 9 : Les emplacements du compteur et du disjoncteur

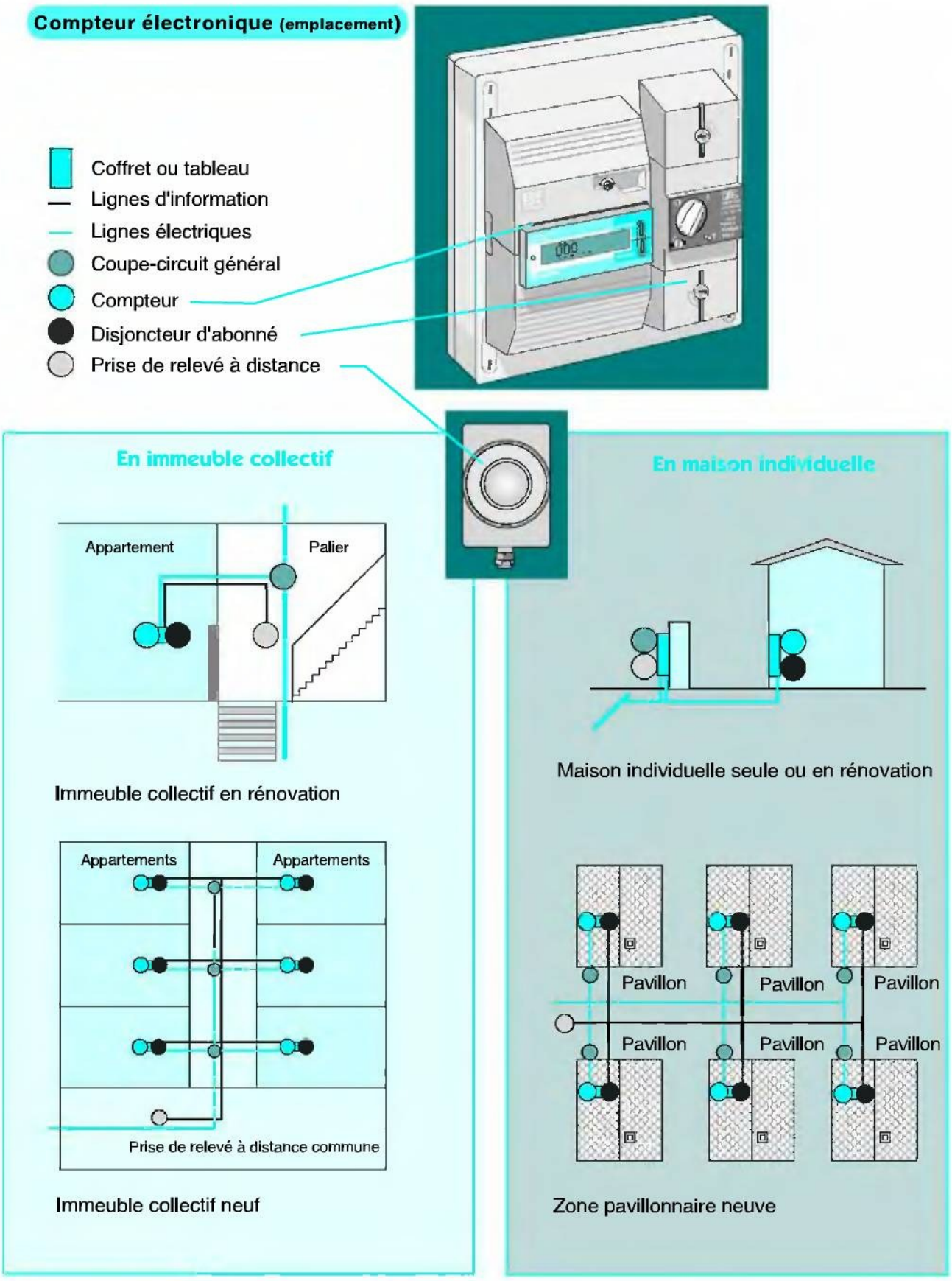


Figure 10 : Le compteur électronique et les prises de téléreport

électronique permet de connaître de nombreuses informations sur l'abonnement, la consommation, etc. Pour les relevés de consommation, EDF installe une prise de téléreport dans le coffret rue, pour les maisons individuelles, ou sur le palier pour les immeubles collectifs (les prises peuvent être regroupées dans un local spécifique). La figure 10 présente le compteur électronique et les prises de téléreport.

L'installation électrique

L'installation électrique comprend divers circuits partant tous du tableau de protection. L'alimentation générale du tableau est reprise sous le disjoncteur. Dans certaines installations anciennes, des lignes sont raccordées directement sous le disjoncteur. Cette solution n'est pas satisfaisante : il faut y remédier en intercalant un dispositif de protection.
Les circuits permettent d'acheminer l'électricité à chaque point d'utilisation. Ils sont constitués de conducteurs, c'est-à-dire des fils électriques et des câbles.
Certains circuits cheminent directement du dispositif de protection jusqu'au point d'utilisation : prise de courant, alimentation d'une plaque de cuisson, etc.
D'autres transitent par un dispositif de commande : interrupteur pour un éclairage, bouton-poussoir pour une sonnette, etc.
D'autres encore disposent de deux circuits :
— un circuit de commande ;
— un circuit de puissance.

Le circuit de commande, indépendant du circuit de puissance, donne des ordres à ce dernier par l'intermédiaire d'un contact électrique. Dans ce cas, on est en présence de deux circuits interdépendants dotés d'un dispositif de commande. C'est le cas d'un télérupteur ou d'un contacteur pour un chauffe-eau.

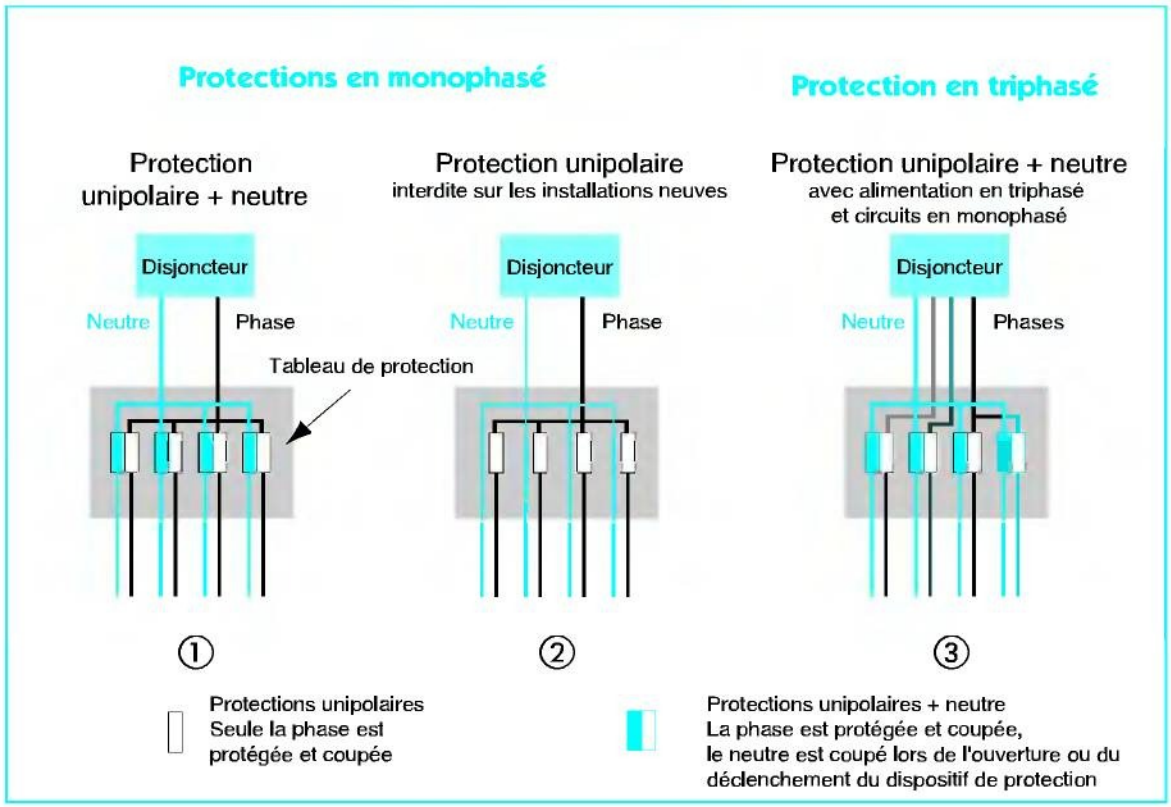
Plus le circuit électrique est complexe, plus le risque de panne augmente et plus la réparation est compliquée. La figure 11 illustre les différents types de circuits.

Vous remarquerez figure 11 (1) que les deux fils d'alimentation provenant du disjoncteur transitent par les dispositifs de protection. Si vous ouvrez l'un des coupe-circuits ou lorsque le disjoncteur divisionnaire se déclenche, la phase et le neutre sont coupés. La phase seule est protégée ; le neutre est coupé mécaniquement lors de l'ouverture du coupe-circuit ou du déclenchement du disjoncteur. Ce type de protection est appelé une protection unipolaire + neutre ou à coupure phase + neutre.
Les coupe-circuits en porcelaine d'antan disposaient d'un fusible pour le neutre et d'un fusible pour la phase : on appelle cela la protection bipolaire. Ce type de protection n'est plus admis pour les installations domestiques.

Dans certaines installations anciennes, seule la phase était protégée et coupée : il s'agissait de la protection unipolaire (2). Cette solution de protection est désormais interdite.

Quand les circuits électriques comprennent un dispositif de commande, par exemple un interrupteur, c'est toujours le conducteur de phase (5) qui est coupé par le dispositif.
Dans le cas d'un circuit asservi (6), par exemple avec un contacteur, le neutre et

Les types de protection



Les types de circuit

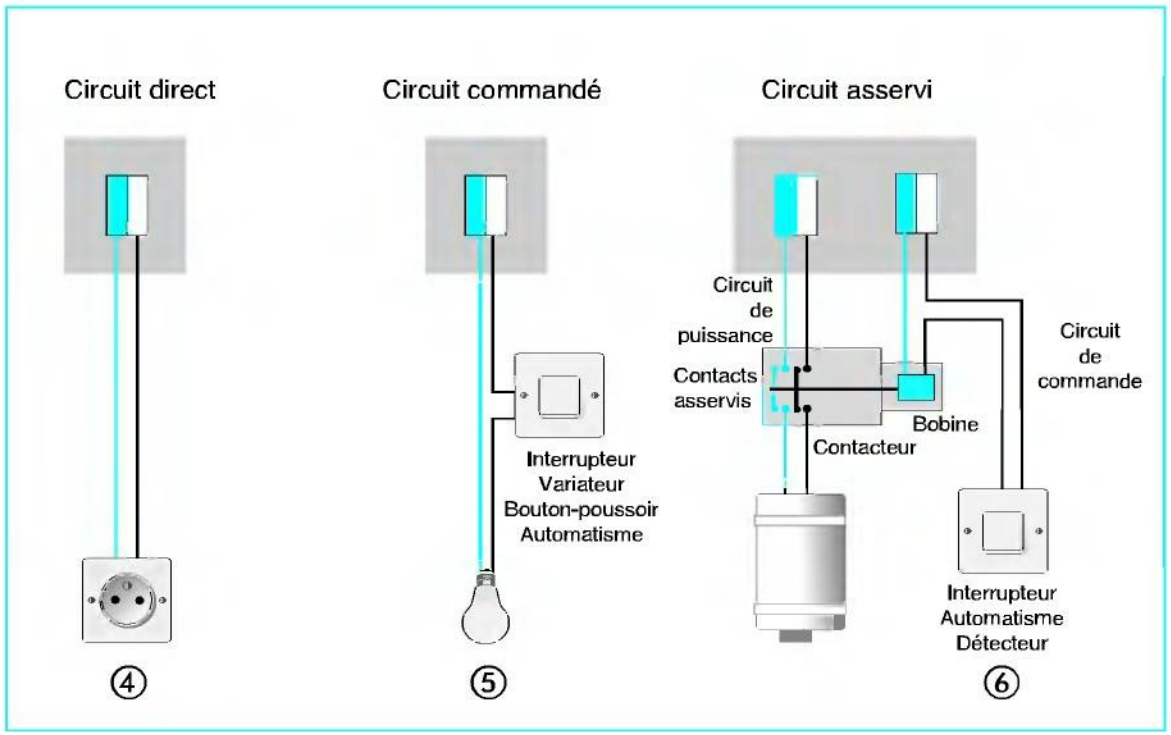


Figure 11 : Les circuits électriques types

la phase sont coupés en même temps. En effet, il est interdit de couper le neutre sans la phase ; en revanche, on peut couper la phase sans le neutre.
La couleur des conducteurs électriques est désormais normalisée :
— bleu pour le neutre ;
— vert et jaune pour le conducteur de protection (terre) ;
— toutes couleurs sauf le bleu, le vert et jaune, le vert ou le jaune pour la phase. En règle générale, on utilise le rouge, le noir ou le marron.

Attention ! Lorsque vous intervenez sur une installation ancienne, ne vous fiez pas à ce code de couleurs : vous risqueriez des déboires : une phase en vert et jaune, par exemple. Sachez aussi qu'autrefois les conducteurs de protection (terre) furent noirs, puis devinrent rouges. Mais si vous faites des transformations respectez le code en vigueur actuellement.
La section des conducteurs électriques est normalisée en fonction de la puissance des circuits qu'ils alimentent. Ce point est développé dans le chapitre consacré aux conducteurs d'alimentation.

Les risques

L'électricité, rappelons-le, est très 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 ;
- 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.

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 :

Les contacts directs : ils sont caractérisés par le contact direct du corps humain avec un conducteur sous tension et le sol.
Les contacts indirects : ils 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.

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.

Mais sachez qu'une tension supérieure à 25 V en alternatif dans de mauvaises conditions peut être mortelle. De même, avec le courant domestique, une intensité supérieure à 40 mA (mil-

liampères) provoque la mort. Donc en électricité, la principale règle à respecter est la sécurité.

Le court-circuit

En courant alternatif, un court-circuit est dû à un contact accidentel entre phase et neutre ou, dans le cas d'une installation en triphasé, entre deux phases. En continu, un court-circuit se produit lorsque les deux polarités entrent en contact. Ce phénomène peut être provoqué par le branchement d'un appareil défectueux, par une ampoule électrique qui « grille », par la présence d'eau sur les lignes électriques, etc.
Lors d'un court-circuit, le contact accidentel entre les deux conducteurs provoque une forte augmentation de l'intensité en un temps très bref. Si l'on se réfère à la loi d'Ohm applicable au courant continu (U = R x I, donc I = U ÷ R), la résistance entre les conducteurs (R) devenant presque nulle, la tension étant constante, on peut estimer l'importance de l'intensité d'un court-circuit. L'intensité est limitée par la puissance du générateur et la faible résistance de la ligne.

Exemple : considérons un circuit alimentant en 220 V continu une ampoule de 100 W. L'intensité consommée en régime normal est de 0,45 A (I = P/U). Imaginons un court-circuit qui fait chuter la résistance des lignes à 0,05 ohm. L'intensité du court-circuit pourrait atteindre 4 400 ampères (220/0,05). La figure 12 présente la courbe de la progression de l'intensité dans le court-circuit de cet exemple.

En courant alternatif, le phénomène est plus complexe du fait de l'oscillation de

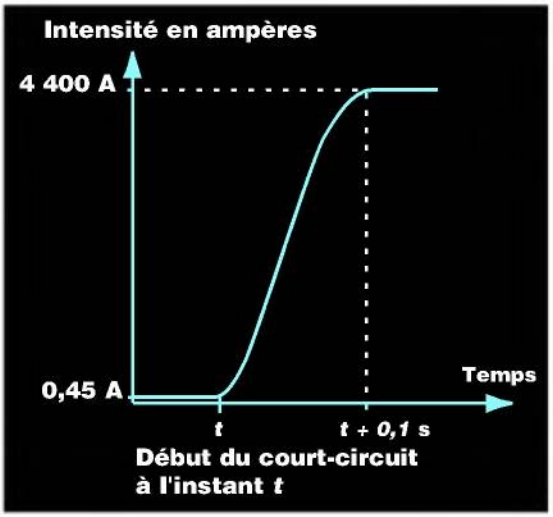


Figure 12 : Le court-circuit en courant continu

la tension mais le résultat est similaire. La forte augmentation de l'intensité produite lors du court-circuit se traduit par une brusque et importante augmentation de la température des conducteurs. Cette température élevée a pour effet de modifier les propriétés du métal constituant les conducteurs, de détruire l'isolant et d'échauffer le support des lignes (moulure en bois, gaines) ainsi que leur envi-

Figure 13 : Le court-circuit

ronnement (tissus muraux, par exemple), ce qui entraîne des risques d'incendie.

C'est pourquoi il est primordial de pouvoir couper l'alimentation du circuit le plus rapidement possible, d'où l'importance du rôle des dispositifs de protection.

La surcharge

La surcharge est due au passage d'une intensité trop importante par rapport au diamètre des conducteurs. On peut distinguer deux sortes de surcharge : les surcharges normales et les surcharges anormales.
Les surcharges normales apparaissent lors de la mise en marche de moteurs, de transformateurs ou de tubes fluorescents. Il se produit alors une surintensité égale à plusieurs fois l'intensité normale consommée par ces appareils. Mais la pointe est de courte durée, donc normale et non dangereuse.

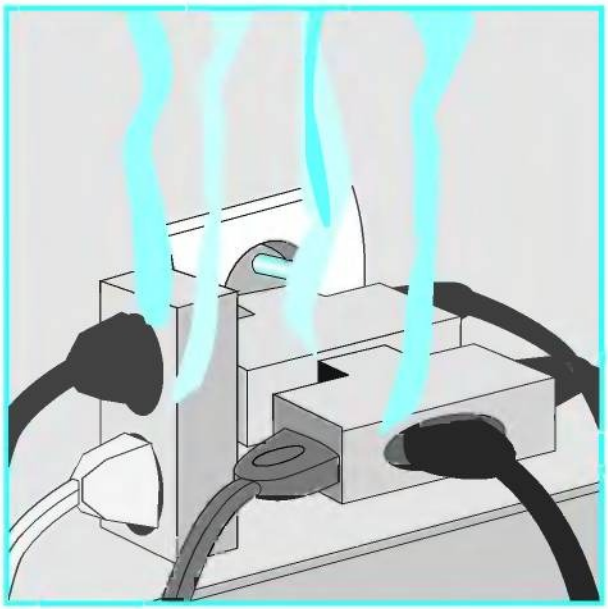


Figure 14 : La surcharge

Les surcharges anormales se produisent, par exemple, lorsque l'on raccorde trop d'appareils sur une même ligne. Les conséquences sont alors identiques à celles d'un court-circuit, à savoir : échauffement des conducteurs, destruction de l'isolant et échauffement des supports. L'intensité est évidemment inférieure à celle d'un court-circuit mais le phénomène pouvant durer, le danger d'incendie est non négligeable.

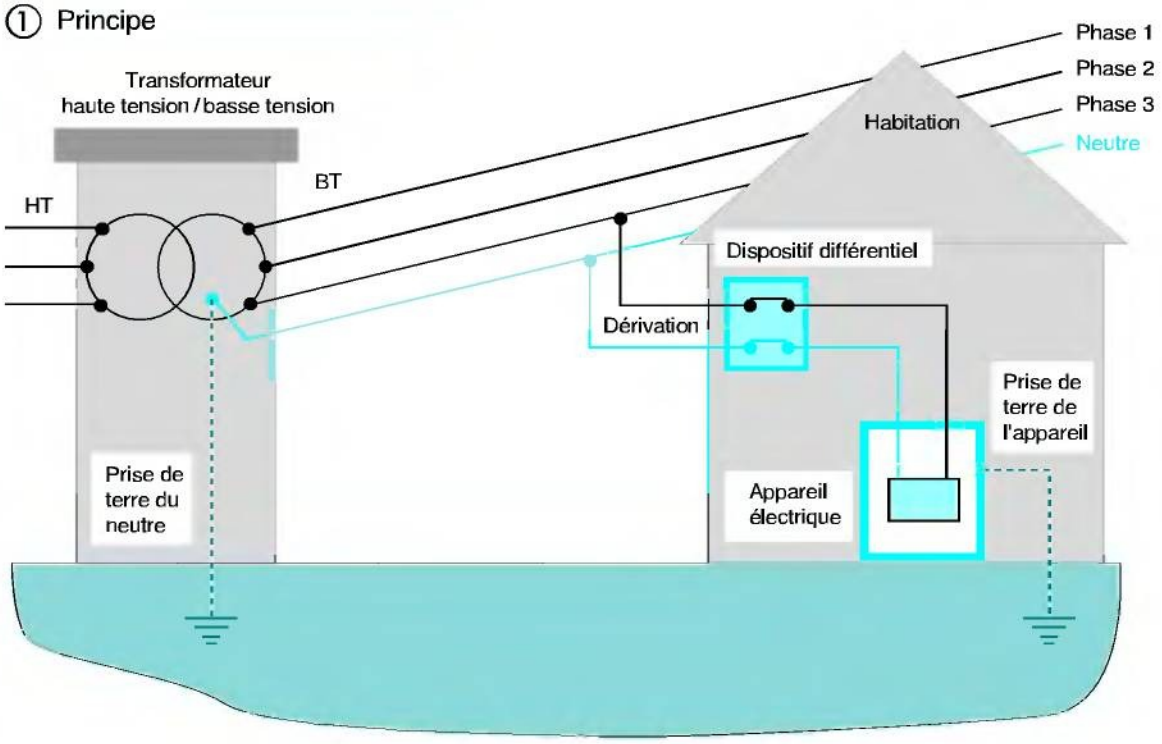
Pour remédier à ce problème, on a recours à des dispositifs de protection interdisant de dépasser une certaine intensité selon le diamètre des conducteurs des lignes électriques. Ce même diamètre détermine également l'intensité maximale à ne pas dépasser, comme nous le verrons plus loin.

Le défaut d'isolement

Le défaut d'isolement est dû à un endommagement de l'isolant sur un ou plusieurs conducteurs de phase. Un défaut sur plusieurs conducteurs peut se traduire par un court-circuit direct, par exemple si les fils se touchent ou s'ils sont très proches l'un de l'autre en présence d'humidité.
Un défaut sur un conducteur de phase peut se traduire par une perte de courant. Ce problème peut se produire au niveau des lignes de l'installation mais aussi sur des appareils ménagers si le conducteur endommagé vient toucher la carcasse métallique de l'appareil. Pour comprendre ce phénomène, il faut revenir à la distribution de l'électricité. Le plus souvent, le courant dont vous disposez provient d'un réseau avec neutre à la terre (figure 15). Si l'isolant d'un conducteur de phase est endommagé et qu'il entre en contact avec la terre, il

Le régime du neutre à la terre

① Principe



② En cas de défaut d'isolement

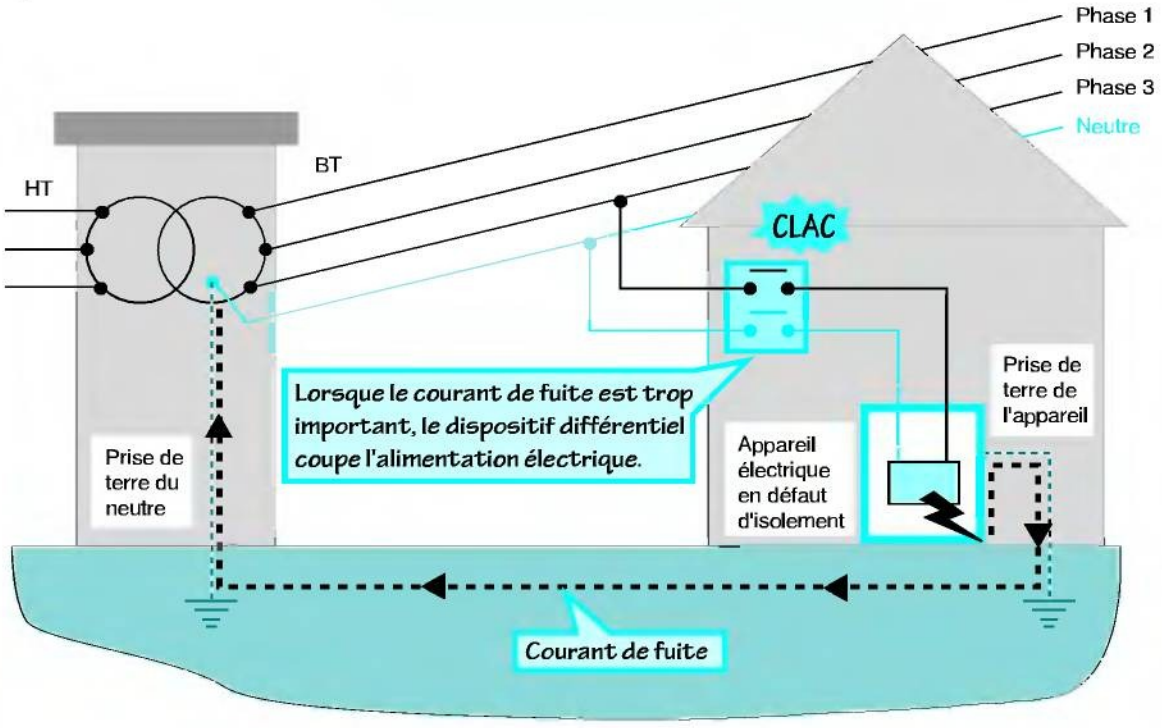
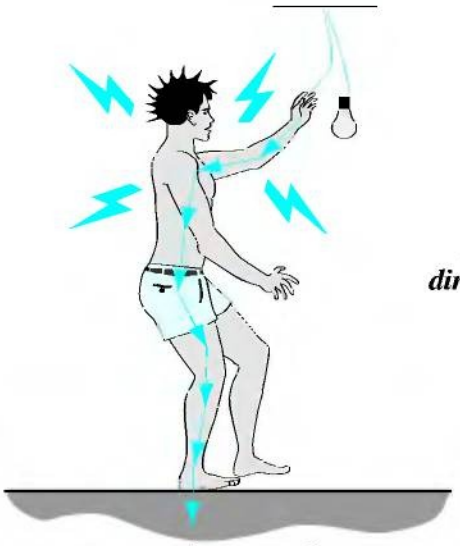


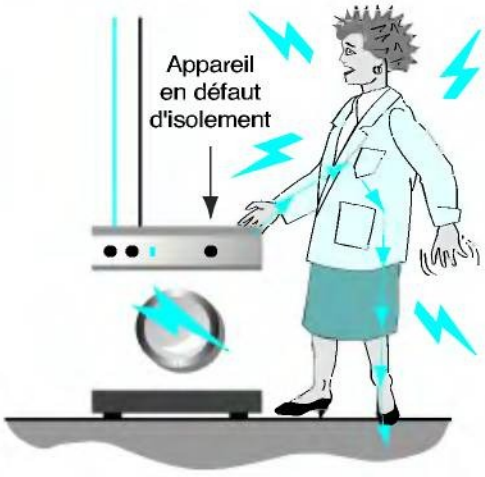
Figure 15 : Le régime du neutre à la terre

va directement rejoindre le potentiel de neutre, d'où une sorte de court-circuit à travers la terre.
Grâce à sa fonction différentielle, le disjoncteur d'abonné élimine ce risque en coupant l'alimentation générale de l'installation lorsque la perte de courant dépasse un certain seuil. Il n'est malheureusement pas très sensible et, pour améliorer la sécurité, la norme régissant les installations électriques à basse tension NF C 15-100 *Installations électriques à basse tension* exige désormais l'installation de dispositifs différentiels à haute sensibilité (30 mA) afin de limiter les pertes de courant à cette valeur très faible. Ils améliorent la sécurité en minimisant les risques d'électrocution.

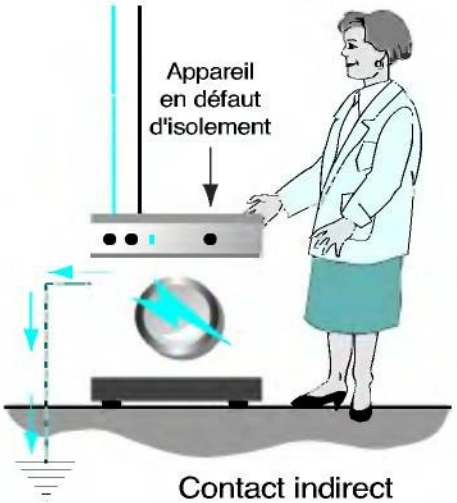
Les effets des défauts d'isolement peuvent être très dangereux, surtout lorsqu'une personne entre en contact avec un conducteur, une gaine métallique ou un appareil électroménager défectueux. On peut considérer deux cas : les contacts directs et les contacts indirects (figure 16). Les contacts directs se produisent lorsqu'une personne touche directement un conducteur de phase privé d'isolant ou dont l'isolant est détérioré. Le courant électrique traverse le corps pour rejoindre la terre, d'où un risque d'électrocution. Ce cas n'est pas à proprement parler un défaut d'isolement mais il en caractérise très bien les effets.
Les contacts indirects se produisent lorsqu'un conducteur endommagé entre en contact avec la carcasse métallique d'un appareil électroménager. On peut considérer ici aussi deux cas de figure :
— l'appareil est relié à une prise de terre. La perte de courant transite directement par le fil de terre. Si elle est trop importante, le dispositif de protection se déclenche ;



Contact direct
(contact avec un conducteur dénudé)



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



Contact indirect
(appareil relié à la prise de terre)

Figure 16 :
Les contacts directs et indirects

— l'appareil n'est pas relié à une prise de terre ou il est relié à une prise de terre non conforme. Le courant est isolé vis-à-vis de la terre, par les pieds de la machine, mais lorsque l'on touche la carcasse de l'appareil, la perte de courant, ou courant de fuite, transite par le corps pour rejoindre la terre.

On comprend, notamment pour ce type de défaut, l'importance des dispositifs de protection. La prise de terre est également très importante. Le conducteur de terre est désormais exigé pour toutes les lignes électriques, y compris pour les circuits d'éclairage et les prises de courant dans toutes les pièces.

Le défaut d'isolement est la panne la plus difficile à déceler et à résoudre. Le défaut peut être fluctuant ou intermittent, par exemple sous l'influence de l'humidité. Il ne se traduit pas toujours par le fait que vous sentiez du courant en touchant un appareil. Un simple clou planté par mégarde dans une canalisation électrique encastrée dans un mur légèrement humide peut être suffisant. L'humidité du mur suffira à conduire le courant de fuite jusqu'à la terre et à provoquer le défaut. Vous avez peu de risques de toucher le clou mais le disjoncteur d'abonné ou le dispositif différentiel haute sensibilité (si vous en êtes équipé) se déclencheront intempestivement et une longue enquête sera alors nécessaire pour retrouver le clou fautif !

La surtension

Les surtensions les plus importantes sont produites par l'électricité atmosphérique, c'est-à-dire la foudre (figure 17). La fou-

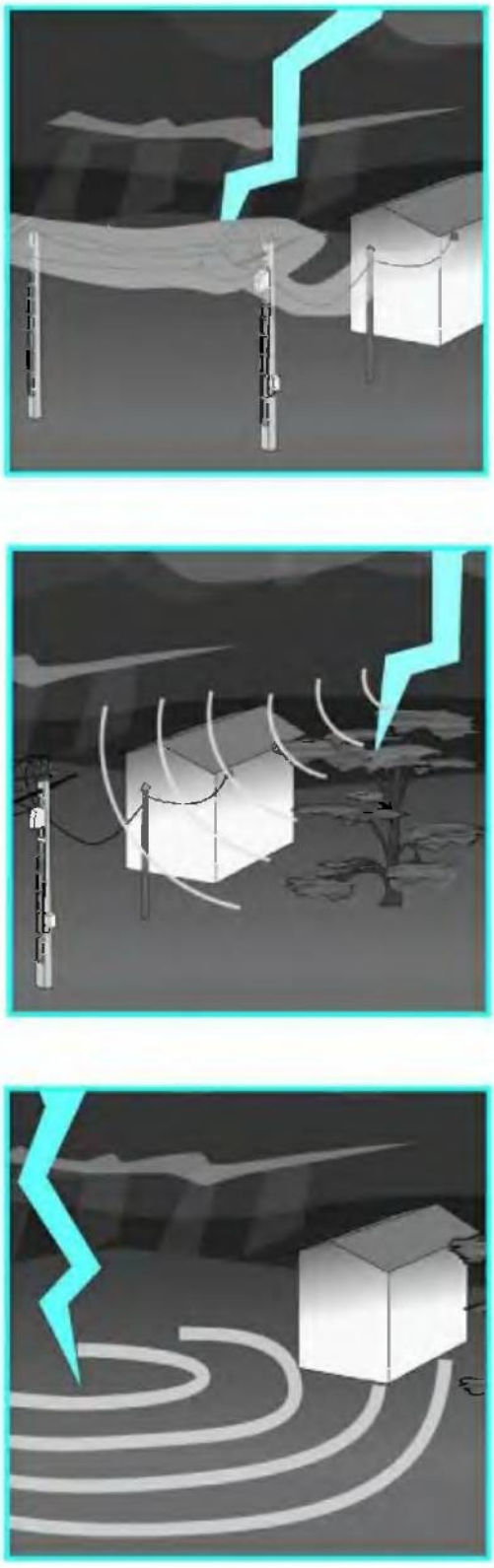


Figure 17 : Les surtensions dues à la foudre

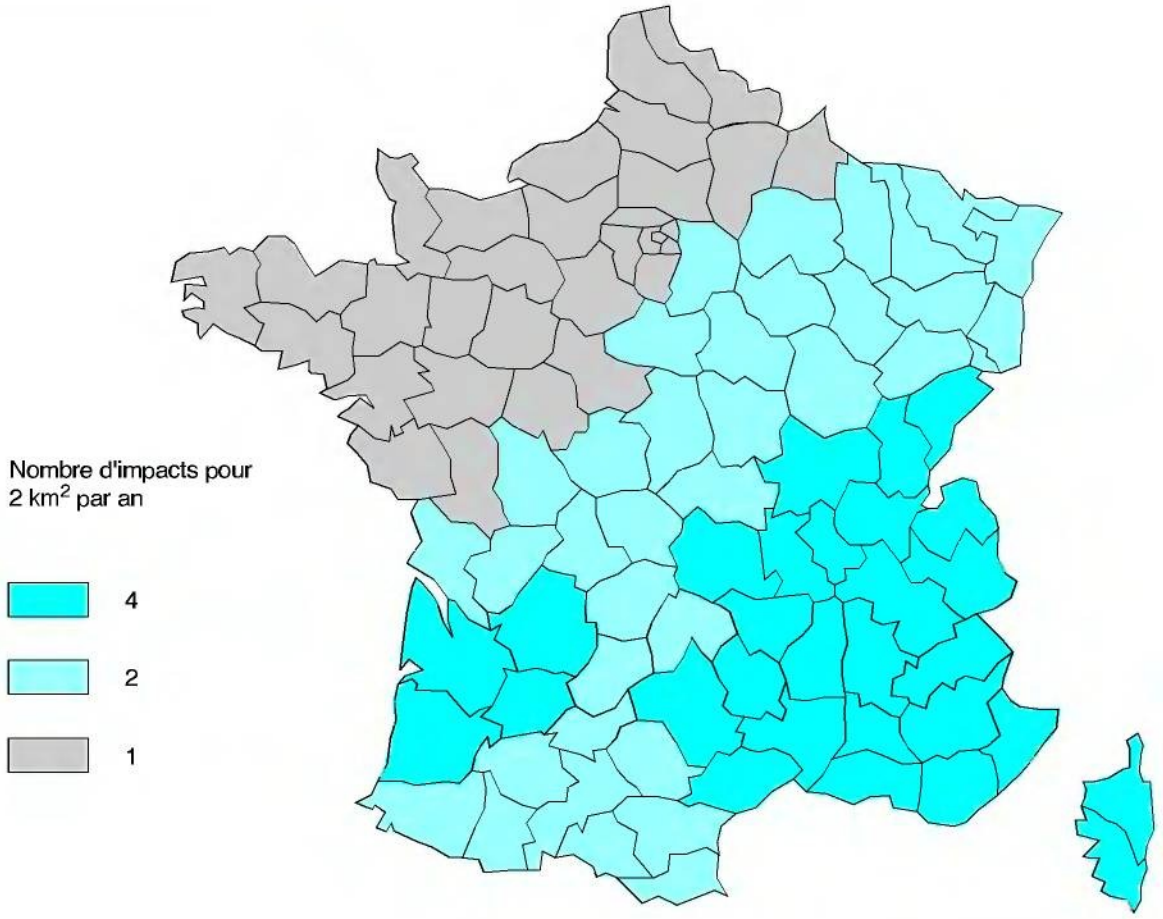


Figure 18 : Les départements où le parafoudre est obligatoire

dre peut tomber directement sur une ligne aérienne, ce qui est assez rare. Elle crée alors une surtension qui peut atteindre 5 millions de volts et qui se déplace sur la ligne à la vitesse de la lumière. Elle peut aussi, en tombant à proximité d'une ligne et par effet magnétique, créer une surtension qui peut dépasser 400 000 volts et se propager dans les lignes.
Afin de remédier à ces phénomènes, le distributeur (EDF ou autre) met en œuvre de nombreux procédés permettant d'éviter que la surtension due à la foudre ne vienne endommager les installations raccordées au réseau. Mais le risque n'est pas totalement écarté, en particulier si la foudre tombe à proximité de votre dérivation.

Dans certaines régions pour les habitations alimentées par des lignes aériennes, la norme NF C 15-100 *Installations électriques à basse tension* recommande l'installation de parafoudres dans les installations privatives. La figure 18 présente en bleu (niveau 4) les départements où l'installation d'un parafoudre est obligatoire dans les habitations neuves ou rénovées.

Si vous désirez vous protéger de la foudre, sans toutefois réaliser des travaux sur votre installation, sachez qu'il existe des adaptateurs ou des blocs multiprises équipés de parafoudres, destinés à la protection des matériels sensibles (informatique, hi-fi, vidéo, télévision).

Faut-il rénover ?

La plupart des installations électriques anciennes ne sont plus aptes à supporter les appareils modernes que nous sommes amenés à raccorder. Souvent, elles n'étaient prévues que pour l'éclairage et quelques petits appareils de faible consommation. Ces installations ne se trouvent plus du tout 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. Les moyens de protection étaient assez rudimentaires : par exemple, il n'y avait pas de prise de terre.
Ces quelques remarques semblent évidentes mais beaucoup n'en ont pas conscience. On pense à refaire les peintures mais rarement l'installation électrique, partant du principe que tant que cela fonctionne, il n'y a pas de problèmes (jusqu'à ce qu'ils arrivent !).
La rénovation de votre installation va vous permettre de disposer de circuits adaptés à vos appareils, d'avoir des prises de courant en nombre suffisant et placées aux endroits qui vous sont les plus utiles (avec la prise de terre et des protections désormais obligatoires pour les enfants), d'avoir des éclairages qui mettent en valeur votre intérieur, d'être en parfaite sécurité et souvent de réaliser des économies.
De plus, le matériel actuel est beaucoup plus performant et il supportera mieux le poids des années. Il faut savoir que les travaux sur une installation électrique ne tolèrent ni l'à-peu-près ni le mauvais bricolage.
Il existe désormais des règles très strictes qu'il est obligatoire de respecter. Sachez que ces règles ne sont pas imposées pour vous importuner. 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, si vous rénovez votre logement ou si vous aménagez une extension (aménagement de combles), la nouvelle norme s'applique de fait.

Rénovation partielle, totale ou extension ?

C'est un choix qu'il est difficile de faire à votre place. Cela dépend du temps et des moyens dont vous disposez. Sachez tout de même qu'une rénovation totale vous apportera la tranquillité et la sécurité pour bon nombre d'années. De plus, si elle est effectuée conjointement à d'autres travaux de rénovation, la gêne sera beaucoup moins importante et les travaux plus faciles à réaliser.

Sachez que le fait de remplacer de vieux interrupteurs ou prises de courant ne constitue pas une rénovation partielle : en effet, peu de problèmes seront résolus en conservant les vieilles lignes.
Vous pouvez réaliser une rénovation partielle en suivant le plan dans la deuxième partie, établi par étapes. Vous pourrez avancer progressivement afin d'arriver à un résultat cohérent.

En rénovation partielle, le premier organe que l'on peut envisager de remplacer est le tableau de répartition (les fusibles) ; c'est le gendarme et le cerveau de l'installation ; il veille à votre sécurité.
La deuxième étape consiste à rénover différentes lignes d'alimentation (du couloir, de l'entrée).

Par la suite, vous pourrez rénover pièce par pièce en vous raccordant sur les nouvelles lignes passées précédemment.
Si vous n'envisagez qu'une extension (création d'une nouvelle pièce, par exemple), vous devrez vous raccorder directement sur le tableau de protection et respecter toutes les normes dans cette installation.

Respectez la chronologie habituelle des travaux. Les travaux d'électricité n'interviennent pas à n'importe quel moment dans un projet. Ils doivent intervenir avant la pose des isolants et des doublages, avant le coulage d'une chape ou la réalisation des faux plafonds.

La conformité

Norme NF C 15-100 Installations électriques à basse tension

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 sera 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.

Des règles beaucoup plus strictes sur la sécurité ont été définies. Toutes les installations électriques neuves ou rénovées doivent obligatoirement satisfaire à cette nouvelle norme. Cet ouvrage tient compte de toutes les dispositions qu'elle définit.

Guide UTE C 90-483 Câblage résidentiel des réseaux de communication

Avec l'accroissement des communications, des applications multimédias, bureautiques et informatiques, les bâtiments à usage résidentiel demandent 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 régit tous ces services et applications. Cet ouvrage en tient également compte.

Consuel

Dans le but de 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 d'une vérification de vos travaux.
Lors d'une rénovation totale, quand l'on a besoin d'être raccordé au réseau public, le distributeur exigera une attestation de conformité délivrée par le Consuel de votre région.

Si vous avez besoin d'électricité pour exécuter vos travaux, votre distributeur peut vous proposer un raccordement

Nom et adresse du demandeur à qui sera retournée l'attestation (propriétaire ou installateur)

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.

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 si pas de chauffage électrique.

Ces deux rubriques doivent faire apparaître les travaux neufs que vous avez réalisés et dont vous prenez la responsabilité

Figure 19 : Exemple d'attestation de conformité

INSTALLATION DOMESTIQUE ○

CHAUFFAGE ELECTRIQUE ○

RAPPORT CONSUEL

BATIMENT D'HABITATION

INSTALLATEUR: _____

DOSSIER CONSUEL N° _____

CHANTIER _____

Pour chaque prescription porter une croix dans C (conforme) ou NC (non conforme) - Prescription sans objet : barrer les 2 colonnes C et NC

PRESCRIPTIONS	DDM. C	DDM. NC	C. ELEC. C	C. ELEC. NC
PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS	☐	☐	○	○
PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS				
Bâtiment				
• Liaison équipotentielle principale reliée au conducteur de protection	☐	☐		
– entre canalisations métalliques d'alimentation, eau, gaz... éléments conducteurs du bâtiment	☐	☐		
• Toutes canalisations électriques avec conducteur de protection	☐	☐	○	○
• Tous socles 2P + T	☐	☐		
– reliés au conducteur de protection	☐	☐		
– protégés par dispositif différentiel ≤30 mA	☐	☐		
• Appareils électriques de Classe I reliés au conducteur de protection	☐	☐	○	○
Salle d'eau				
• Liaison équipotentielle reliée au conducteur de protection	☐	☐		
– entre canalisations métalliques (eau froide, chaude, vidange, chauffage gaz...), corps des appareils sanitaires métalliques, autres éléments conducteurs (huisseries...)	☐	☐		
• Dispositif différentiel ≤ 30 mA	☐	☐	○	○
• Volume 0 - 1	☐	☐	○	○
• Volume 2 : socles 2P avec transformateur radiateurs électriques ⚠ autres appareils électriques Classe II et IPx3 ou ⚠	☐	☐	○	○
• Volume 3 : appareils électriques IPx1 ou 💧	☐	☐	○	○
SÉPARATION DES FONCTIONS				
• Foyers lumineux, PC, radiateurs électriques sur circuits distincts	☐	☐	○	○
• 8 points d'utilisation au maximum par circuit	☐	☐		
• 5 radiateurs au maximum par circuit chauffage électrique			○	○
COMMANDE				
• Coupure générale	☐	☐	○	○
• Chauffage électrique			○	○
• Groupe de ventilation mécanique contrôlée	☐	☐		
PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS				
• Protection à l'origine de chaque circuit	☐	☐	○	○
– sur conducteur de phase	☐	☐	○	○
• Calibre des dispositifs de protection :				
– pour conducteur 1,5 mm²	☐	☐	○	○
– pour conducteur 2,5 mm²	☐	☐	○	○
– pour conducteur 4 mm²	☐	☐	○	○
– pour conducteur 6 mm²	☐	☐	○	○
SECTION MINIMALE DES CONDUCTEURS				
Conducteurs actifs installation domestique				
• Circuits éclairages : 1,5 mm²	☐	☐		
• Circuits prises 10/16 A : 2,5 mm²	☐	☐		
• Circuits monophasés prise 20 A : 4 mm²	☐	☐		
• Circuits monophasés prise ou boîtes 32 A : 6 mm²	☐	☐		
• Autres circuits	☐	☐		
Conducteurs actifs installation chauffage électrique				
• 1,5 mm² pour circuit intérieur à 2,3 kW mono			○	○
• 2,5 mm² pour circuit intérieur à 4,6 kW mono			○	○
• 4 mm² pour circuit inférieur à 5,8 kW mono			○	○
• 6 mm² pour circuit inférieur à 7,3 kW mono			○	○
Conducteurs de protection				
• Égale à celle des conducteurs actifs	☐	☐	○	○
• 4 mm² (sans protection mécanique) pour conducteurs actifs 2,5 mm²	☐	☐	○	○
• Liaison équipotentielle principale	☐	☐		
Conducteurs de terre (protégé : 16² Cu - nu : 25² Cu, 50² Fe-Al)				
• Entre prise de terre et borne de terre	☐	☐	○	○
CONFORMITÉ DU MATÉRIEL				
Appareillage : posé ☐ non posé ☐ en cours de pose ☐				
• Canalisations - coupe circuits - disjoncteurs	☐	☐	○	○
• P.C. 10/16 A à obturateurs, P.C. 20A, 30A, interrupteurs	☐	☐		
• Radiateurs électriques			○	○

PRESCRIPTIONS	DDM. C	DDM. NC	C. ELEC. C	C. ELEC. NC
MISE EN ŒUVRE				
• Tableaux de protection (emplacement, hauteur)	☐	☐	○	○
• Repérage des conducteurs et des circuits	☐	☐	○	○
• Sectionnement du neutre à l'origine de chaque circuit	☐	☐	○	○
• Interrupteurs sur conducteurs de phase	☐	☐	○	○
• Modes de pose et choix des canalisations :				
– apparentes - non apparentes	☐	☐	○	○
– continuité de la protection mécanique	☐	☐	○	○
• Coefficient de remplissage des conduits	☐	☐	○	○
• Accessoires - boîtes - connexions	☐	☐	○	○
• Radiateurs électriques connectés sans P.C.	☐	☐	○	○
MESURES				
• Continuité des conducteurs de protection	☐	☐	○	○
• Valeur de la résistance de terre Ω :	☐	☐	○	○
• Courant nominal de déclenchement différentiel mA	☐	☐	○	○
• Valeur de la résistance d'isolement (min. 500 000 Ω) :				
– entre conducteurs MΩ :	☐	☐	○	○
– entre conducteurs et terre MΩ :	☐	☐	○	○

Précisions éventuelles : _____

Rapport établi par M. _____

Le : _____ Signature :

En présence de M. _____ installateur (ou son représentant)

Signature :

SPECIMEN

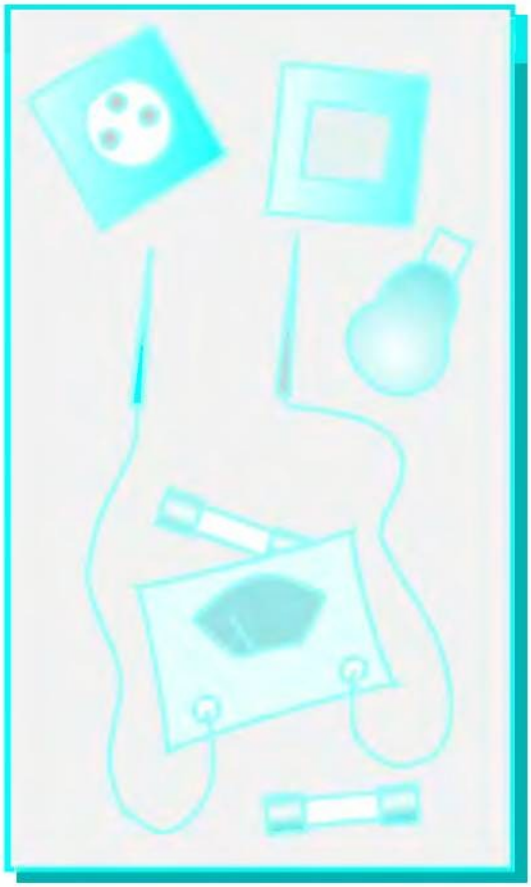
Figure 20 : Exemple de rapport de visite du Consuel

provisoire pour la durée des travaux. Le raccordement définitif ne sera réalisé qu'après l'obtention de l'attestation de conformité (figure 19).

Vingt jours avant la date prévue de mise sous tension par votre distributeur, vous devez transmettre à la direction régionale du Consuel votre attestation de conformité dûment remplie et signée par vous-même ou par l'installateur. Le formulaire de l'attestation de conformité doit être commandé à la direction nationale et accompagné de votre participation forfaitaire aux frais de contrôle fixée par arrêté ministériel (environ 100 €). 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 notification des non conformités relevées (figure 20).

En cas de non conformités relevées, vous devez effectuer les travaux nécessaires, puis envoyer une déclaration écrite à votre direction régionale du Consuel mentionnant avec précision les modifications effectuées. Si votre courrier est suffisamment motivé, le Consuel peut apposer directement son visa et vous renvoyer l'attestation. Si votre courrier est insuffisant ou si les non conformités étaient nombreuses, une nouvelle visite de contrôle est déclenchée. Attention ! la contre-visite est facturée plus cher que la première (environ 150 €). Si le chantier était inaccessible ou pas assez avancé le jour de la première visite, celle-ci sera tout de même facturée.
On comprend facilement qu'il est nécessaire de bien réaliser son installation dès le départ afin de s'éviter des soucis et des frais inutiles. N'essayez pas de bricoler votre installation en pensant que cela ne se verra pas, les vérificateurs du Consuel connaissent très bien leur métier.

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 équipements électriques

Après les notions de base en électricité, nous allons aborder une partie théorique. Il ne faut pas vous lancer dans la réalisation de votre installation sans savoir exactement comment procéder. Il est nécessaire d'étudier vos besoins afin de réaliser l'installation électrique qui sera la mieux adaptée à votre logement, à vos désirs, à votre mode de vie et au niveau de confort recherché. Nous passerons en revue tout ce que l'on peut réaliser, afin de vous offrir le plus grand choix possible. Si un montage vous plaît mais que vous le trouvez trop onéreux, par exemple pour l'instant, prévoyez-le quand même. Il est beaucoup moins cher et plus simple de préparer les lignes 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 votre 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 dorénavant des équipements minimaux pour chaque pièce.

Déterminez vos besoins

Nous allons à présent dresser la liste des réalisations à prévoir en fonction de vos besoins. Certaines sont obligatoires pour la sécurité et la conformité de l'installation, d'autres relèvent de l'esthétique et du niveau de confort recherché.

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 16), 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.

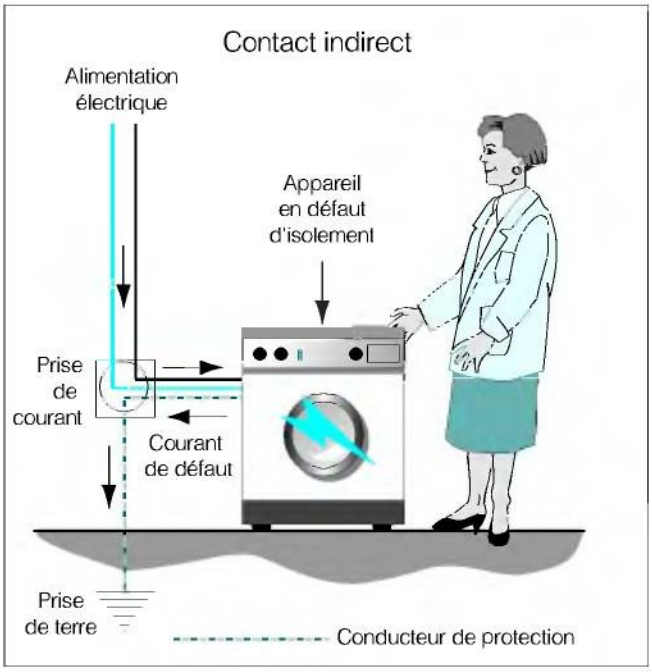


Figure 21 :
Le principe de la mise à la terre

Si vous habitez en appartement, renseignez-vous auprès du syndic de copropriété pour savoir si l'immeuble est équipé d'une distribution de terre. Vous pouvez aussi inspecter votre 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 *verte* et *jaune*. Si cette distribution n'existe pas, il faudra en demander l'installation par lettre recommandée adressée à votre syndic, afin d'engager sa responsabilité. Dans votre 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 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.

Si vous résidez en maison individuelle et que vous ne disposez pas de prise de terre, il faudra en créer une comme

indiqué dans la deuxième partie. Elle devra être parfaitement conforme et sa résistance mesurée.

Éclairage

L'éclairage est un élément 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 22) :

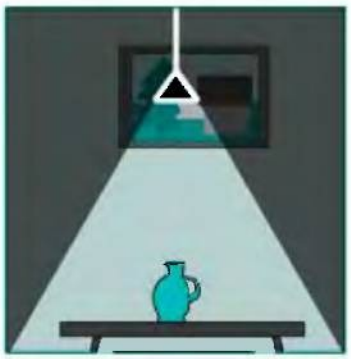
- direct ;
- indirect ;
- diffus ;
- mixte.

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 pas trop bas (1,80 m environ), pas derrière une porte ou dans un couloir trop étroit.

Attention : il existe des règles strictes pour l'installation des éclairages dans les pièces humides, salles de bains, cuisine, sous-sol. Nous vous présenterons ces règles ainsi que des suggestions dans les paragraphes consacrés aux différentes pièces.
Il convient également de choisir le mode de commande souhaité pour ces 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 plusieurs points (le variateur, le télévariateur).

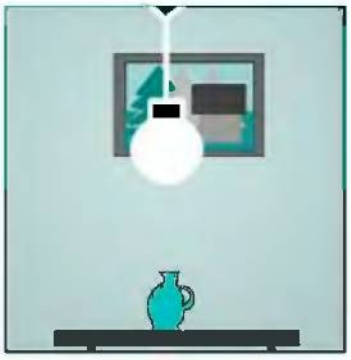
L'emplacement de ces commandes est important. Pour les pièces d'habitation, il est situé généralement à droite en entrant ou à l'extérieur de la pièce, à portée de main, c'est-à-dire à une hauteur finie comprise entre 0,8 et 1,3 m (1,10 m est une solution courante et adaptée à la plupart des cas). Pour 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.
Après avoir déterminé l'emplacement des points d'éclairage, choisissez le type de lampe adapté à chaque situation.



L'éclairage direct
Le flux lumineux est dirigé directement sur la surface à éclairer. Il permet de mettre en valeur un objet (table, statue…) 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). On trouve dans le commerce de nombreuses 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 22 : Les modes d'éclairage

Les lampes

Pour le confort de l'habitat, il est important de bien choisir ses lampes. Il existe une grande variété de formes, d'emplois, 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 à 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. 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 Kelvin. 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 23). 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

Figure 23 : Lampe à diodes électroluminescentes (LED)

Les lampes à incandescence (1)

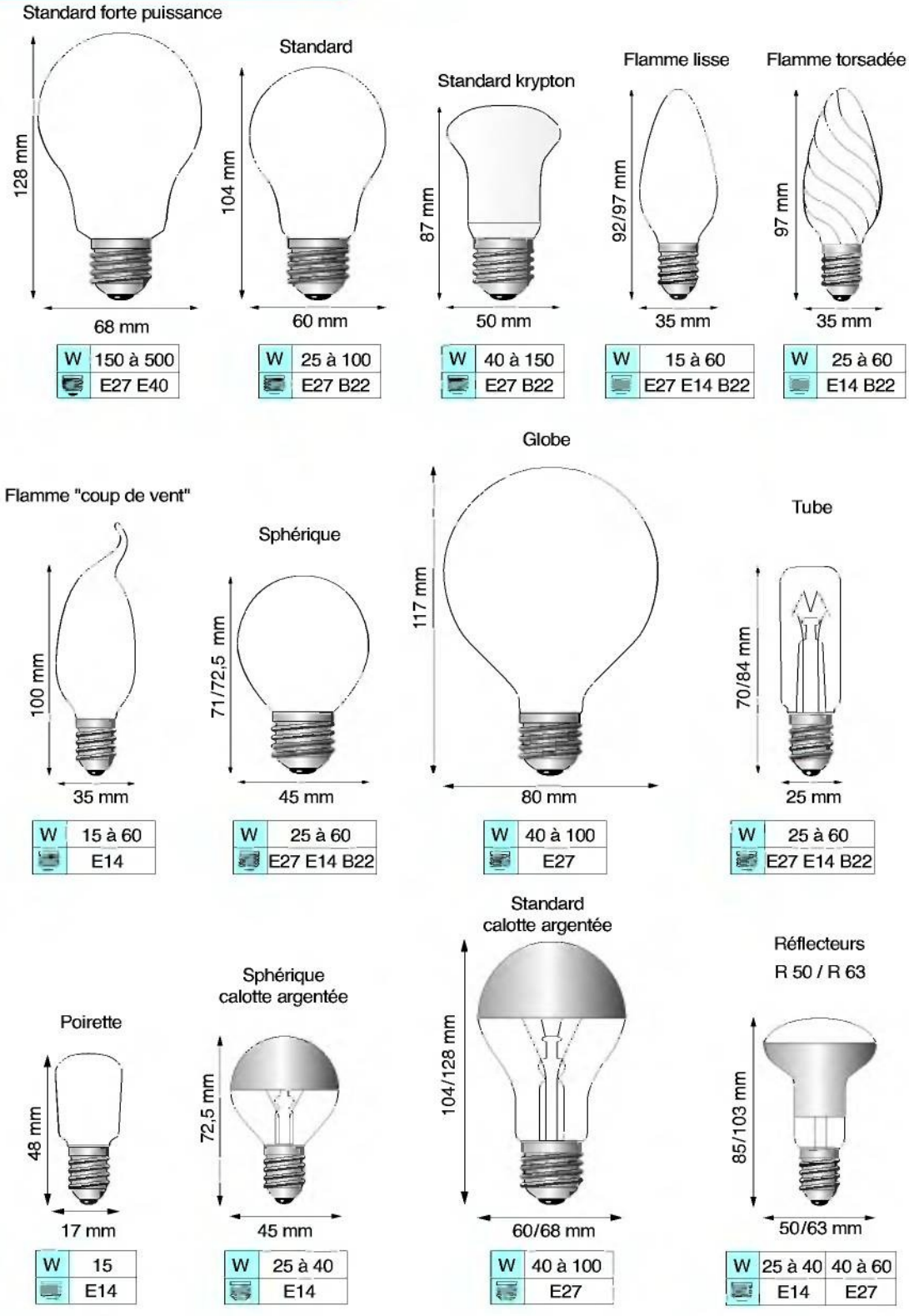


Figure 24 : Les différentes formes de lampes à incandescence

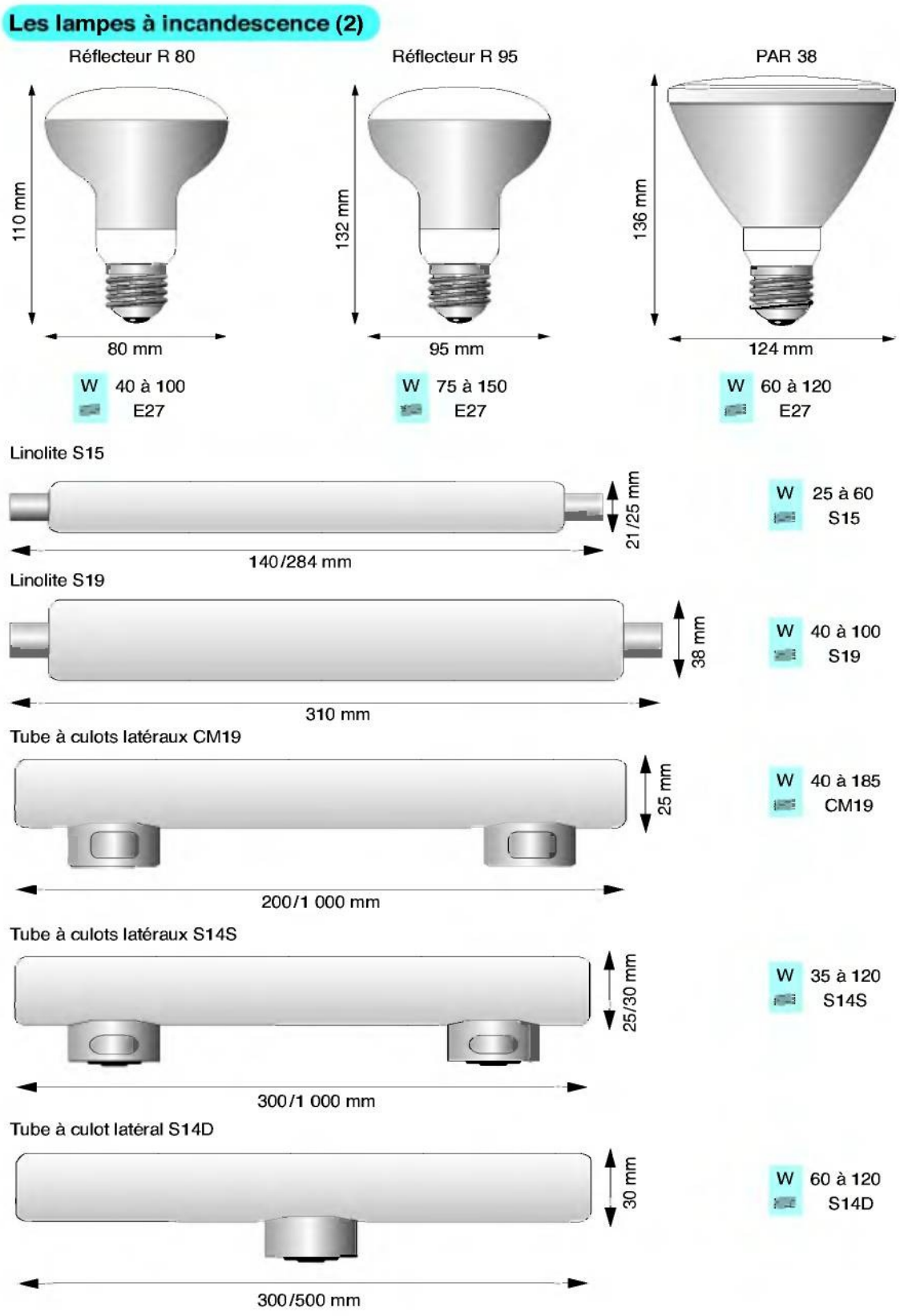


Figure 25 : Lampes et tubes à incandescence

230 V avec divers culots. Les puissances proposées les réservent à un éclairage ponctuel ou décoratif.

Les lampes à incandescence (figure 24) 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, 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 : standard, 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 (figure 25). 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 26). Les culots à vis sont les plus courants. Le 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 à 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 principaux culots des lampes à incandescence

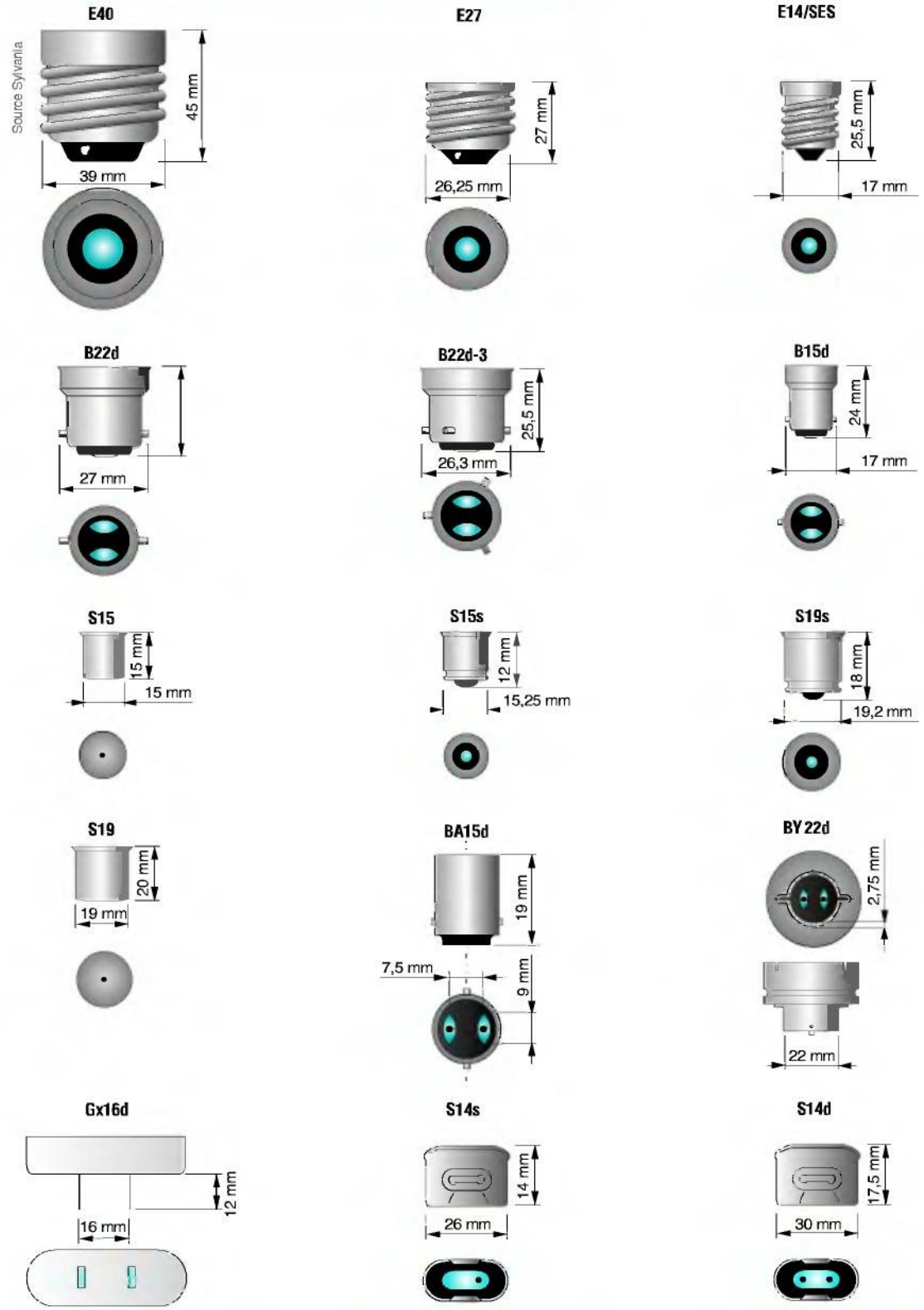


Figure 26 : Les culots des lampes à incandescence

Les lampes halogènes peuvent fonctionner directement sur le réseau 230 V (figure 27) ou en très basse tension 12 V (figure 28). 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 sont les lampes fluorescentes (figure 29), 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 pouvoir fonctionner (ballast, starter et réglette support). L'investissement de départ est plus important, cependant l'utilisation se 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 à comparer aux 15 lm/W d'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, 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 néons ». 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

Les lampes halogènes basse tension 230 V

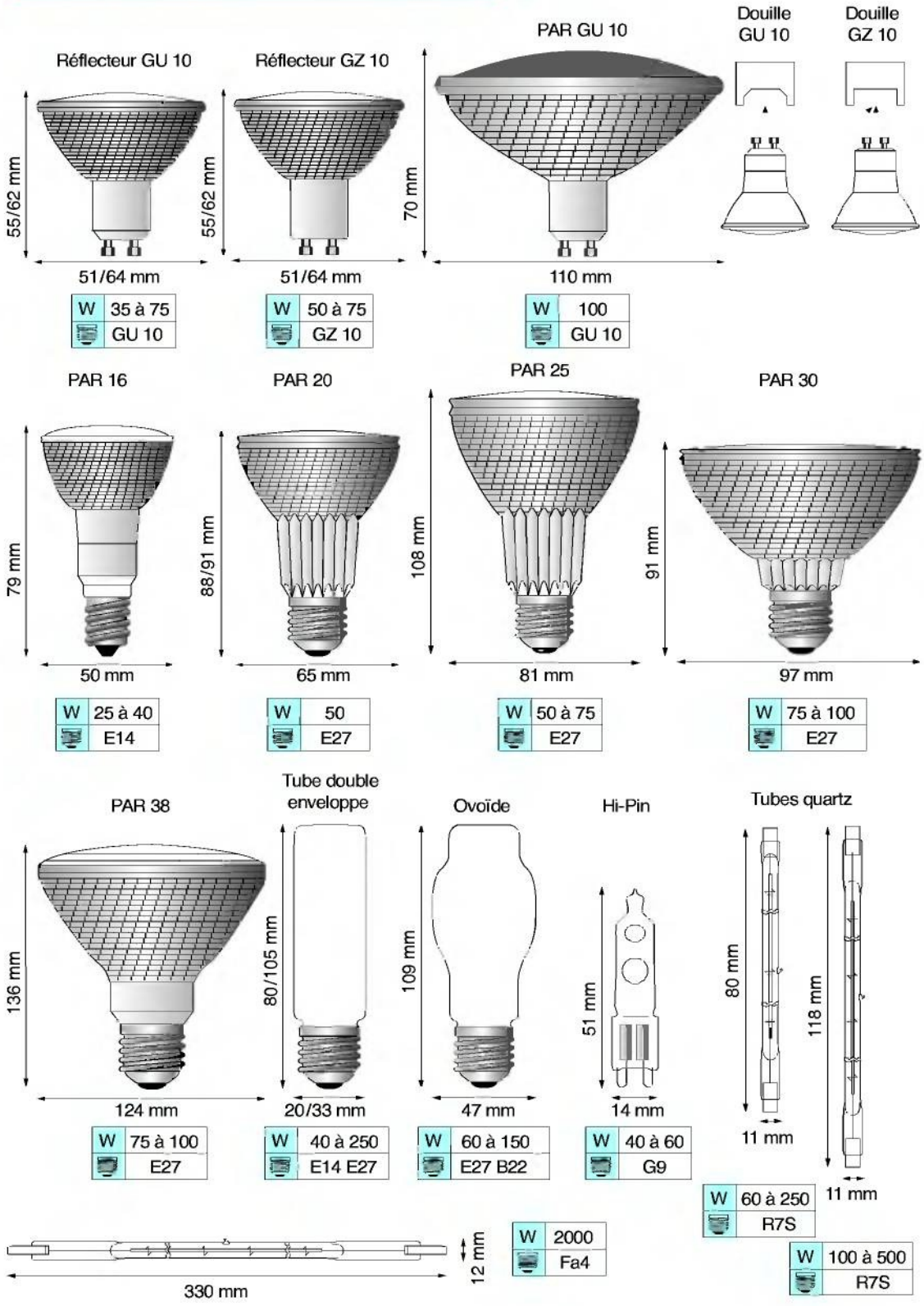
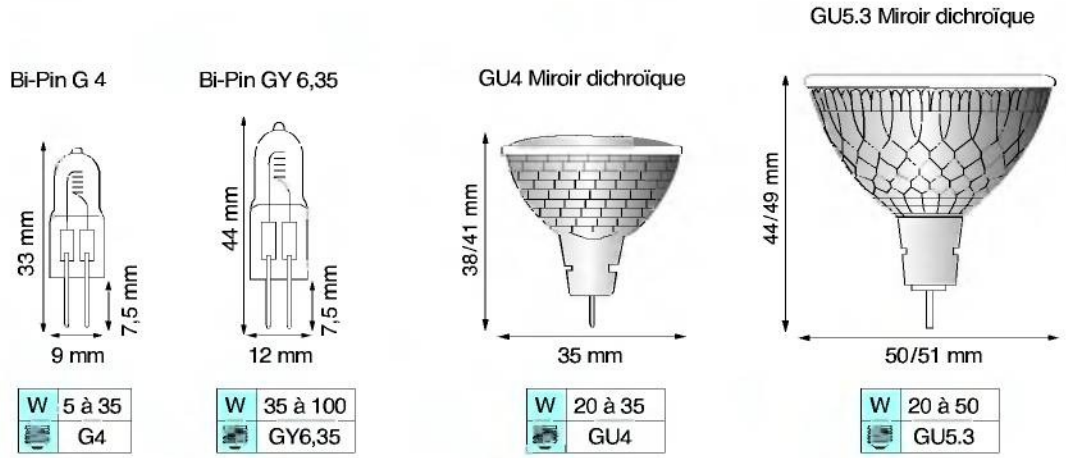
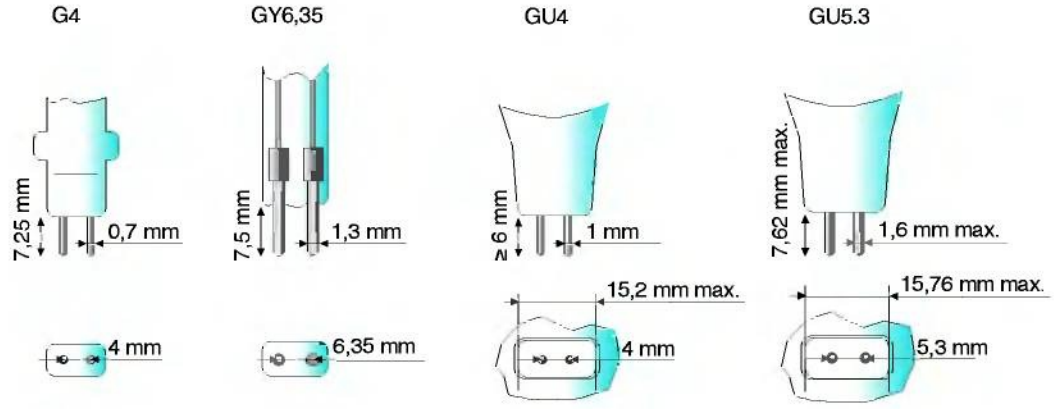


Figure 27 : Les lampes halogènes 230 V

Les lampes halogènes très basse tension 12 V



Principaux brochages des lampes halogènes très basse tension



Performances d'éclairage des lampes dichroïques

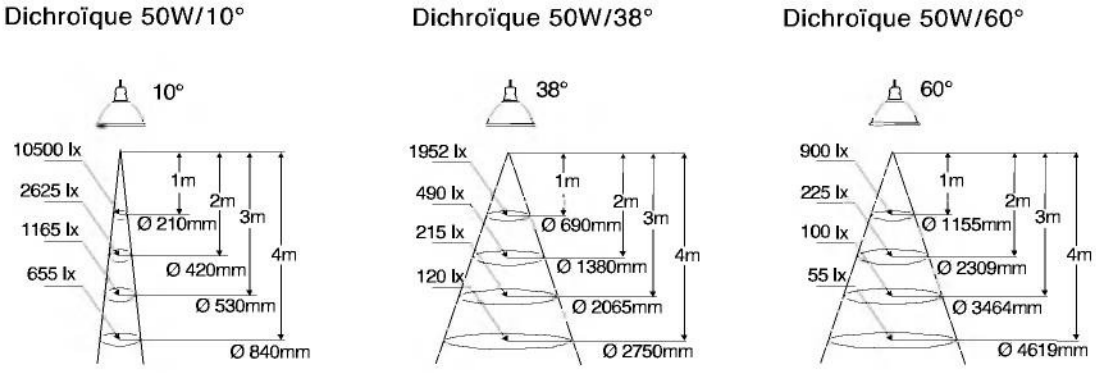


Figure 28 : Les lampes halogènes TBTS

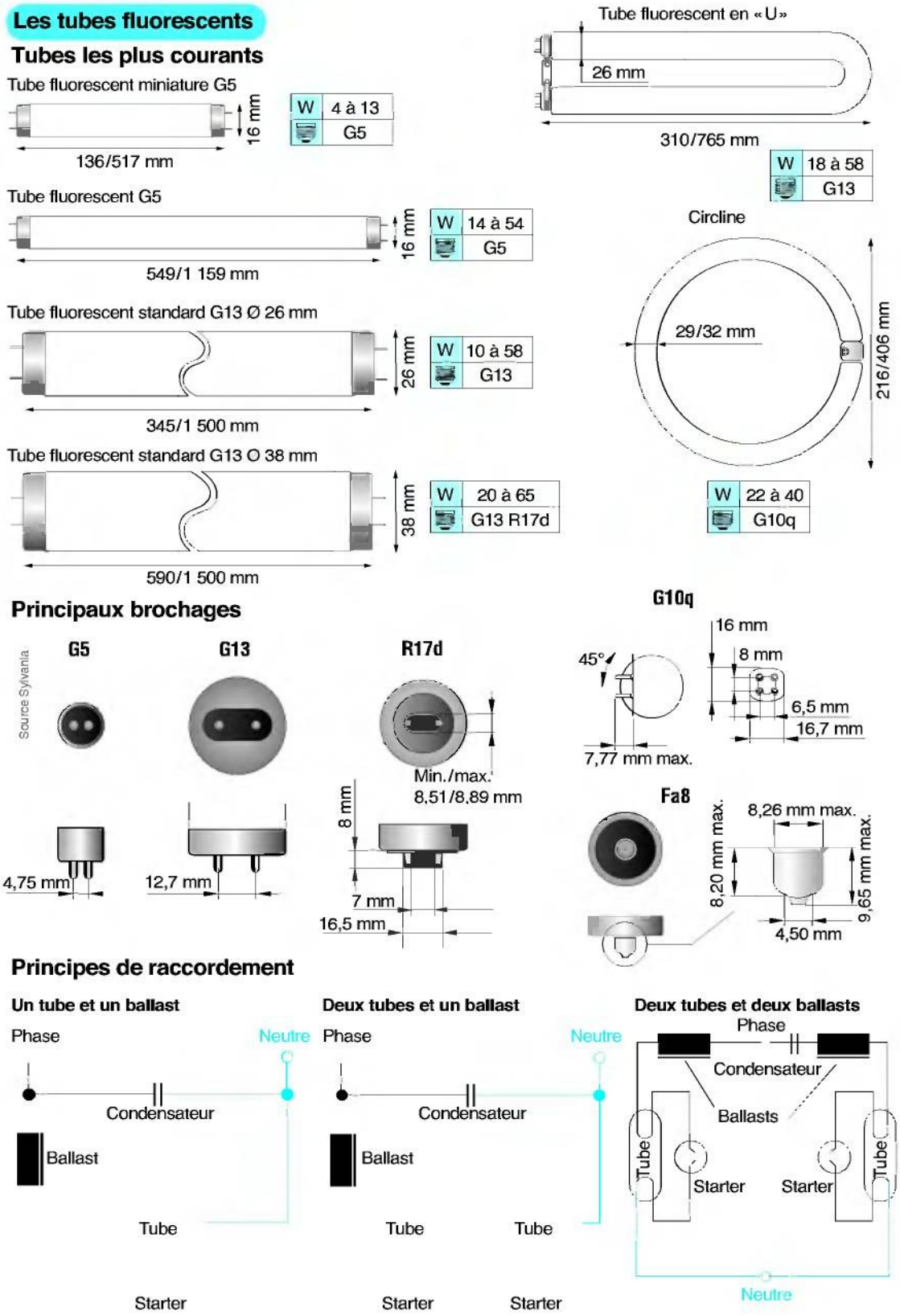
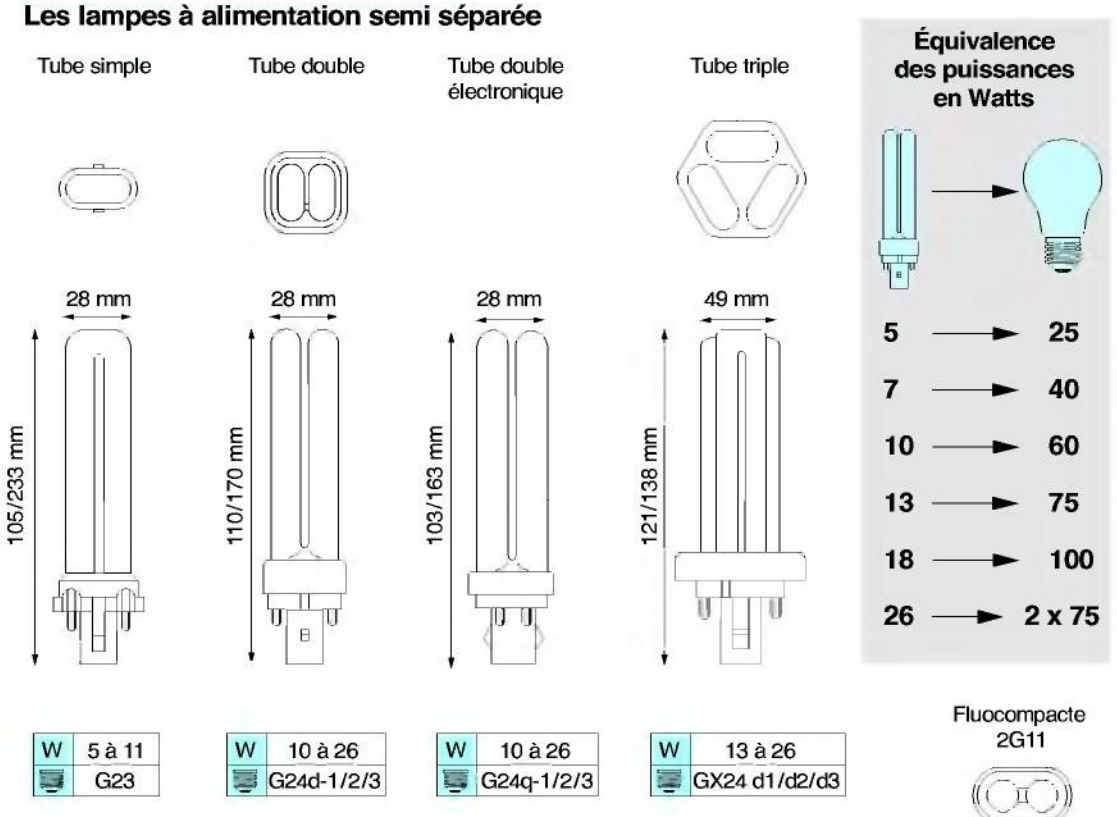


Figure 29 : Les tubes fluorescents

Les lampes fluocompactes (1)

Les lampes à alimentation semi séparée



Les lampes à alimentation séparée

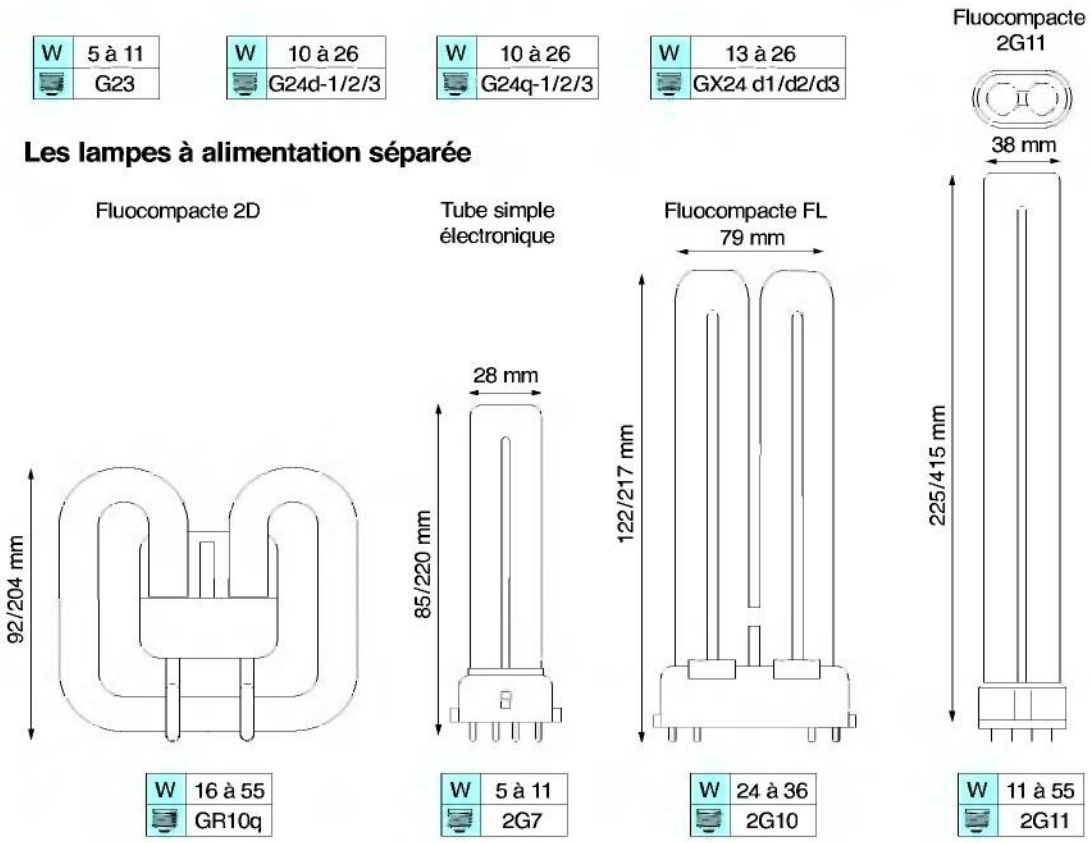


Figure 30 : Les lampes fluocompactes d'intégration

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 30) sont équipées d'un culot à broche (figure 31) et destinées à des luminaires spécialement conçus. Les lampes de substitution (figure 32) 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'ampoule 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.

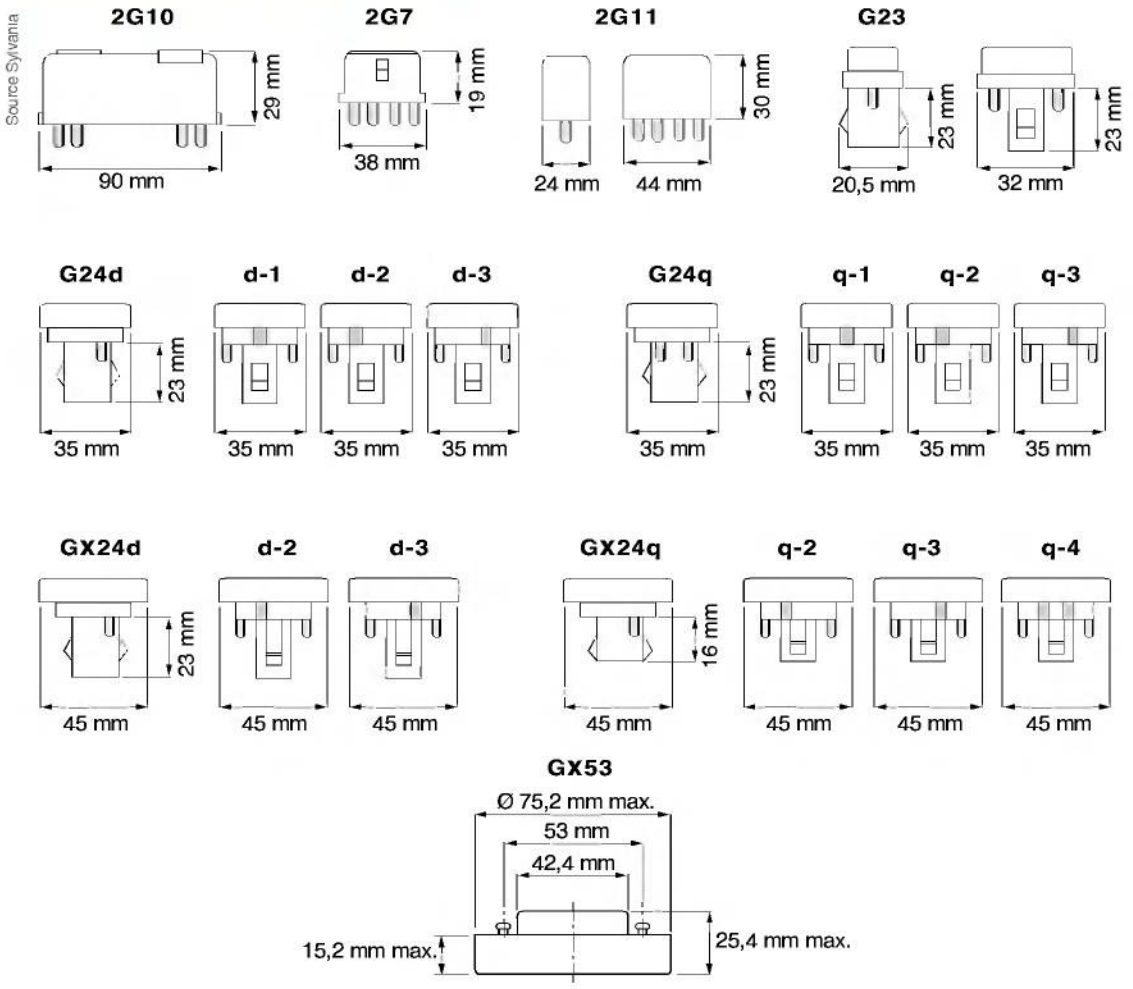
Les futures lampes utiliseront certainement les nouvelles technologies en mettant à profit la nanostructuration des matériaux pour contrôler l'émission de lumière en la canalisant dans un seul mode optique ce qui permettra d'obtenir des émetteurs de lumière à très haut rendement quantique capable de 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 33 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.

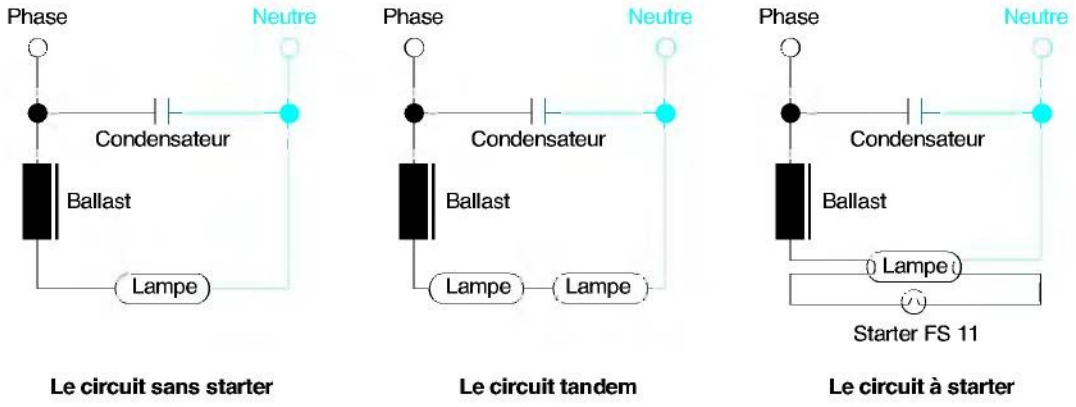
Dans la cuisine, une ambiance agréable est nécessaire tout en respectant un niveau de lumière suffisant pour la bonne réalisation des tâches et pour la sécurité. Un éclairage d'ambiance au plafond illumine toute la pièce. Le diffuseur doit aussi éclairer les murs, les plans de travail et le plafond. La cuisine reste éclairée longtemps chaque jour, aussi on peut y placer avantageusement des tubes fluorescents ou fluocompactes. 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.

Les lampes fluocompactes (2)

Les culots des lampes fluocompactes à alimentation semi séparée ou séparée



Principes de raccordement

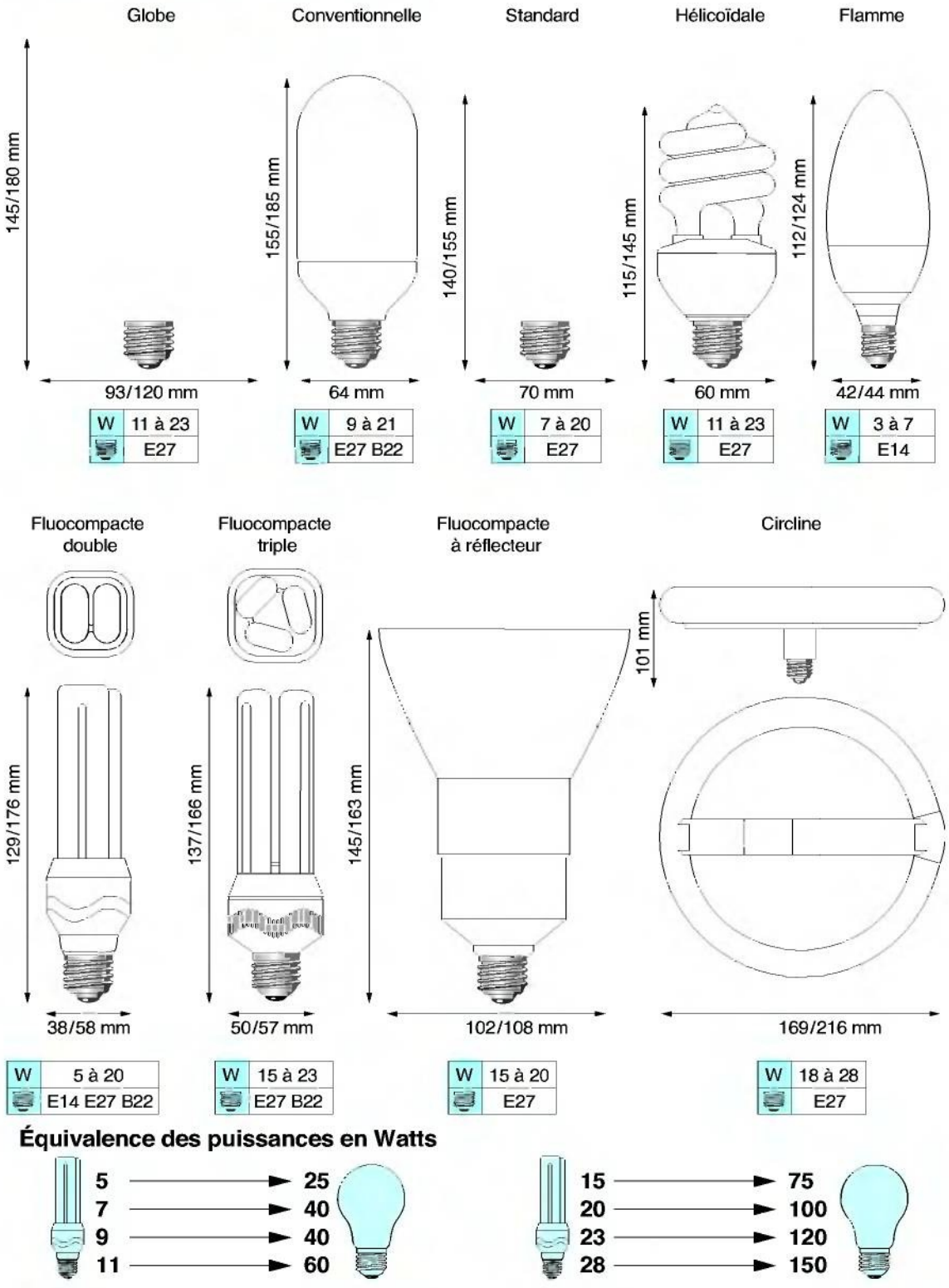


Le circuit sans starter **Le circuit tandem** **Le circuit à starter**

Figure 31 : Les culots des lampes d'intégration

Les lampes fluocompactes (3)

Les lampes à alimentation secteur (230 V)



Équivalence des puissances en Watts

Figure 32 : Les lampes fluocompactes de substitution

Comparatif des divers types de lampes				
Types	Lampes à incandescence classiques	Lampes à incandescence aux halogènes	Tubes fluorescents	Lampes fluocompactes
Durée de vie	1 000 h	2 000 à 4 000 h	6 000 à 20 000 h	8 000 à 16 000 h
Ambiance	Chaude et agréable	Chaude et très agréable	Chaude à très froide	Agréable
Temprérature de couleur (en Kelvins)	—	2 700 à 3 200 K	2 700 à 6 500 K	2 700 à 6 000 K
Rendu des couleurs	Très bon	Très bon	Bon à très bon*	Bon
Efficacité lumineuse	10 à 13 lm/W	15 à 25 lm/W	60 à 100 lm/W	40 à 80 lm/W
* Sauf pour la couleur blanc industrie.				

Figure 33 : Comparatif des divers types de lampes

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, généralement 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 interrupteurs et les commutateurs

Les interrupteurs et les commutateurs sont destinés à commander la mise en service ou l'arrêt d'un appareil ou d'un point lumineux.
D'un point de vue esthétique, il existe une grande variété de modèles, de tailles et de couleurs. Les antiques interrupteurs de couleur blanche sont désormais remplacés par toute une gamme de produits aux couleurs, textures et matériaux divers qui permettent de personnaliser votre intérieur. Les interrupteurs et les commutateurs permettent d'assurer des fonctions de commande différentes ; il en existe divers types réservés chacun à un usage particulier.

Figure 34 : Interrupteur décoratif

L'interrupteur

L'interrupteur est destiné à une commande appelée simple allumage (figure 35). Actionné une fois, il met en service l'appareil (il ferme le circuit). Actionné une deuxième fois, il coupe l'alimentation de l'appareil (il ouvre le circuit). L'interrupteur comporte une seule touche à bascule. Il est muni de deux plots de raccordement : l'un pour le raccordement de la phase (repéré par la lettre P), l'autre étant dirigé vers l'alimentation de l'appareil (souvent appelé « retour lampe »). Il n'est donc pas possible d'installer une prise de courant reprise sur un interrupteur contrairement, à ce que beaucoup de néophytes croient.

Une variante de l'interrupteur simple est l'interrupteur à voyant. Celui-ci permet, grâce à un petit voyant lumineux, de connaître l'état d'un éclairage que l'on ne voit pas directement (cave ou grenier, par exemple).

Si vous remplacez un interrupteur simple par un interrupteur à voyant et que vous connectez le voyant aux deux bornes de

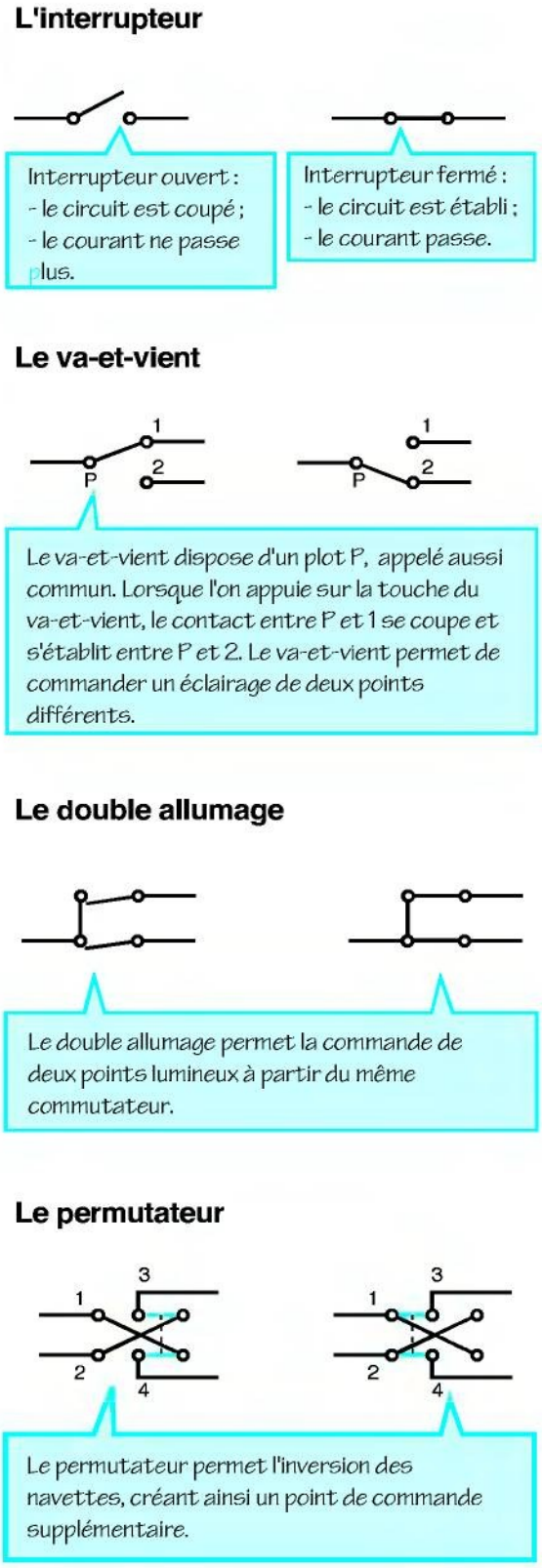


Figure 35 : Représentation schématique des commutateurs électriques

l'interrupteur, il fonctionnera à l'inverse du point lumineux qu'il commande. Lorsque le point lumineux est en service, le voyant est éteint et vice versa. Pour obtenir un voyant lumineux fonctionnant en même temps que l'éclairage que commande l'interrupteur, vous devez amener un conducteur de neutre. Dans ce cas, le voyant est connecté entre le neutre et le retour lampe.

Il existe également des interrupteurs doubles munis de deux touches pour commander deux circuits différents ou pour assurer le double allumage (voir plus loin).

Le va-et-vient

Le commutateur en va-et-vient permet la commande d'un circuit à partir de deux points différents. Extérieurement, le va-et-vient est similaire à l'interrupteur. Son mécanisme est cependant différent : il est muni de trois connecteurs. Sur l'un, marqué de la lettre P, est raccordé le conducteur de phase ; sur les deux autres sont raccordés des conducteurs appelés navettes. Sur le second va-et-vient, le retour lampe est raccordé sur le connecteur marqué P, les navettes étant raccordées sur les deux autres. L'inversion des navettes ne nuit pas au fonctionnement du système. Chacun des deux va-et-vient du circuit permet indépendamment l'ouverture et la fermeture du circuit, donc à la mise en service ou à l'arrêt du système d'éclairage.

Un va-et-vient peut remplacer un interrupteur tandis que le contraire est impossible. Pour utiliser un va-et-vient sur un circuit en simple allumage, il suffit d'utiliser le plot marqué P (appelé également « commun ») et l'un des deux autres plots.

Il existe également des va-et-vient doubles destinés à la commande de deux circuits différents.

Dans les installations très anciennes, il est possible de rencontrer un système dépassé de va-et-vient appelé va-et-vient « allemand » ou « belge ». Ce système fonctionne parfaitement mais il est très dangereux. Les navettes sont remplacées par la phase et le neutre. En cas de remplacement d'un va-et-vient équipé de vieux fils mal repérés, le court-circuit est assuré. De plus, les commutateurs souffrent et vieillissent beaucoup plus vite. En présence d'un tel système, la rénovation totale du circuit est indispensable.

Le permutateur

Le permutateur est un commutateur qui n'est plus très utilisé de nos jours. Ce type de matériel était obligatoirement installé sur un circuit de va-et-vient. Son rôle consiste à inverser les deux navettes et à créer ainsi un va-et-vient avec trois commutateurs de commande. Le permutateur dispose de quatre plots de raccordement sur lesquels viennent se connecter les navettes. Les fabricants fournissent encore ce type de commutateurs mais ce sont généralement des va-et-vient doubles adaptés. Désormais, lorsqu'on désire plus de deux points de commande, on utilise un télérupteur.

Si vous disposez d'un permutateur et qu'il tombe en panne, vous pouvez vous dépanner en raccordant chaque navette d'arrivée avec une navette de départ, à l'aide de dominos. Cette solution permet d'utiliser le circuit en simple va-et-vient en attendant d'acheter un nouveau permutateur.

Le double allumage

Le double allumage n'est pas un commutateur spécifique mais c'est un type de

raccordement. Il est utilisé pour alimenter des suspensions de grandes tailles dont les ampoules s'allument en deux temps ou pour commander deux points d'éclairage distincts depuis le même commutateur. On peut réaliser ce type de commande avec un double interrupteur ou un double va-et-vient.

Les prises de courant

Les prises de courant sont destinées au raccordement d'appareils mobiles : appareils électroménagers, de chauffage, chaînes hi-fi, etc. Les prises neuves doivent obligatoirement être équipées d'une broche de mise à la terre. Elles permettent le raccordement de tous les types d'appareils dont la fiche comporte ou non un raccordement de terre. En revanche, les prises anciennes ne permettent pas le raccordement des prises avec terre, les alvéoles étant d'un diamètre inférieur. On peut résoudre ce désagrément en utilisant un adaptateur ou en remplaçant la prise. Nous ne présenterons ici que les prises de courant pour le monophasé, c'est-à-dire les prises à deux pôles (2P) ou deux pôles plus terre (2P + T) car ce sont les plus répandues. En présence de prises de courant en triphasé, les techniques de dépannage sont sensiblement identiques.

Figure 36 : Prise de courant normalisée

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 important (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 consacrée aux pièces. Prévoyez une ligne spécialisée pour chaque gros appareil électroménager (lave-linge, sèche-linge,

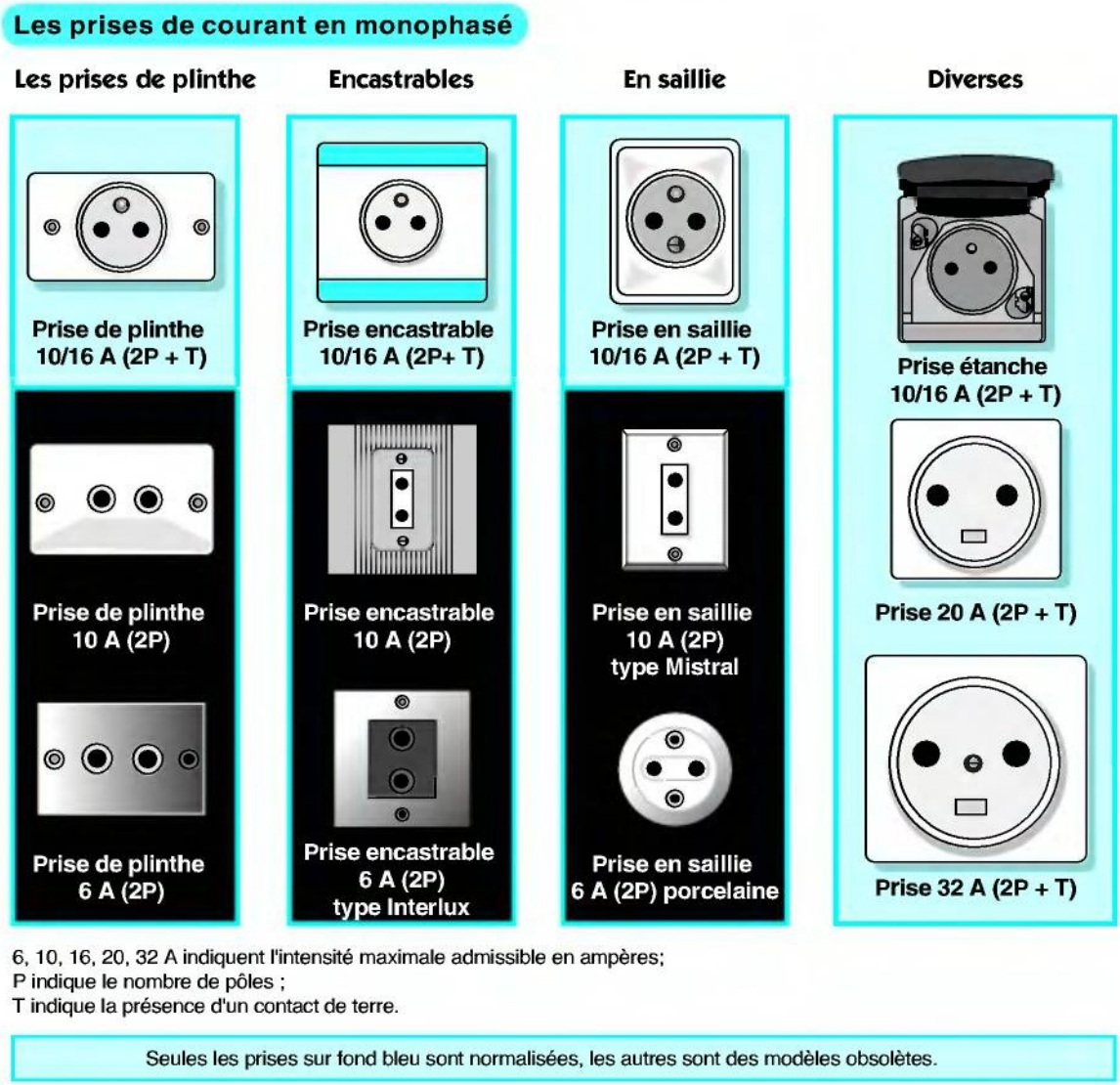


Figure 37 : Les différentes prises de courant

lave-vaisselle, four, plaques de cuisson, cuisinière et congélateur).

Les installations anciennes présentent une grande variété de modèles et de formes qui vont des prises en porcelaine jusqu'aux prises en matière plastique. Elles étaient rarement équipées de prise de terre. La figure 37 présente quelques modèles. Les modèles équipés d'une prise de terre sont apparus dans les constructions à la fin des années cinquante. Leur installation n'intervenait que dans les locaux humides (cuisine, salles d'eau).

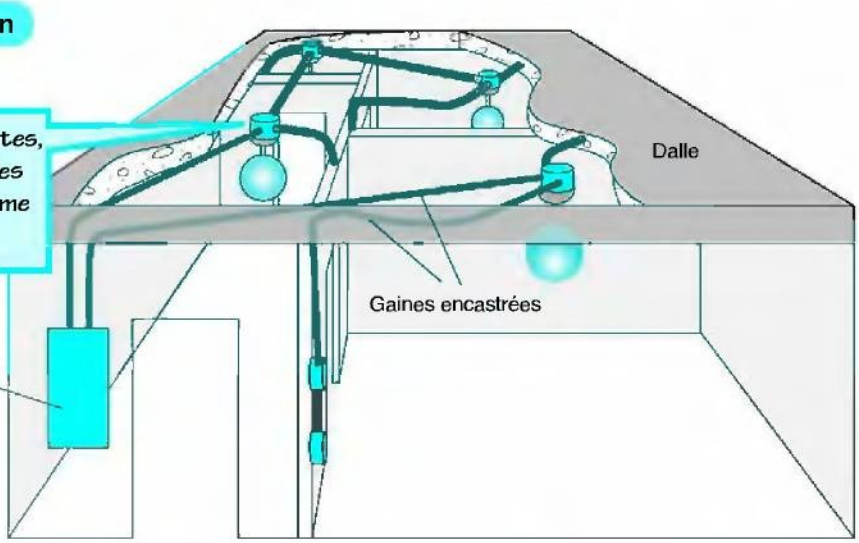
Différents modèles de prises sont disponibles en fonction de la nature de l'installation : en saillie, encastrée ou pour une pose dans des plinthes en bois.

Les boîtes de connexion

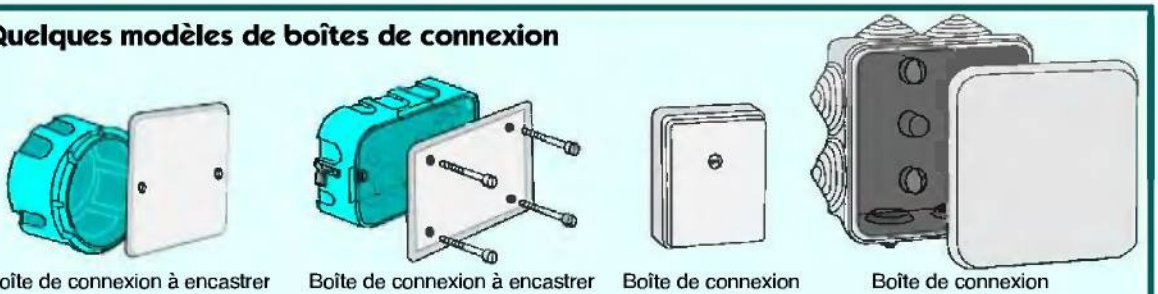
Les boîtes de connexion sont destinées à héberger les raccordements entre conducteurs pour les repiquages ou les dérivations. Il existe également des boîtes

Les boîtes de connexion

Dans les constructions récentes, les boîtes de raccordement des luminaires sont utilisées comme boîtes de connexion.



Quelques modèles de boîtes de connexion



Les dispositifs de connexion

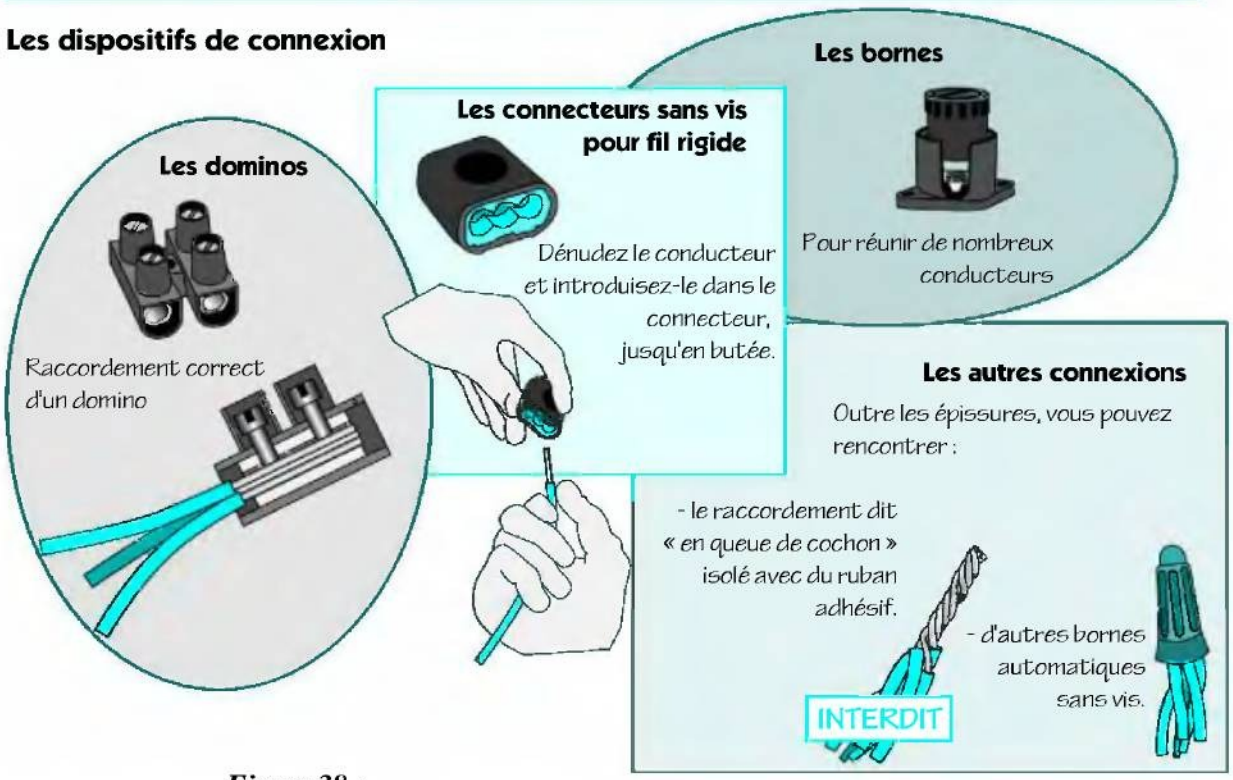


Figure 38 :
Les boîtes de connexion

de connexion à placer en fin de ligne, destinées au raccordement d'appareils fixes tels que fours électriques, plaques de cuisson, appareils de chauffage.
Dans les immeubles modernes, les boîtes destinées au raccordement des plafonniers sont très souvent utilisées comme boîte de connexion. Les boîtes d'encastrement de prises de courant ou d'interrupteur peuvent aussi servir de boîtes de connexion.

Il existe des boîtes de connexion pour les installations en saillie et les installations encastrées.
Les boîtes pour les installations en saillie sont souvent en plastique et équipées ou non de borniers de raccordement. Il existe également des boîtes étanches pour les installations dans les locaux humides tels que buanderie, sous-sol, cave. Dans les installations anciennes, il est possible de trouver des boîtes de dérivation en céramique ou métalliques.
Les boîtes de connexion des installations encastrées sont de tailles et de formes variées, en fonction des besoins.
Les connexions à l'intérieur de ces boîtes sont réalisées à l'aide de dominos, de connecteurs automatiques, de bornes de serrage, etc. La figure 38 présente les divers modèles de boîtes de connexion.

Alimentations spécifiques

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

Téléphonie et services de communication

Il faut également penser aux prises de communication, car le passage des câbles est plus facilement réalisable pendant la rénovation de votre installation qu'après. Cela vous évitera la vue assez désagréable de ces câbles agrafés qui courent le long des plinthes et des plafonds. Ces nouvelles prises sont des connecteurs RJ 45. Les prises téléphoniques en T

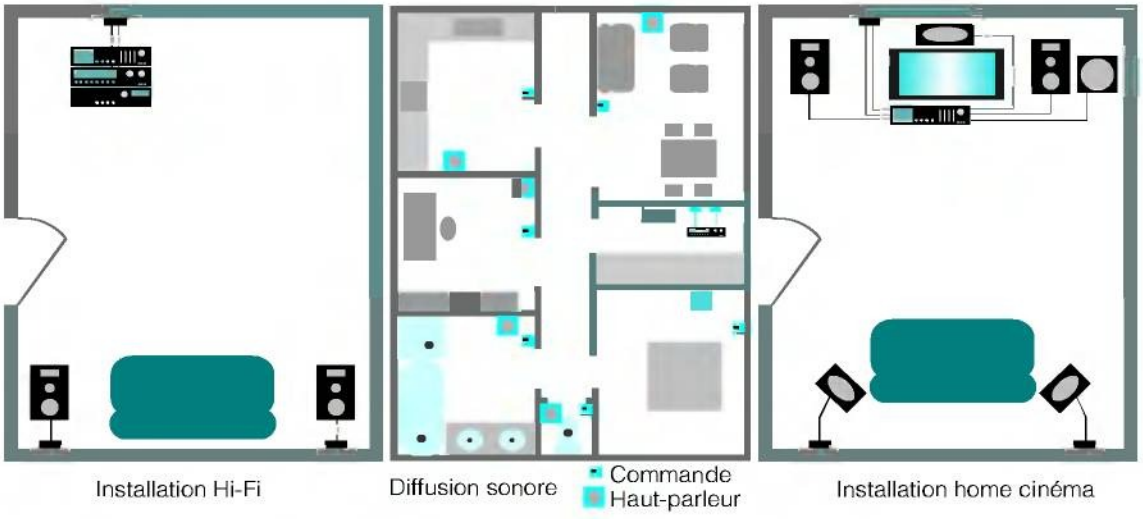


Figure 39 : La distribution sonore

sont peu à peu remplacées. 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. Il est également recommandé par le guide UTE C 90-483 d'installer une prise de communication dans chacune des autres pièces, y compris dans les WC et dans la salle de bains. De manière générale, il est recommandé de n'avoir aucun point éloigné de plus de cinq mètres d'une prise de communication. Dans les pièces concernées, prévoyez autant de prises que d'appareils à utiliser (téléphone, téléviseur, ordinateur, imprimante réseau, etc.). Chaque prise de communication doit être accompagnée d'une prise de courant.

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.

Pour votre chaîne hi-fi, vous pouvez envisager d'intégrer les câbles des enceintes dans l'installation et installer des prises de raccordement spécifiques (figure 39). Vous n'aurez plus de fils apparents entre la chaîne et les enceintes et vous pourrez aussi sonoriser plusieurs pièces. Cette solution est valable également pour les haut-parleurs arrière des systèmes home cinéma. 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 équipées.

Accueil des visiteurs

En appartement, n'oubliez pas de prévoir 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 (inférieur 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 à partir de la maison, 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.

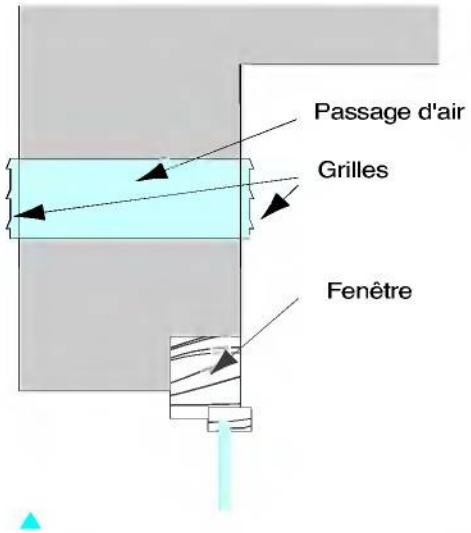
Ventilation mécanique

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.

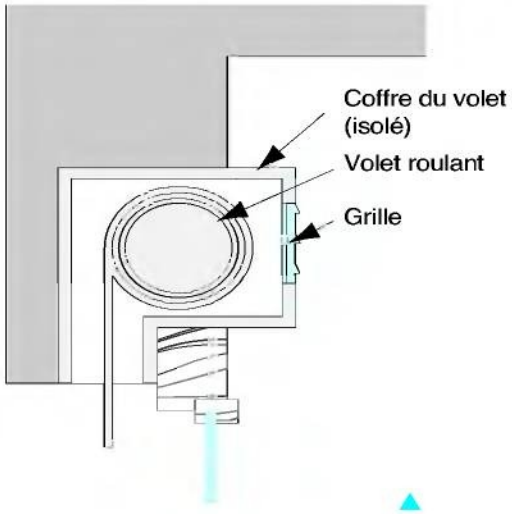
Si vous envisagez un chauffage électrique, vous devrez créer une bonne isolation thermique dans votre habitation (doubles vitrages, isolants pour murs, planchers et combles). Cela aura pour effet de la rendre encore plus hermétique et vous devrez absolument prévoir un bon système d'aération. S'il est 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.

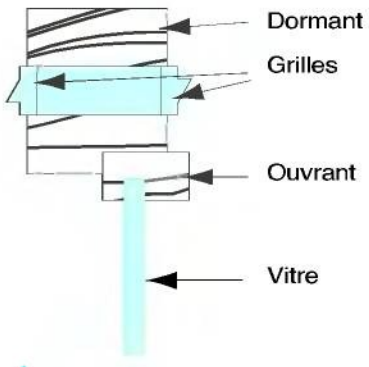
Les entrées d'air (figure 40) sont assu-



Dans linteau sous plafond



Dans coffre de volets roulants



En partie haute des menuiseries

Figure 40 : Les entrées d'air

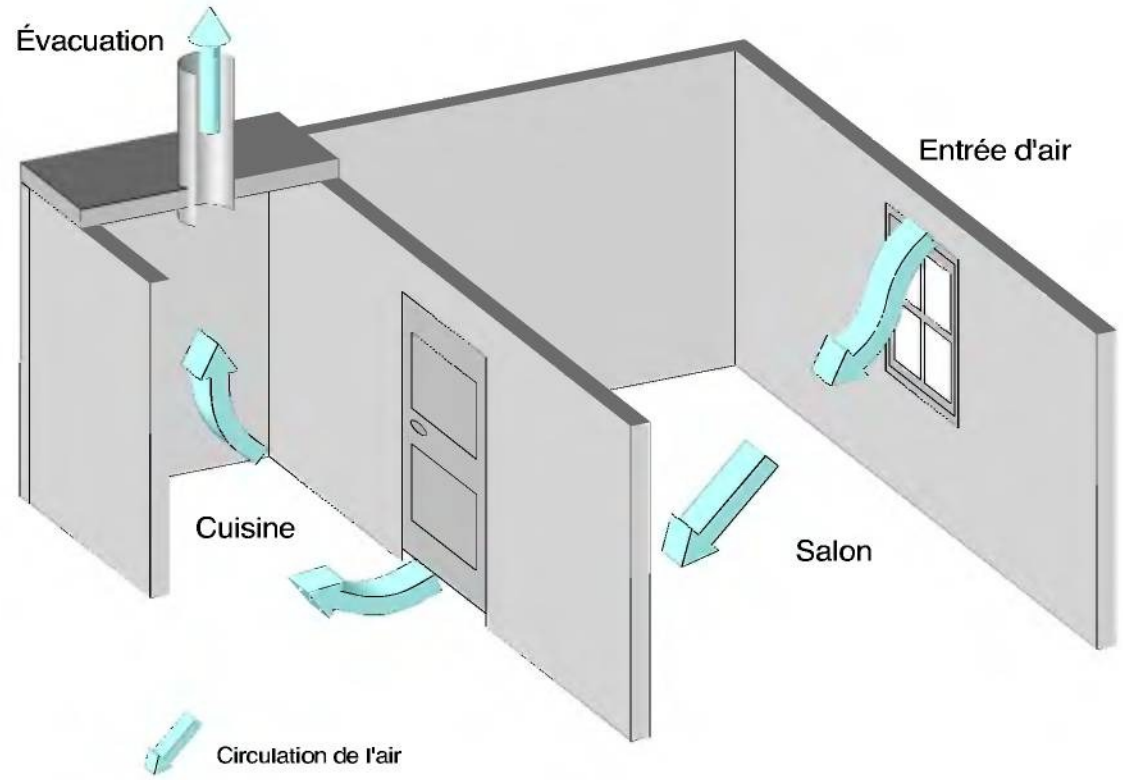


Figure 41 : Le principe de l'aération naturelle

rées 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 : veiller à assurer un écart de 1 cm entre le bas de la porte et le sol ; 2 cm pour la cuisine (figure 41).
Pour un appartement, on assurera un calfeutrement 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.
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 42). 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.

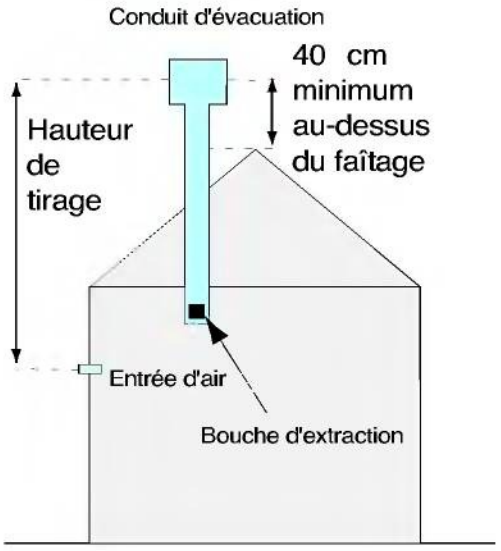
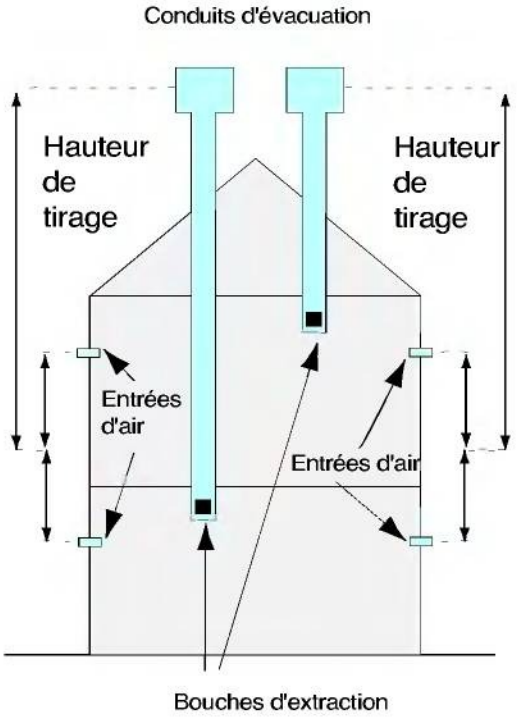


Figure 42 :
La hauteur de tirage



La ventilation mécanique ponctuelle (figure 43) : elle est définie par la pose d'appareils dans chaque pièce de service à ventiler. Leur fonctionnement est indépendant et permet leur utilisation seulement lorsque le local est utilisé.

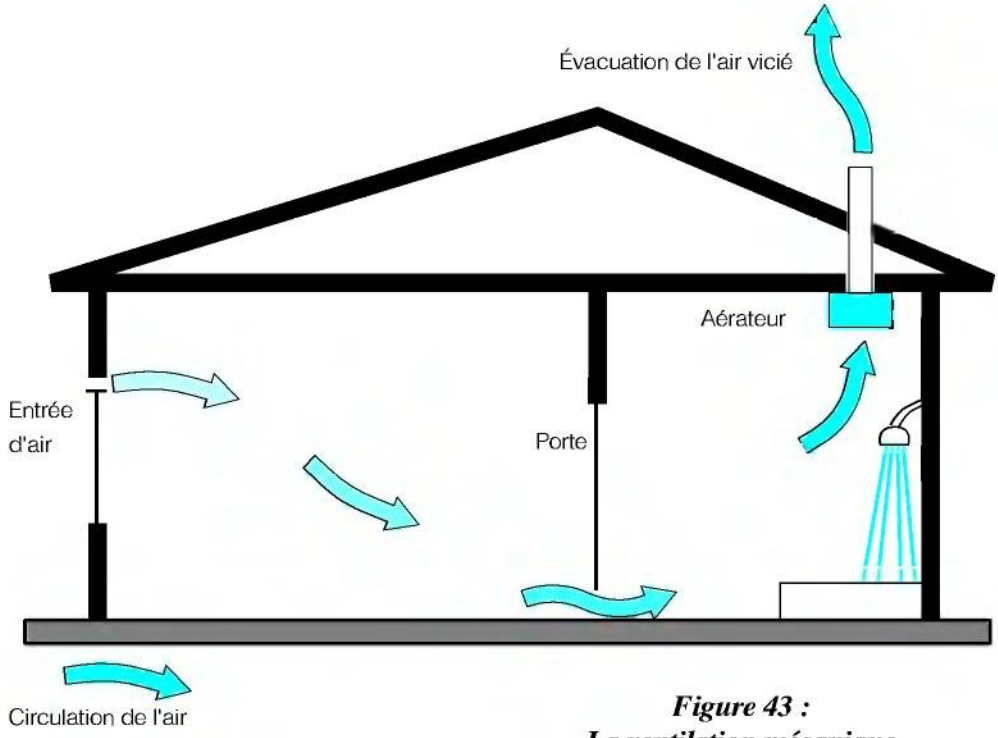


Figure 43 :
La ventilation mécanique

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. 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 **x** 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

Le tableau ci-après donne quelques exemples de Nr/h.

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

On distingue deux principes d'aérateurs électriques (figure 44) : 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

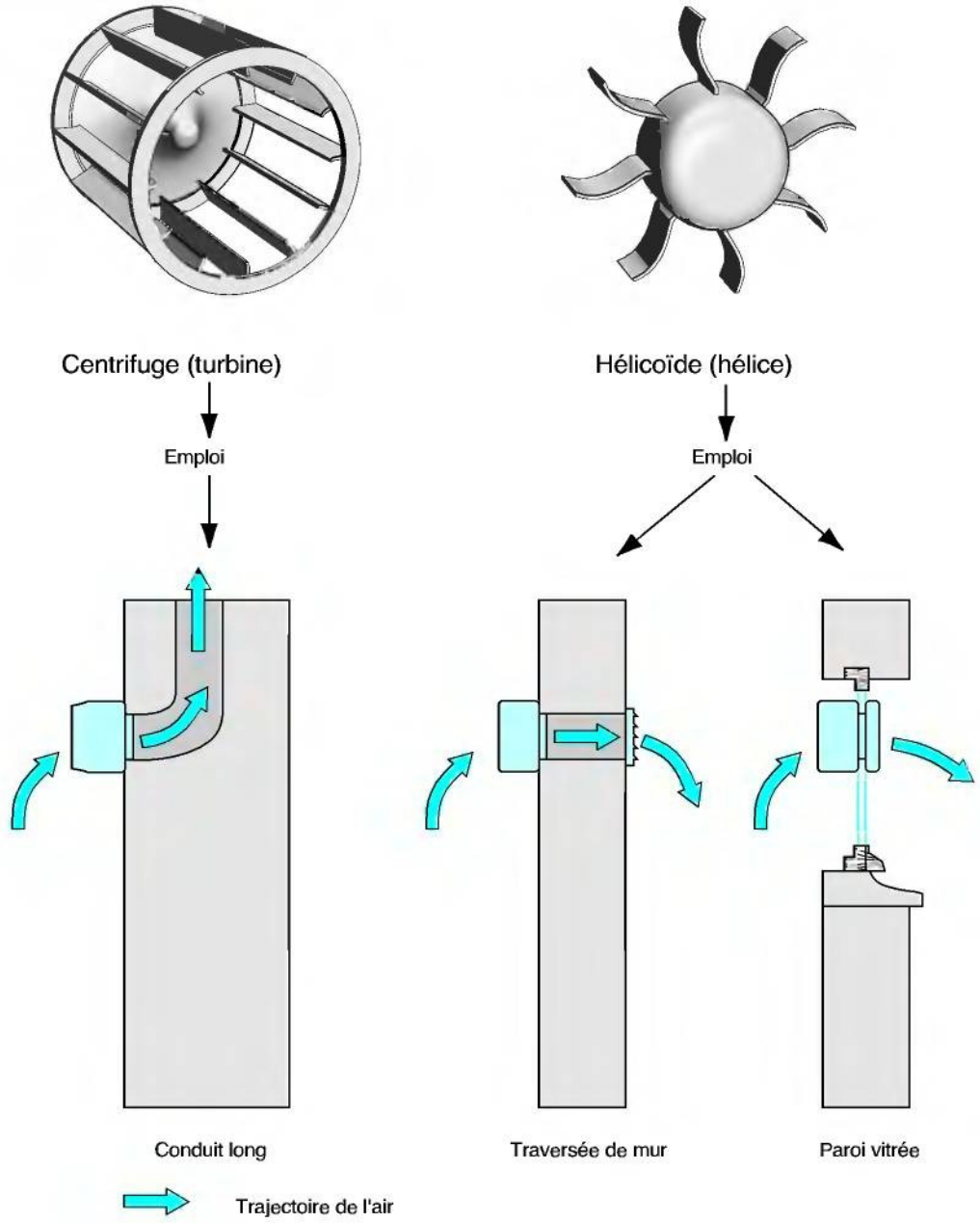


Figure 44 : Les aérateurs

perte de charge s'exprime en « mm H_2O » (unité de pression). La figure 45 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. Le tableau de la page 71 indique un NR/h de 10 à 15 pour cette pièce.

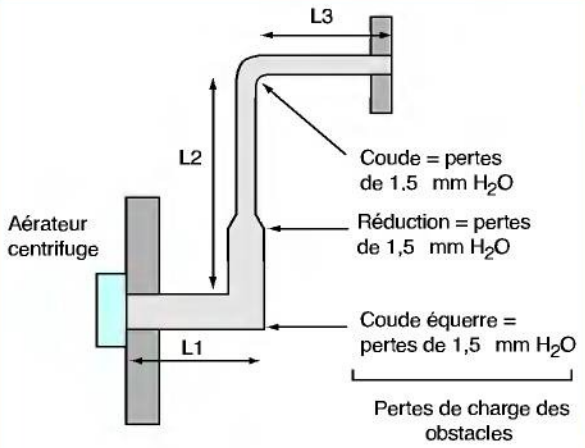


Figure 45 : Les pertes de charge dans les conduits

Le débit nécessaire est donc de :
16,2 × 10 = 162 m³/h.
Nous portons notre choix sur des appareils VORTICE de la gamme *Vort*. Cette gamme propose trois appareils, Micro, Médio et Super, dont les courbes de débit/pression sont présentées figure 46.
Les débits indiqués par le constructeur sont les suivants :

- Vort Micro : 90 m³/h sous une pression nominale de 0,65 mm H_2O ;
- Vort Médio : 165 m³/h sous une pression nominale de 2,2 mm H_2O ;
- Vort Super : 260 m³/h sous une pression nominale de 5,4 mm H_2O.

À première vue, on peut dire que l'appareil Médio convient à notre cas puisqu'il indique un débit de 165 m³/h. Or, nous avons besoin d'un débit de 162 m³/h. Cela serait vrai s'il était installé en évacuation directe ou sur un conduit court. Étudions deux cas de figure.

① Imaginons que la salle de bains soit située au dernier étage d'un immeuble et que le conduit d'évacuation droit ait une longueur de 3 mètres. Les pertes de charge (0,5 mm H_2O/mètre) sont de 1,5 mm H_2O (0,5 × 3).

Avec l'appareil Médio, 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 soit 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 46), puis tracez une ligne horizontale partant de la valeur des pertes de charge.

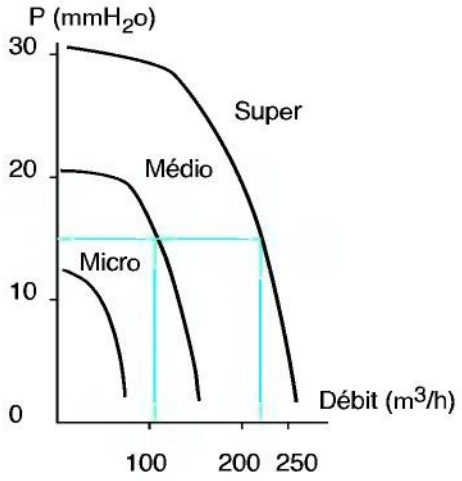


Figure 46 : Courbe de débit/pression

Vous constatez qu'à l'intersection de cette horizontale avec la courbe de l'appareil Médio, l'aérateur ne peut fournir que 105 m³/h, ce qui est insuffisant pour la ventilation de notre local. Cet appareil ne convient plus.

Reportez-vous à l'intersection avec la courbe de l'appareil Super et vous pouvez constater que cet appareil peut fournir un débit compris entre 200 et 250 m³/h, ce qui correspond à notre projet. Cet aérateur constitue la solution idéale pour une telle situation.

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 aux 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 47).

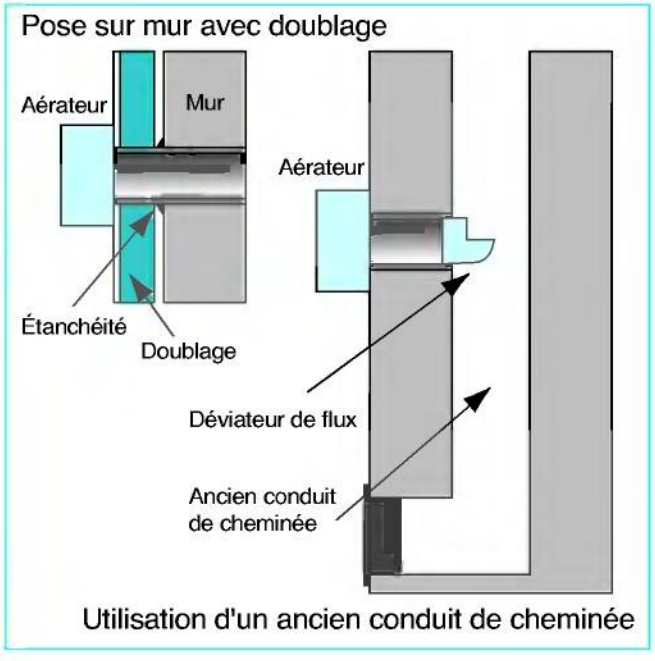


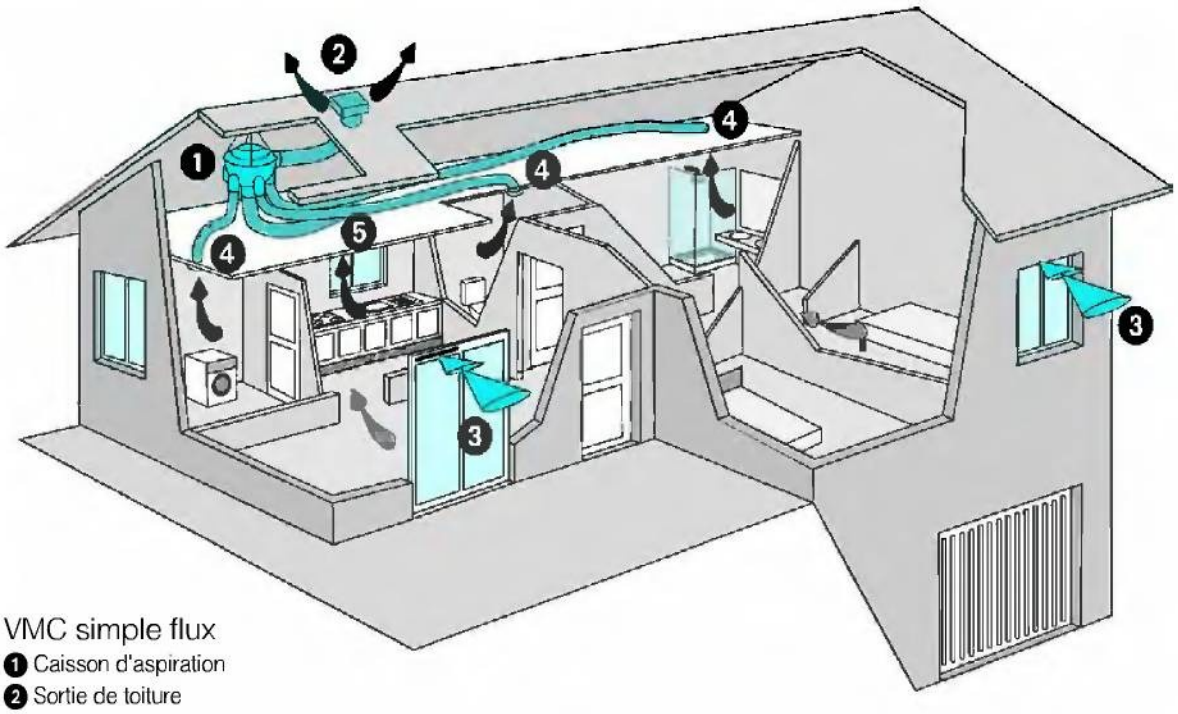
Figure 47 :
Régle d'installation d'un aérateur

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 généralement à l'aide de vis et de chevilles.

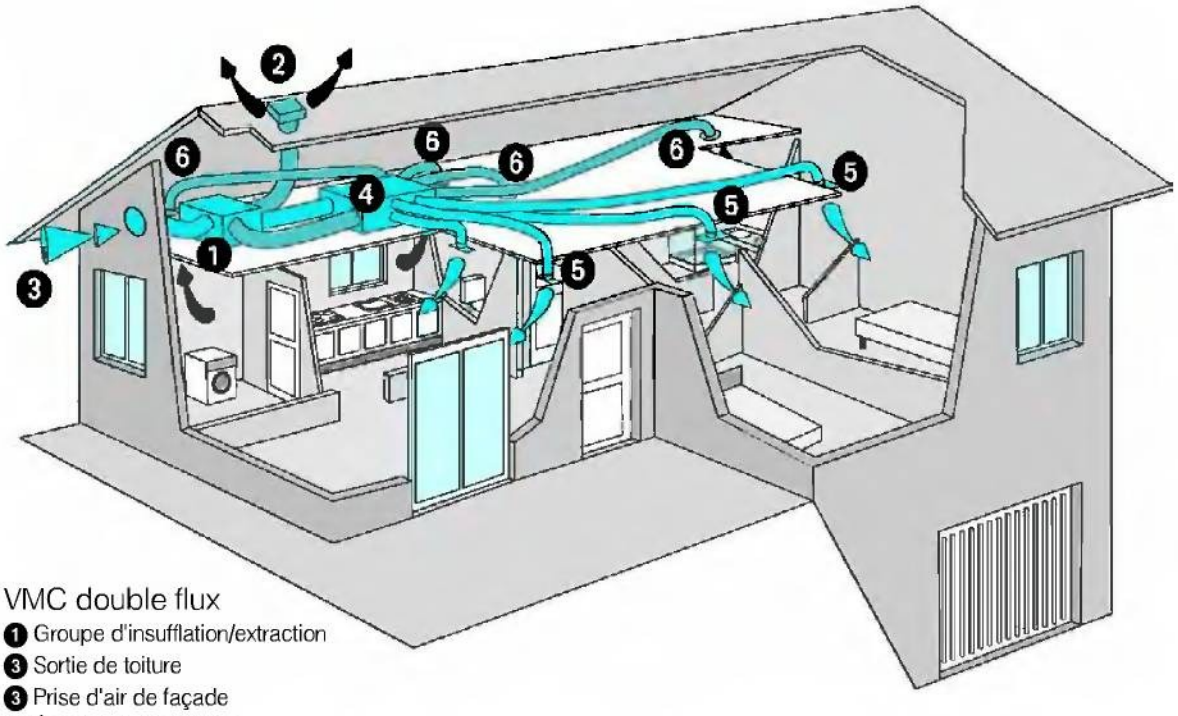
La ventilation mécanique répartie comprend des extracteurs, comme la ventilation ponctuelle et des entrées d'air situées dans les pièces sèches. Les extracteurs sont répartis dans la salle de bains, les WC et la cuisine. Ils sont généralement installés en traversée de paroi (mur ou fenêtre) et fonctionnent 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 48), 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 généralement au niveau du tableau de protection. Il permet



VMC simple flux

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



VMC double flux

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

Figure 48 :
Les différents types de VMC

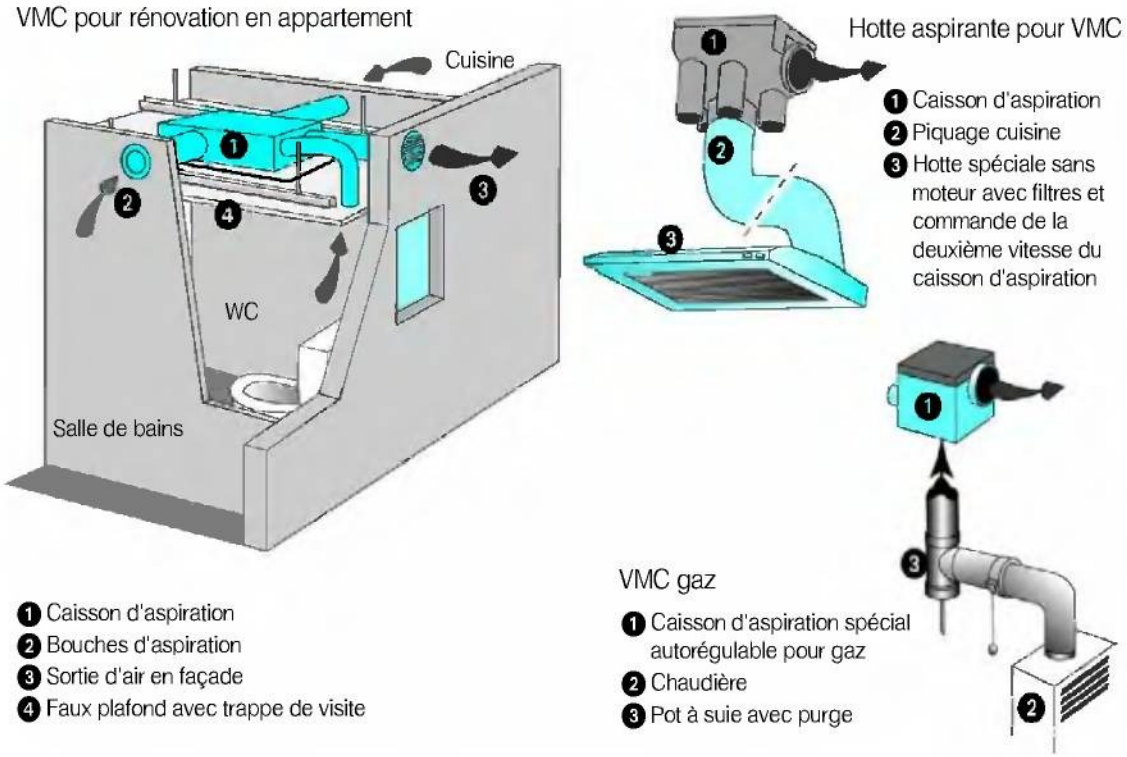


Figure 49 : Autres types de VMC

d'obtenir temporairement un débit d'aspiration plus important. Les VMC simple flux 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 (figure 49).

Les VMC double flux (figure 48) 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 de 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,

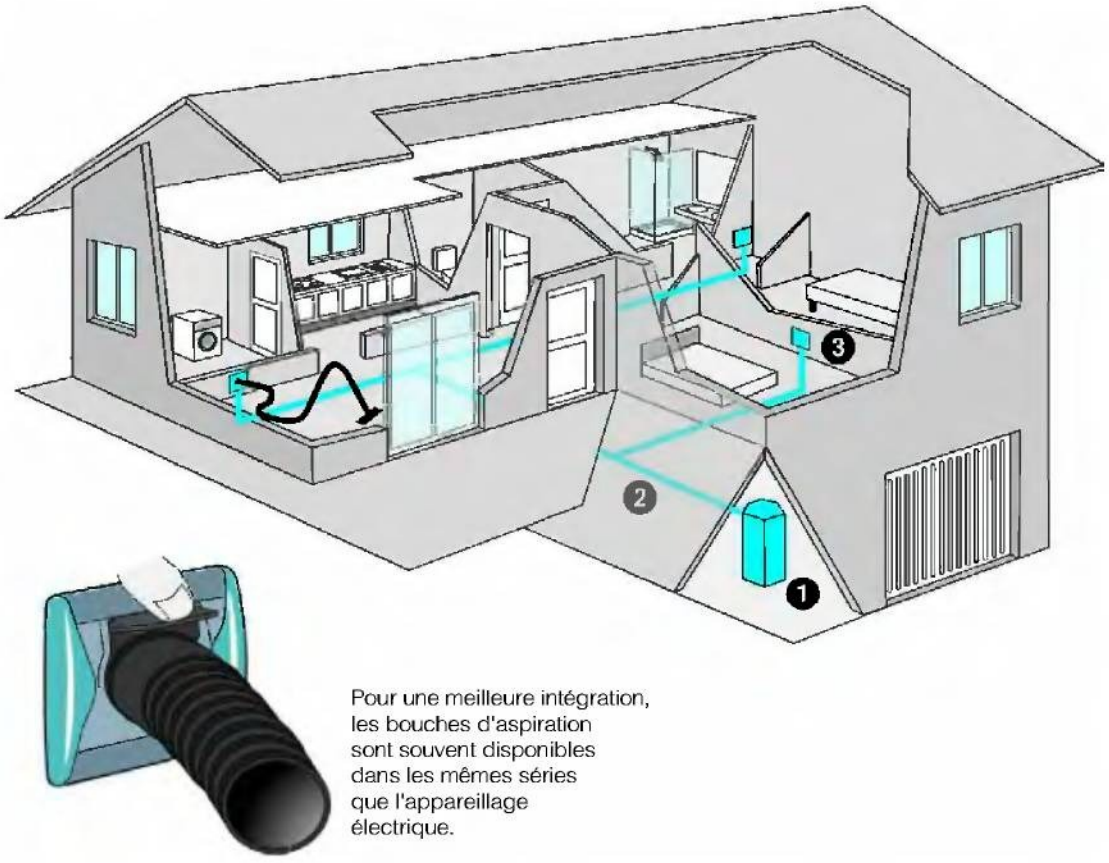
puis évacué par une sortie située sur le toit. Il est à noter que la VMC double flux présente aussi l'avantage de préserver l'air frais des habitations en été et d'offrir un confort accru pour les personnes allergiques aux pollens ou autres particules, grâce à la filtration. L'isolation aux bruits extérieurs est également meilleure puisqu'ils 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 49) 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 49) 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.

L'aspiration centralisée

Pour une construction neuve ou une rénovation lourde, vous pouvez prévoir d'installer un système d'aspiration centralisé (figure 50). 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



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

Figure 50 : L'aspiration centralisée

Figure 51 : Prise d'aspiration centralisée

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.

Plus 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 (figure 51) assorties aux prises électriques pour une intégration parfaite dans le décor.

Éclairage extérieur

L'éclairage à l'extérieur de votre habitation est très important. Il contribue à votre confort et à votre sécurité. La

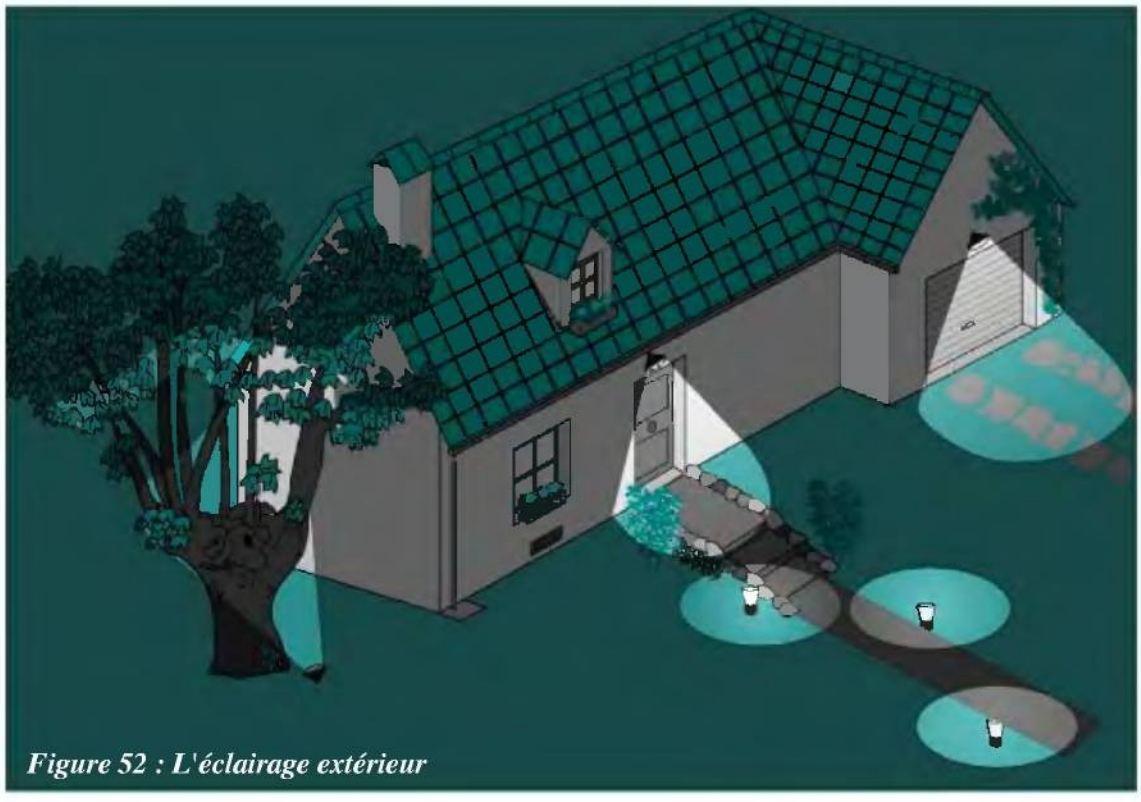


Figure 52 : L'éclairage extérieur

norme impose au minimum un point d'éclairage à chaque entrée principale ou de service. Un jardin ou une allée éclairée est toujours dissuasif pour les éventuels visiteurs mal intentionnés. Le choix d'un éclairage se fera 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.
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 52).
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.

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 en général 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.
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.

Le chauffage électrique

Le chauffage d'une habitation par l'électricité est une solution simple, propre, aisée à mettre en œuvre et d'un coût d'installation modique (par rapport aux autres modes de chauffage).
La forte consommation d'énergie que l'on reprochait autrefois au chauffage électrique peut être désormais parfaitement maîtrisée au moyen d'appareils de qualité, par la gestion du chauffage grâce à une régulation adaptée aux besoins et par une bonne isolation de l'habitation. Le chauffage électrique ne nécessite pratiquement pas d'entretien et son fonctionnement est d'une grande simplicité.

C'est un mode de chauffage très performant. L'air ambiant est chauffé directement, contrairement au chauffage central à eau chaude, par exemple, où il faut chauffer d'abord l'eau puis l'air.
On trouve sur le marché des appareils de toutes les formes, toutes les tailles et de différentes couleurs qui s'adaptent à tous les intérieurs. Les appareils peuvent aussi devenir totalement invisibles (chauffage par le sol ou plafond chauffant), laissant ainsi tout le volume habitable disponible.
Le fonctionnement du chauffage peut être automatisé (régulation, prise en compte de la température extérieure, etc.), ce qui permet de ne plus s'en occuper.
Ce chapitre est destiné à vous présenter ou vous faire redécouvrir tous les types de chauffage électriques utilisés dans l'habitat.

Les procédés de chauffage

L'émission de chaleur par l'électricité est rendue possible par le passage du courant dans un élément résistant. L'éner-

gie électrique se transforme en énergie calorifique.
Il existe trois principes de chauffage en électricité :
— par conduction ;
— par convection ;
— par 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 en est le meilleur exemple).

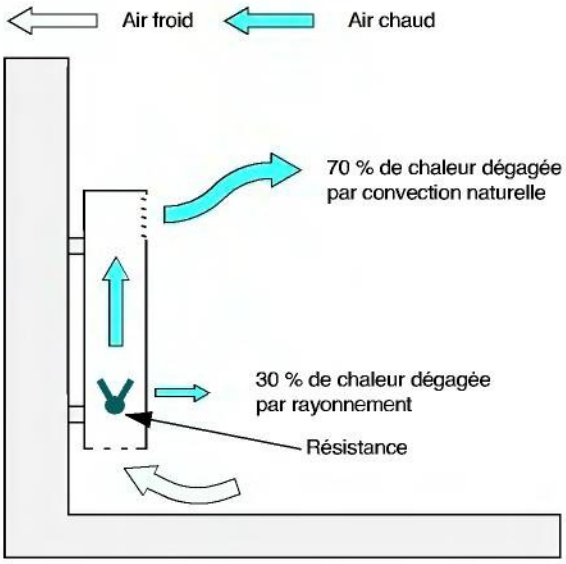


Figure 53 : Principe du convecteur

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 53).

Il existe trois types de résistances électriques (figure 54) 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 où 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 satisfaire aux exigences de la norme NF C 15-100 : *installations électriques à*

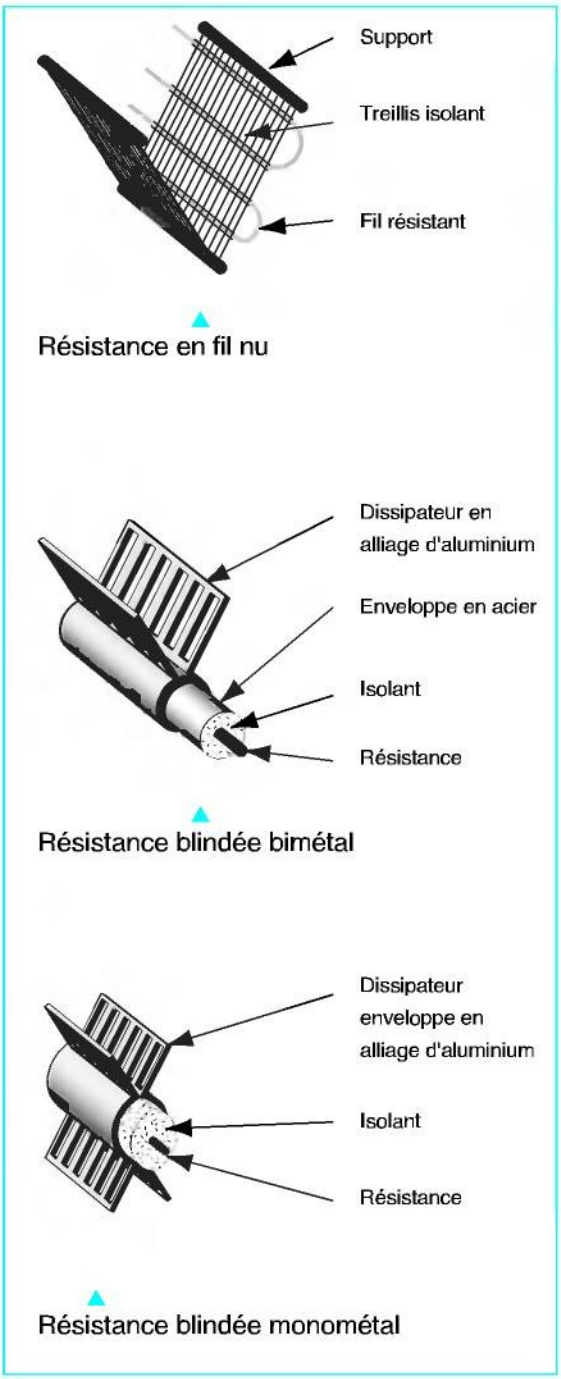


Figure 54 : Les types de résistances

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 55) 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 (figure 56). Dans tous les cas, respectez les indications de la notice de pose fournie avec l'appareil.

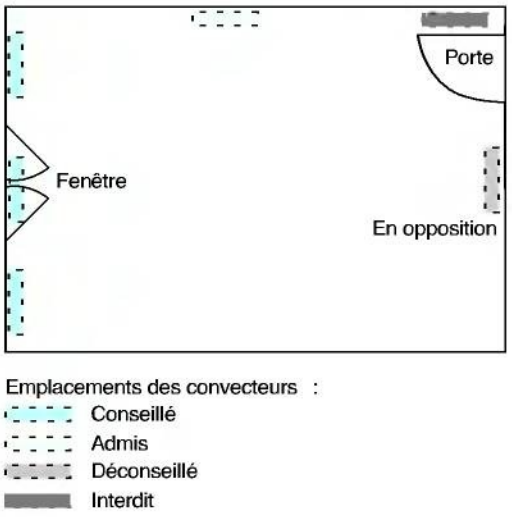


Figure 55 : L'emplacement des convecteurs

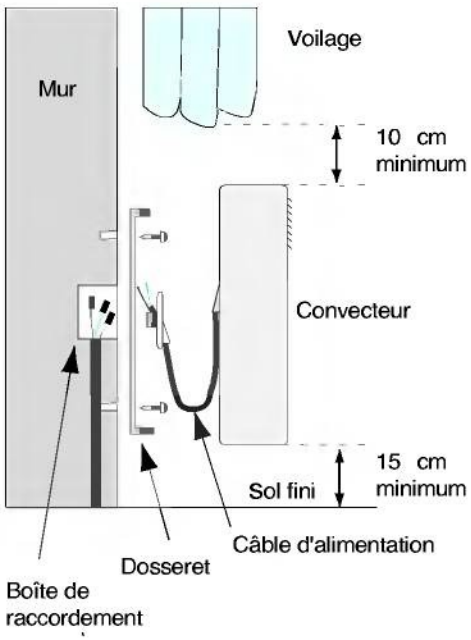


Figure 56 : Pose d'un convecteur

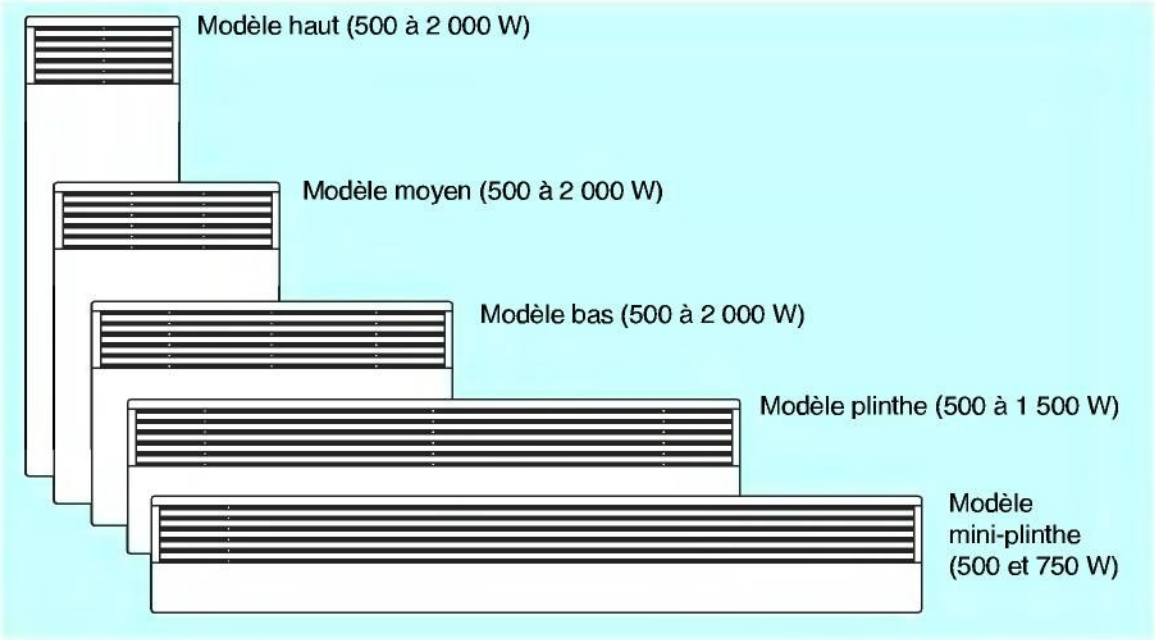
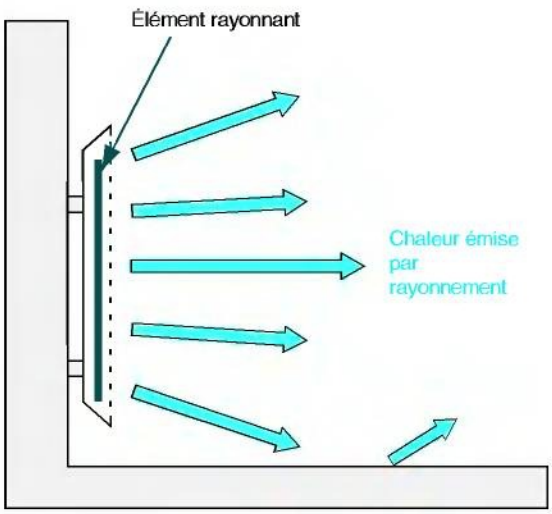


Figure 57 : Les formes de convecteurs

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 électriquement 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 (figure 57).
De nombreuses couleurs sont proposées, au-delà des coloris passe-partout beige et blanc.

Le panneau rayonnant

Le panneau rayonnant (ou radiant) 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 (figure 58) qui se transforme en chaleur

◀ *Figure 58 : Principe du rayonnement*

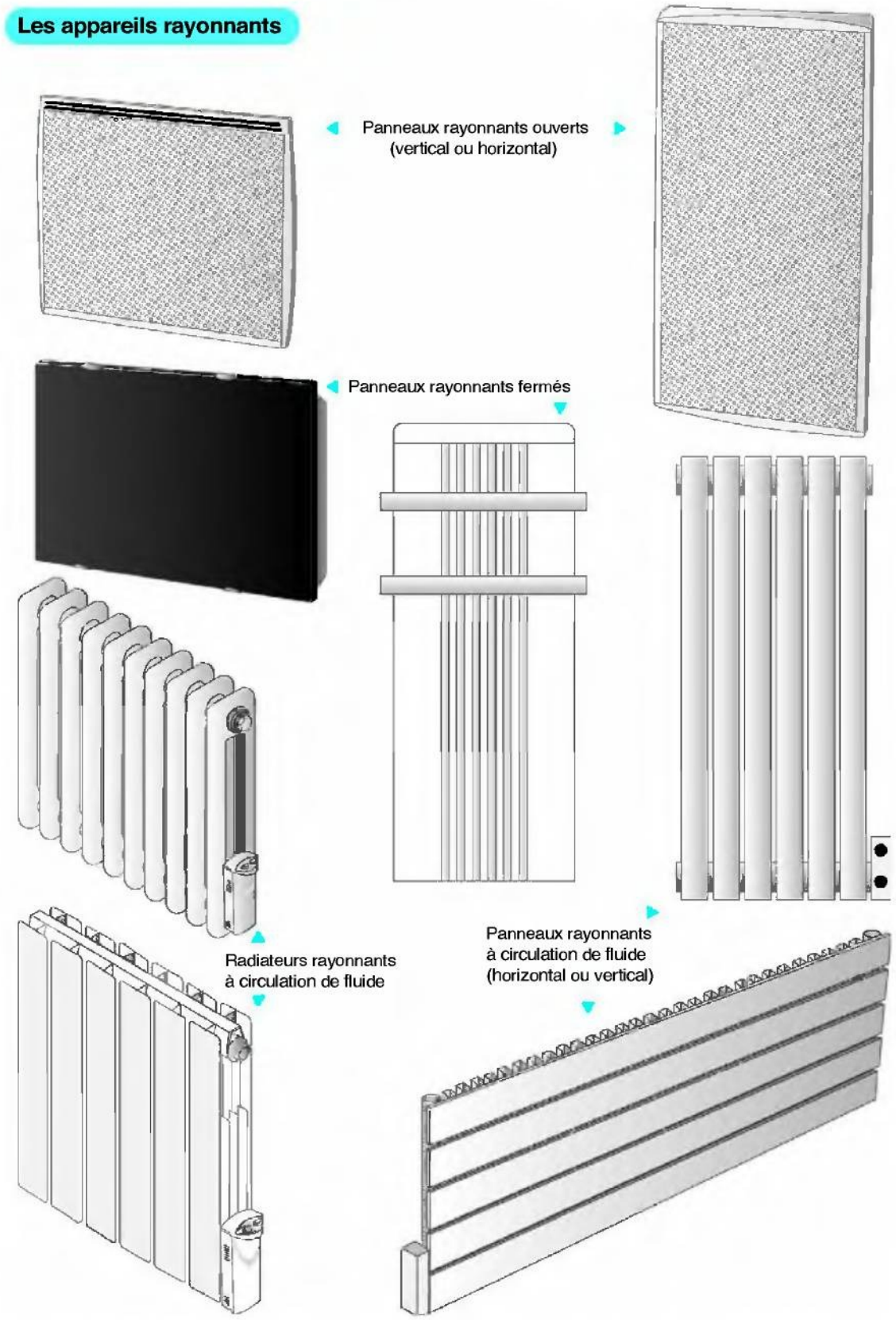


Figure 59 : Divers types de panneaux rayonnants

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 (figure 59) :

- **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 où l'élément chauffant (résistances blindées) est placé dans une enveloppe complètement fermée ;
— 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 des 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.

Tout comme 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.

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.

Le thermostat dispose d'une molette de réglage qui permet de choisir la température désirée. Cette molette est généralement graduée avec des chiffres qui

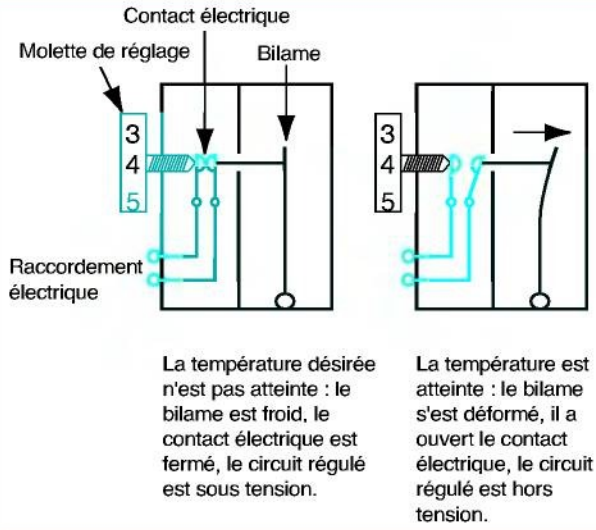


Figure 60 : Principe du thermostat électromécanique

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.

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 molette comportant 3 ou 4 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 une régulation par thermostat électromécanique et électronique.

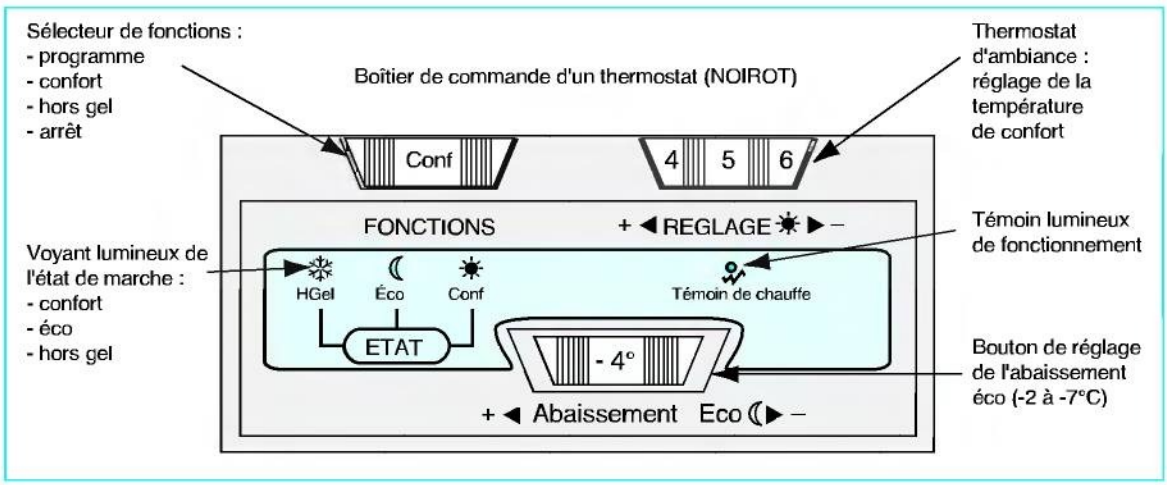


Figure 61 : Exemple de thermostat électronique

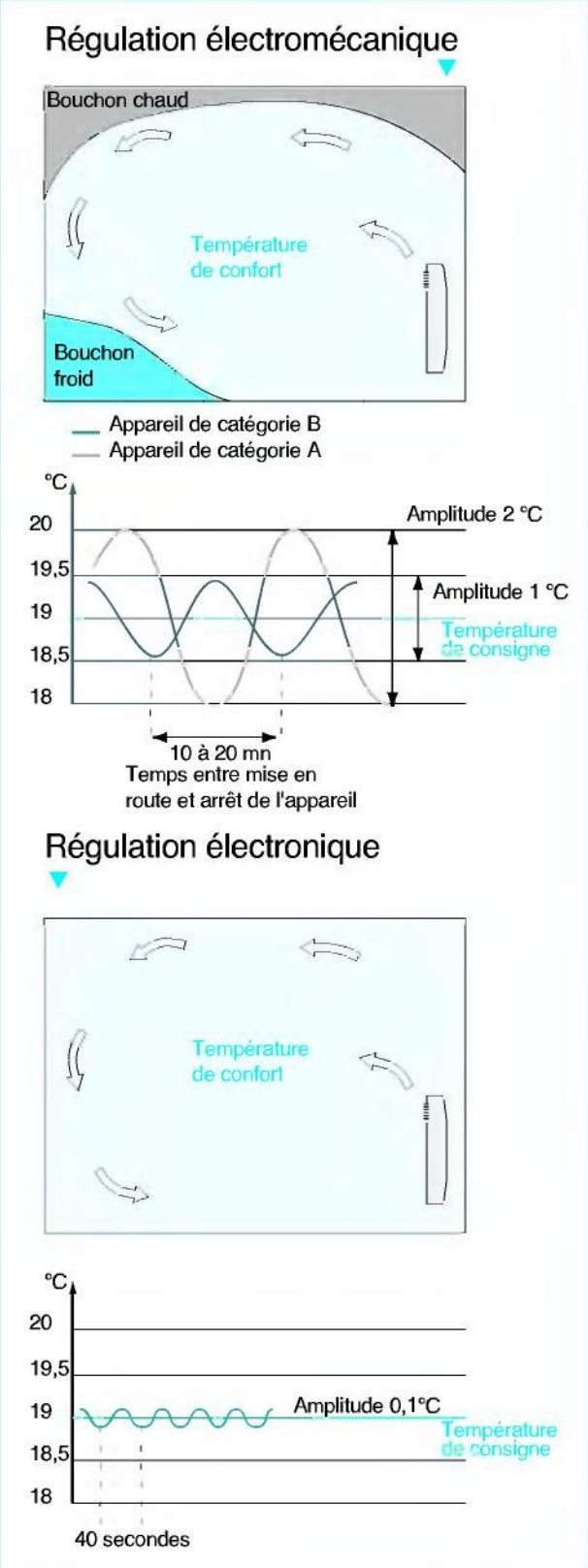


Figure 62 : Comparaison des performances des thermostats

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

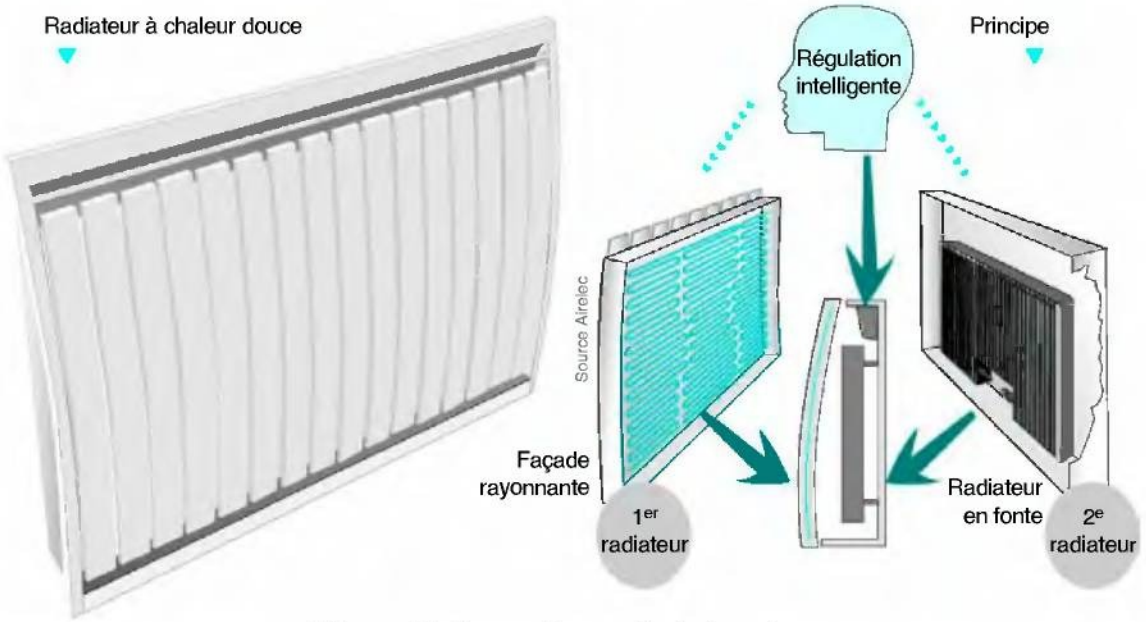


Figure 63 : Les radiateurs à chaleur douce

Figure 64 : Les radiateurs à inertie

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

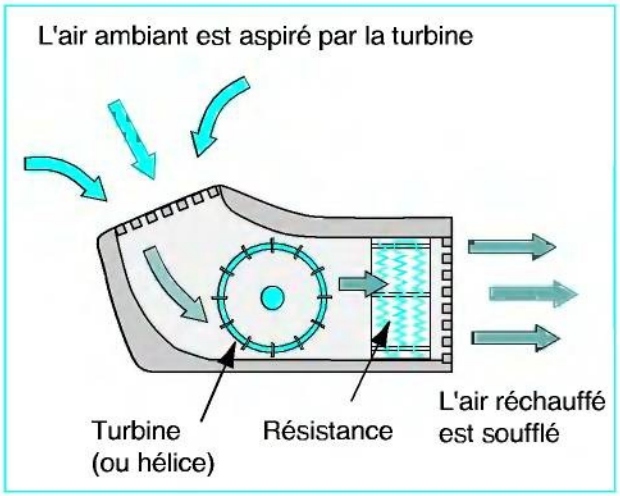


Figure 65 :
Le principe de la convection forcée

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 soufflants à éléments céramiques qui promettaient monts et merveilles — 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, créent une sorte de rideau d'air chaud qui empêche la pénétration de l'air froid dans le local (figure 66).

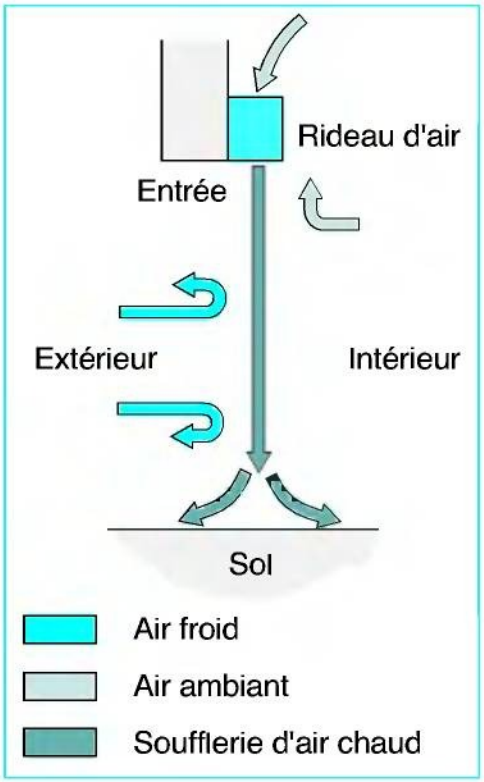


Figure 66 : Principe du rideau d'air

L'aérotherme

L'aérotherme 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 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 à coup sûr de trouver le modèle adapté à votre salle de bains (figure 67). Ces appareils sont constitués d'une structure de tubes creux, comme les radiateurs de chauffage central, dans laquelle est placé un liquide 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.

Les 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 période estivale.

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

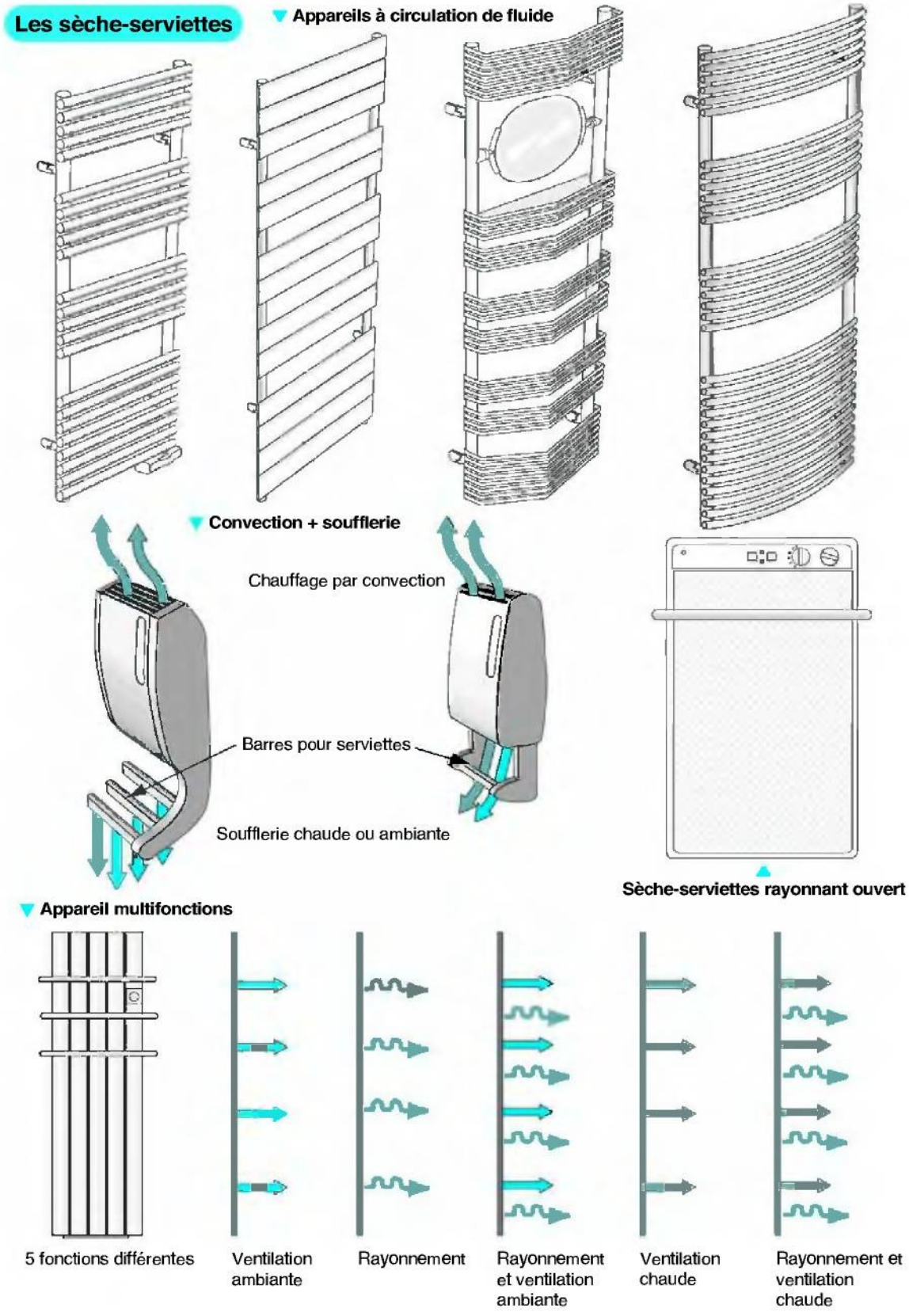


Figure 67 : Les sèche-serviettes

généralement cinq combinaisons :
- ventilation de l'air ambiant (pour période estivale) ;
- 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 68) 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. Leurs défauts sont peut être de n'être pas très esthétiques et de procurer un chauffage 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.

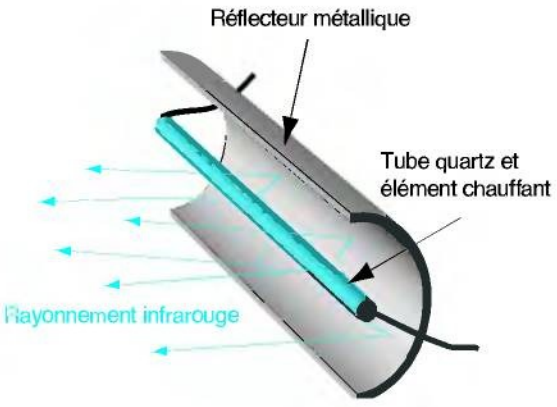


Figure 68 : Principe du chauffage à infrarouge

Les appareils à accumulation

Les appareils à accumulation étaient très en vogue jusqu'à la fin des années soixante-dix mais ce produit a souffert d'une mauvaise image de marque : peu esthétique, encombrant et cher 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 69) est composé de résistances électriques insérées dans un matériau réfractaire (magnésite, féolite). Le tout est enveloppé dans un isolant et placé dans une enveloppe extérieure en tôle recouverte d'un revêtement résistant à la chaleur (résine époxy, émail).

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 extérieur à l'appareil.

Les principaux fabricants proposent des appareils à l'esthétique améliorée et de taille réduite par rapport aux anciens

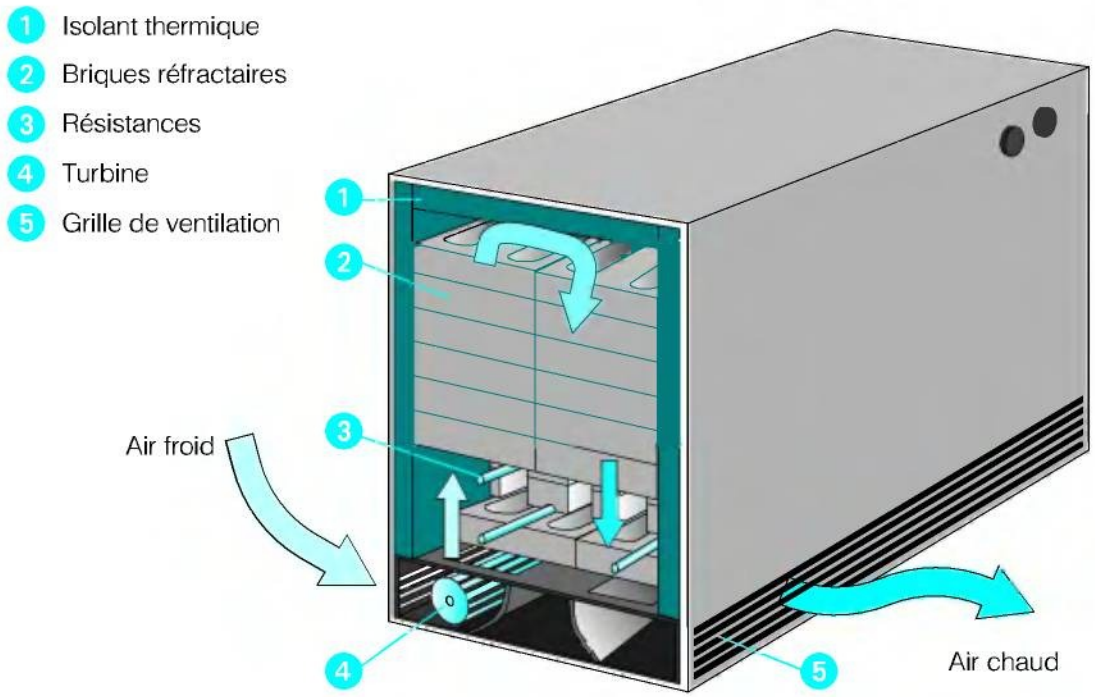


Figure 69 : Le principe du chauffage à accumulation

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.

Le chauffage par le sol

Le chauffage par le sol (ou plancher chauffant) est un mode de chauffage de plus en plus prisé dans l'habitat. Écartons tout de suite les mauvaises rumeurs concernant les planchers chauffants à eau chaude qui étaient mal régulés et chauffaient trop, provoquant un certain inconfort et des risques pour la santé des occupants.

Les planchers chauffants actuels émettent un chauffage par rayonnement à basse température (figure 70). La température du sol en quelque point que ce soit ne doit jamais dépasser 28 °C (article 35 de l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations de chauffage des bâtiments

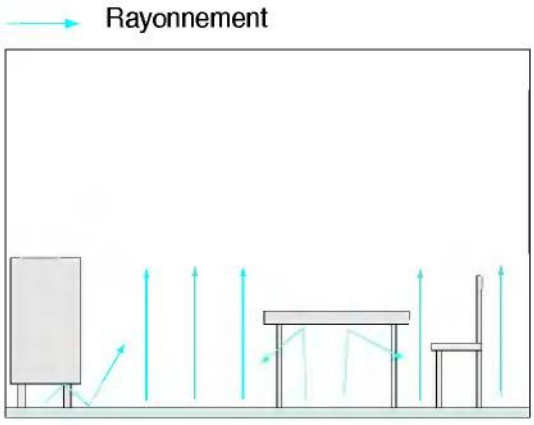


Figure 70 :
Le rayonnement des planchers chauffants

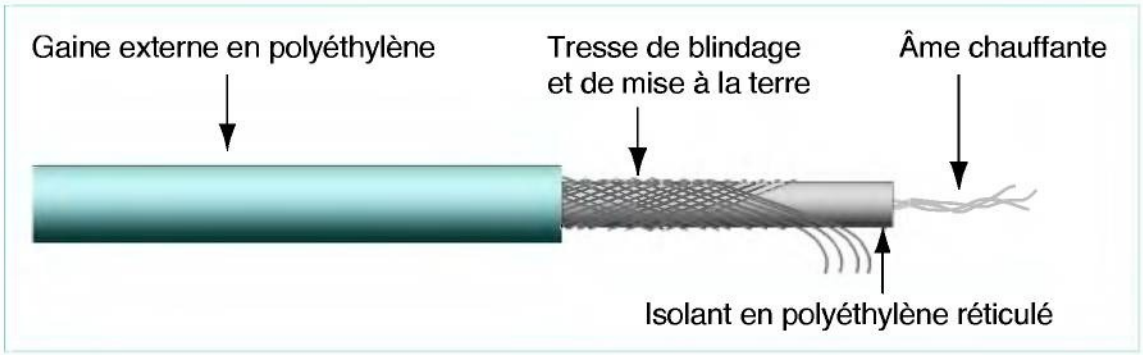


Figure 71 : Constitution d'un câble chauffant

d'habitation) et, en règle générale, elle dépasse rarement 20 à 25 °C.
Ce système présente de nombreux avantages :

- homogénéité du chauffage sur toute la surface du sol ;
- confort de grande qualité ;
- espace au sol et sur les murs entièrement libéré ;
- procédé silencieux ;
- propreté (pas de mouvements d'air ni de poussières) ;
- totalement invisible.

Ce type de chauffage ne peut être envisagé qu'en cas de création ou de réfection du sol.

Le principe consiste à noyer un câble chauffant (figure 71) dans une chape flottante (chape avec isolation sous chape) ou une dalle. La présence de l'isolant est indispensable, car elle permet de diriger l'émission de chaleur du côté de la pièce à chauffer. L'isolant, dans l'habitat collectif, contribue aussi à améliorer l'isolation acoustique. Le béton utilisé doit être de

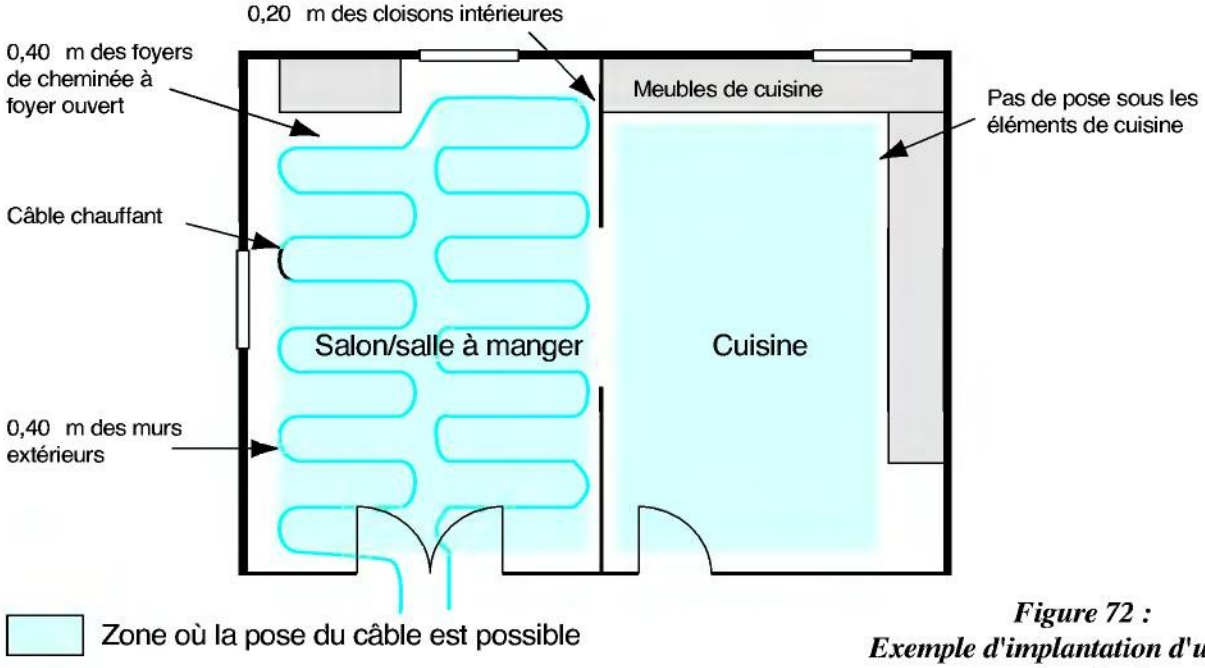


Figure 72 : Exemple d'implantation d'un câble chauffant

bonne compacité et il est recommandé de le vibrer.
La mise en œuvre de ce type de produit doit respecter les spécifications des Documents Techniques Unifiés (DTU n° 65-7) ou les Avis Techniques les concernant.
N'utilisez que des matériels bénéficiant d'un Avis Technique.
Les câbles sont disposés sur le sol en spires régulières avant le coulage de la chape. Néanmoins, la pose doit respecter quelques contraintes (figure 72) :

- éloignement de 40 cm du nu des murs extérieurs ;
- éloignement de 20 cm des cloisons intérieures ;
- éloignement de 20 cm des conduits de fumée et 40 cm des cheminées à foyer ouvert ;
- ne pas franchir les joints de dilatation ;
- ne pas être placé sous des éléments de cuisine.

Ces contraintes impliquent déjà de connaître la disposition des cloisons et de la cuisine avant le début des travaux, ce qui n'est pas évident.
Le chauffage par le sol peut être réalisé selon deux principes : par accumulation ou en chauffage direct.

Le chauffage par le sol à accumulation

Le chauffage par le sol à accumulation est le procédé le plus ancien dans ce domaine. Le principe consiste à chauffer une dalle de béton en lui faisant jouer le rôle d'un accumulateur (pour un chauffage de base) et d'assurer le complément par des panneaux rayonnants (ou des convecteurs).

La mise en œuvre de ce type de chauffage consiste à noyer un câble chauffant à accumulation (fixé sur l'armature métallique de la dalle) dans une dalle de béton d'une épaisseur minimale de 9 cm (figure 73). Le câble chauffant est mis en fonction uniquement la nuit, pendant les heures creuses, et emmagasine la chaleur dans la dalle. C'est le principe de l'accumulation. La chaleur ainsi accumulée est restituée naturellement dans la journée par rayonnement de la dalle de béton. Ce rayonnement n'étant pas suffisant pour obtenir une température de confort durant toute la journée, les convecteurs ou panneaux rayonnants fournissent les quelques degrés nécessaires au maintien de la température de confort. N'ayant pas à fournir une puissance de chauffe importante, les convecteurs seront sous-dimensionnés par rapport à un chauffage par convecteurs exclusivement.

En général, le chauffage par le sol à accumulation est installé dans les planchers bas mais, dans le cas d'une maison individuelle à un ou plusieurs étages,

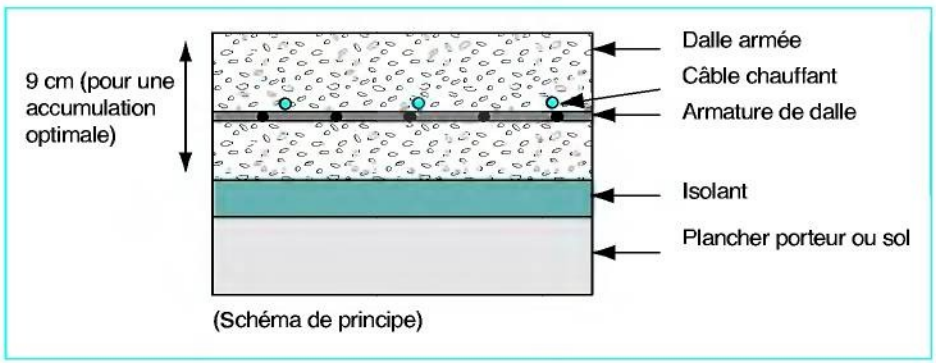


Figure 73 : Le principe du chauffage par le sol à accumulation

on peut envisager d'équiper les niveaux intermédiaires afin d'obtenir un rayonnement haut et bas (figure 74).

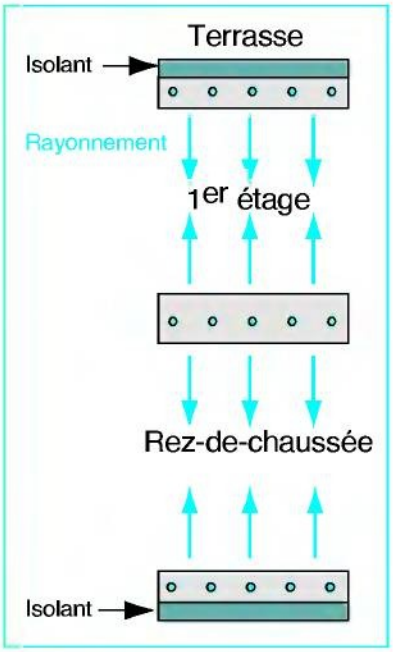


Figure 74 : Répartition des planchers chauffants à accumulation

Ce type de chauffage est très bien adapté à des logements de grande hauteur sous plafond. Il n'est pas compatible avec tous les revêtements de sol, c'est pourquoi il est préférable d'éviter les moquettes épaisses avec sous couche de mousse et tous types de revêtements de sol isolants qui perturberaient le rayonnement et risqueraient d'endommager l'élément chauffant. Le chauffage par le sol à accumulation est plus particulièrement destiné à des revêtements de sol tels :

- le carrelage ;
- le linoléum ;
- les parquets collés ;
- les moquettes tissées.

Pour l'aménagement intérieur, évitez les tapis, trop épais, et les meubles sans pieds reposant directement sur le sol.
Dans un souci d'économie, il est possible de n'équiper d'un câble chauffant que certaines pièces (pièces de la zone jour), les autres étant chauffées exclusivement par des convecteurs régulés de façon classique.

Le chauffage par le sol direct

Ce type d'équipement tend à se développer. Sa dénomination est PRE (Plancher Rayonnant Électrique).
Le chauffage par le sol direct assure le chauffage complet de la pièce sans complément de convecteurs. Pour cela, l'inertie de la chape doit être faible (chape fine de 4 à 5 cm) afin de pouvoir répondre rapidement à une demande de chauffage.
La chape est réalisée selon le principe de la chape flottante (isolation sous chape et bande de désolidarisation latérale).
La chaleur est émise par rayonnement.
Les contraintes de revêtement de sol sont les mêmes que pour le chauffage par le sol à accumulation.

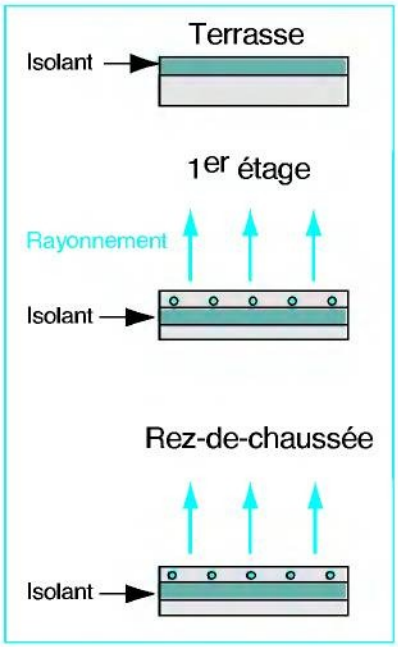


Figure 75 : Répartition des planchers PRE

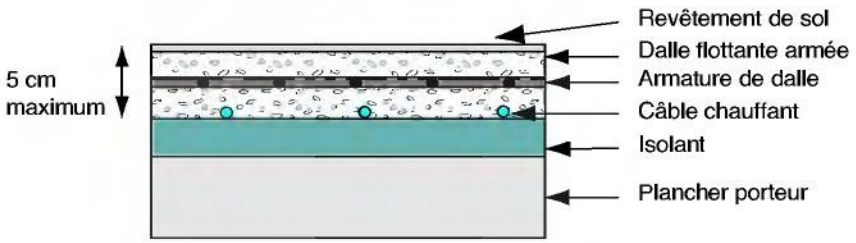


Figure 76 : Principe de pose d'un PRE

Les valeurs des câbles chauffants s'expriment :
— en puissance linéique : puissance (en W) par mètre de câble (W/m) ;
— en puissance surfacique : puissance du câble au m² (W/m²).

Par contre, ce système n'est pas adapté à tous les cas. Pour obtenir une température de 28 °C au sol, les câbles chauffants directs permettent d'obtenir de 85 à 95 W/m². Selon la situation de votre habitation (en zone très froide, par exemple), il est possible que ce procédé de chauffage par le sol ne soit pas suffisant (impossibilité de répartir la puissance sur la surface disponible). Il impliquerait de réaliser une surisolation de l'habitation (donc un surcoût) pour un résultat qui ne serait pas satisfaisant.
Dans le cas d'une maison individuelle, les niveaux intermédiaires ne pourront pas offrir un rayonnement sur les deux faces, car les déperditions seraient trop importantes. Chaque niveau doit être isolé sous chape (figure 75).

Les câbles chauffants directs

Les câbles chauffants directs sont dérivés des modèles à accumulation. L'élément chauffant est placé sur l'isolant mais séparé de celui-ci par un film polyéthylène. Le câble est placé sous l'armature de la chape et noyé dans le béton (figure 76).
Les câbles chauffants se présentent sous forme de couronnes à dérouler ou de trames préformées. La mise en place doit être réalisée dans les mêmes conditions que les câbles à accumulation.

Les puissances linéiques des câbles chauffants directs, situées entre 10 et 13 W/m, permettent d'obtenir une puissance surfaciques de 85 à 90 W/m².
On trouve aussi sur le marché des éléments de chauffage plats qui permettent d'obtenir des puissances surfaciques de 95 W/m².

La toute dernière innovation en la matière consiste à rapprocher l'élément chauffant de la surface du sol. Cette nouveauté a été rendue possible en diminuant la puissance linéique à 4,5 W/m pour une puissance surfacique de 95 W/m². Ce type de produit permet la pose de l'élément chauffant directement sous le carrelage (figure 77), dans le mortier-colle de pose. Cette solution peut être intéressante en rénovation (avec toutefois une chape flottante isolée).
Afin de satisfaire à ces conditions de pose, le câble chauffant est de petit diamètre, prétramé sur un treillis en polyester.

Il existe aussi des procédés de chauffage par le sol dont l'élément chauffant est plat, positionné entre deux filets de tissu de verre et à poser directement sous le revêtement de sol.
L'élément chauffant est alimenté en très basse tension de sécurité (inférieure à

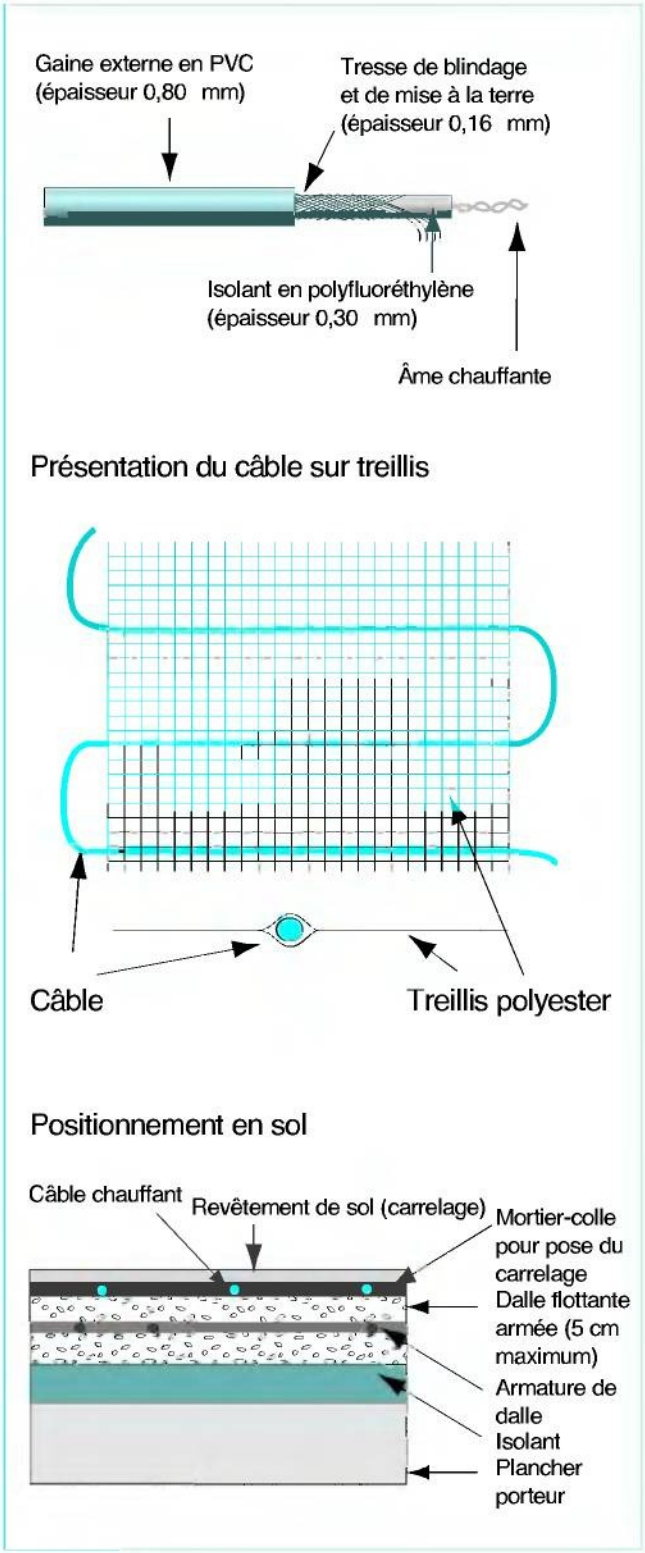


Figure 77 :
Câble chauffant direct posé sous carrelage

50 Volts). Le problème de cette solution réside dans la nécessité d'utiliser un transformateur de taille très importante qu'il est difficile de dissimuler.

Les câbles chauffants autorégulants

Ce type de câble est le dernier né des câbles chauffants directs. Le positionnement en chape est analogue à celui des câbles classiques.

L'émission de chaleur est toujours effectuée par rayonnement. La grande innovation réside dans la constitution même du câble : la partie active est constituée de deux conducteurs électriques en parallèle, séparés par un polymère réticulé semi-conducteur et autorégulant (figure 78).

Le fonctionnement de ce câble est le suivant* (figure 73) :

— à froid : le polymère établit de nombreuses liaisons entre les deux conducteurs ; le câble chauffe en puissance maximale ;

— plus la température augmente, plus les liaisons diminuent ainsi que la puissance ;

— quand la température d'autolimitation est atteinte, les liaisons sont interrompues, la puissance est nulle (les liaisons se reformeront lorsque la température baissera à nouveau).

Ce système présente plusieurs avantages par rapport aux câbles classiques. Il n'y a plus de contraintes quant aux meubles et tapis : si un objet gêne le rayonnement, le câble s'adapte et diminue sa puissance dans cette zone. Les apports gratuits de chaleur (rayonnement solaire) sont automatiquement pris en compte : la chaleur émise sur le sol diminue automatiquement la puissance du câble dans cette zone.

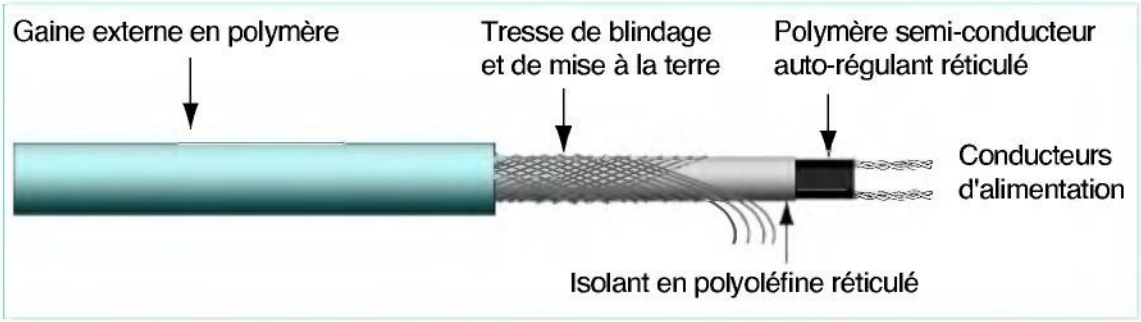


Figure 78 : Le câble chauffant autorégulant

Figure 79 : Principe du câble chauffant autorégulant

Les PRE en solution sèche

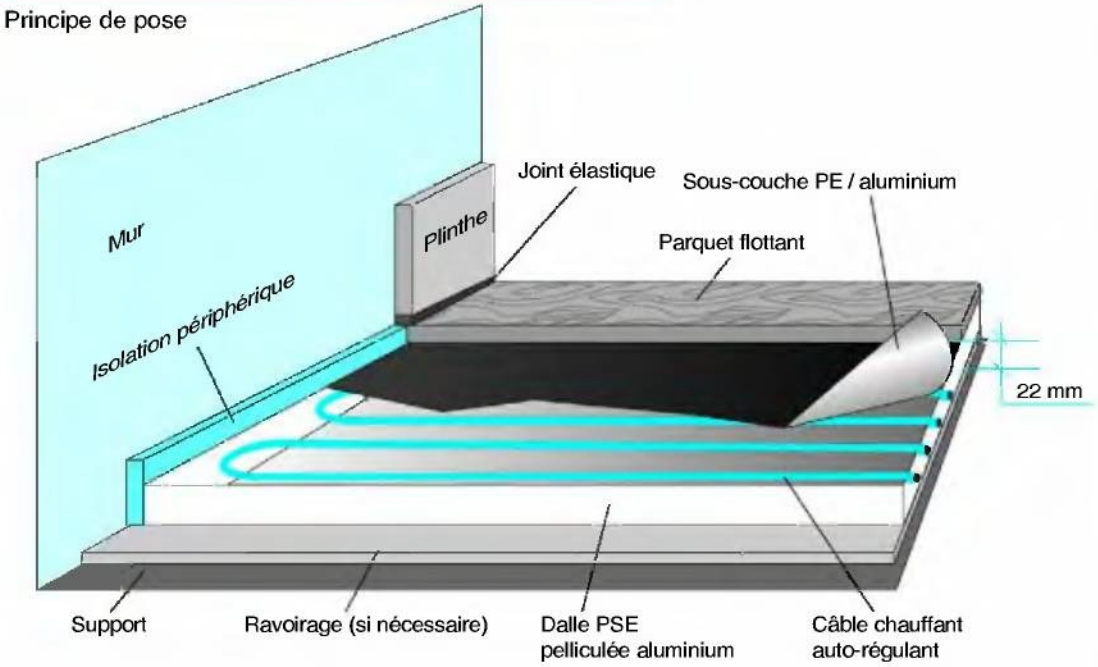
Les planchers rayonnants électriques sont adaptés aux solutions sèches (figure 80), c'est-à-dire sans dalle béton ni chape. La pose est possible partout, rapidement et aisément.

Le principal avantage est la très faible hauteur de réservation (22 mm hors revêtement de sol) qui permet d'opter pour ce type de chauffage même en rénovation. Le système est aussi léger (2,5 kg/m²) ce qui permet de l'adapter en inter-étage ou en mezzanine. La mise en œuvre est rapide et il n'y a pas de temps de séchage. Les locaux peuvent être occupés dès la pose des revêtements de sol.
Cette solution consiste à réaliser une isolation périphérique composée d'une bande de polyéthylène réticulé qui ceinture de façon continue la partie basse des murs et des cloisons. Son but est d'isoler phoniquement et thermiquement la dalle d'isolation des structures verticales du bâtiment.

Pour l'isolation horizontale et le passage du câble, on utilise des dalles spéciales en PSE pelliculé d'aluminium, afin de mieux diffuser la chaleur sur toute la surface de la pièce. Les rainures des dalles sont prévues pour accueillir le câble chauffant autorégulant.
Lorsque le câble est installé, l'ensemble est recouvert d'une sous-couche PE/aluminium permettant de désolidariser le revêtement de sol (parquet flottant) du plancher chauffant. Elle améliore

Le plancher rayonnant électrique (solution sèche)

Principe de pose



Principe de raccordement

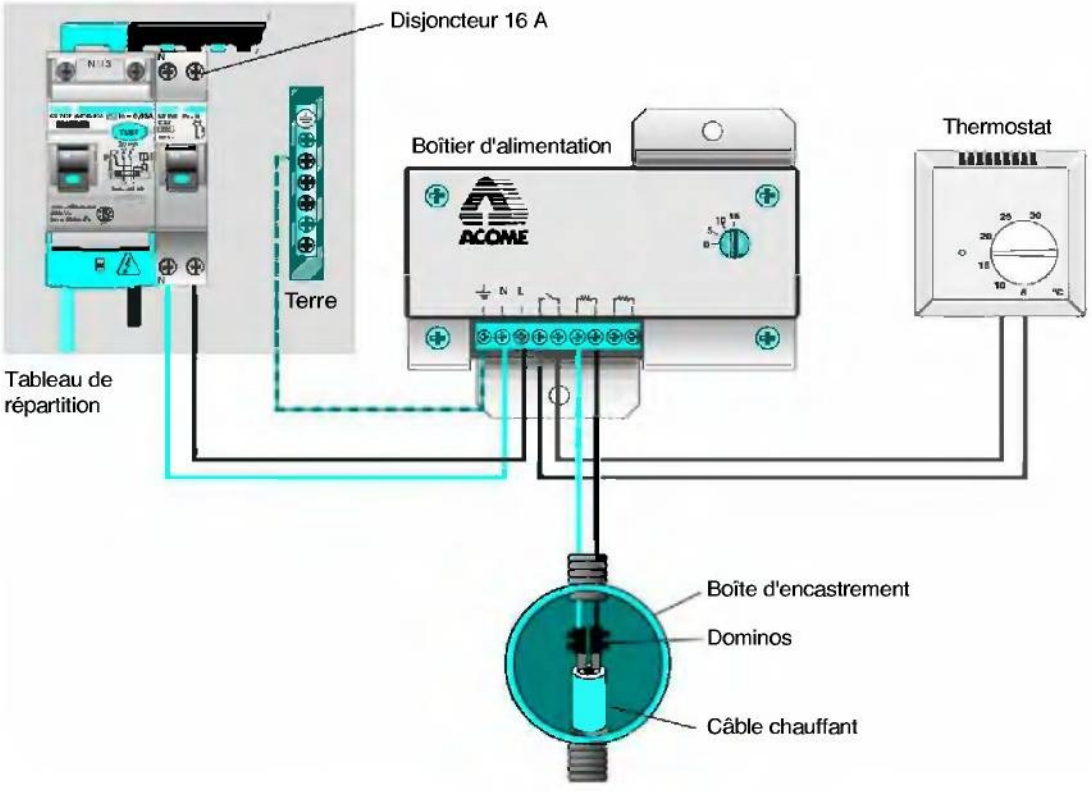


Figure 80 : Exemple de PRE en solution sèche

également l'isolation phonique et homogénéise la température de surface de l'ensemble.
Le raccordement électrique s'effectue par l'intermédiaire d'un boîtier spécial. Les thermostats situés dans chaque pièce doivent être de classe A ou B et pourvus d'un fil pilote 4 ou 6 ordres associé ou non à un gestionnaire d'énergie.
Ce système est commercialisé sous forme de packs adaptés à différentes surfaces (de 10 à 17 m^2).

Les régulations des câbles chauffants

Les régulations sont différentes selon le procédé de chauffage utilisé (accumulation ou direct).
Pour le chauffage à accumulation, la régulation prend en compte :
— le passage en heures creuses (pour le déclenchement de la mise en charge) ;
— la température extérieure (avec une sonde installée à l'extérieur, côté nord) ;
— la température de la dalle, grâce à un capteur placé dans la chape.

Ce type de régulation est appelée simple pente. On peut aussi envisager une régulation avec relance de jour (au tarif normal) en cas d'abaissement significatif de la température en journée. Ce type de régulation est appelée double pente.
Pour le chauffage direct, la régulation est effectuée pièce par pièce. Elle peut être assurée :
— par un thermostat d'ambiance résultant (un par pièce équipée). Cet appareil prend en compte la température de l'air ambiant et la moyenne de la température rayonnante des différentes parois ;
— par un (ou plusieurs) thermostat d'ambiance résultant associé à une régulation (par fil pilote ou autre) permettant de gérer plusieurs niveaux de chauffage selon l'occupation du local.

L'inertie d'un chauffage par le sol étant supérieure à celle des convecteurs (environ deux heures pour passer de 16 à 18 °C avec une température extérieure de 6 °C), on évitera de programmer des abaissements de température pour des périodes d'absence inférieures à quatre heures.

Le chauffage par le plafond

Le chauffage par le plafond diffuse la chaleur par rayonnement à basse température, à l'instar du chauffage par le sol. Sa dénomination est PRP (Plafond Rayonnant Plâtre). La chaleur est émise à partir du plafond. Le chauffage par le plafond présente lui aussi tous les avantages de ce principe de chauffage, à savoir homogénéité, confort, etc. Il est également très bien adapté aux locaux vastes ou aux pièces dont la hauteur sous plafond est supérieure à la normale (mezzanine).

Les films chauffants

L'élément chauffant se présente sous forme de film (figure 81). Il est constitué d'un tissu de verre imprégné d'un enduit conducteur d'électricité placé entre deux films de matière plastique. Une bande neutre de chaque côté de l'élément chauffant permet la fixation du film. Il est muni de deux liaisons froides (conducteurs électriques pour le raccordement).
Ce type d'éléments est destiné à être placé entre la sous-face d'un plancher et un plafond rapporté (figure 82). Un isolant thermique est placé sur le film pour diriger le flux de rayonnement vers le bas. Le plafond rapporté peut être constitué de :

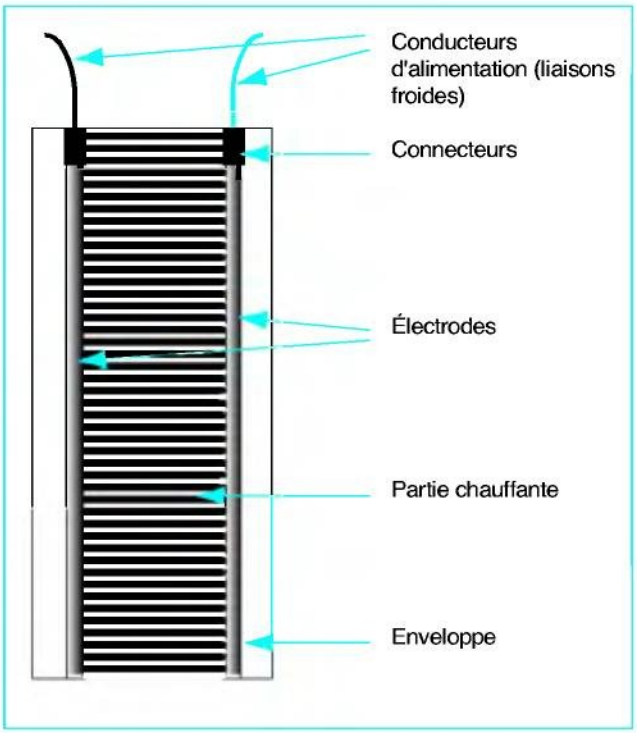


Figure 81 : Exemple de film chauffant

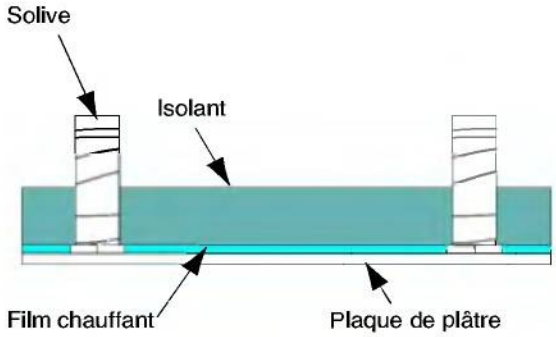


Figure 82 :
Principe de pose d'un film chauffant

- plaques de plâtre cartonnées adaptées de 10 à 18 mm ;
- plaques de plâtre perforées (20 mm maximum) ;
- plâtre projeté (20 mm maximum) ;
- panneaux de fibres de bois (particules de bois ou contreplaqué de 5 à 22 mm d'épaisseur) ;
- lames de bois naturel (lambris, frisette).

La puissance surfacique de ce type d'émetteur est de 135 W/m².

Les cassettes rayonnantes pour faux plafonds

Ce type de chauffage se décline sous diverses formes selon les usages. Il existe sous forme de plaques de faux plafond (plafonds suspendus) prêtes à l'emploi, avec film intégré et isolant, aux tailles normalisées (120 × 120 ou 60 × 60) aux couleurs et états de surface variés. On trouve aussi des modules adaptables dans les plafonds suspendus à lames métalliques (type Luxalon). Ces types de film chauffant sont destinés à un emploi dans le tertiaire (bureaux).

D'autres variantes existent aussi sous formes de cassettes chauffantes à moyenne température à suspendre, utilisables dans les locaux industriels.

Les modules chauffants pour faux plafonds

Les fabricants proposent des panneaux de PRP composés d'un isolant thermique, d'un film chauffant et de connecteurs. Ils permettent d'intégrer un chauffage par le plafond rayonnant dans un faux plafond en plaques de plâtre à ossature métallique.

Les modules ont une largeur de 0,60 m et une longueur de 0,60 ou 1,20 m, pour s'adapter parfaitement sur les ossatures métalliques. Il convient de réaliser un plan de calepinage en fonction de la

Figure 83 : Panneau de PRP

puissance totale à installer et de la répartition des éléments chauffants. Le plafond est ensuite recouvert de plaques de plâtre spéciales PRP.

L'eau chaude sanitaire électrique

Dans un souci de confort et d'économies d'énergie, le chauffe-eau doit être admis à la marque NF-Électricité (ou NF-Électricité Performance) et être classé en catégorie B (performances améliorées).
Le chauffe-eau électrique constitue une solution très pratique pour la production d'eau chaude. Il fonctionne automatiquement et son entretien est très réduit. Il peut être installé n'importe où dans un logement, du moment que vous disposez d'une arrivée d'eau froide et d'une évacuation pour le groupe de sécurité. Il procure un débit d'eau chaude constant et important.

Les systèmes de chauffe-eau électriques

Il existe trois grandes catégories de chauffe-eau électriques :
— à accumulation ;
— de faible capacité ;
— instantanés.
Le principe des chauffe-eau à accumulation et de faible capacité consiste à chauffer une réserve d'eau. Le chauffe-eau instantané chauffe l'eau au fur et à mesure de la demande.
Chaque type d'appareil correspond à des besoins et à des situations bien précises. Il est donc très utile d'évaluer vos besoins pour ne pas choisir un appareil de capacité trop importante (dépenses inutiles) ou de capacité trop faible (manque d'eau chaude).

Chauffe-eau à accumulation

Le chauffe-eau à accumulation est un gros réservoir isolé muni d'un système de chauffage électrique (résistance et thermostat de régulation). Il permet de chauffer en 6 à 8 heures une quantité d'eau (de 75 à 300 litres) et, grâce à sa cuve isolée, de conserver cette eau à température (figure 84).

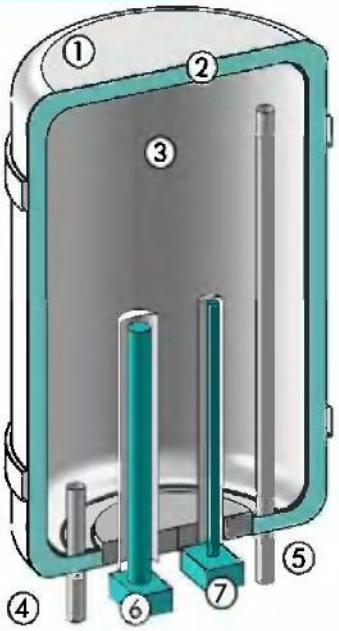
Le réservoir est toujours sous pression, l'eau chaude s'accumule en partie supérieure (où elle est puisée) et, au fur et à mesure de l'utilisation, elle est remplacée par de l'eau froide (en partie inférieure). Choisissez de préférence un modèle vertical pour lequel la surface d'échange entre l'eau chaude et l'eau froide est moins importante. On trouve sur le marché des appareils verticaux ou horizontaux à suspendre (assurez-vous que la paroi destinée à recevoir l'appareil est assez solide), et des appareils à poser (à partir de 150 l).

Le chauffage de l'eau peut être continu (régulé par le thermostat) pour des capacités allant jusqu'à 100 l ou assuré exclusivement pendant les heures creuses pour des capacités supérieures (si vous disposez de ce type d'abonnement EDF). Le fonctionnement en heures creuses permet de bénéficier d'un prix du kWh inférieur de 40 % au tarif normal. Pendant les heures creuses, le fonctionnement est assuré par un automatisme qui permet une relance manuelle aux heures de tarification normale (en cas de manque d'eau chaude). En revanche, l'abonnement permettant de bénéficier des heures creuses est plus cher que l'abonnement de base, c'est pourquoi il est conseillé uniquement pour des appareils de plus de 100 l.

Le chauffe-eau électrique à accumulation est constitué d'une cuve émaillée protégée contre la corrosion. L'isolation est

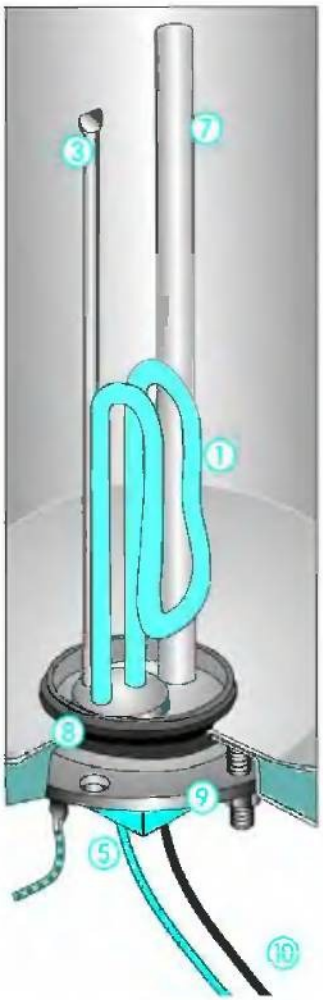
L'équipement électrique d'un chauffe-eau

① Enveloppe extérieure
② Isolant thermique
③ Cuve anti-corrosion
④ Arrivée d'eau froide
⑤ Départ eau chaude
⑥ Résistance
⑦ Thermostat



Avec une résistance en stéatite

Avec une résistance blindée



① Résistance blindée
② Résistance stéatite
③ Doigt de gant du thermostat
④ Sonde du thermostat
⑤ Thermostat
⑥ Doigt de gant de la résistance
⑦ Anode anti-corrosion
⑧ Joint
⑨ Platine avec fixations
⑩ Ligne d'alimentation

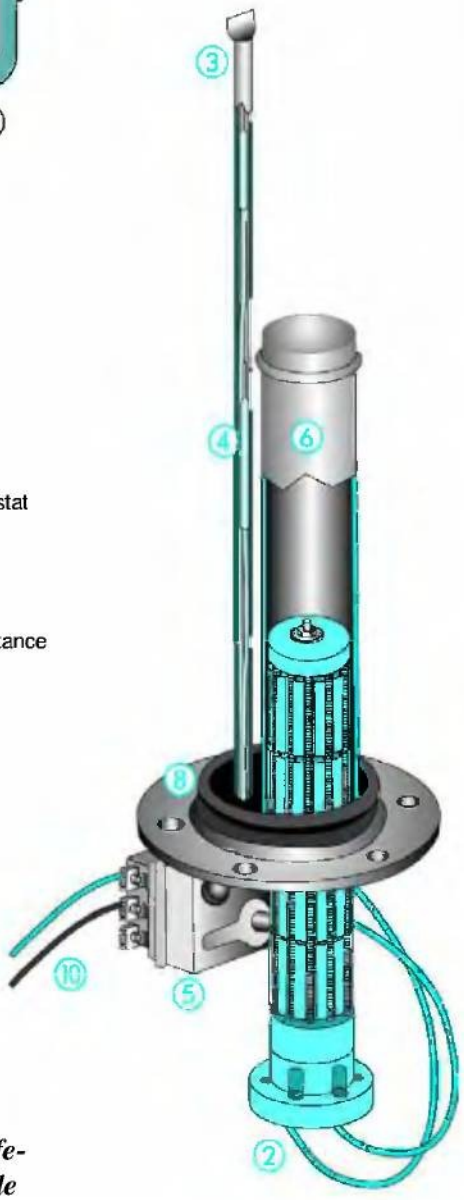


Figure 84 : Équipement d'un chauffe-eau électrique et types de résistances

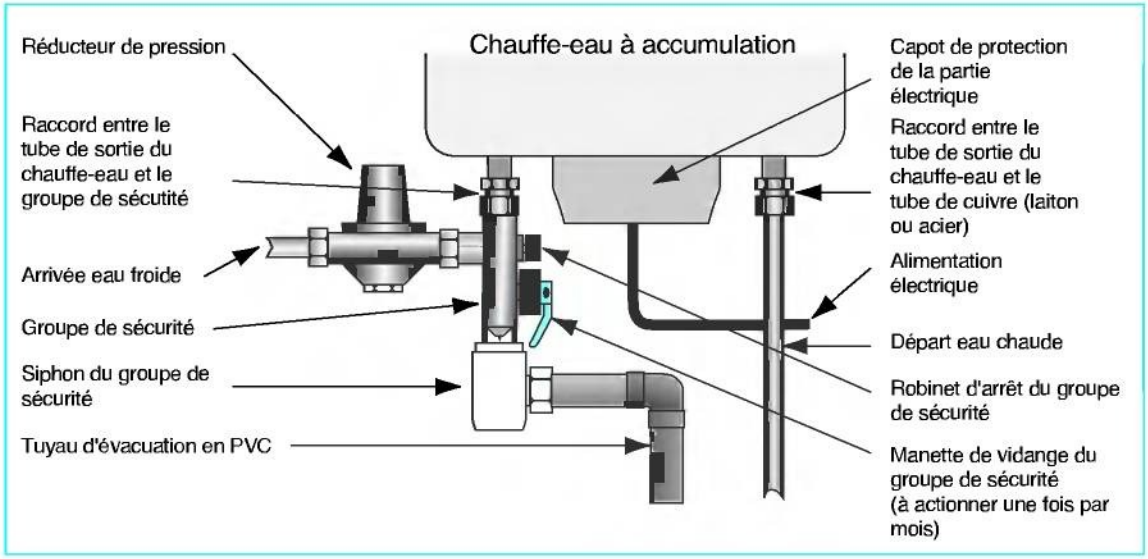


Figure 85 : Raccordement hydraulique d'un chauffe-eau électrique

réalisée par injection de mousse entre cette cuve et l'enveloppe extérieure. La cuve est pourvue d'une anode anticorrosion en magnésium.

Le bloc de chauffe (partie électrique) est constitué :

— d'une résistance électrique stéatite (placée dans un fourreau métallique) ou thermoplongeante (placée directement dans la cuve) ;

— d'un thermostat de régulation (préréglé en usine à 65 °C) équipé d'une sécurité de surchauffe.

Le raccordement hydraulique (figure 85) est constitué :

- d'une arrivée d'eau froide réalisée par l'intermédiaire d'un groupe de sécurité (appareil qui assure la vidange du chauffe-eau en cas de surchauffe accidentelle) ;
- d'une canalisation pour les eaux usées (raccordée sur le groupe de sécurité) en PVC de 25 mm ou plus ;
- d'une sortie d'eau chaude ;
- d'un réducteur de pression (en amont du groupe de sécurité) si la pression du réseau est supérieure à 7 bars.

Il existe des chauffe-eau à accumulation à double puissance (figure 86). Dans ce cas, l'appareil est muni d'un deuxième

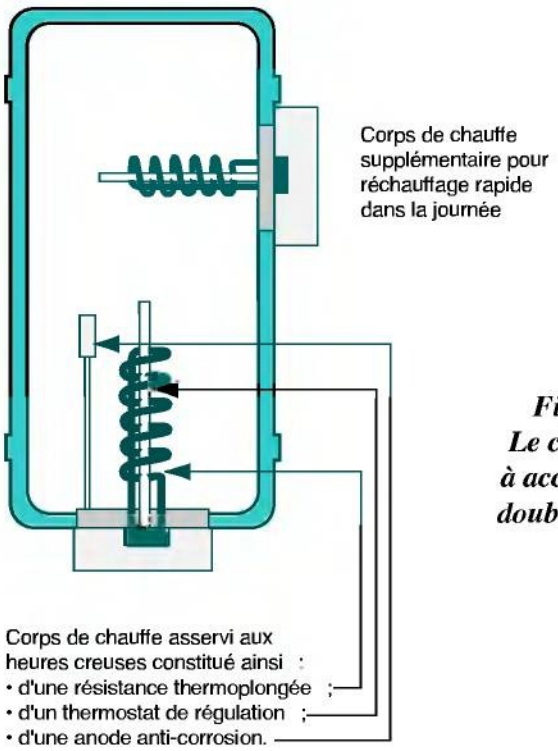


Figure 86 : Le chauffe-eau à accumulaion à double puissance

système de chauffage électrique qui permet de réchauffer tout ou partie du volume d'eau pendant la journée. L'autre corps de chauffe fonctionne uniquement pendant les heures creuses. Cette solution convient pour des besoins irréguliers en eau chaude.

Chauffe-eau de petite capacité

La constitution d'un chauffe-eau de faible capacité est similaire à celle d'un chauffe-eau à accumulation. En revanche, ces modèles n'offrent que des capacités de 10 à 30 litres.

Ce type de chauffe-eau est capable de porter le volume d'eau à température en moins d'une heure (pour des puissances de 900 à 2 000 W). Il fonctionne en permanence (régulé par thermostat).

Le chauffe-eau de faible capacité convient très bien pour des points d'eau uniques ou éloignés du reste de l'installation et qui ne nécessitent pas une importante demande d'eau chaude (évier, lavabo).
Il existe des modèles muraux et des modèles spéciaux pour une pose sous évier.

Chauffe-eau instantanés

Les chauffe-eau électriques instantanés ne stockent pas l'eau chaude mais la produisent au fur et à mesure de la demande. Ils sont de taille très réduite et peuvent être installés dans les mêmes situations que les appareils de petite capacité.
Malheureusement, ces appareils consomment une quantité importante d'électricité (de l'ordre de 6 000 W) et n'offrent qu'un débit limité (3 à 4 litres d'eau à 40 °C à la minute). Ils doivent être associés à des pommes de douche spécifiques.

Les besoins en eau chaude

Les besoins journaliers pour une personne sont en moyenne de 50 litres d'eau chaude à 60 °C. Cette moyenne dépend également du nombre de points d'utilisation, de leur nature (douche, baignoire), de leur distance du chauffe-eau et du nombre d'occupants. Il est nécessaire de prendre en compte l'alimentation en eau chaude d'une chambre d'amis selon sa périodicité d'utilisation, d'anticiper l'agrandissement de la famille (attente d'un heureux événement), etc.
Vous devez installer un appareil qui vous procurera le meilleur confort possible

Choix d'un chauffe-eau électrique

Équipement sanitaire	évier	évier + lavabo		évier + lavabo + douche		évier + lavabo + baignoire sabot		évier + lavabo + douche + baignoire		évier + lavabo + douche + baignoire		évier + lavabo + 2 douches + baignoire	
Nb. occupants a = adulte e = enfant	1a	1a	2a	1a	2a	1a	2a	2a	2a + 1e	2a + 1e	2a + 2e	2a + 2e	2a + 3e
Type de logement				F1		F2		F3		F4		F5 et plus	
Capacité (en litres) chauffe-eau en alimentation directe	15 ou 30	50 ou 75		75 ou 100		100		déconseillé		déconseillé		déconseillé	
Capacité (en litres) chauffe-eau en heures creuses	déconseillé	déconseillé		100		150		150 ou 200		250 ou 300		300 ou 2 X 200	

sans toutefois être surdimensionné par souci d'économies. Si vous choisissez un appareil à accumulation horizontal, prévoyez une contenance supérieure de 50 litres par rapport à un modèle vertical. Le tableau précédent propose un choix d'appareils verticaux en fonction des points d'eau à alimenter, du type de logement et du nombre d'occupants.

Pour l'obtention de ses labels, PROMOTELEC demande une capacité minimale de stockage. Elle est indiquée dans le tableau suivant. Cette capacité est obtenue avec un ou plusieurs chauffe-eau.

Type de logement	Capacité minimale de stockage
F1	100 litres
F1 bis	100 litres
F2	150 litres
F3	200 litres
F4	250 litres
F5 et plus	300 litres

Les solutions

Les chauffe-eau électriques offrent un vaste choix de formes, de tailles et de solutions de pose qui permettent de répondre pratiquement à tous les cas.

La solution la plus économique pour disposer d'un volume d'eau chaude à moindre coût est le chauffe-eau à accumulation, fonctionnant pendant les heures creuses.

Si vous manquez de place pour installer un tel appareil, vous pouvez choisir un modèle de capacité moindre alimenté en permanence. Dans ce cas, la consommation d'électricité sera plus élevée.

Si vous avez des besoins irréguliers en

Chauffe-eau vertical
(à accumulation)

Chauffe-eau horizontal
(à accumulation)

Chauffe-eau de faible capacité

Chauffe-eau instantané

Figure 87 : Les divers types de chauffe-eau

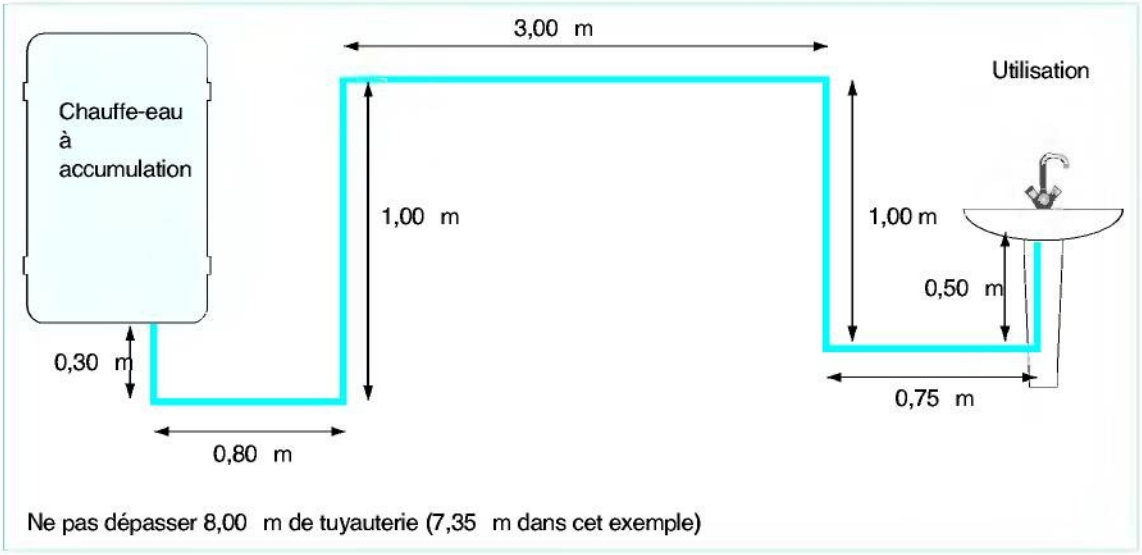


Figure 88 : La longueur des tuyauteries

eau chaude, le chauffe-eau électrique à double puissance peut constituer une solution intéressante. Le bloc de chauffe supplémentaire ne se met en fonction qu'en cas de besoin. Pendant les périodes de consommation normale, vous bénéficiez des mêmes avantages que le chauffe-eau à accumulation.

Si vous devez alimenter un point d'eau éloigné de votre chauffe-eau (lavabo dans une chambre d'enfant, par exemple), installez un appareil de faible capacité indépendant, réservé à cet usage.

Les règles à respecter pour les chauffe-eau à accumulation

Installez de préférence le chauffe-eau dans le volume chauffé de votre habitation. Si cette solution n'est pas réalisable, placez l'appareil dans le volume non chauffé (cave, garage), en réduisant le plus possible la longueur des tuyauteries jusqu'aux points d'utilisation. Ces tuyauteries doivent être isolées thermiquement afin d'éviter les déperditions.

Préférez un modèle vertical à un modèle horizontal. Si vous choisissez le modèle horizontal, prévoyez-le d'une capacité supérieure de 50 litres au modèle vertical.

Pour un point d'utilisation éloigné de plus de 8 mètres du chauffe-eau, prévoyez un deuxième appareil de faible capacité ou un système d'eau chaude immédiate avec accélérateur.

Pour un appareil à fixation murale, vérifiez que la paroi sur laquelle il doit être installé est apte à supporter son poids (figure 89).

Les appareils de 15 à 50 litres peuvent être fixés :

- sur les murs pleins de 20 cm d'épaisseur minimum par quatre boulons de scellement de ø 10 mm ;
- sur les murs en matériaux creux (de type alvéolaire) de 20 cm minimum, il est nécessaire de réaliser un ancrage avec scellements au mortier de ciment ;
- sur les cloisons de 15 à 20 cm d'épaisseur, les boulons doivent traverser la paroi et être reliés deux à deux par des contre-plaques métal-

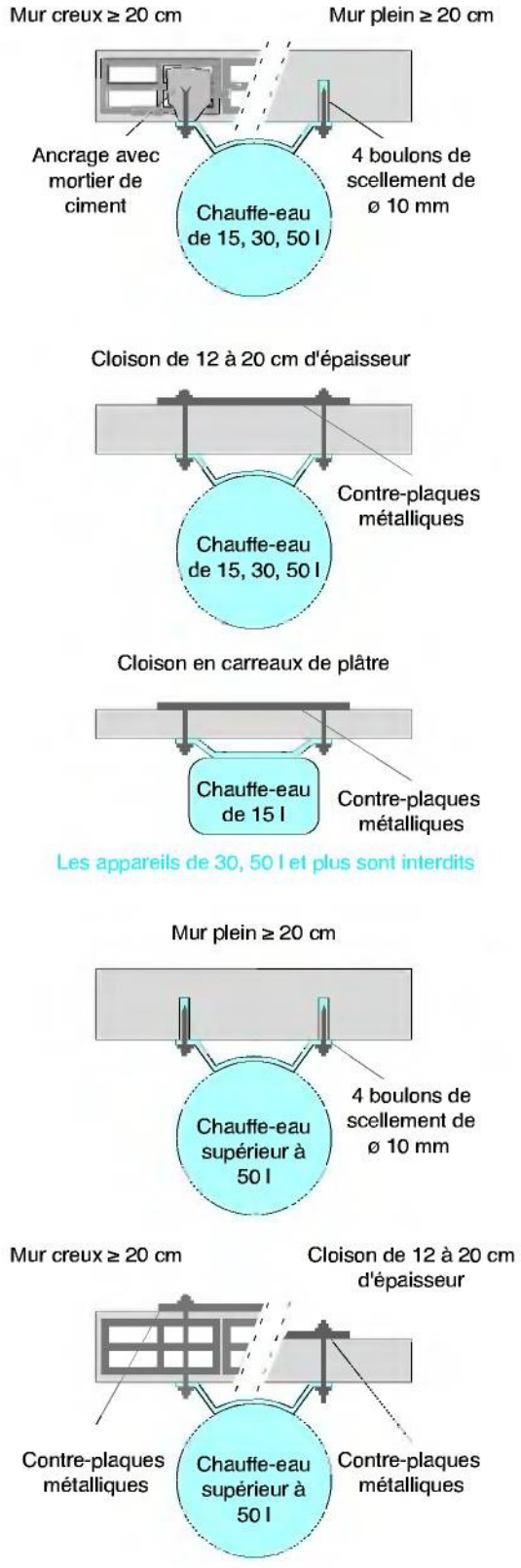


Figure 89 : La fixation murale des chauffe-eau électriques

liques (sauf pour les chauffe-eau de 15 litres) ;
- sur les cloisons minces (carreaux de plâtre, par exemple), pour les chauffe-eau de 15 litres exclusivement, avec des fixations et contre-plaques. Les capacités supérieures sont interdites sur ce type de cloison.

Les chauffe-eau d'une capacité supérieure à 50 litres peuvent être fixés :
— sur des murs pleins de 20 cm d'épaisseur minimum avec des boulons de scellement de ø 10 mm ;
— sur des murs creux de 20 cm d'épaisseur minimum ou des cloisons pleines de 12 à 20 cm, par des boulons traversant la paroi et solidarisés deux par deux par des contre-plaques métalliques.

Un espace libre minimal (figure 90) doit être respecté de part et d'autre d'un chauffe-eau ;
- 10 cm entre le dessus de l'appareil et le plafond ;
- 40 cm entre le dessous de l'appareil et le sol ;
- 12 cm entre le bord de l'appareil et la paroi en cas de pose dans un angle.

L'espace libre devant un appareil sur pieds doit être de 75 cm minimum.
Dans les locaux secs, le chauffe-eau peut être installé n'importe où, dans un placard par exemple, sous réserve qu'il demeure accessible en cas de dépannage ou de remplacement.
Dans les locaux humides (salle d'eau), l'installation du chauffe-eau est réglementée.
L'installation électrique alimentant le chauffe-eau doit être en conformité avec la norme NF C 15-100 *Installations*

électriques à basse tension. Il doit obligatoirement être raccordé à la prise de terre.
Veillez à ce que le diamètre des canalisations d'eau (alimentation et départ) soit suffisant.
Installez un groupe de sécurité sur l'arrivée d'eau froide et un réducteur de pression, si vous n'en disposez pas en tête d'installation.
Ne raccordez pas les canalisations en cuivre directement sur les sorties du chauffe-eau : intercalez un manchon constitué d'un autre métal (acier, laiton) ou mieux un raccord diélectrique.
Actionnez la manette de vidange du groupe de sécurité au moins une fois par mois pour en vérifier le bon fonctionnement.
Si l'eau de votre région est très calcaire et que vous ne disposez pas de système antitartre, faites procéder après quelques années au détartrage de la cuve de l'appareil, dans le souci de conserver ses performances.

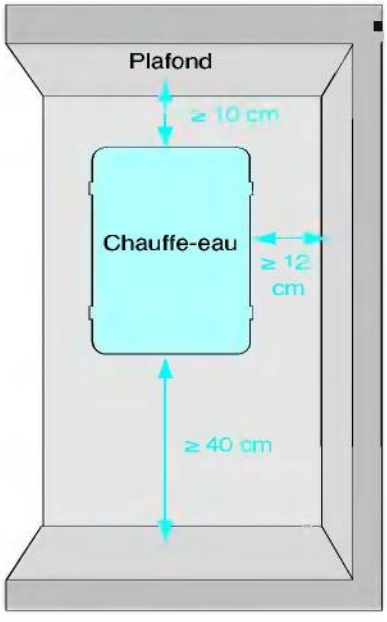


Figure 90 : Les cotes autour d'un chauffe-eau électrique

Optimisez votre chauffage

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.

Le principe de l'isolation thermique

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 plancher en contact avec une cave, un garage ou un escalier desservant ces locaux. 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 (figure 91), indépendamment des autres locaux. Si on le désire, la cave et le garage peuvent aussi

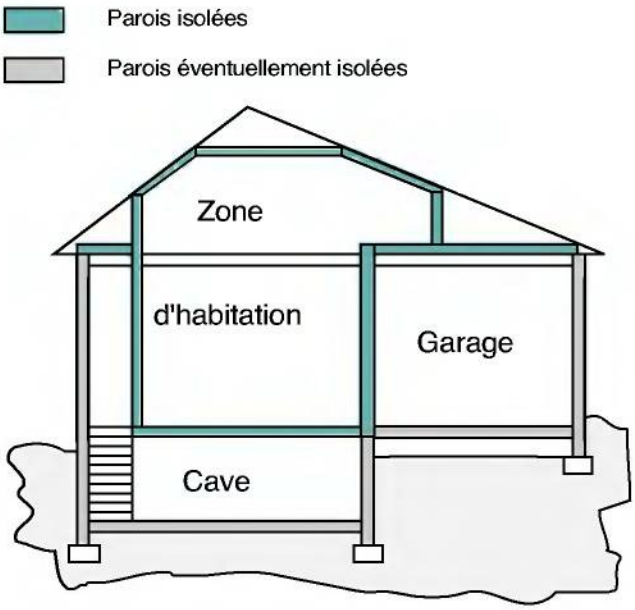


Figure 91 : Le principe de l'isolation thermique

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. Nous ne présenterons que les plus courants et les plus simples à mettre en œuvre. Les matériaux d'isolation se présentent généralement sous forme :

- de rouleaux ou de plaques pour les laines minérales ;
- de plaques pour le polystyrène et le polyuréthanne ;
- 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.

Exemple : un panneau de doublage 10 + 80 correspond à un matériau constitué d'une plaque de plâtre cartonnée de 10 mm (9,5 en réalité) sur laquelle est collé un isolant de 80 mm d'épaisseur.

Il faut noter que la plupart des isolants thermiques possèdent également des qualités d'isolation acoustique.

Certaines laines minérales présentent une de leurs faces recouverte de papier kraft ou d'une pellicule aluminée. Cette couche est appelée pare-vapeur. Comme son nom l'indique, le pare-vapeur évite le passage de vapeur d'eau créée par les occupants et leurs activités vers l'extérieur, à travers l'isolant. Il évite ainsi tout risque de condensation dans l'isolant, ce qui diminuerait ses performances. La face équipée du pare-vapeur doit toujours être placée du côté intérieur. En cas d'utilisation de deux couches d'isolant, seule la première couche côté volume chauffé doit comporter un pare-vapeur. Il est nécessaire de veiller à assurer les performances du pare-vapeur sur toute la paroi équipée d'isolant. Les raccords entre les lés d'isolant sont recouverts d'adhésif ainsi que tout point ou le pare-vapeur serait percé (pattes de fixation, par exemple).

La figure 92 propose un aperçu de quelques produits ainsi que leur résistance thermique.

Laine à épandre
Isolation des combles

Laine combles

R(1)	épaisseur mm
6,0	250
4,8	200
3,6	150
2,4	100

Laine monocouche
Isolation des combles

IBR monocouche

R(1)	épaisseur mm
5,50	220
5,00	200
4,50	180
4,00	160

Feutre IBR

R(1)	épaisseur mm
3,50	140
3,00	120
2,50	100
2,00	80

Laine double couche
Isolation des combles

Uniroll

R(1)	épaisseur mm
3,50	120
3,00	100
2,50	80
1,9	60

Rollisol toit

R(1)	épaisseur mm
2,25	90
1,75	70

Panneau rigide
Isolation des combles
par l'extérieur

Luro

R(1)	épaisseur mm
3,05	100
2,40	80
1,80	60

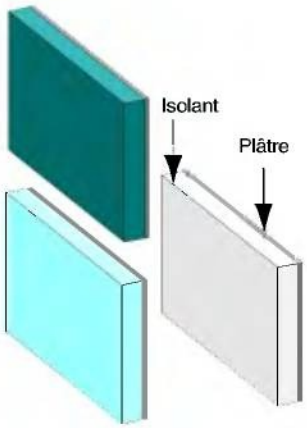
Panneau rigide
Isolation des sols
sous chape

Domisol 303

R(1)	épaisseur mm
1,15	40
0,85	30
0,55	20

Domisol 302

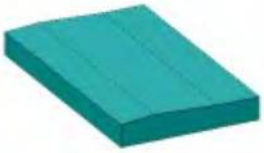
R(1)	épaisseur mm
1,30	50
1,05	40
0,80	30



Doublages
plâtre + isolant
Isolation des murs

❶ Plâtre + polystyrène expansé
❷ Plâtre + laine de roche
❸ Plâtre + polyuréthanne
❹ Plâtre + polystyrène extrudé

Épaisseur 10 = plâtre X = isolant	R(1) des isolants ❶	❷	❸	❹
10 + 20	0,48			
10 + 30		0,93	1,23	1,08
10 + 40	0,93	1,23	1,63	1,48
10 + 50		1,53	2,03	1,83
10 + 60	1,38	1,83	2,43	2,18
10 + 70		2,13		
10 + 80	1,83	2,43	3,23	2,88
10 + 100	2,23	3,03		3,58



Panneau contre cloison
Isolation des murs

Panolene PB

R(1)	épaisseur mm
2,65	100
2,00	75
1,60	60
1,15	45

Panolene GR

R(1)	épaisseur mm
3,15	100
2,65	85
2,35	75
1,90	60

(1) Résistance thermique en m^2 °C/W

Figure 92 : Exemples de matériaux isolants

L'isolation thermique des parois vitrées (fenêtres, portes-fenêtres) est aussi très importante. Il est vrai que le remplacement des fenêtres classiques par des modèles isolants représente des travaux assez onéreux mais il faut savoir que :

— une fenêtre à double vitrage réduit de 40 % les déperditions par rapport à un vitrage classique ;
— les fenêtres à double vitrage offrent en plus une isolation acoustique ;
— le choix de modèles admis au label CEKAL (organisme certificateur en double vitrage) garanti un double vitrage de qualité et donne droit à une réduction fiscale.

Les principes d'isolation des parois opaques

Il existe trois 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.

La figure 93 illustre ces différents procédés.

Isolation intérieure

L'isolation intérieure est la solution la plus répandue, 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 peut présenter un inconvénient : l'épaisseur des isolants peut diminuer sensiblement la surface habitable.

Exemple : on doit installer un isolant de 10 cm d'épaisseur sur deux parois dont la longueur représente 7 m. On perd une surface au sol de 0,7 m².

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

Isolation extérieure

L'isolation extérieure est réalisée par un isolant posé sur tous les murs extérieurs, recouvert d'un enduit de ravalement ou d'un bardage. La toiture peut également être isolée par le même type de procédé.

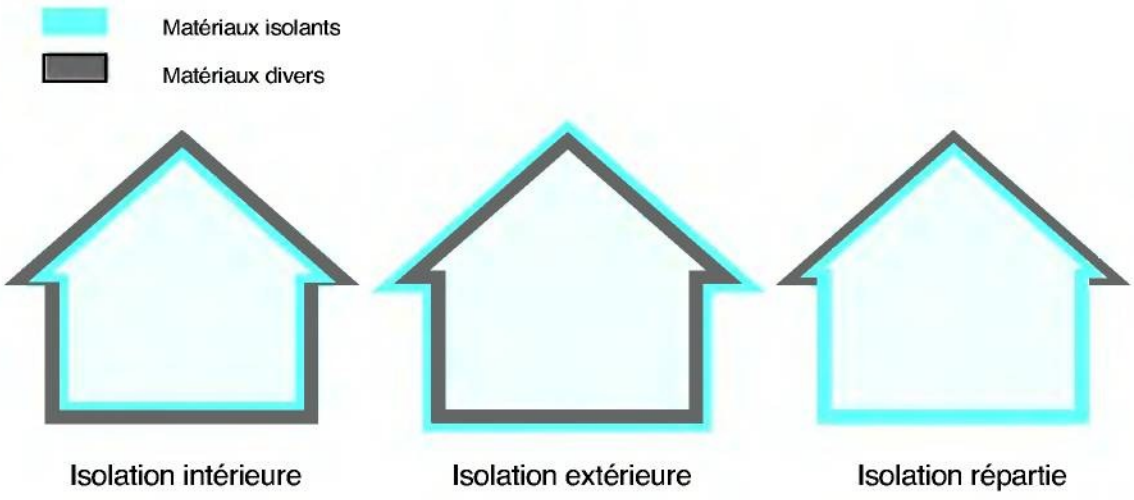


Figure 93 : Les différents procédés d'isolation thermique

La mise en œuvre d'une telle solution 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 le plus performant puisqu'il supprime de fait pratiquement tous les ponts thermiques.

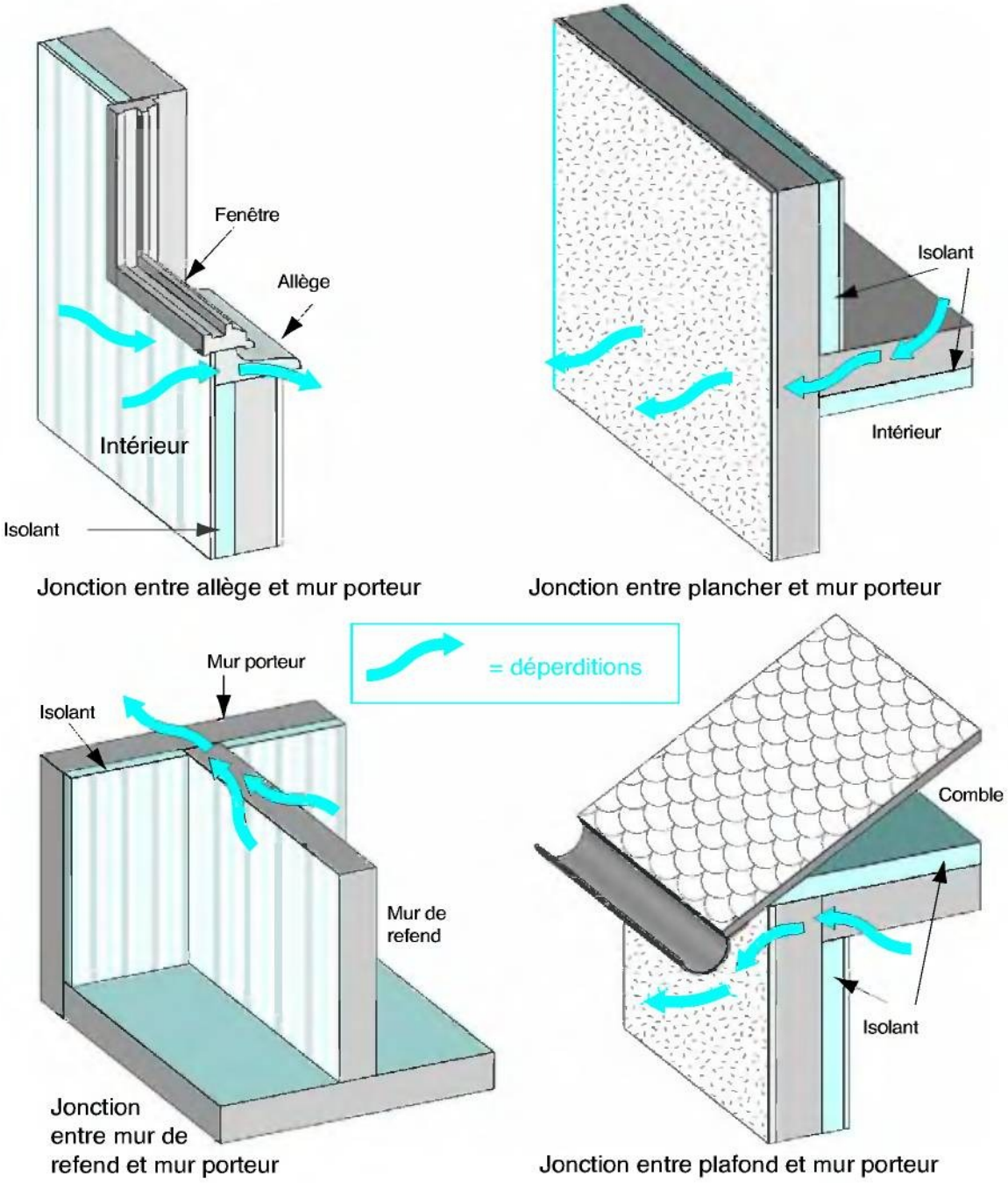


Figure 94 : Les ponts thermiques

Isolation répartie

L'isolation répartie concerne les matériaux de construction de l'habitation. Elle comprend la construction des murs extérieurs en matériaux isolants (briques à alvéoles multiples, béton cellulaire). 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.

Les ponts thermiques

L'architecture d'une construction comporte des points où l'isolation présente des faiblesses ou s'avère même inexistante. Ces points se situent généralement au niveau des changements de plans (vertical/horizontal) ou des changements de paroi (mur/toiture ou mur/fenêtre). On appelle ces points faibles ponts thermiques (figure 94).

Il est important de traiter les ponts thermiques, pour deux raisons :

— ils provoquent des déperditions de chaleur ;
— on peut constater des dégradations (moisissures) aux endroits ou ils se produisent.

Les figures 95 et 96 présentent quelques solutions pour éliminer les ponts thermiques.

Les ponts thermiques entre allège et mur porteur se traitent généralement en positionnant un isolant derrière l'allège.

Les ponts thermiques entre un plancher et un mur porteur se traitent de trois façons :

— par la réalisation d'une isolation sous chape ;
— par scellement de briques creuses (de 5 cm d'épaisseur) en about de dalle sur tout le pourtour de l'habitation. Cette solution ne supprime pas totalement les ponts thermiques mais les atténue ;
— par la réalisation d'une isolation extérieure.

Les ponts thermiques entre un mur de refend et un mur porteur se traitent de trois façons différentes :

— par la réalisation d'une isolation extérieure ;
— par la correction du mur de refend avec un isolant sur la tranche de celui-ci ;
— par la pose d'un isolant de faible épaisseur sur la surface du mur de refend.

Pour les ponts thermiques entre plafond et mur porteur, la solution la plus satisfaisante consiste à mettre en contact l'isolation du mur avec celle du plafond.

Les murs extérieurs

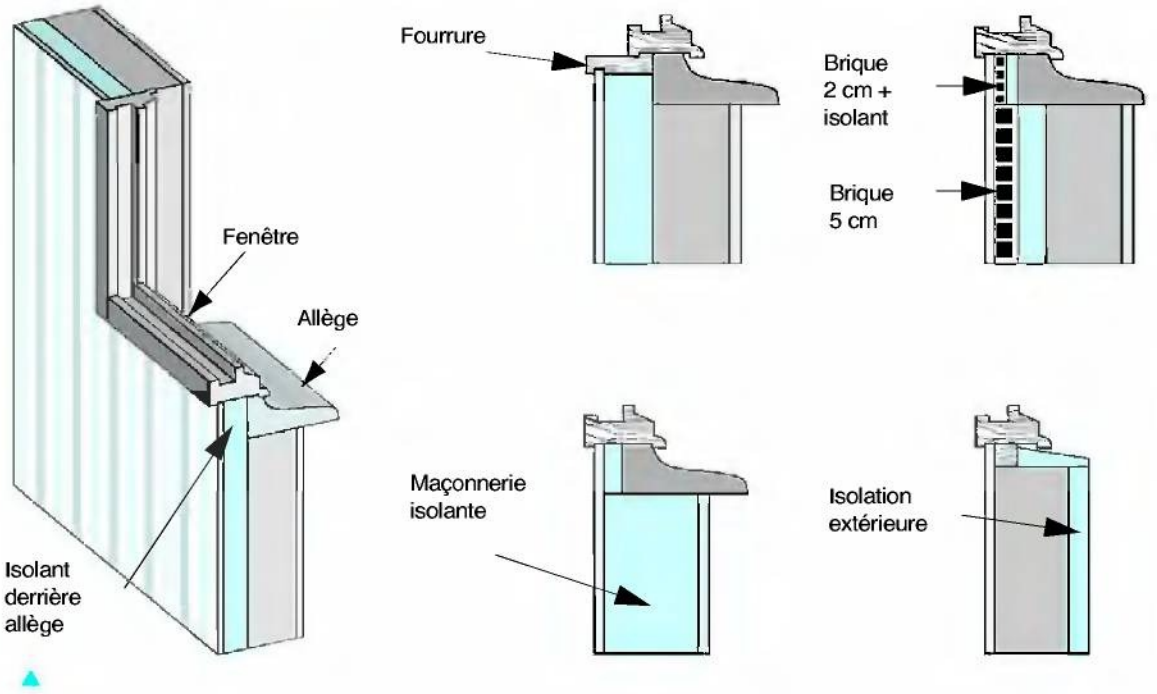
Le principe de l'isolation des murs extérieurs (ou murs contre locaux non chauffés) est présentée figure 97, selon les différents principes d'isolation et les spécifications des solutions techniques.

Isolation extérieure

Nous ne présentons ici qu'un exemple de solution pratique utilisée pour ce type d'isolation (figure 98). La mise en œuvre de ces matériaux sera confiée de préférence à un professionnel.

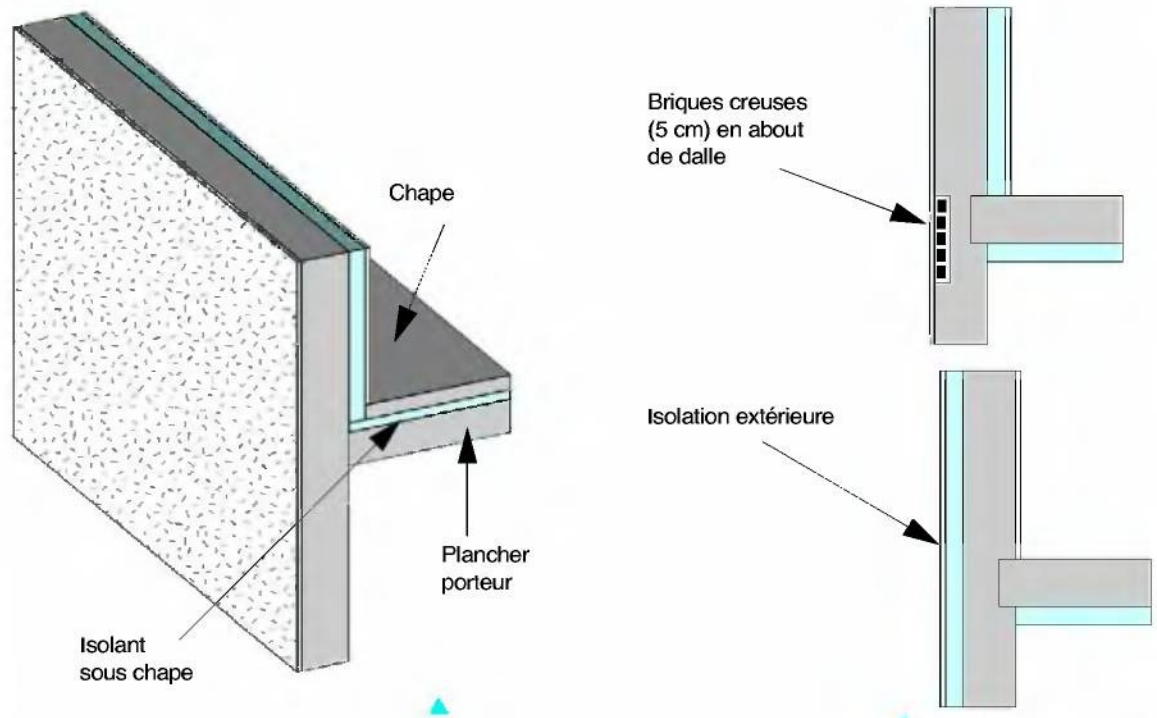
Isolation intérieure

L'isolation intérieure des murs est simple à réaliser. On trouve un grand choix d'isolants pouvant satisfaire à tous les besoins. Les parois à isoler doivent être sèches : l'humidité risquerait en effet de dégrader l'isolant et de nuire à ses performances. On peut considérer deux types de murs à isoler : les murs irréguliers et les murs réguliers.



Jonction entre allège et mur porteur
(correction des ponts thermiques)

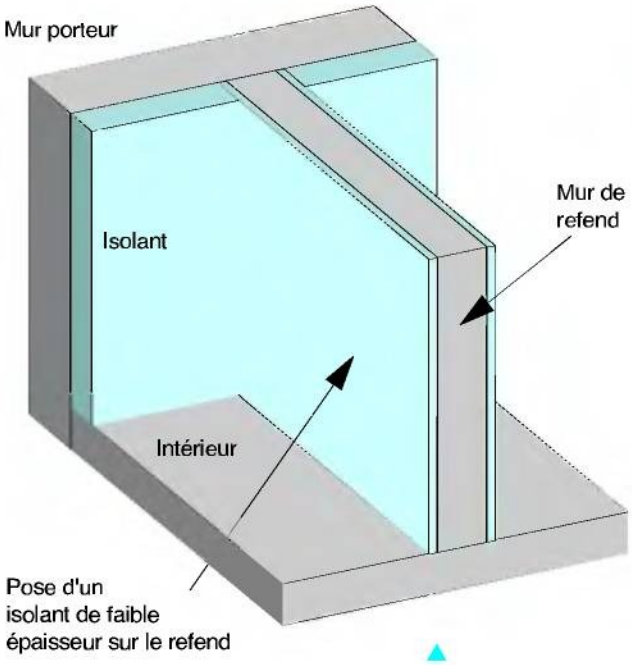
Autres cas



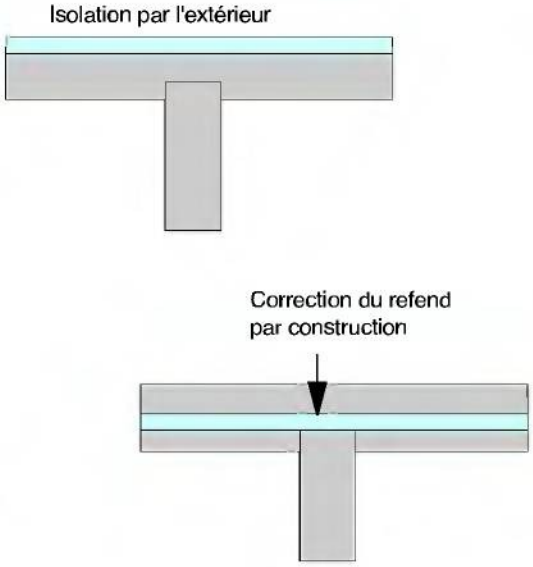
Jonction entre plancher et mur porteur
(correction des ponts thermiques)

Autres cas

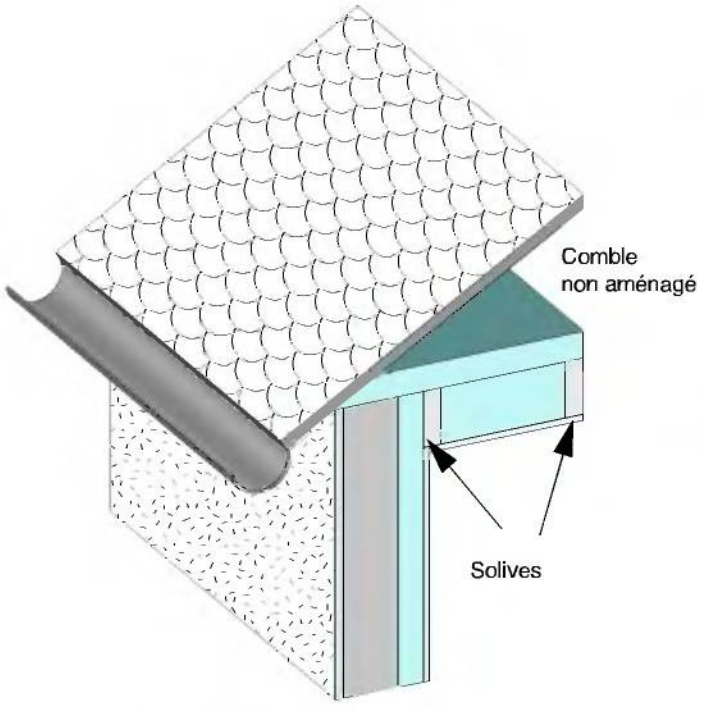
Figure 95 : Traitement des ponts thermiques (Solution 1)



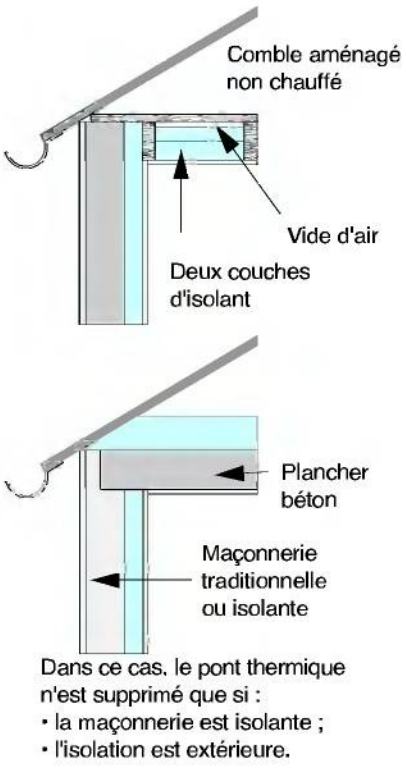
Jonction entre mur de refend et mur porteur (correction des ponts thermiques)



Autres cas



Jonction entre plafond et mur porteur (correction des ponts thermiques)



Autres cas

Figure 96 : Traitement des ponts thermiques (Solution 2)

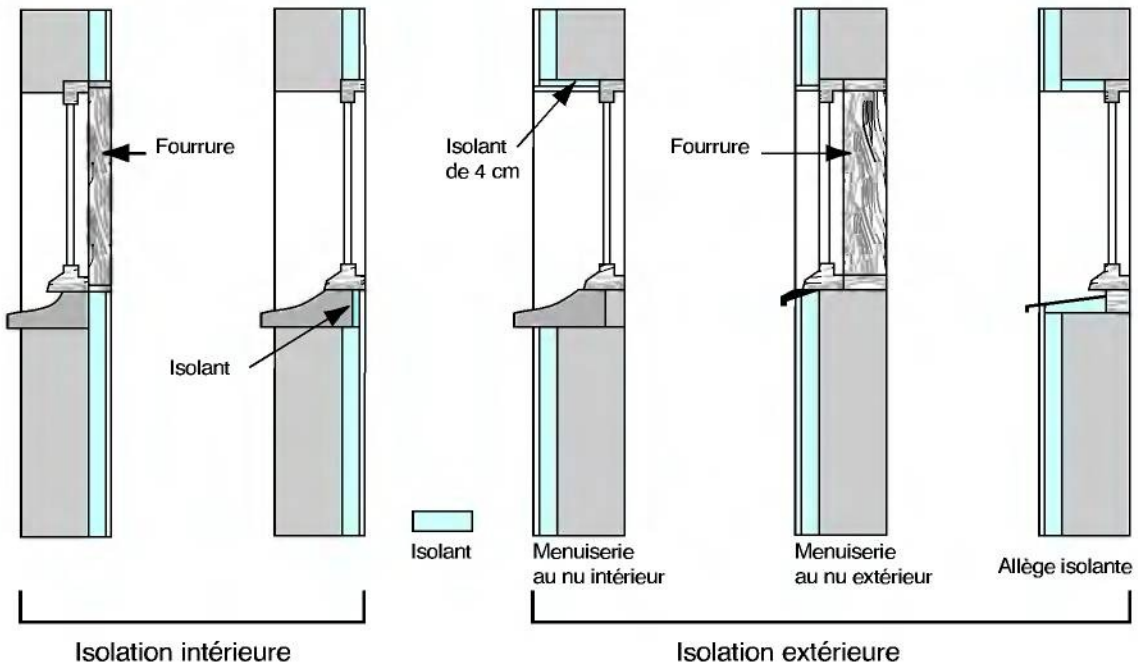


Figure 97 : Isolation des murs extérieurs

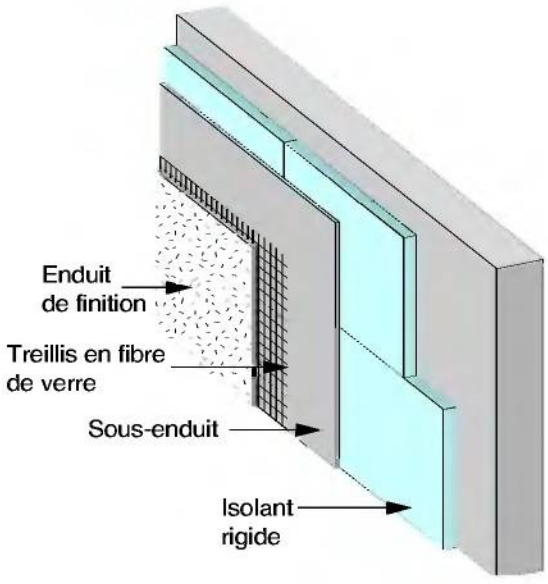


Figure 98 : Isolation par l'extérieur

Un mur irrégulier est une paroi constituée de matériaux grossiers (pierres) ou ne présentant pas un état de surface uni ou de bonne planéité (aspérités supérieures à 15 mm).

L'isolation des murs irréguliers peut être réalisée selon deux procédés :

— constitution d'une ossature métalliques (avec entretoises) présentant une bonne planéité et un aplomb correct. Pose d'un isolant entre les rails (à bords jointifs). Fixation d'une plaque de plâtre sur les rails (figure 99) ;

— un isolant minéral est placé entre le mur et une contre-cloison en carreaux de plâtre, briques plâtrières ou béton cellulaire (figure 99). Les lés d'isolant sont placés à bords jointifs et maintenus par des pattes de fixation. Les raccords entre les lés et les emplacements des fixations sont recouverts d'adhésif pour assurer l'étanchéité de l'ensemble.

L'isolation des murs réguliers peut s'effectuer avec les mêmes procédés que les murs irréguliers. On peut aussi fixer par collage des panneaux plâtre +

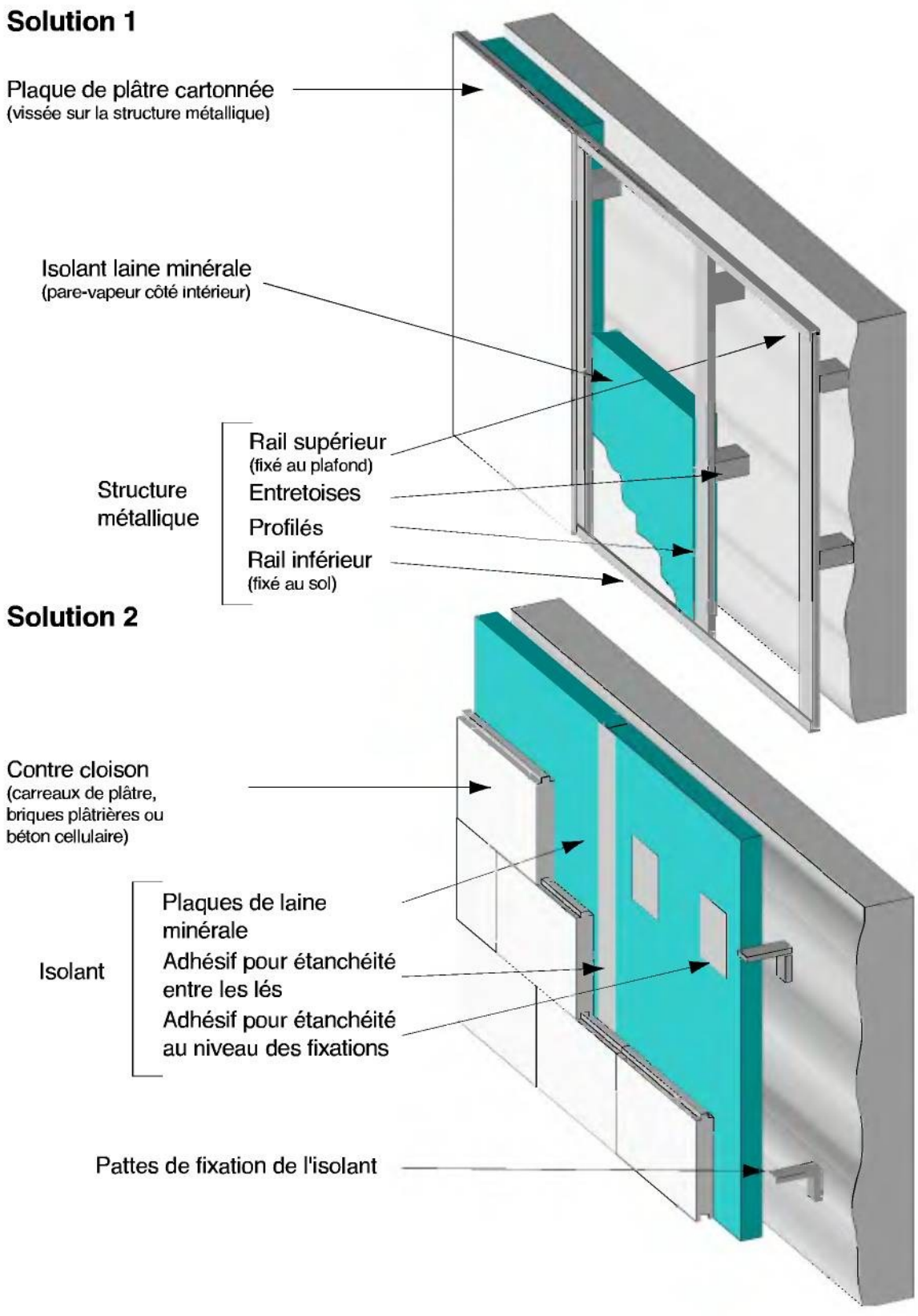


Figure 99 : Isolation intérieure des murs irréguliers

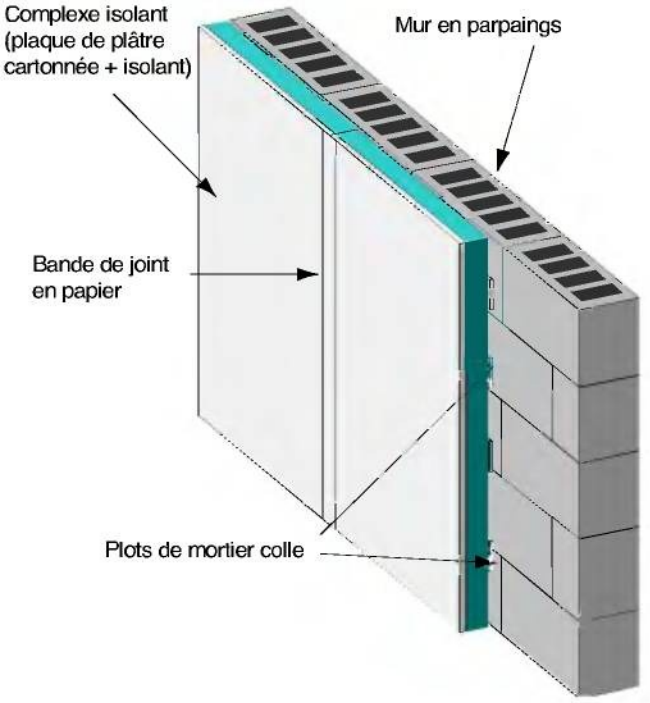


Figure 100 : Isolation intérieure des murs réguliers

isolant (figure 100). Ce type d'isolation est facile à mettre en œuvre mais doit être soigneusement réalisé, car les plaques de plâtre seront les murs définitifs. Veillez à assurer l'aplomb et la planéité de toutes les surfaces. Les plaques sont découpées à la hauteur du panneau à isoler moins un centimètre. Lors de la pose, les plaques sont placées en contact avec le plafond ; le vide d'un centimètre se situant en plinthe est comblé avec de la laine minérale (pour l'étanchéité) puis recouvert d'une plinthe.

Les raccords entre les plaques de plâtre sont masqués par une bande de papier spécial (bande de joint) collée avec un enduit spécifique. Le raccord entre la plaque et le plafond est lui aussi recouvert par ce type de bande afin d'assurer l'étanchéité de la lame d'air située derrière la plaque.

La terrasse

L'isolation de la terrasse est généralement exécutée sur sa face extérieure. Cette solution est satisfaisante en isolation extérieure alors qu'en isolation intérieure elle ne supprime pas totalement les ponts thermiques, sauf si les abouts de la dalle constituant la terrasse sont traités. Il est possible de remédier à ce phénomène en prévoyant une isolation en plafond des pièces situées sous la terrasse (figure 101).

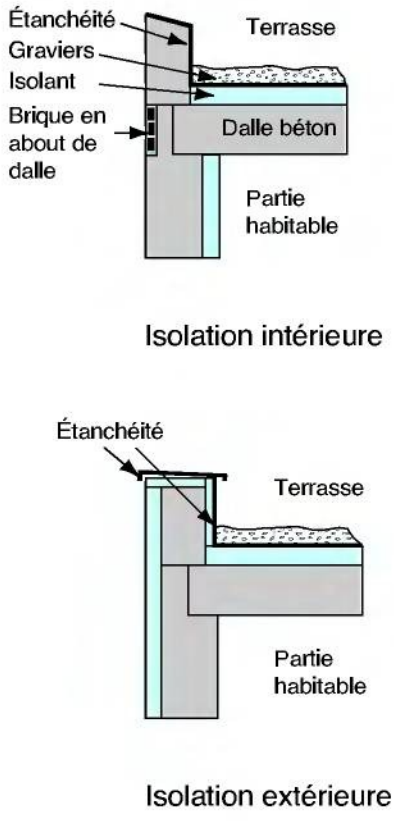


Figure 101 : Isolation d'une terrasse

Le comble perdu

Un comble perdu est un comble qui n'est pas aménagé ou pas aménageable (espace insuffisant ou charpente ne permettant pas l'aménagement). On peut rencontrer deux cas de figure : un plafond léger ou un plancher en béton.

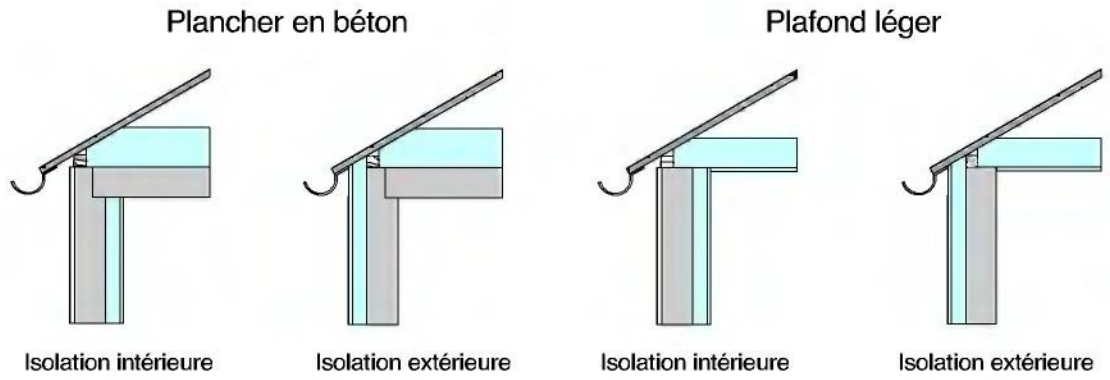


Figure 102 : Principe d'isolation des combles perdus

Les principes de ce type d'isolation sont présentés figure 102.
Ce type d'isolation peut être réalisé de trois façons différentes :
— par la pose de deux couches croisées de laine minérale ;
— par la pose de laine minérale entre solives recouverte d'une autre couche croisée sur solives ;
— par la pose de laine de roche en flocons entre les solives (la résistance thermique étant déterminée par l'épaisseur de flocons).

Ces applications sont présentées à la figure 103.
Pour un plancher en béton, adoptez la première solution (deux couches de laine minérale croisées).
On peut aussi envisager un comble aménagé mais non chauffé (utilisé comme grenier). Dans ce cas, l'isolation est assurée par la pose de laine minérale entre les solives (figure 104), recouverte de plaques de plancher en aggloméré (fixées sur le solivage). Ayez soin de laisser un vide d'air d'environ un centimètre entre la laine minérale et la sous-face des plaques. Pour un plancher en béton, l'isolation s'effectue au niveau de la charpente.

Le comble aménagé
Les solutions techniques pour l'isolation d'un comble aménagé sont identiques en isolation intérieure et extérieure (figure 105). L'isolation est répartie sur les parois verticales, horizontales et au niveau du rampant (partie inclinée de la toiture).

Les pignons sont isolés de la même façon que les autres murs extérieurs. Ayez soin de bien assurer la continuité de l'isolation au niveau des raccords entre pignon et toiture.

La réalisation pratique de ce type d'isolation offre plusieurs solutions de mise en œuvre et de finitions.

Solution 1 (figure 106) : l'isolation est réalisée par deux couches de laine minérale (une entre les chevrons, l'autre en recouvrement). Les raccords entre lés des deux couches sont décalés afin d'assurer une bonne étanchéité. La deuxième couche de laine minérale est maintenue par des supports spéciaux fixés sur les chevrons qui permettent la fixation de profilés pour la pose de plaques de plâtre ou de tasseaux pour la pose de lambris.

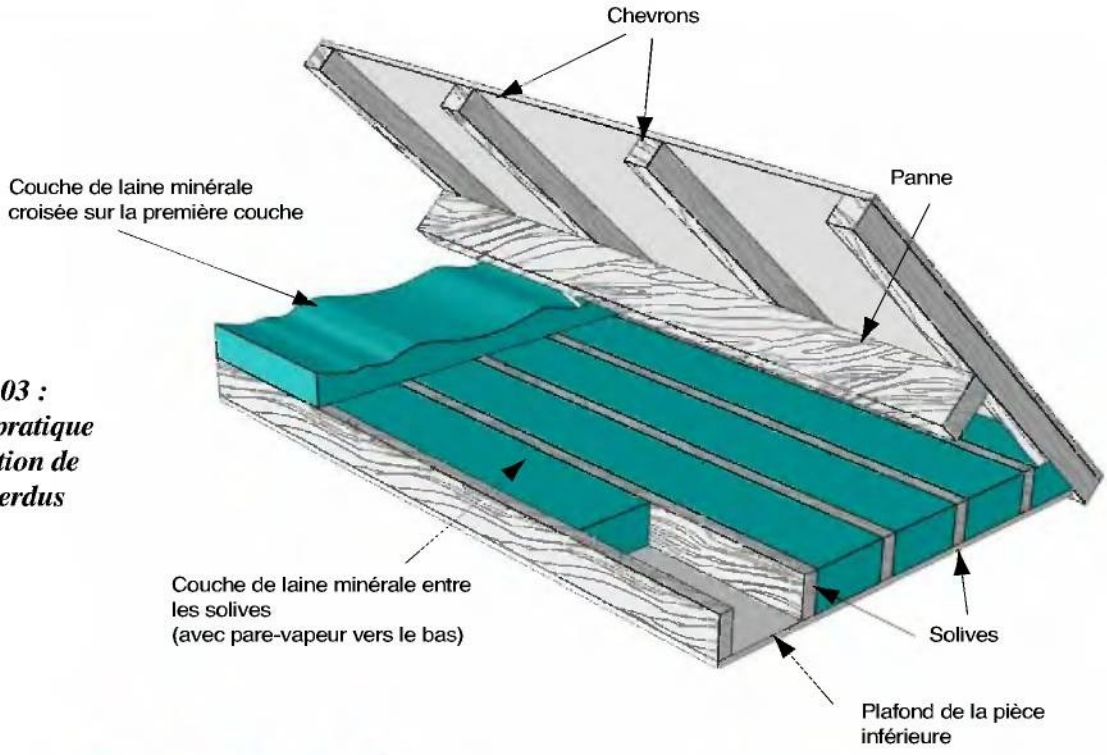
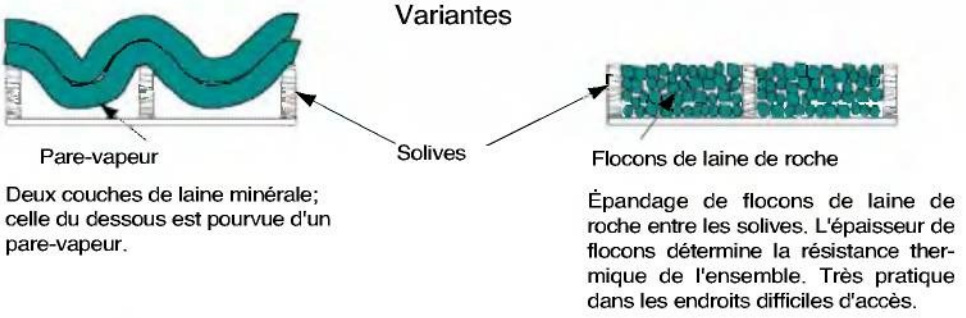


Figure 103 : Réalisation pratique d'une isolation de combles perdus



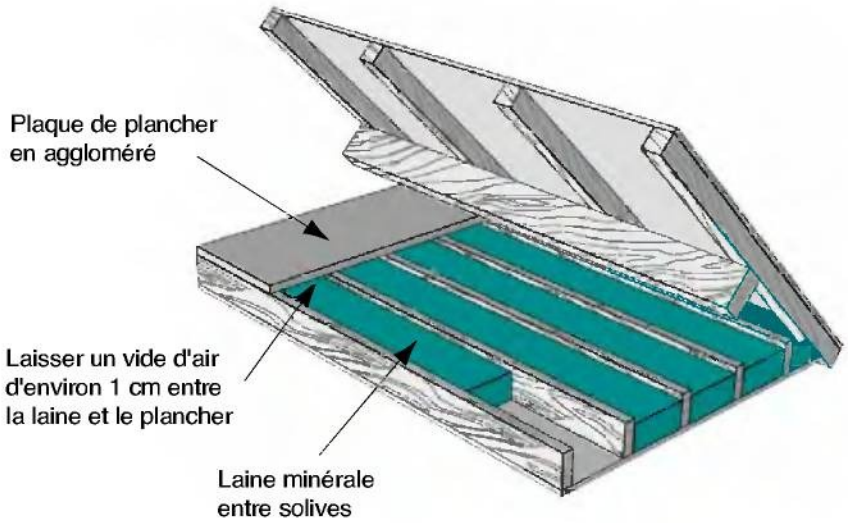


Figure 104 : Isolation de combles non chauffés

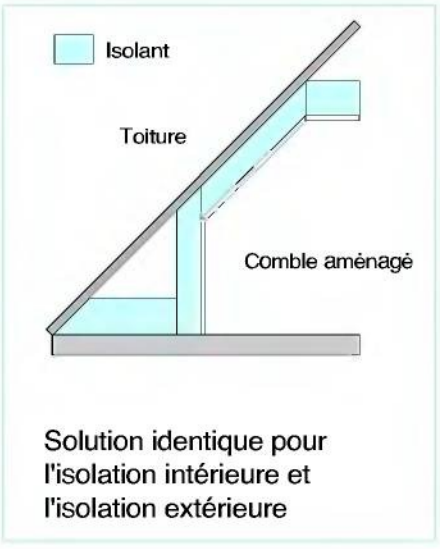
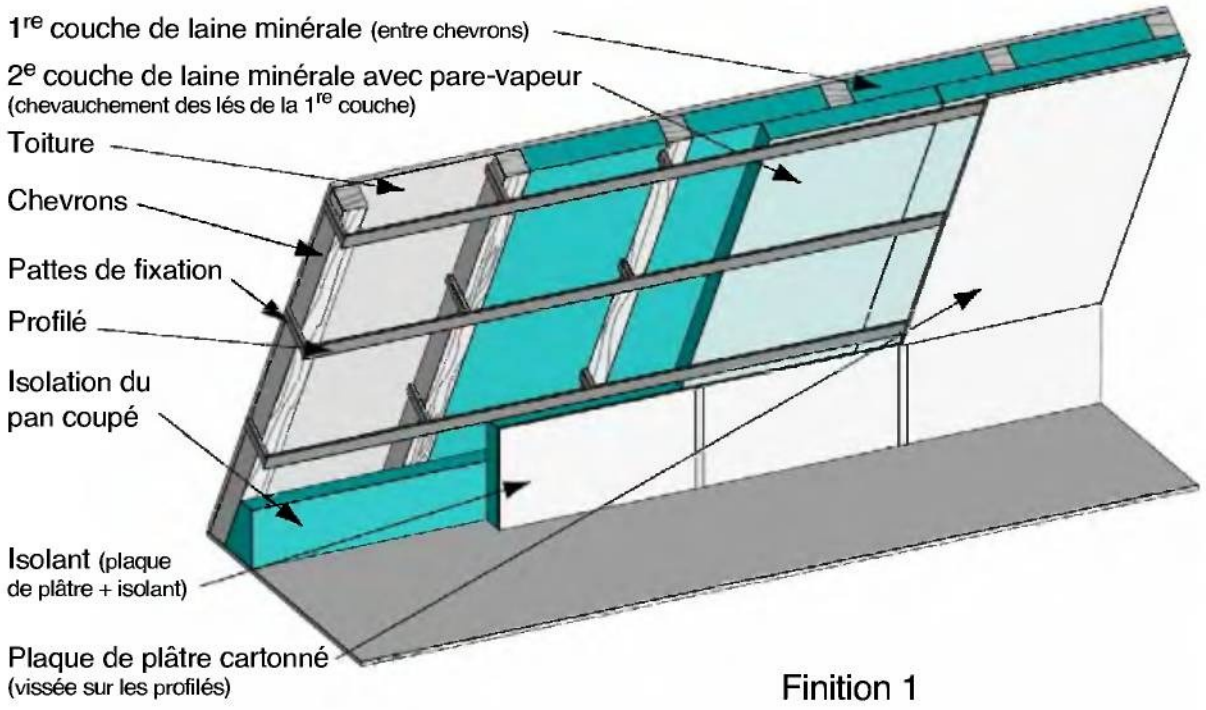


Figure 105 : Principe d'isolation des combles aménagés



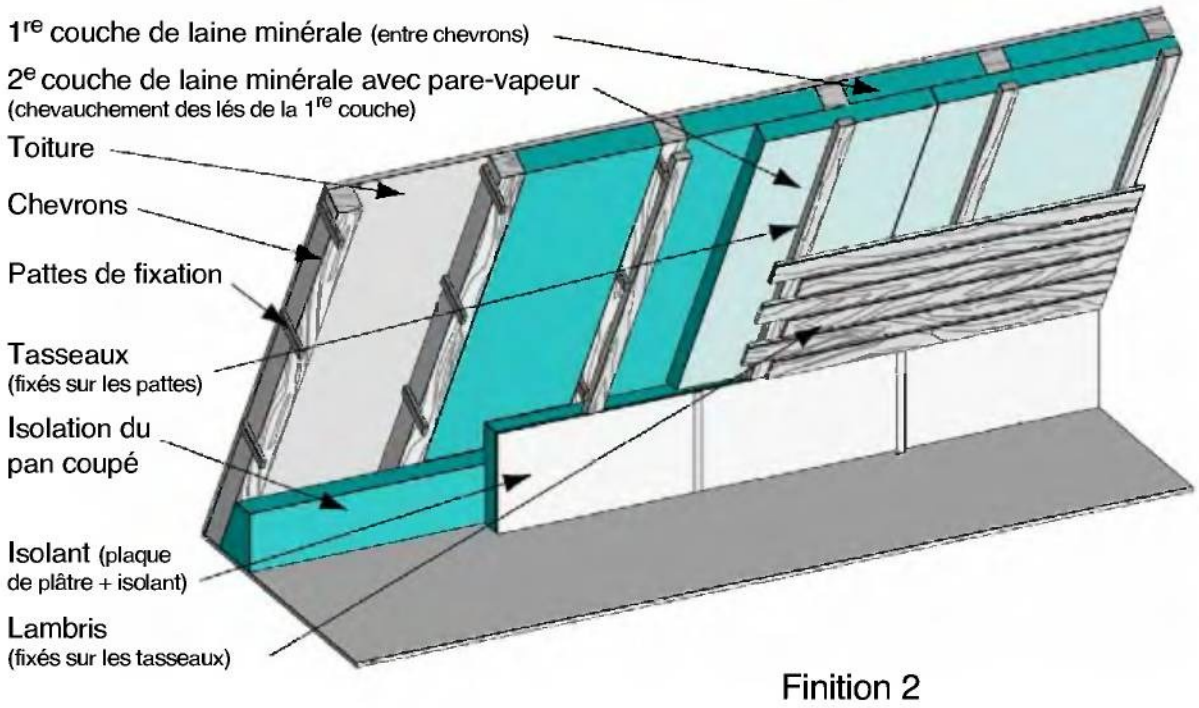


Figure 106 : Solution 1 pour l'isolation des combles

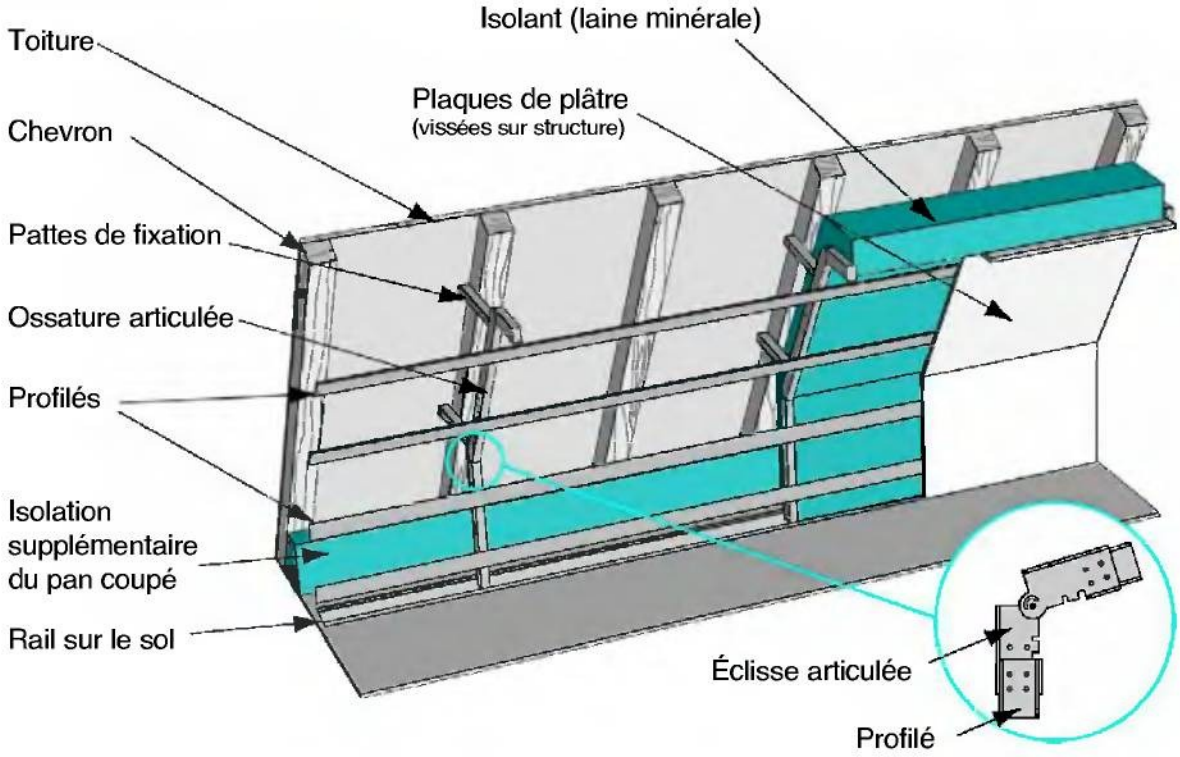


Figure 107 : Solution 2 pour l'isolation des combles

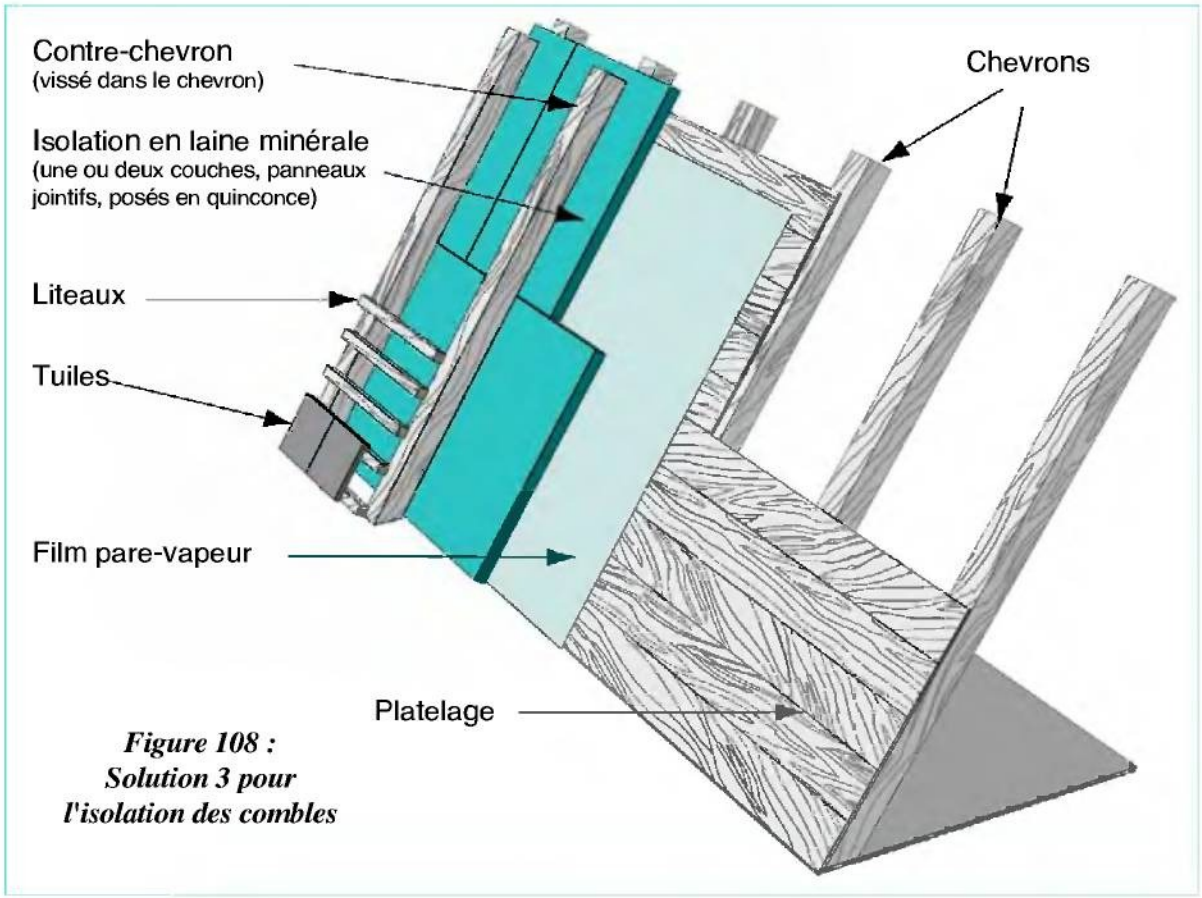


Figure 108 : Solution 3 pour l'isolation des combles

Solution 2 (figure 107) : pose d'une structure métallique constituée de montants articulés qui épousent la forme du comble et de profilés destinés à la fixation de plaques de plâtre et qui assurent la rigidité de l'ensemble. Les montants sont fixés sur les chevrons. De la laine minérale est placée entre les chevrons et la partie arrière de la structure. Le recouvrement de la structure est assuré par des plaques de plâtre vissées sur les profilés.

Solution 3 : isolation de la toiture par l'extérieur. Cette solution (figure 108) ne peut être envisagée que dans le cas d'une réfection totale de la toiture. Elle présente l'avantage de laisser entièrement libre l'espace du comble aménagé. Un film pare-vapeur est disposé sur un platelage puis recouvert d'une ou de deux couches de plaques de laine minérale placées en quinconce à bords jointifs. Un contre-chevronnage fixé sur le premier chevronnage (ou sur les chevrons existants) par des vis spéciales est alors réalisé pour permettre la pose des éléments de couverture (liteaux et tuiles).

Le plancher bas

L'isolation d'un plancher peut se réaliser selon trois principes :
— isolation en sous-face ;
— isolation avec entrevous isolants ;
— isolation sous chape.

La résistance thermique de l'isolant à mettre en œuvre est différente selon que le plancher est situé sur une cave (isolée ou non), sur un vide sanitaire ou sur un terre-plein.

Pour des raisons techniques, l'isolation d'un plancher sur terre-plein n'est réalisable qu'en isolation sous chape.

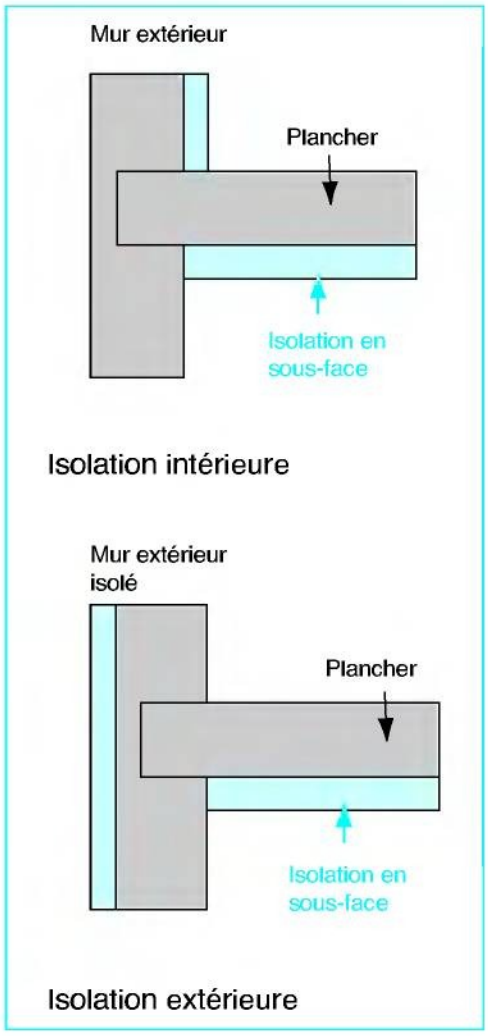


Figure 109 : Isolation en sous-face

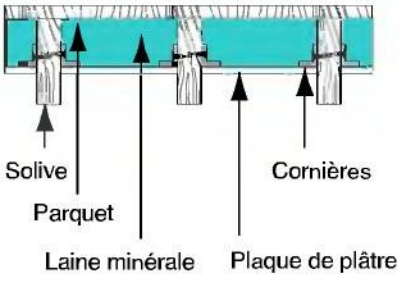
Isolation en sous-face

L'isolation en sous-face consiste à placer un isolant sous le plancher à isoler. La figure 109 présente les solutions à adopter pour ce type de technique, en isolation intérieure et extérieure. En isolation intérieure, un traitement des ponts thermiques en about de dalle est recommandé, par exemple, avec des briques de cinq centimètres d'épaisseur.

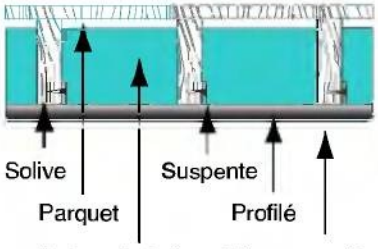
Ce type d'isolation permet de s'adapter à de nombreux cas de figure. La figure 110 présente quelques-unes des solutions existantes.

Les structures bois

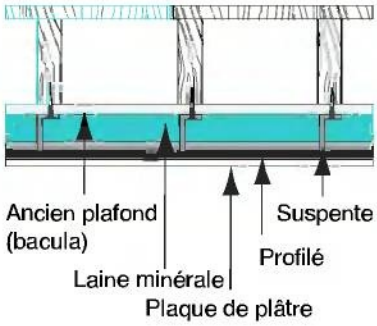
Poutres apparentes



Sous solivage

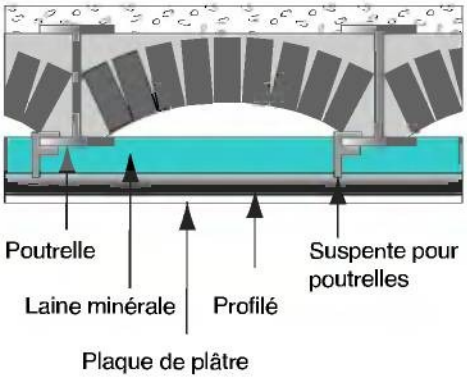


Sous ancien plafond

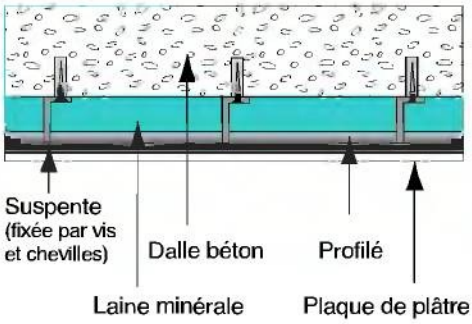


Les structures lourdes

Poutrelles métalliques et voutains

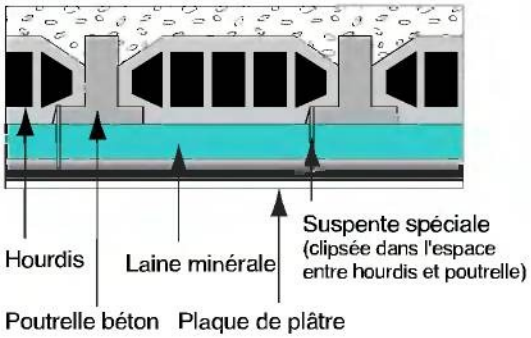


Dalle en béton



Les structures préfabriquées

Poutrelles béton et hourdis bruts



Poutrelles béton et hourdis + plâtre

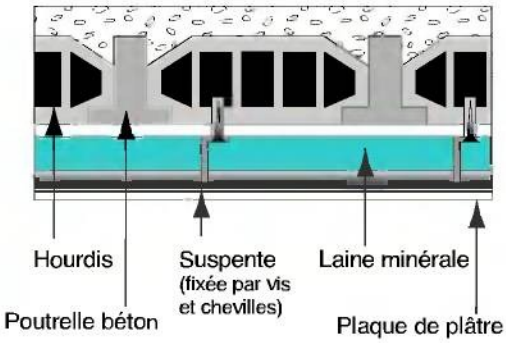


Figure 110 :
Les solutions pour réaliser une isolation en sous-face

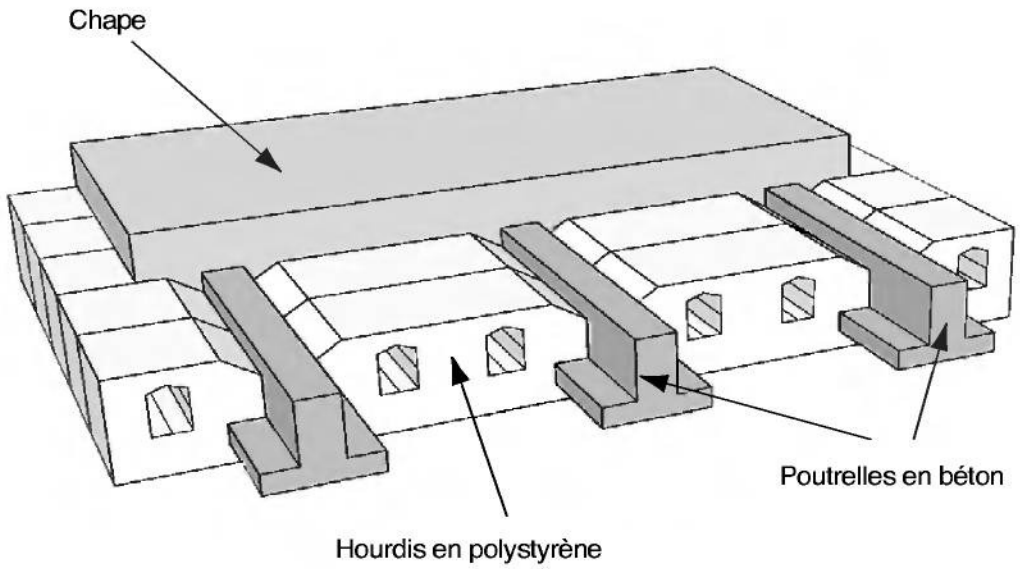


Figure 111 : Isolation par entrevous isolants

Ces techniques sont particulièrement adaptées à la rénovation, car elles ne nécessitent pas de travaux supplémentaires (démolition du sol) et sont applicables à n'importe quel type de plancher existant. Vous choisirez donc l'une de ces solutions selon le type de plancher : plancher bois, plancher lourd ou plancher préfabriqué.

Votre choix peut aussi être guidé par l'aspect esthétique final (poutres apparentes ou plancher uni). Ce type d'isolation, destiné au plancher bas, peut bien entendu servir à isoler une pièce par le plafond.

Entrevous isolants

Le principe d'isolation par entrevous isolants (figure 111) implique que la dalle du plancher soit coulée sur une structure constituée de poutrelles en béton avec des hourdis en polystyrène. En isolation intérieure, une isolation supplémentaire en about de dalle (brique creuse) est recommandée.

Isolation sous chape

L'isolation sous chape d'un plancher est la solution idéale contre les ponts thermiques mais implique la réfection du sol. Elle est la seule possible pour un plancher sur terre-plein. Le principe est présenté figure 112. Utilisez un isolant incompressible apte à supporter le poids de la chape. Ce principe est aussi appelé « chape flottante », car il permet la désolidarisation de la chape du reste de la structure de l'habitation et améliore l'isolation acoustique du sol ainsi traité. La remontée de l'isolant le long des murs jusqu'à la hauteur du revêtement de sol est indispensable.

Lors de l'exécution d'une isolation sous chape dans un immeuble collectif (entre appartements), on choisit cette solution pour ses propriétés d'isolation acoustique. La figure 113 présente des solutions pratiques selon les types de sol rencontrés et, en particulier, des isolations pour des planchers légers.

La liaison d'une isolation sous chape avec une isolation intérieure des parois doit

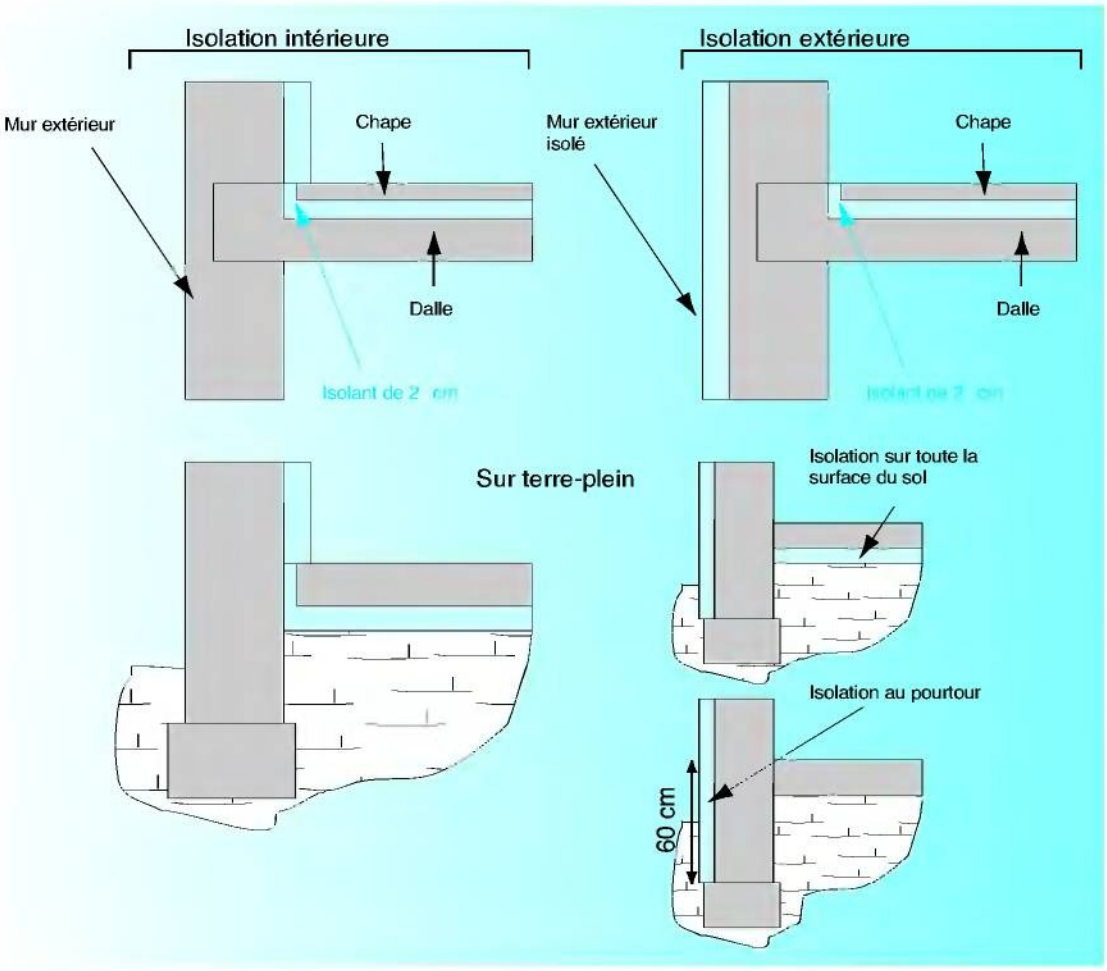


Figure 112 : Isolation sous chape

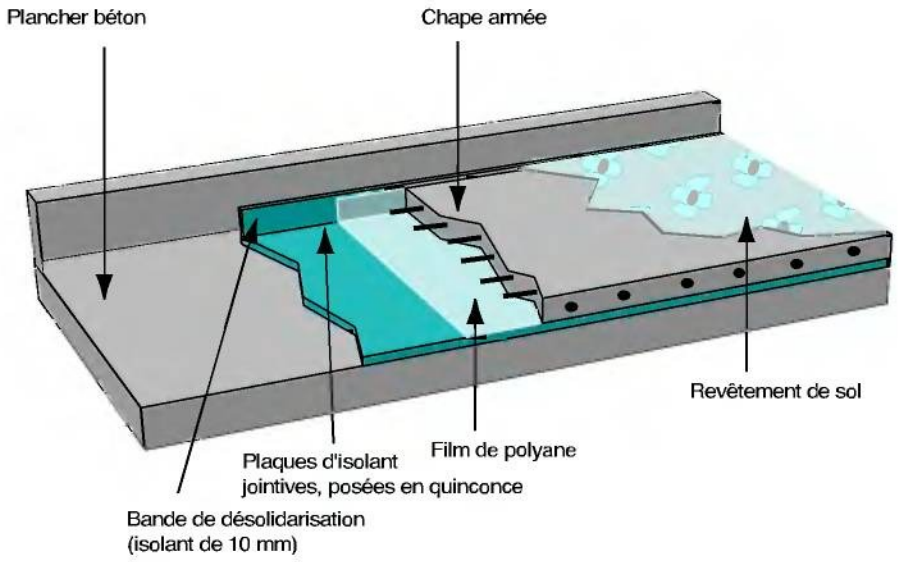
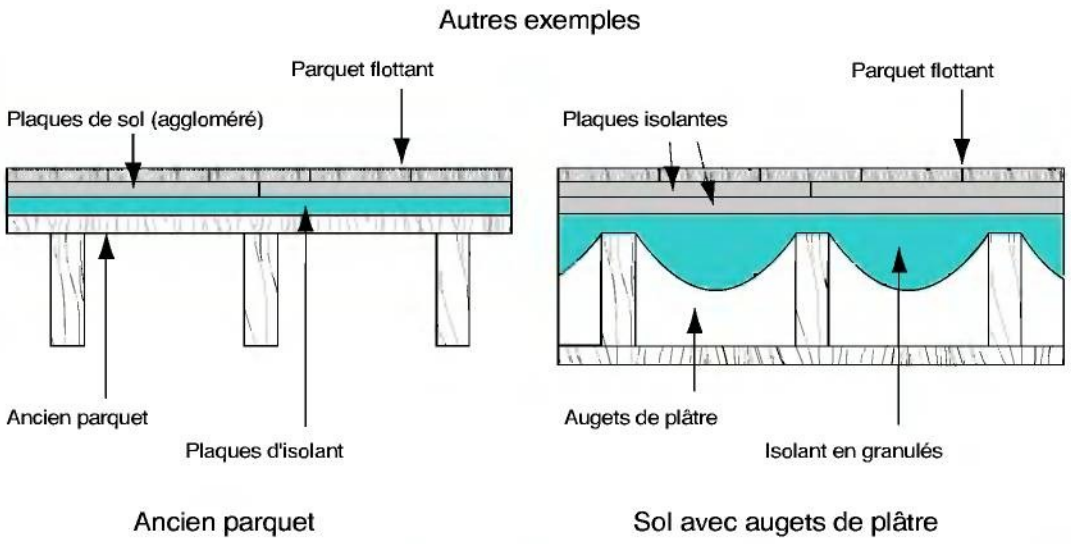


Figure 113 : Solutions pour réaliser une isolation sous chape *(suite page 129)*



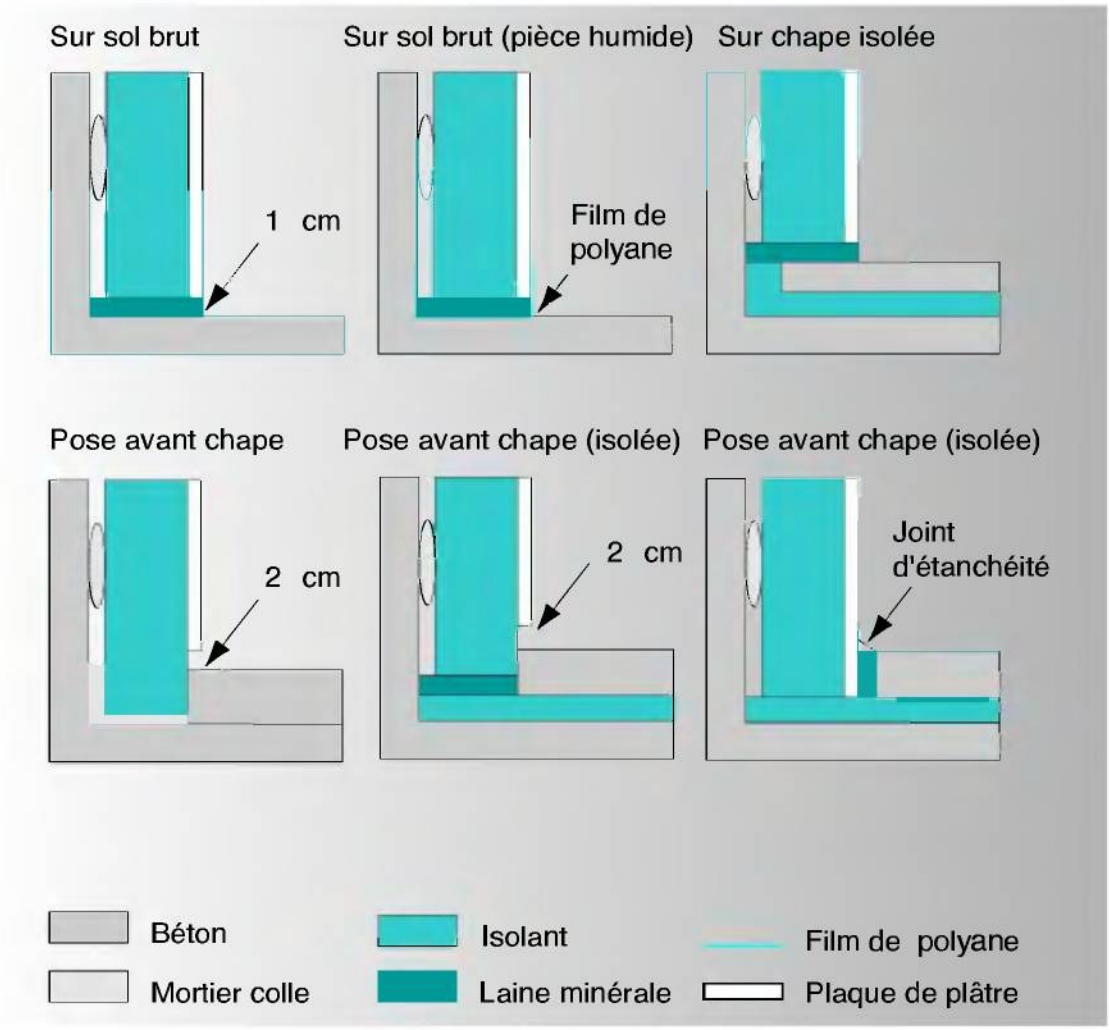


Figure 114 : Liaison entre isolation intérieure et isolation sous chape

respecter quelques règles afin d'obtenir une bonne continuité de l'isolation et ne pas créer de ponts thermiques. Vous remarquerez, figure 114, qu'il est nécessaire d'assurer une étanchéité au pied de l'isolation dans les pièces humides.

Les parois vitrées

L'isolation thermique des parois vitrées peut être améliorée de plusieurs façons :

— par la pose d'un survitrage sur la fenêtre existante (si son état permet de supporter un surpoids) ;
— par la pose d'une deuxième fenêtre, généralement coulissante, du côté extérieur ;
— ou encore par le remplacement des fenêtres existantes par des modèles à double vitrage.

En construction neuve ou en rénovation, l'emploi des menuiseries isolantes à double vitrage est le plus répandu. On trouve sur le marché des menuiseries en divers matériaux :

— le bois, lui-même isolant, doit être régulièrement entretenu ;
— le PVC, isolant lui aussi et ne nécessitant que peu d'entretien. En revanche, pour assurer une bonne rigidité, les structures en PVC sont de taille plus importante que le bois ou l'aluminium et diminuent la surface vitrée ;
— l'aluminium, présentant des structures plus fines, proposé en de nombreux coloris.

En rénovation, certains modèles de fenêtres peuvent se poser sur le dormant existant, générant ainsi peu de dégâts (sous condition que le dormant ne soit pas en trop mauvais état). En revanche, cette solution diminue la surface vitrée. Les modèles existants sur le marché permettent de répondre à de nombreux cas de figure (respect de l'esthétique d'anciennes fenêtres, modèles à petits carreaux, en couleur, etc.).

Les volets pleins (ou volets roulants) optimisent l'isolation thermique puisque leur utilisation correspond à la nuit, période la plus froide.

Outre l'isolation thermique, le double vitrage garantit un bon niveau d'isolation acoustique. De plus, ce type de vitrage autorise la pose d'un film retardateur d'effraction. Il est constitué de deux vitres séparées par une lame d'air ou de gaz. Un double vitrage est défini par trois valeurs, qui indiquent l'épaisseur :

— de la vitre extérieure ;
— de la lame d'air ;
— de la vitre intérieure.

Exemple : un double vitrage 4 (10) 4 indique :

— une vitre extérieure de 4 mm ;
— un vide d'air de 10 mm ;
— une vitre intérieure de 4 mm.

On considère qu'un double vitrage possède des qualités d'isolation acoustique lorsque l'une des vitres est plus épaisse que l'autre, par exemple : 6 (10) 4. Plus la lame d'air est importante, meilleures sont les performances.

Il existe également des doubles vitrages équipés de films qui laissent pénétrer la chaleur extérieure (soleil) mais empêchent la chaleur intérieure de sortir (modèles à isolation thermique renforcée) ainsi que des modèles munis de films retardateurs d'effraction (figure 115).

Les fenêtres doivent être posées soigneusement, car le moindre interstice entre la menuiserie et la maçonnerie nuirait aux performances thermiques et acoustiques.

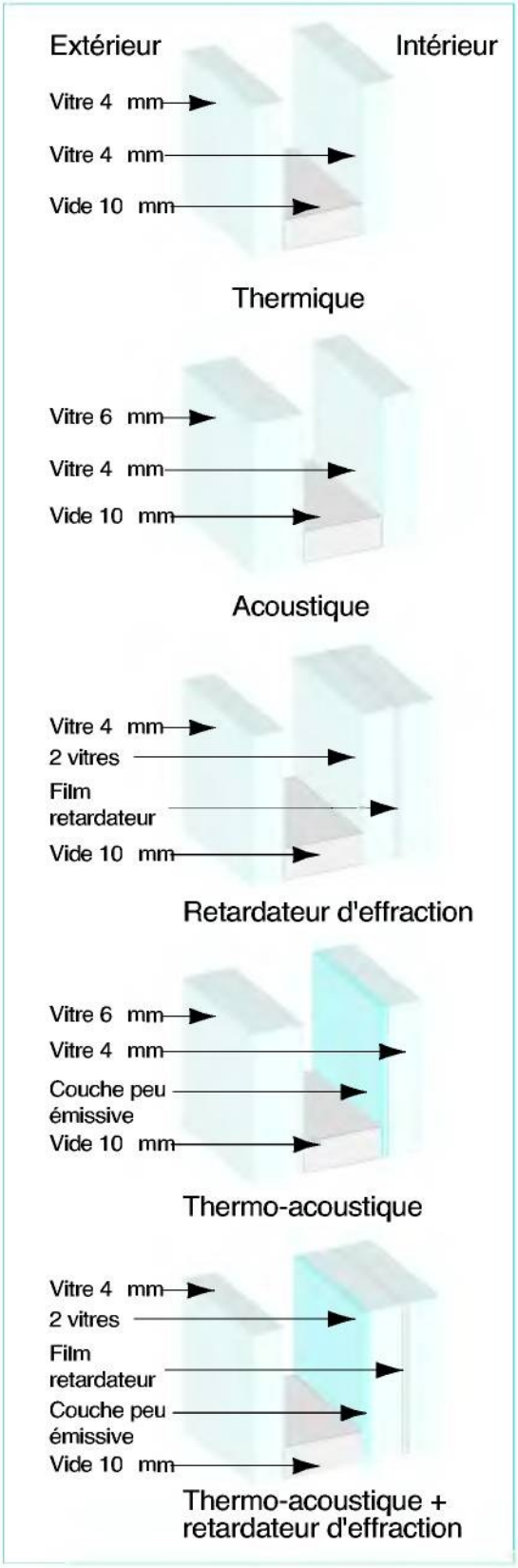


Figure 115 : Les doubles vitrages

Les caractéristiques des isolants

Ce chapitre propose un aperçu des caractéristiques des isolants qu'il est indispensable de connaître pour comprendre la classification des divers niveaux d'isolation.

La conductivité thermique

Les matériaux ont tous plus ou moins la faculté d'être conducteurs de la chaleur. Ce phénomène s'exprime par un coefficient de conductivité thermique : λ (lambda).

Il est caractérisé par le flux de chaleur par mètre carré traversant en une heure un mètre de matériaux homogènes pour 1 °C de différence de température entre les deux faces (figure 116). Ce coefficient s'exprime en W/m.°C.

Un bon isolant doit présenter un faible coefficient de conductivité thermique. Le tableau page suivante présente quelques valeurs de λ selon les matériaux. On remarquera que, loin d'être isolants, les métaux sont, au contraire, très conducteurs de la chaleur ou du froid.

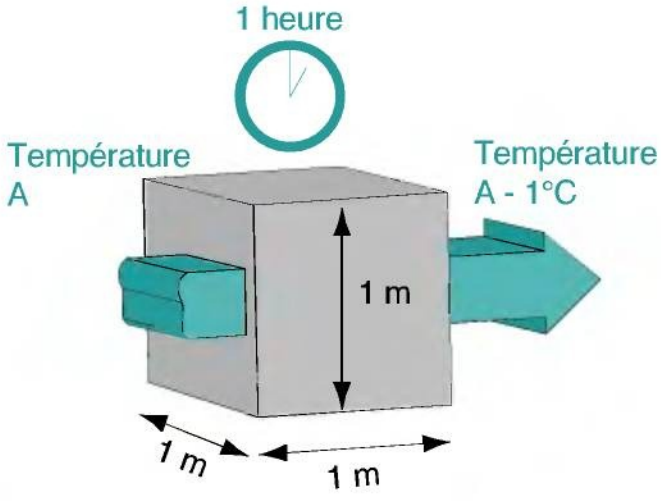


Figure 116 : Le coefficient de conductivité thermique

Valeurs du coefficient de conductivité thermique					
Matériaux	Masse volumique sèche (Kg/m³)	λ (W/m°C)	Matériaux	Masse volumique sèche (Kg/m³)	λ (W/m°C)
Bétons			Isolants		
Bétons de granulats siliceux, calcaires	2200 à 2400	1,75	Laine de roche RA1	18 à 25	0,047
Béton caverneux	1700 à 2100	1,40	Idem RA2	25 à 35	0,041
Béton plein de laitier haut fourneaux	2100 à 2400	0,8 à 1,4	Idem RA3	60 à 100	0,038
Béton de granulats légers Pouzzolane	1000 à 1600	0,35 à 0,52	Idem RB3	35 à 80	0,039
Bétons cellulaires traités à l'autoclave	650	0,24	Idem RB4	100 à 180	0,041
Idem	550	0,20	Laine de verre VA1	7 à 9,5	0,047
Idem	450	0,17	Idem VA2	9,5 à 12,5	0,042
Idem	400	0,16	Idem VA3	12,5 à 18	0,039
Pierres			Idem VA4	18 à 25	0,037
Granit, gneiss	2300 à 2900	3,00	Idem VA5	25 à 65	0,034
Basaltes	2700 à 3000	1,60	Idem VB3	12,5 à 18	0,041
Schistes, ardoises	2000 à 2800	2,20	Idem VB4	18 à 25	0,038
Laves	2000 à 2700	1,10	Idem VB5	25 à 65	0,035
Pierres calcaires froides	> à 2590	2,90	Idem VC3	12,5 à 18	0,044
Pierres calcaires dures	2350 à 2580	2,40	Idem VC4	12,5 à 18	0,040
Pierres fermes	1840 à 2340	1,40	Idem VC5	25 à 130	0,036
Pierres tendres	1480 à 1830	1,00	Polystyrène expansé moulé discontinu AM	7	0,058
Pierres très tendres	< à 1470	0,85	Idem BM	10	0,047
Grès quartzeux	2200 à 2800	2,60	Idem CM	13	0,043
Grès calcarifaire	2000 à 2700	1,90	Idem DM	15	0,041
Meulières et silex	1900 à 2500	1,80	Idem EM	19	0,039
Plâtres			Idem FM	24	0,037
Plâtre courant d'enduit ou plaque cartonnée	750 à 1000	0,35	Idem GM	29	0,036
Plâtre gâché serré	1100 à 1300	0,50	Polystyrène expansé moulé en continu BC	10	0,047
Bois			Idem CC	13	0,043
Feuillus mi-lourds (chêne, hêtre, frêne)	600 à 750	0,23	Idem DC	15	0,041
Feuillus légers (tilleuil, bouleau)	450 à 600	0,15	Idem EC	20	0,039
Résineux très lourds (pitchpin)	600 à 750	0,23	Idem FC	25	0,037
Résineux mi-lourds (pin)	450 à 550	0,15	Idem GC	30	0,036
Résineux légers (sapin, épicéa)	300 à 450	0,12	Polystyrène extrudé sans peau de surface	28 à 32	0,036
Panneaux de bois			Idem avec peau de surface	35 à 48	0,034
Panneaux de fibres durs	850 à 1000	0,20	Mousse rigide de PVC (Q2)	25 à 35	0,031
Panneaux de fibres tendres	200 à 250	0,058	Idem Q3	35 à 48	0,034
Panneaux de particules de bois	360 à 750	0,10 à 0,17	Mousse de polyuréthane (plaques expansées en continu)	30 à 40	0,030
Contreplaqués et lattés en pin	450 à 550	0,15	Idem en discontinu Q1 et Q2	30 à 40	0,031
Idem en peuplier ou bouleau	350 à 450	0,12	Idem en discontinu Q3 et Q4	40 à 60	0,034
Divers			Plaques à base de perlite expansée	140 à 200	0,060
Terre cuite	1700 à 2000	1,10	Liège expansé pur	100 à 150	0,043
Verre	2700	1,10	Idem aggloméré au brai ou résines	150 à 250	0,048

La résistance thermique

La résistance thermique R est le flux de chaleur par mètre carré traversant une paroi pour une différence de 1 °C entre les deux faces. Cette résistance thermique est calculée à partir de l'épaisseur et du coefficient de conductivité thermique du matériau, selon la formule suivante :

e : épaisseur du matériau en mètres
λ : coefficient de conductivité thermique en W/m.°C
R s'exprime en m^2.°C/W

Si l'on connaît le coefficient λ d'un matériau et son épaisseur, on peut déterminer sa résistance thermique. Plus la valeur de la résistance thermique est élevée, plus le matériau est isolant.
On peut aussi calculer la résistance thermique d'un mur en ajoutant les résistances thermiques de tous ses constituants (R de l'enduit extérieur + R des briques + R de l'enduit en plâtre intérieur).
La figure 117 expose de façon schématique la différence de résistance thermique entre un isolant et du béton.

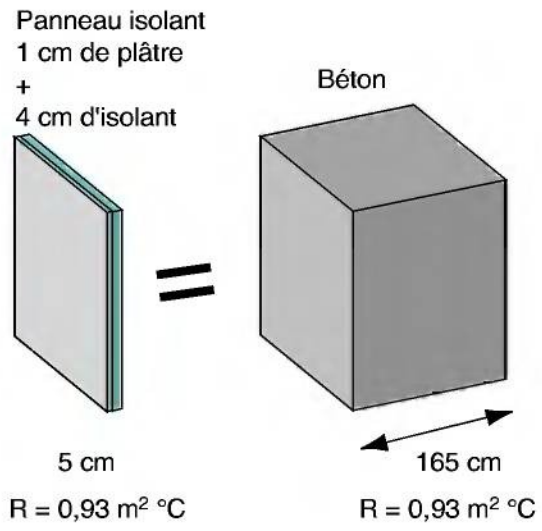


Figure 117 : Comparaison des résistances thermiques

La résistance thermique d'un isolant est indiquée sur l'étiquette informative que doit posséder tout produit manufacturé (voir le chapitre consacré au choix des isolants).
Nous verrons plus loin que les solutions techniques déterminent la résistance thermique de l'isolant à mettre en œuvre. Si vous ne trouvez pas cette valeur sur l'étiquette du produit, il est possible de calculer l'épaisseur nécessaire d'isolant en connaissant son coefficient de conductivité thermique.

Exemple : prenons une résistance thermique, R = 4,5.

À l'aide de la formule de calcul de la résistance thermique, on peut retrouver l'épaisseur :
$e = R \times \lambda$

Avec une laine de roche dont le coefficient λ = 0,038 W/m.°C, on obtient :
e = 4,5 × 0,038 = 0,171 m (soit 17 cm ou plus).

Avec un polystyrène expansé dont le coefficient λ = 0,043 W/m.°C, on obtient :
e = 4,5 × 0,043 = 0,193 m (soit 19 cm ou plus).

Qualité des isolants
La certification ACERMI définit les caractéristiques des isolants. Elle se présente sous la forme d'une étiquette informative appliquée sur tout produit manufacturé, sauf les plaques de plâtre avec isolant (figure 118).

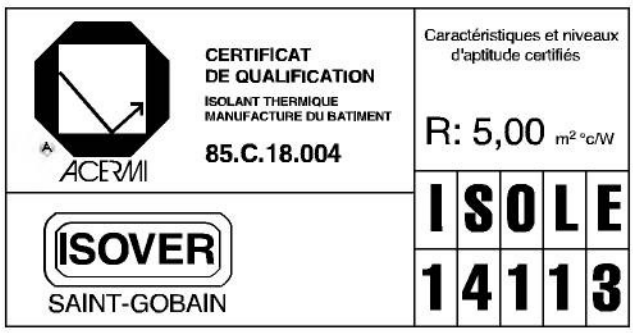


Figure 118 : Exemple de certificat Acermi

Solution technique selon la RT pour une maison individuelle neuve non climatisée*

Notez le nombre de points que vous pouvez justifier dans les tableaux 1 à 7. Reportez ensuite ces points dans le tableau récapitulatif (le signe + ou – indique qu'il faut ajouter ou retrancher les points comptabilisés). Si vous n'obtenez pas le total minimum, vous devez renforcer l'isolation ou choisir des équipements plus performants.

1 - Isolation des parois quantifiée par la résistance thermique R

Type de paroi	R total (R paroi + R isolant) en m².K/W			
Murs	≥ 2	≥ 2,3	≥ 2,7	≥ 3
Sols et planchers	≥ 2	≥ 2,3	≥ 2,7	≥ 3
Plafonds rampants	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 5	≥ 5
Autres toitures	≥ 4,5	≥ 5	≥ 5,5	≥ 6
Nombre de points	**2**	**3**	**4**	**5**

L'utilisation de produits moins performants que la colonne 2 n'est pas autorisée pour cette solution technique.

2 - Traitement des ponts thermiques (entre murs et planchers)

	Plancher haut	Plancher intermédiaire	Plancher bas
Mur à isolation répartie et abouts de plancher traités	**2**	**2**	**Non concerné**
Planchers légers	**4**	**3**	**N. concerné**
Plancher à entrevous en PSE ou dalle flottante avec isolant ≥ 1,4 m².K/W	**Non concerné**	**Non concerné**	**2**
Autres	**0**	**0**	**0**

Pour chaque mur de refend interrompant l'isolation sur au moins l'un de ses côtés, il convient de retirer **1** point.

3 - Fenêtres et portes-fenêtres

Classement	Th 5	Th 6 ou 7	Th 8 ou 9
Nombre de points	**1**	**2**	**3**

4 - Système de ventilation (VMC)

Système	VMC autoréglable		VMC hygroréglable CSTBat		
Type	Quelconque	Marqué NF VMC	Classe E	Classe D	Classe C
Points	**1**	**2**	**2**	**3**	**4**

5 - Chaudière

Type	À condensation	Basse température	De référence	Standard
Points	**6**	**3**	**2**	**1**

6 - Chauffage électrique

Type	Émetteurs muraux ou plancher chauffant sur chape flottante
Nombre de points	**1**

Récapitulatif

Ouvrages	Signe	Point
Isolation (1)	+	
Ponts thermiques (2) :		
- plancher haut	+	
- plancher intermédiaire	+	
- plancher bas	+	
- refends	–	
Fenêtres (3)	+	
Ventilation (4)	+	
Chauffage et eau chaude (5/6)	+	
Situation (7)	+	
Total*		

* Le total ne doit pas être inférieur à 18 points.
D'autres dispositions prennent en compte des obligations relatives à la thermique d'été.

7 - Lieu de construction*

Type de chauffage	Chauffage à eau chaude	Chauffage électrique
Points	**3**	**4**

* Ces points sont à ajouter pour les constructions situées à moins de 800 m d'altitude uniquement dans les départements bordant la Méditerranée.

* Il s'agit ici d'une version simplifiée de cette solution technique. Pour de plus amples renseignements reportez-vous au document original : Solution Technique RT 2000 maisons individuelles non climatisées.

Figure 119 : Solutions techniques pour la RT

Sur cette étiquette se trouvent la résistance thermique de l'isolant (R) ainsi que les lettres ISOLE surmontant des chiffres. Ces lettres indiquent les caractéristiques supplémentaires de l'isolant, à savoir :

- I : représente le facteur d'incompressibilité ;
- S : représente la stabilité dimensionnelle ;
- O : exprime le comportement en présence d'eau ;
- L : représente la limite des performances mécaniques en traction ;
- E : exprime la résistance à la vapeur d'eau.

Les chiffres représentent les valeurs de ces caractéristiques. Plus le chiffre est élevé, plus le produit est performant dans le domaine concerné.
Outre ses qualités thermiques, il est possible de choisir un isolant possédant des qualités d'isolation phonique.

L'isolation des parois

L'épaisseur du matériau isolant à ajouter aux parois dépend de :

- la zone climatique où est située l'habitation ;
- la constitution de la paroi à isoler ;
- la nature de l'isolant utilisé.

Voici, ci-dessous, un tableau à titre indicatif.

Isolation thermique conseillée R (en m^2.K/W)

Zones / Parois	H1 et H2	H3
Murs	3	2,5
Toitures	6	5
Planchers bas	> 2	> 2

La réglementation thermique a renforcé le niveau d'isolation et prend en compte différents critères comme le système de chauffage et la ventilation. Elle prévoit également des dispositions relatives à la thermique d'été qui portent sur la protection solaire des baies et l'inertie thermique des bâtiments. Pour une habitation conforme à la RT, de nombreux calculs sont nécessaires, aussi, il est préférable de s'adresser à un bureau d'études. Néanmoins, des solutions techniques (sans calculs) existent pour les maisons individuelles non climatisées de moins de 220 m^2 habitables et dont la surface des portes et fenêtres ne dépasse pas 25 % de la surface habitable (figure 16). Pour chacun des éléments décrits, ouvrage, partie d'ouvrage ou équipements, un nombre de points est affecté en fonction de la qualité thermique des éléments retenus. Le total des points ne doit pas être inférieur à 18. En fonction du score que vous obtenez, vous devez moduler les postes, par exemple augmenter l'isolant, améliorer le type de chauffage, afin d'atteindre le nombre de points suffisant.

Calcul des puissances à installer

En règle générale, l'estimation des puissances de chauffage à installer est proportionnelle aux déperditions thermiques du logement. Ces déperditions thermiques prennent en compte les déperditions par les parois et par le renouvellement de l'air.
Pour le calcul des puissances de certains types de chauffage, il est indispensable de réaliser une étude thermique afin de déterminer précisément la valeur des déperditions. Ce calcul peut être effectué par un bureau d'études spécialisé, par un installateur, par le distributeur du produit ou par vous-même.

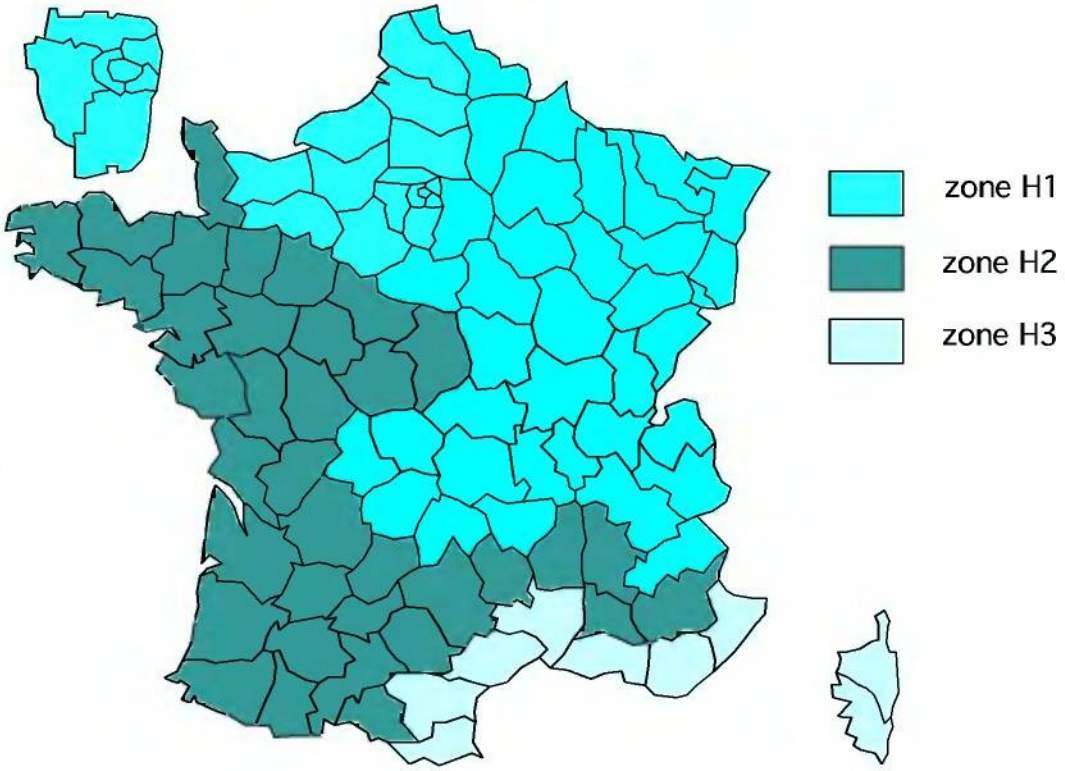


Figure 120 :
Les zones climatiques

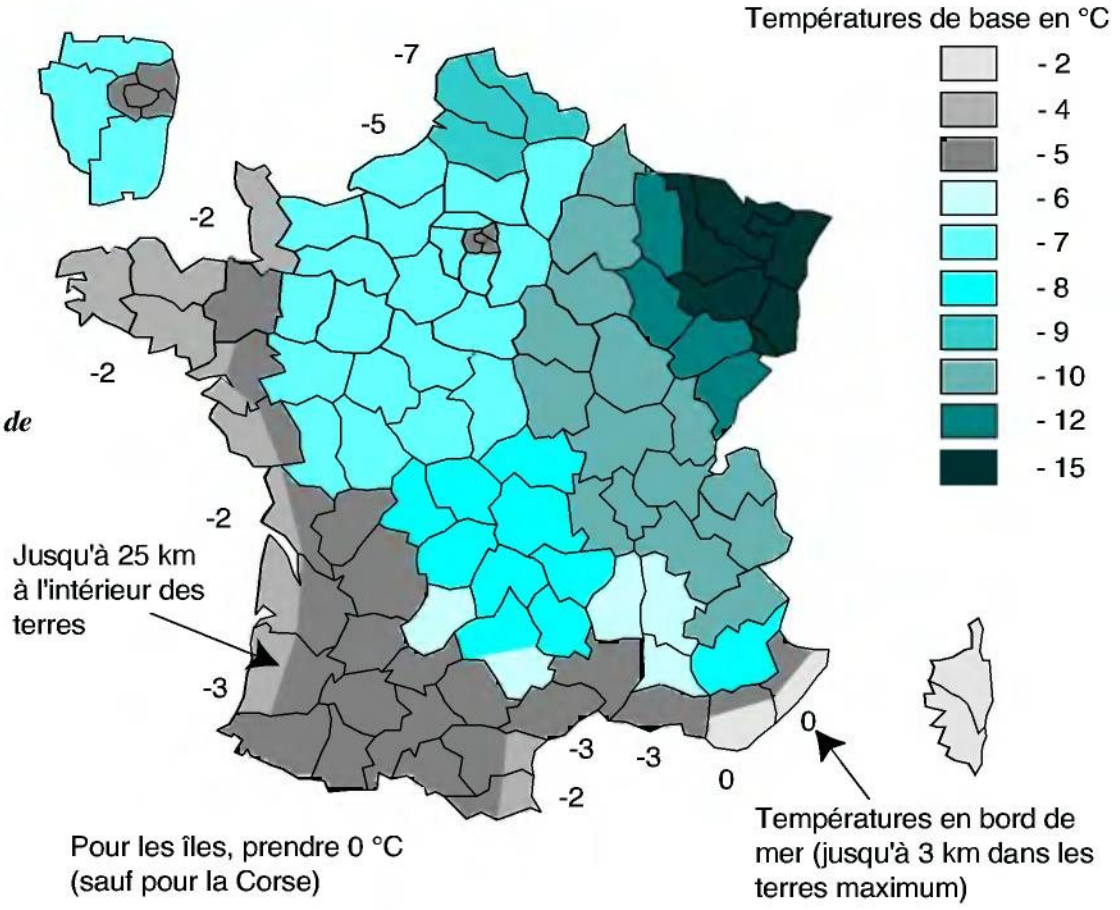


Figure 121 :
Les températures de base

Vous pouvez opter pour des solutions techniques offrant des formules de calcul simplifiées pour un chauffage par convecteurs ou panneaux rayonnants.
Dans tous les cas, le calcul des puissances s'effectue pièce par pièce.

Les données climatiques

La situation géographique de l'habitation est prise en compte pour déterminer la zone climatique où elle se situe et pour connaître la température de base minimale à laquelle elle est exposée.
La réglementation thermique a défini un découpage en plusieurs zones du territoire français selon deux paramètres climatiques : les zones climatiques d'hiver et les températures minimales.

Les zones climatiques d'hiver (figure 120) partagent la France en trois sections (H1, H2 et H3). La zone H3 correspond au climat le plus rigoureux alors que la zone H1 correspond à un climat plus clément (côte méditerranéenne). Toutefois, une construction située à plus de 800 m d'altitude est considérée :
— en zone H1 si elle est située en zone H2 ;
— en zone H2 si elle est située en zone H3.

Exemple : une construction située dans les Pyrénées-Atlantiques à plus de 800 m d'altitude sera considérée en zone H1.

Les températures extérieures de base indiquent la température minimale quotidienne constatée cinq fois au moins au cours d'une année. Les valeurs indiquées figure 121 sont établies pour une altitude comprise entre le niveau de la mer et 200 m. Pour des altitudes plus élevées, reportez-vous au tableau de correction page suivante.

Exemple : considérons une habitation située dans le département du Doubs. La température de base est de -12 °C. Cette habitation est construite à une altitude de 650 m par rapport au niveau de la mer. La température de base réelle est définie par le chiffre situé à l'intersection de la colonne température (-12 °C) et de la colonne altitude (601 à 700 m). Elle est donc de -16 °C.

Cette température est prise en compte dans les calculs de la puissance de chauffage à installer. Elle permet de calculer l'écart de température Δt. Cet écart de température (en °C) représente la différence entre la température intérieure (au moins 18 °C) et la température extérieure minimale de base.

Δt = température intérieure - température extérieure de base

Exemple : reprenons notre exemple précédent avec une température de base de -16 °C.
Δt = 18 - (-16) = 34 °C
Vous devrez déterminer l'écart de température pour l'habitation de votre projet.

Puissances à installer

Pour le calcul des puissances à installer avec un chauffage par convecteurs ou panneaux rayonnants, deux cas de figure sont à prendre en compte :
— le logement est situé dans un immeuble collectif ;
— l'habitation est une maison individuelle.
Les formules de calcul concernant les habitations isolées, selon les solutions techniques, prennent en compte l'écart (Δt) entre la température intérieure et la température extérieure minimale de base.

Tableau de correction des températures de base en fonction de l'altitude								
Altitude (m)	Températures de base (°C) pour des températures de base au niveau de la mer de							
	-4 °C	-5 °C	-6 °C	-8 °C	-9 °C	-10 °C	-12 °C	-15 °C
0 à 200	-4	-5	-6	-8	-9	-10	-12	-15
201 à 400	-5	-6	-7	-9	-10	-11	-13	-15
401 à 500	-6	-7	-8	-10	-11	-12	-14	-16
501 à 600	-6	-7	-9	-11	-11	-13	-15	-17
601 à 700	-7	-8	-10	-12	-12	-14	-16	-18
701 à 800	-7	-8	-11	-13	-	-15	-17	-19
801 à 900	-8	-9	-12	-14	-	-16	-18	-20
901 à 1000	-8	-9	-13	-15	-	-17	-19	-21
1 001 à 1 100	-	-10	-14	-16	-	-18	-20	-22
1 101 à 1 200	-	-10	-	-17	-	-19	-21	-23
1 201 à 1 300	-	-11	-	-18	-	-20	-22	-24
1 301 à 1 400	-	-11	-	-19	-	-21	-23	-25
1 401 à 1 500	-	-12	-	-20	-	-22	-24	-25
1 501 à 1 600	-	-12	-	-21	-	-23	-	-
1 601 à 1 700	-	-13	-	-22	-	-24	-	-
1 701 à 1 800	-	-13	-	-23	-	-25	-	-
1 801 à 1 900	-	-14	-	-24	-	-26	-	-
1 901 à 2 000	-	-14	-	-25	-	-27	-	-
2 001 à 2 100	-	-15	-	-26	-	-28	-	-
2 101 à 2 200	-	-15	-	-27	-	-29	-	-
2 201 à 2 400	-	-16	-	-28	-	-30	-	-
2 401 à 2 600	-	-17	-	-29	-	-30	-	-
2 601 à 2 800	-	-18	-	-30	-	-30	-	-
2 801 à 3 000	-	-19	-	-30	-	-30	-	-
plus de 3 000	-	-20	-	-30	-	-30	-	-

Le calcul étant effectué pièce par pièce, on utilisera une température intérieure moyenne de 18 °C ou les températures intérieures suivantes :

- séjour et chambres : 19 °C ;
- cuisine : 18 ou 19 °C ;
- salle de bains et toilettes : 21 ou 22 °C ;
- dégagement, couloir et entrée : 21 °C.

Dans le cas de pièces de grandes dimensions, installez plusieurs appareils afin de mieux répartir les apports de chaleur et d'obtenir une bonne homogénéité du chauffage.
Dans la gamme des appareils disponibles, choisissez la puissance immédiatement supérieure à celle calculée.

Exemple : si le résultat de votre calcul donne une puissance de 1 805 Watts, vous choisirez un appareil de 2 000 Watts.

En appartement

On considère deux types d'appartements :

— les appartements en étages courants ;
— les appartements en étages extrêmes (premier et dernier niveau).

Pour les logements en étage courant, la formule est la suivante :
$P = (15 + 0{,}7\ \Delta t)\ V$

Pour les logements en étages extrêmes, la formule est celle-ci :
$P = (15 + 0{,}9\ \Delta t)\ V$

P = puissance des appareils en Watts (W),
Δt = écart entre la température intérieure et la température extérieure minimale de base de la région (°C),
V = volume de la pièce en mètres cube (m³).

Exemple : considérons un appartement en étage courant dans un immeuble situé dans l'Yonne à une altitude de 320 m.
Vous trouvez sur la carte des températures de base une valeur de -10 °C pour ce département.
Corrigez cette valeur selon l'altitude de l'habitation. Soit -10 °C pour une altitude comprise entre 201 et 400 m, ce qui donne une température corrigée de -11 °C.

Calculez, pièce par pièce, la puissance des appareils selon la formule énoncée plus haut en fonction du volume de chaque pièce.

Pour un salon de 26 m² d'une hauteur sous plafond de 2,50 m, par exemple, le calcul s'effectue ainsi :
Δt = 19 - (-11) = 30 °C (température intérieure - température extérieure minimale de la région).
V = 26 × 2,5 = 65 m³ (V : volume de la pièce = surface de la pièce × hauteur de la pièce).
P = 15 + (0,7 × 30) × 65 ((15 + 0,7 × écart de température) × volume de la pièce).
P = 2 340 W (puissance de chauffage à installer).
La pièce étant relativement volumineuse, choisissez deux appareils de 1 250 W. Deux appareils de 1 000 W seraient insuffisants, deux appareils de 1 500 W seraient surdimensionnés.
Pour une salle d'eau de 8 m² avec une hauteur sous plafond de 2,50 m, le calcul s'effectue ainsi :
Δt = 21 - (-11) = 32 °C
V = 8 × 2,5 = 20 m³
P = 15 + (0,7 × 32) × 20 = 748 W.
Choisissez, par exemple, un sèche-serviettes d'une puissance de 750 W.

Attention : si l'un des murs de la salle d'eau est en contact avec l'extérieur, choisissez un appareil d'une puissance minimale de 900 W.
Continuez ainsi le calcul pour chaque pièce.

Si le logement n'a pas été isolé d'après les solutions techniques, la puissance doit être déterminée selon les déperditions de base, pièce par pièce selon la formule suivante :
P = D + 15 V

P = puissance en Watts des appareils (W),
D = déperditions de base de la pièce (W),
V = volume de la pièce en mètres cubes (m³).

En maison individuelle
Pour une maison correctement isolée, la puissance nécessaire à installer s'obtient avec la formule suivante :
P = (1,1Δt + 10)V

P = puissance en Watts des appareils de chauffage (W),
Δt = écart entre la température intérieure et la température minimale de base de la région (°C),
V = volume de la pièce en mètres cubes (m³).

Pour une meilleure compréhension, vous pouvez vous reportez à l'exemple précédent concernant les appartements.

Pour une maison individuelle non isolée selon les solutions techniques, il est nécessaire de calculer les déperditions pièce par pièce. Dans ce cas, pour calculer la puissance nécessaire, adoptez la formule de calcul suivante :
P = D + 10 V

P = puissance des appareils (W),
D = déperditions de base de la pièce (W),
V = volume de la pièce (m^3).

La programmation du chauffage

La régulation appareil par appareil apporte déjà une solution de confort mais elle oblige à intervenir sur chaque appareil. La programmation permet d'automatiser cette action selon votre mode de vie sans plus vous en soucier.

Principe de la programmation

Le programmateur est une sorte d'horloge couplée (ou non) à un ou plusieurs thermostats (intégrés ou non à l'appareil) qui permet de choisir des températures différentes selon les pièces et les heures d'occupation du logement.
Si les convecteurs ne sont pas équipés de thermostats électroniques (avec les différents niveaux de confort), on utilise un programmateur équipé d'un thermostat intégré ou externe.

Si les convecteurs sont équipés de thermostats électroniques, on utilise une horloge de programmation qui agit directement sur le thermostat des appareils de chauffage en commandant le passage d'un niveau de confort à un autre, généralement grâce au fil pilote. Les températures de confort sont réglées directement sur chaque appareil.
Le principe de la programmation consiste à agir sur le chauffage en fonction de vos habitudes de vie. Le programmateur permet d'assurer automatiquement (selon les appareils) :
— une température de confort lorsque vous êtes présent ;
— une température réduite lorsque vous êtes absent dans la journée ;
— une température hors gel lorsque que vous êtes absent plus de 48 heures.

Tout cela, bien évidemment, dans un souci d'économies. Il est en effet inutile de chauffer toutes les pièces de votre logement à 19 °C lorsque vous êtes absent.
La programmation peut être décentralisée (programmation sur chaque appareil) ou centralisée (une centrale de programmation agit sur tous les appareils). Elle peut être établie :
— à la journée (programmateur journalier) : le même programme est répété à l'identique tous les jours ;
— à la semaine (programmateur hebdomadaire) : un programme différent peut être choisi pour chaque jour de la semaine ;
— à l'année (programmateur annuel) : un programme différent peut être adapté à chaque jour de l'année, les vacances par exemple.

Pour mieux comprendre ce principe, prenons l'exemple d'une programmation hebdomadaire (illustré à la figure 122).

Exemple : prenons un exemple de programmation hebdomadaire.
En semaine, les occupants se lèvent à 7 h 30 et quittent leur logement à 8 h 30. Pour le déjeuner, ils rentrent à 12 h 15 et repartent à 13 h 30. Le soir, ils rentrent à 19 h 00 et se couchent vers 23 h 00.

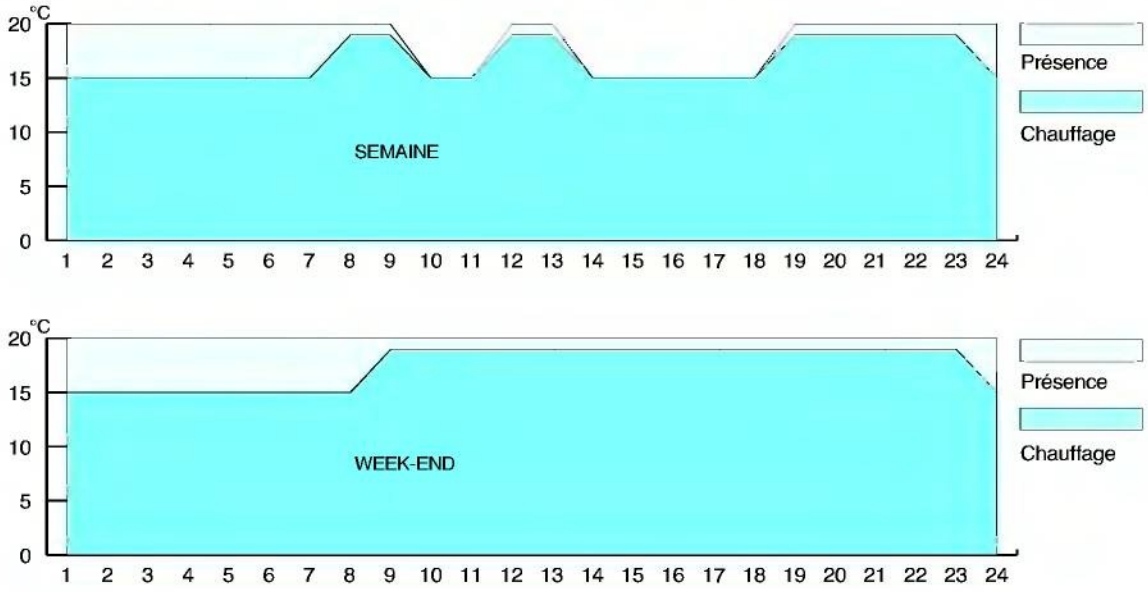


Figure 122 : Exemple de programmation hebdomadaire

Le week-end, les occupants se lèvent vers 9 h 00, sont présents le samedi et le dimanche et se couchent vers 23 h 00.
La programmation doit donc être établie en fonction de ces habitudes de vie. La température de confort est assurée pendant les heures de présence avec une mise à température une demi-heure avant ces périodes. Pendant les heures d'absence et la nuit, la température est réduite de 4 °C par rapport à la température de confort. L'économie est ici très significative.
Les types de programmateurs dont nous venons de parler contrôlent le chauffage sur une seule zone. Il existe également des programmateurs qui prennent en compte deux zones différentes généralement qualifiées de *zone nuit* et *zone jour* (figure 123).

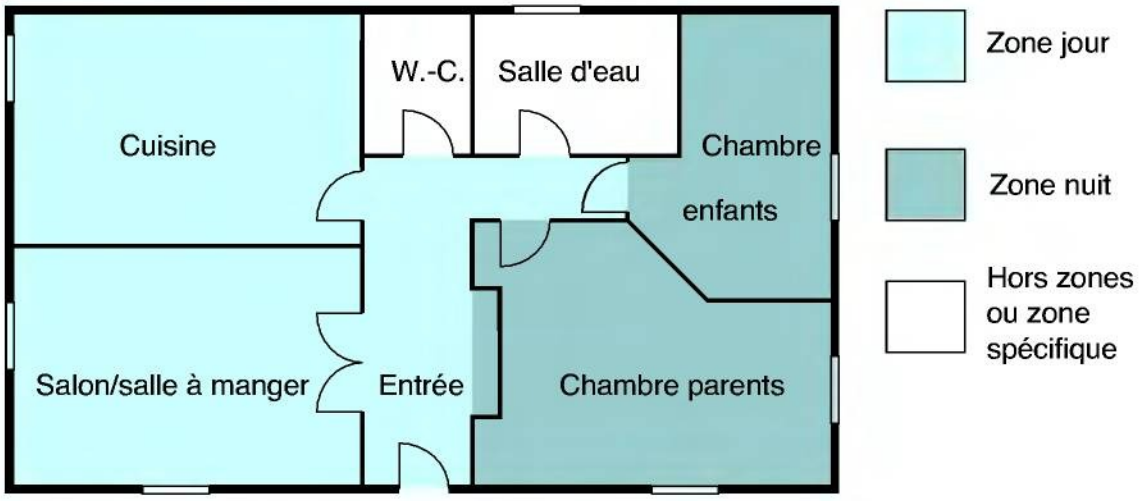


Figure 123 : Le découpage des zones

La zone nuit concerne les pièces occupées la nuit (chambres). La zone jour concerne les pièces occupées le jour : salon, salle à manger, cuisine, couloir. La salle d'eau et les WC sont considérés comme pouvant être utilisés aussi bien de nuit que de jour : ils ne sont donc pas pris en compte par la régulation. Les appareils de ces pièces seront régulés par leur propre thermostat, en fonction des besoins. Néanmoins, il existe des programmateurs multi-zones qui permettent de consacrer une zone particulière pour la salle d'eau et les WC.

La programmation sur deux zones (ou plus) permet donc 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'économies plus importante que les systèmes précédents.

Le programmateur deux zones est relié à deux sondes (thermostats) placés chacun dans une zone. Ce type de programmation permet (figure 124) :

- en période d'occupation constante de jour (week-end) d'obtenir une température de confort dans la zone jour et réduite dans la zone nuit ;
- en période nocturne, d'obtenir une température réduite dans les chambres et dans les pièces de la zone jour (on ne prévoit généralement la température de confort dans la zone nuit qu'au moment du coucher et du lever) ;
- en période d'occupation intermittente (semaine), d'obtenir la température de confort dans la zone jour (pour le déjeuner, par exemple) et réduite dans la zone nuit ;

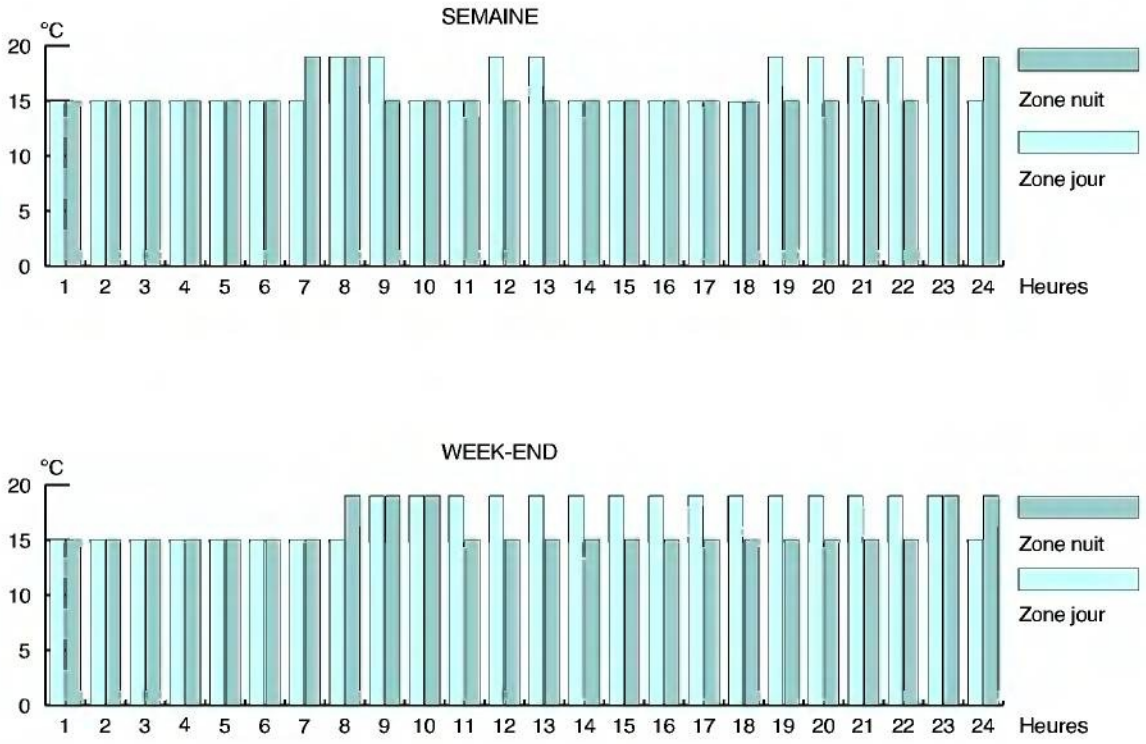


Figure 124 : Programmation hebdomadaire sur deux zones

- en période d'absence, température réduite dans toutes les zones ;
- en période de longue absence (plus de 48 h), une température hors gel dans toutes les zones.

Selon le matériel choisi, la programmation se fait manuellement ou bien elle est préétablie (programmes préprogrammés dans l'appareil). Elle peut être effectuée également en insérant une carte de programmation.
Il est généralement possible d'intervenir manuellement sur le programmateur pour déroger à un programme en cours sans modifier toute la programmation (pour un enfant malade, par exemple, on devra conserver la température de confort dans la chambre).
Tous les appareils sont prévus pour garder en mémoire la programmation établie même en cas de coupure de courant.
Le choix des appareils disponibles sur le marché étant très vaste, nous n'évoquerons que les systèmes les plus courants.

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 et rien n'empêche de créer ainsi ses propres zones avec des programmations identiques pour les appareils de chaque zone. Généralement, ces programmateurs proposent trois niveaux de température (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 présen-

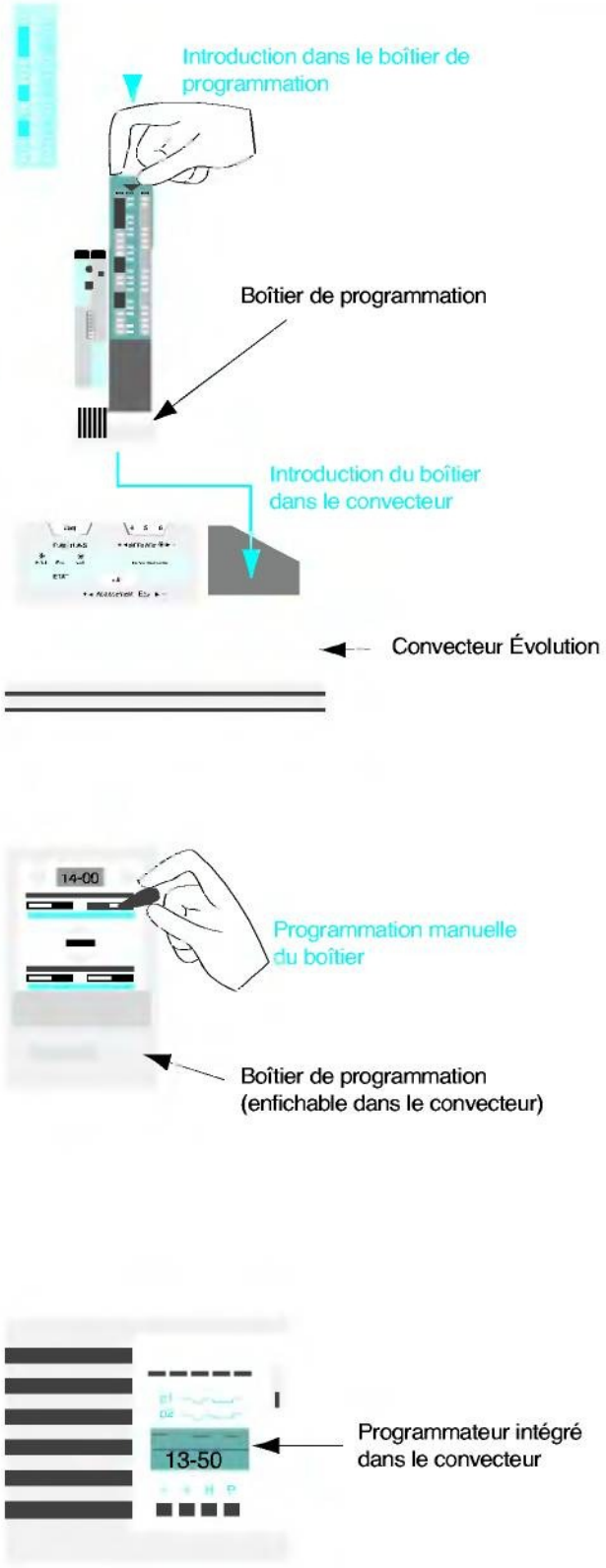


Figure 125 :
Les programmateurs intégrés

tent sous diverses formes (figure 125), 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 ne prévoit que le remplacement des appareils. On bénéficie ainsi d'un chauffage programmable sans toucher à l'installation.

Les thermostats programmables

Les thermostats programmables sont destinés à la régulation et à la programmation de convecteurs équipés de thermostats électromécaniques, qui ne disposent donc pas de fil pilote.
Ce sont des appareils équipés d'un thermostat d'ambiance et d'une horloge de programmation. Le système d'horloge permet la commutation de la température réduite à la température confort et inversement, à la température hors gel sur certains modèles. La température de confort est réglée sur le thermostat des convecteurs, pièce par pièce. La température réduite est réglée sur le thermostat programmable situé dans la pièce principale. Le thermostat programmable agit sur l'alimentation des convecteurs afin d'obtenir la température réduite ou hors gel. En position confort, il n'agit pas. Les convecteurs sont régulés par leur propre thermostat. La commande des convecteurs ne peut généralement pas être directement assurée en passant par les contacts du thermostat programmable : c'est pourquoi on utilise généralement des contacteurs de puissance.

Un contacteur de puissance est une sorte d'interrupteur électrique : on lui donne des ordres en alimentant un circuit dit de commande et il assure l'ouverture ou la fermeture du circuit à commander (circuit de puissance). Ce système permet de commander la mise en service et l'arrêt de grosses puissances en utilisant des organes de commande qui ne le permettraient pas directement. Pour mieux comprendre ce qu'est un contacteur, reportez-vous à la figure 126.

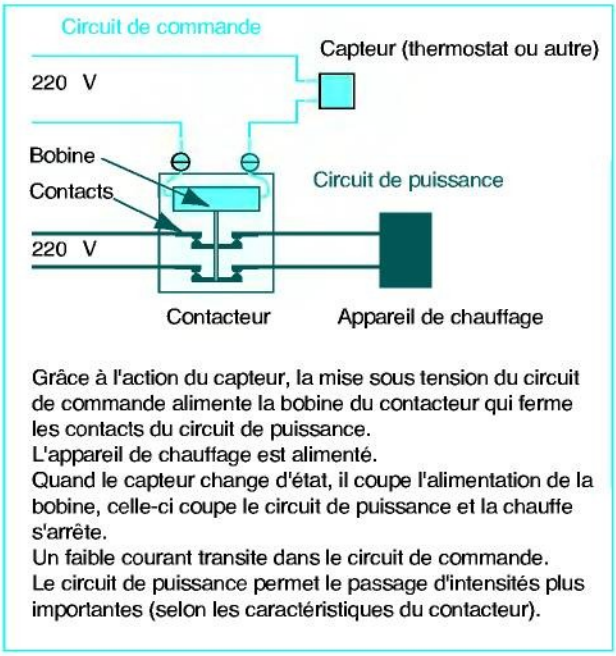


Figure 126 : Principe du contacteur

Les thermostats programmables permettent de prendre en compte une ou deux zones de programmation. Nous allons étudier ces deux systèmes séparément afin de comprendre leurs différences. Tous les modèles comportent des touches de dérogation qui permettent de sélectionner une température de confort ou réduite sans avoir à intervenir sur la programmation établie (cas d'un malade à la maison, par exemple, pour qui on sélectionnera une température de confort permanente).

Appareils pour une zone

Les thermostats programmables une zone sont destinés à assurer la programmation de petits logements (studios, deux-pièces) équipés de convecteurs à régulation mécanique. Certains modèles peuvent aussi réguler une installation de chauffage central à chaudière à gaz (ou autre énergie) en agissant directement sur la chaudière. Ce type d'appareil (figure 127) intègre un thermostat d'ambiance et une horloge de programmation (électrique ou électronique). De ce fait, il doit être installé dans le volume principal à réguler (pièce principale dans un studio, salon dans un deux-pièces). La programmation peut être réalisée manuellement ou posséder des programmes préenregistrés. Elle peut être établie pour des programmes journaliers ou hebdomadaires.

L'alimentation électrique du thermostat programmable est réalisée soit par une alimentation secteur (230 V) soit par des piles électriques selon les modèles. On trouve sur le marché un très grand choix pour ce type d'appareils. Préférez toujours les modèles de grandes marques garantes de fiabilité et de pérennité.

Appareils pour deux zones

Les thermostats programmables « deux zones » sont constitués différemment des thermostats « une zone ». Du fait qu'ils doivent réguler deux zones, ils n'intègrent pas les thermostats. Les thermostats (ou sondes) sont placés chacun dans une zone à réguler (un dans la zone jour, l'autre dans la zone nuit) et reliés au thermostat programmable (figures 128 et 129). Celui-ci peut donc être placé n'importe où. Généralement, on l'installe dans un lieu facile d'accès afin de contrôler son fonctionnement (salon, entrée).

Ces appareils pour deux zones peuvent s'installer dans des logements plus importants (3 pièces et plus). Toutefois, si la zone nuit correspond à plusieurs niveaux (chambres au rez-de-chaussée et en étages), préférez un système à fil pilote ou à courants porteurs.
Dans ce cas aussi, les convecteurs sont commandés par l'intermédiaire de contacteurs.
L'emplacement des sondes dans chaque zone est très important. Les sondes ne doivent pas être placées :

Figure 127 : Exemple de thermostat programmable une zone

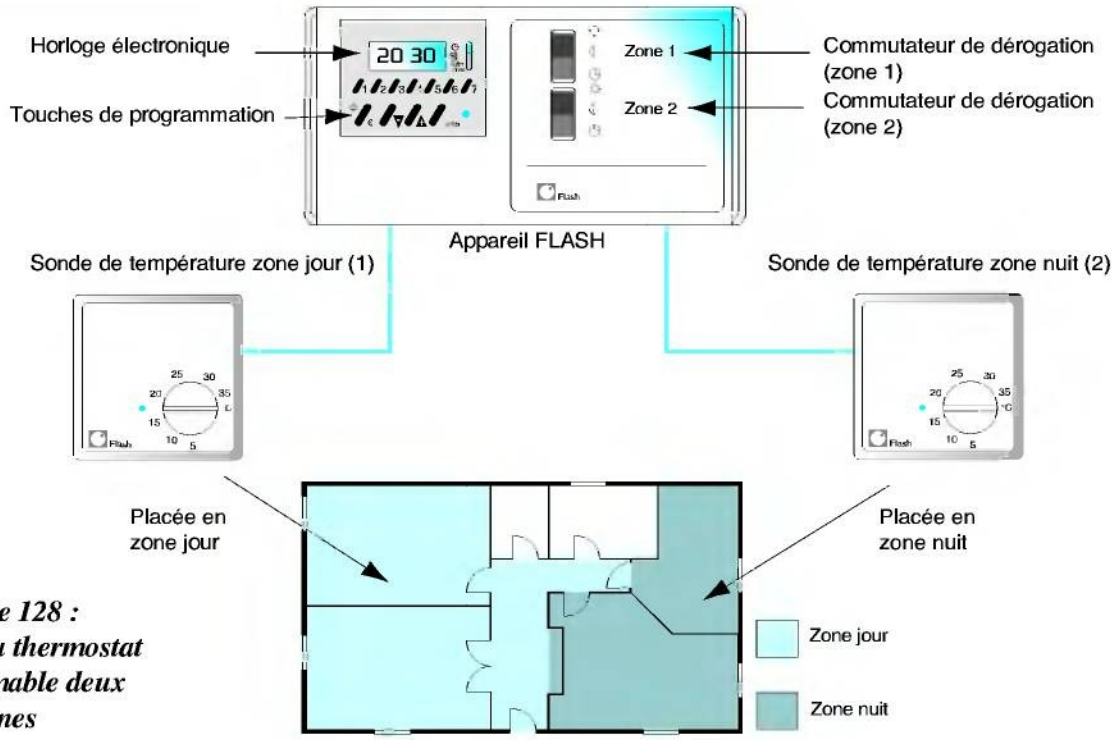


Figure 128 : Principe du thermostat programmable deux zones

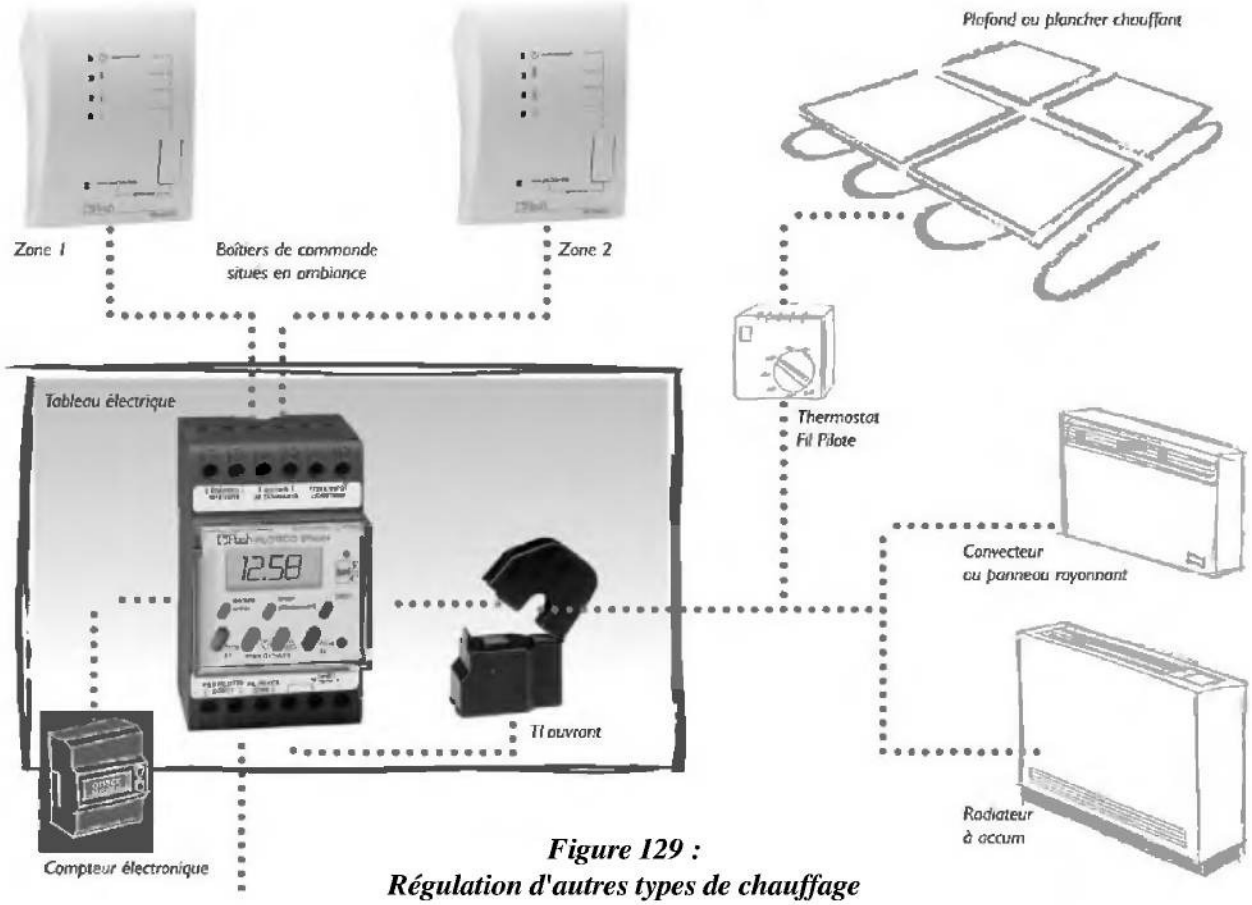


Figure 129 : Régulation d'autres types de chauffage

- au-dessus d'une source de chaleur (convecteur, par exemple) ;
- sur un mur ensoleillé ;
- derrière une porte ;
- dans une zone soumise à des courants d'air.

Elles sont installées en général à 1,50 m du sol (figure 130).

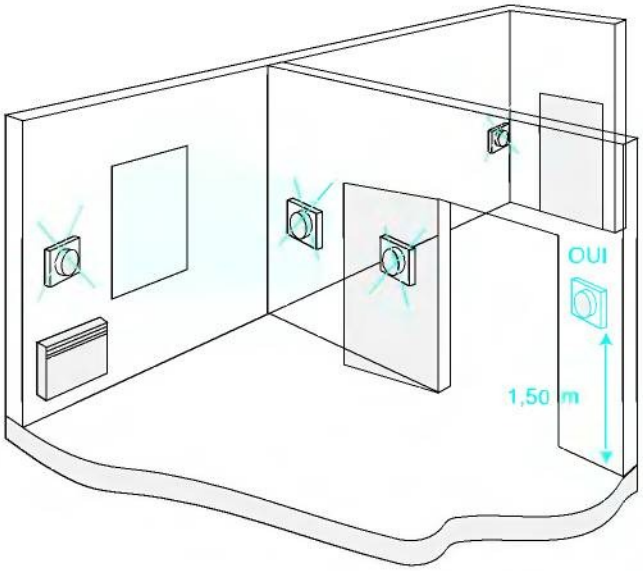


Figure 130 : Emplacement des thermostats

Les horloges de programmation à fil pilote

Les horloges de programmation à fil pilote sont utilisées pour la programmation d'appareils de chauffage à fil pilote (appareils à régulation électronique). Elles sont équipées d'horloges électriques ou électroniques (affichage à cristaux liquides) et permettent une programmation journalière, hebdomadaire ou annuelle. Les températures de confort et réduites sont réglées sur les appareils de chauffage, les ordres de passage de l'une à l'autre sont envoyés par l'horloge de programmation par l'intermédiaire des fils pilotes (figure 131).

Selon les modèles, ces appareils peuvent réguler une, deux ou plusieurs zones.

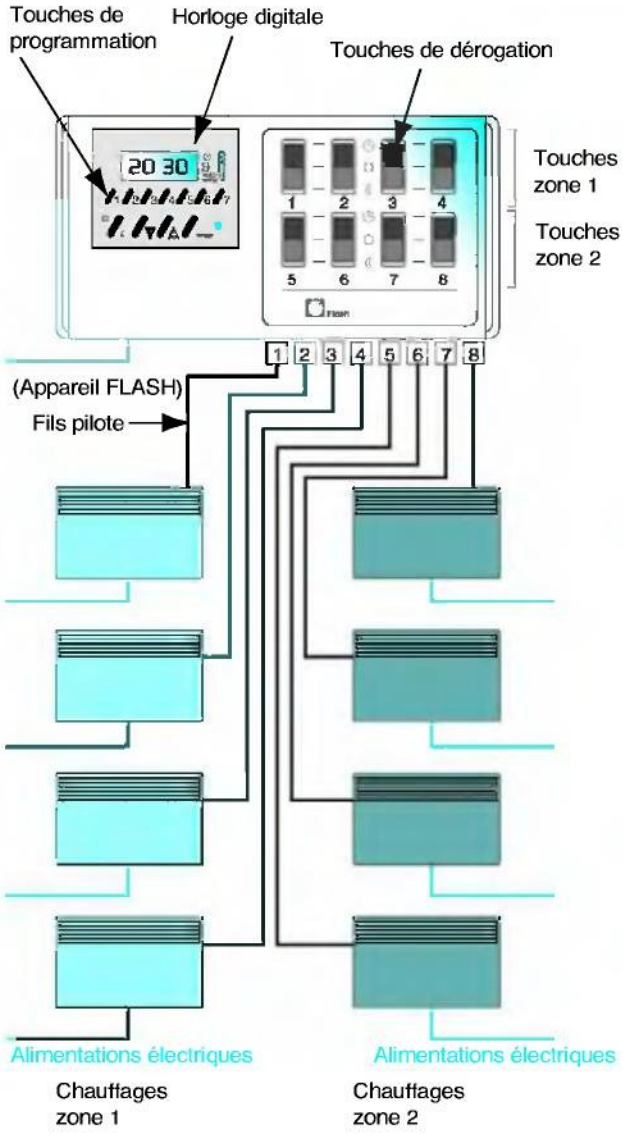


Figure 131 : Horloge de programmation à fil pilote

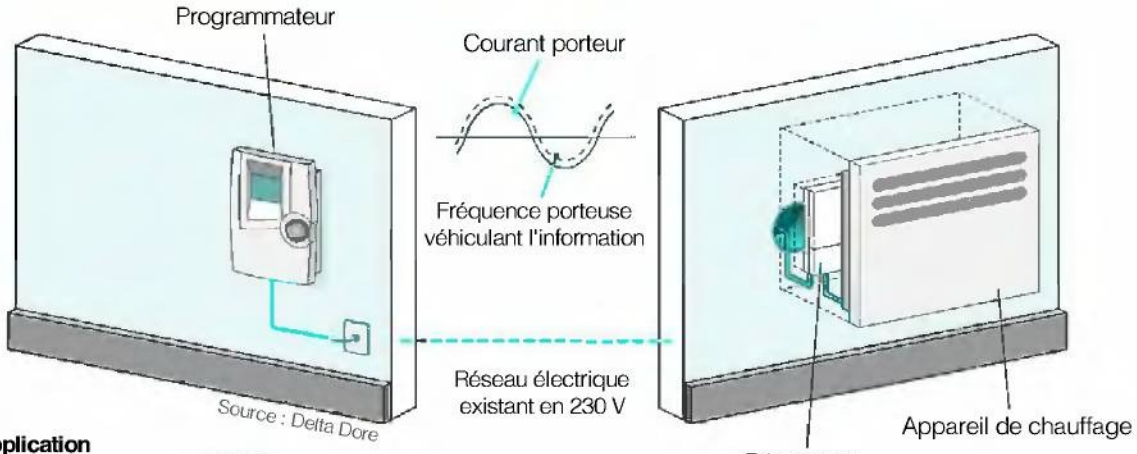
Leur programmation est manuelle et vous l'effectuerez en fonction de vos habitudes de vie. Il existe aussi des touches de dérogation comme pour les thermostats programmables.

Généralement, l'horloge de programmation est placée dans le tableau de protection (tableau fusibles) ou à un endroit d'accès aisé.

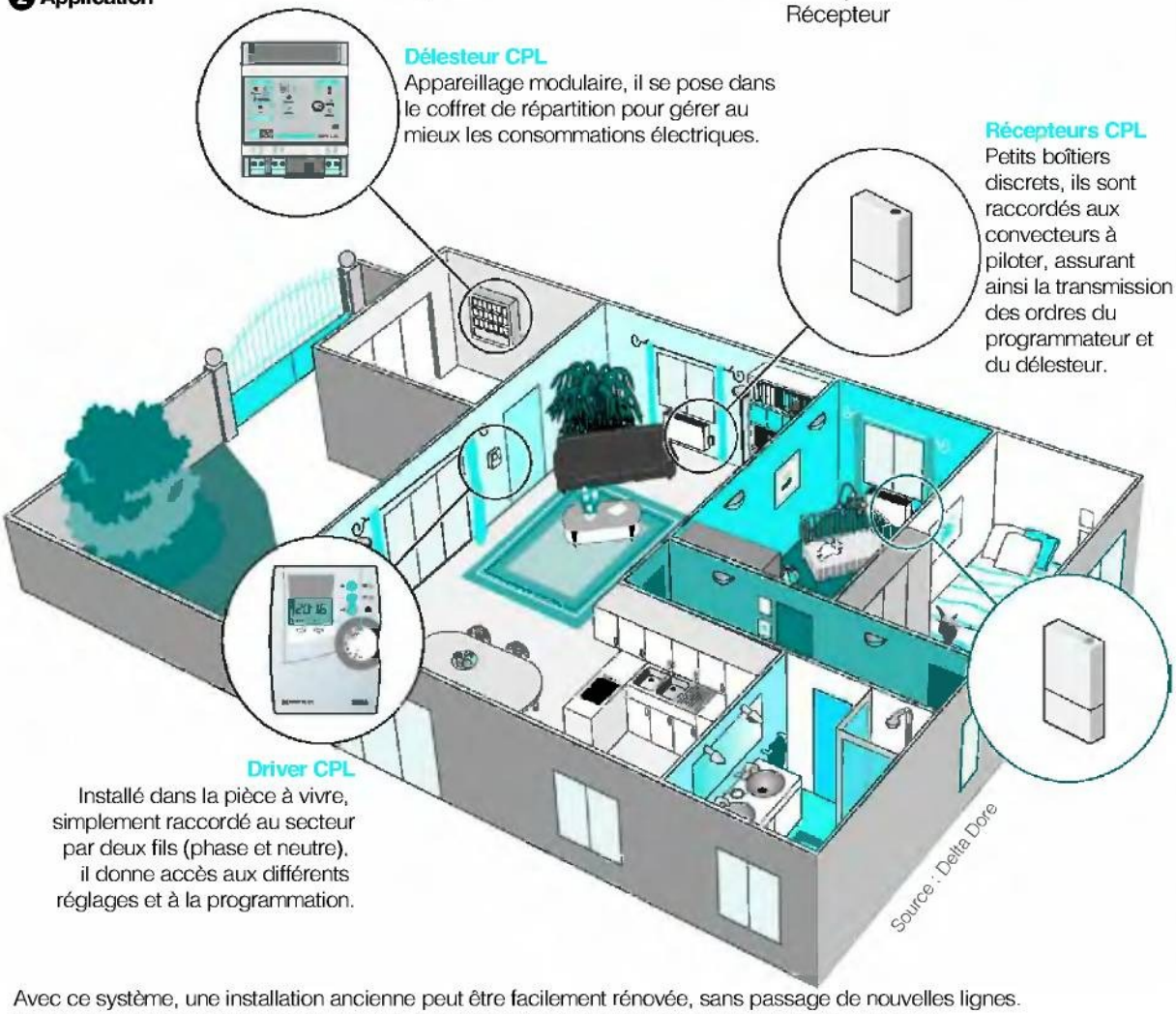
En rénovation, cette solution ne peut être adoptée que si l'on prévoit la rénovation complète des circuits de chauffage, car il

Gestion du chauffage par courants porteurs

1 Principe



2 Application



Avec ce système, une installation ancienne peut être facilement rénovée, sans passage de nouvelles lignes. Il suffit d'installer les différents modules et de remplacer les anciens convecteurs par des nouveaux.

Figure 132 : Programmation d'un chauffage par courant porteur

est nécessaire de passer le fil pilote en même temps que les fils d'alimentation et ce pour tous les convecteurs.
En revanche, cette solution présente quelques avantages :

- la compatibilité entre les appareils de chauffage et le programmateur qu'elles qu'en soient les marques ;
- l'absence d'installation de contacteurs de puissance ;
- l'absence d'installation de thermostats d'ambiance ;
- le réglage des températures de confort et réduites selon ses désirs, indépendamment dans chaque pièce.

Ce type de régulation convient parfaitement aux grands logements.
Dans le cas d'une pièce chauffée par plusieurs émetteurs, chacun doit être réglé sur les mêmes températures de confort et réduites.

Les centrales de programmation par courant porteur

Les centrales de programmation par courants porteurs sont les appareils les plus récents apparus sur le marché. Elles fonctionnent sur le principe des courants porteurs, c'est-à-dire que les ordres de fonctionnement sont envoyés directement par les fileries de l'installation électrique. Ce système de programmation est constitué :

— d'une centrale de programmation qui se raccorde sur l'installation par une simple prise de courant ;
— de récepteurs codables enfichés dans les appareils de chauffage ou externe.

Ce système permet de programmer des convecteurs à thermostat électronique équipés de récepteurs pour les courants porteurs ou des appareils à fil pilote raccordés par l'intermédiaire de boîtiers récepteurs.
La centrale émet des signaux sur plusieurs canaux attribués aux différentes zones (figure 132).
Les signaux émis permettent le changement d'état de la régulation des convecteurs (confort, réduit, hors gel ou même arrêt selon les modèles). Chaque appareil de chauffage d'une même zone possède un codage identique afin de répondre au même signal.

Certaines centrales permettent, outre la régulation du chauffage, de commander divers appareils : volets roulants, machine à laver, arrosage du jardin. Il suffit d'intercaler un récepteur à courants porteurs sur l'alimentation de l'appareil (au niveau de la prise de courant) et de programmer son fonctionnement en utilisant un canal spécifique de la centrale.

Ce type de programmation convient parfaitement aux grands logements et permet, en rénovation, de bénéficier d'une régulation haut de gamme à moindres frais (remplacement des convecteurs existants par des modèles compatibles).

Sur le même principe, il existe également des systèmes utilisant la transmission des ordres par ondes radio.

Les gestionnaires d'énergie

Nous abordons ici les systèmes les plus sophistiqués dans le domaine des programmateurs. Ces systèmes dits domotiques ou systèmes de gestion technique permettent un contrôle très fin du chauffage électrique ainsi que la gestion d'autres fonctions dans la maison : production d'eau chaude, ventilation ou autres selon les modèles. Pour le

chauffage, ces systèmes commandent des appareils de chauffage à thermostat électronique munis de fil pilote.

Les gestionnaires d'énergie classiques

Sur les installations munies d'un compteur électronique, il est possible d'installer un gestionnaire d'énergie (figure 133). 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 en fonction de l'heure, de déclencher certains appareils durant les périodes creuses et de limiter le chauffage pendant les périodes les plus chères (fil pilote 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.

Figure 133 : Gestionnaire d'énergie

Les gestionnaires d'énergie Tempo

Ce gestionnaire d'énergie a été conçu pour satisfaire aux contraintes de l'option tarifaire Tempo, utilisable avec un compteur électronique. Cette option tarifaire propose trois niveaux de prix du kilowattheure selon les jours de l'année. Le rôle du gestionnaire d'énergie est de gérer la consommation de l'installation électrique de manière à consommer le moins possible pendant les périodes ou le prix du kilowatt est élevé. Pour ce faire, il agit sur :

— le chauffage électrique ;

— la production d'eau chaude.

Ces gestionnaires prennent aussi en compte la puissance d'abonnement et évitent tout dépassement. Ils coupent au fur et à mesure les circuits de chauffage afin que restent disponibles les circuits prioritaires (éclairage, prises de courant, gros électroménager).

Ils conviennent pour les convecteurs (ou panneaux rayonnants), les PRP et les PRP. Les appareils à fil pilote doivent posséder un thermostat à quatre ou six ordres.

La programmation du chauffage est réalisée sur la base de deux ou trois zones et d'un secteur hors zone (WC, salle d'eau).

La programmation du fonctionnement des zones nuit et jour est réalisée de façon classique, comme nous l'avons vu précédemment pour les programmateurs à deux zones. Le rôle du gestionnaire est d'intervenir sur la température de confort en la diminuant quand le prix du kilowattheure augmente.

Ce type de régulation permet, pour chaque période tarifaire, de choisir son niveau de confort :

- niveau 4 étoiles (****) : niveau de confort réglé sur les convecteurs ;
- niveau 3 étoiles (***) : niveau de confort -1 °C ;
- niveau 2 étoiles (**) : niveau de confort -2 °C ;
- niveau 1 étoile (*) : niveau de confort -3,5 °C.

Il permet aussi de limiter la production d'eau chaude pendant les périodes ta-

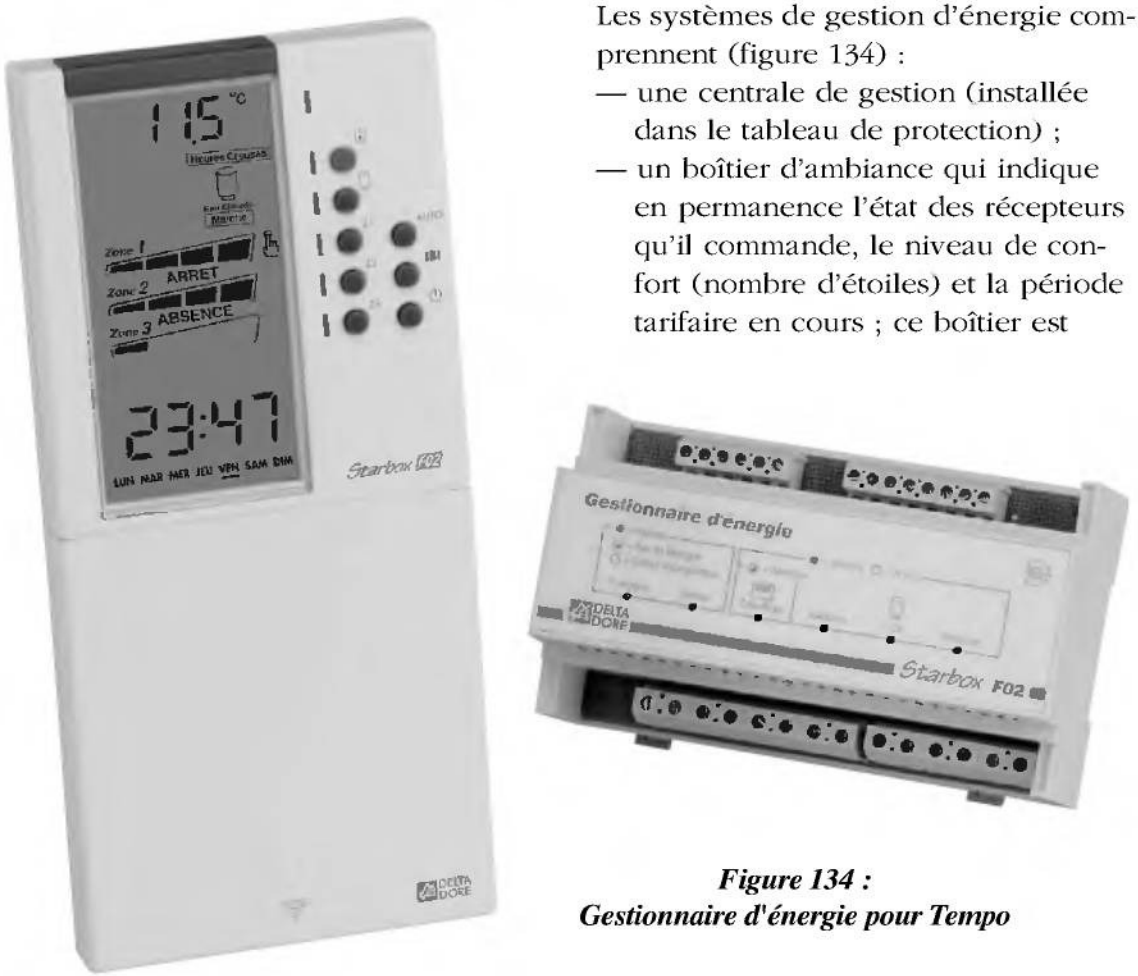


Figure 134 :
Gestionnaire d'énergie pour Tempo

Les systèmes de gestion d'énergie comprennent (figure 134) :
— une centrale de gestion (installée dans le tableau de protection) ;
— un boîtier d'ambiance qui indique en permanence l'état des récepteurs qu'il commande, le niveau de confort (nombre d'étoiles) et la période tarifaire en cours ; ce boîtier est placé en zone d'occupation pour rendre aisé tout contrôle ou modification de programme.

rifaires élevées. Toutes ces limitations d'usage et de régulation se font automatiquement après leur programmation. Les changements de tarification sont transmis au gestionnaire par l'intermédiaire du compteur. Comme pour tous les autres systèmes précités, vous pouvez intervenir pour changer temporairement un programme à l'aide de touches de dérogation.

Vous avez également la possibilité, en cas d'absence prolongée, de mettre le chauffage en mode hors gel, d'arrêter la production d'eau chaude, et ce de façon centralisée à partir d'un boîtier d'ambiance.

Le délesteur

Nous avons évoqué plus haut le fait que certaines régulations évitaient le dépassement de la puissance souscrite auprès d'EDF. Cette fonction s'appelle le délestage. Le délesteur peut aussi être un appareil installé indépendamment (figure 136).

Les délesteurs permettent de mettre hors circuit des appareils de chauffage au profit d'appareils ménagers.

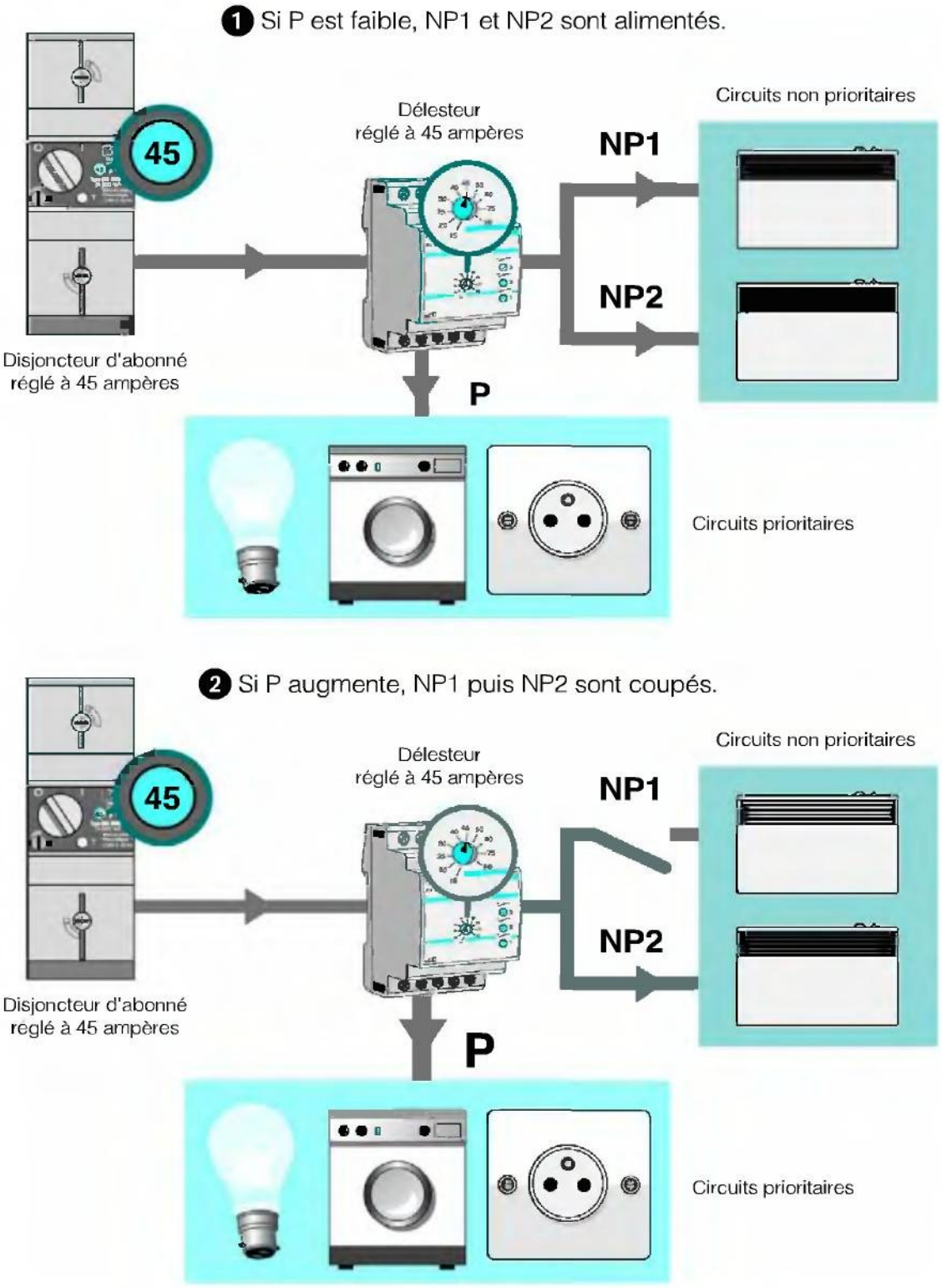


Figure 135 : Principe du délesteur

Figure 136 : Délesteur à installer dans le tableau modulaire

Pour assurer ce principe de fonctionnement, le délesteur prend en compte deux types de circuits électriques de l'installation :

— les circuits prioritaires : ce sont les circuits d'éclairage, de prises de courant, des appareils électroménagers, etc. qui ne doivent jamais être coupés ;

— les circuits non prioritaires : ce sont les circuits de chauffage et de production d'eau chaude. Les circuits non prioritaires peuvent être sous-divisés en fonction de leur importance : des chauffages peu nécessaires à ceux dont le fonctionnement est indispensable.

Lorsque la consommation sur les circuits prioritaires n'est pas importante, le chauffage fonctionne en totalité.

Lorsque la consommation prioritaire augmente, par exemple, lors de la mise en service d'un gros appareil électroménager, certains circuits de chauffage sont coupés afin pour ne pas dépasser la puissance de l'abonnement.

Si la consommation prioritaire augmente encore, d'autres circuits de chauffage sont coupés (dans l'ordre que vous aurez choisi).

Quand la consommation prioritaire diminue, les circuits de chauffage sont rétablis automatiquement au fur et à mesure de la diminution (figure 135).

Le délesteur permet donc de souscrire un abonnement moindre que celui nécessaire au fonctionnement simultané du chauffage et de gros appareils ménagers.

Les abonnements

Les abonnements diponibles auprès de votre distributeur se décomposent en trois éléments principaux :

• la tension de raccordement (230 V en monophasé ou 400 V en triphasé) en fonction des possibilités du distributeur ;

• la puissance de raccordement (selon vos besoins personnels) ;

• les options tarifaires qui dépendront de votre équipement 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 à votre cas.

Les tensions de raccordement

Le monophasé

C'est le type de tension le plus répandu à l'heure actuelle (figure 137). Le distributeur met à votre disposition une ar-

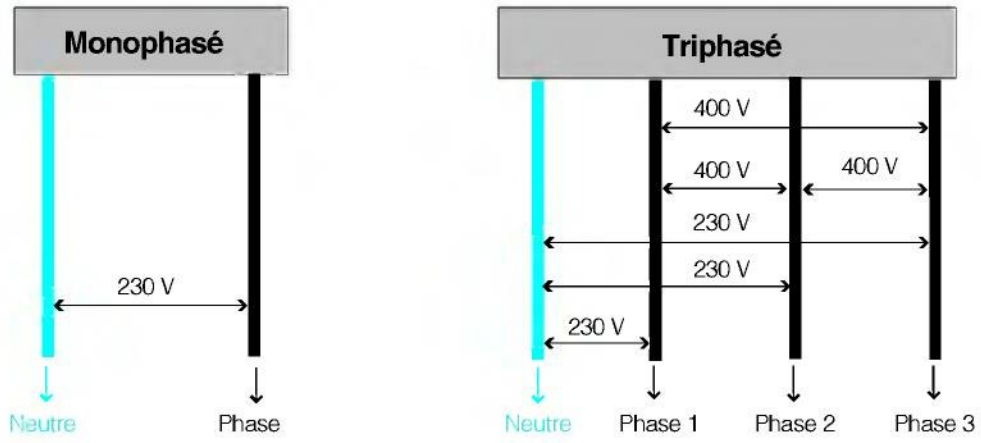


Figure 137 : Monophasé et triphasé

rivée de courant en deux fils (phase et neutre) avec une différence de potentiel de 230 V.
On l'appelle monophasé, car il n'y a qu'une seule phase.
Les puissances possibles sont comprises entre 3 et 18 kW (selon les possibilités du distributeur, qu'il faudra consulter).
C'est également la solution la plus simple pour réaliser une installation, puisque tous les appareils fonctionnent en 230 V.

Le triphasé

Le triphasé est un autre type de tension dont vous pouvez vous équiper (figure 137). C'est ce que l'on appelle communément *la force*. Le distributeur ne vous apporte plus deux fils, comme dans le monophasé, mais quatre (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 disposez d'appareils de grosse puissance fonctionnant en triphasé. Un autre problème est que, disposant de trois circuits en 230 V, il faut que votre installation soit répartie le mieux possible entre ces 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 kW en monophasé offre une intensité maximale de 45 A (I = P / U). En triphasé, vous pouvez disposer aussi d'un abonnement de 9 kW, 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, votre distributeur vous proposera le monophasé, sauf en cas de contraintes liées au réseau ou si vous avez absolument besoin de cette tension pour certaines machines ou appareils.

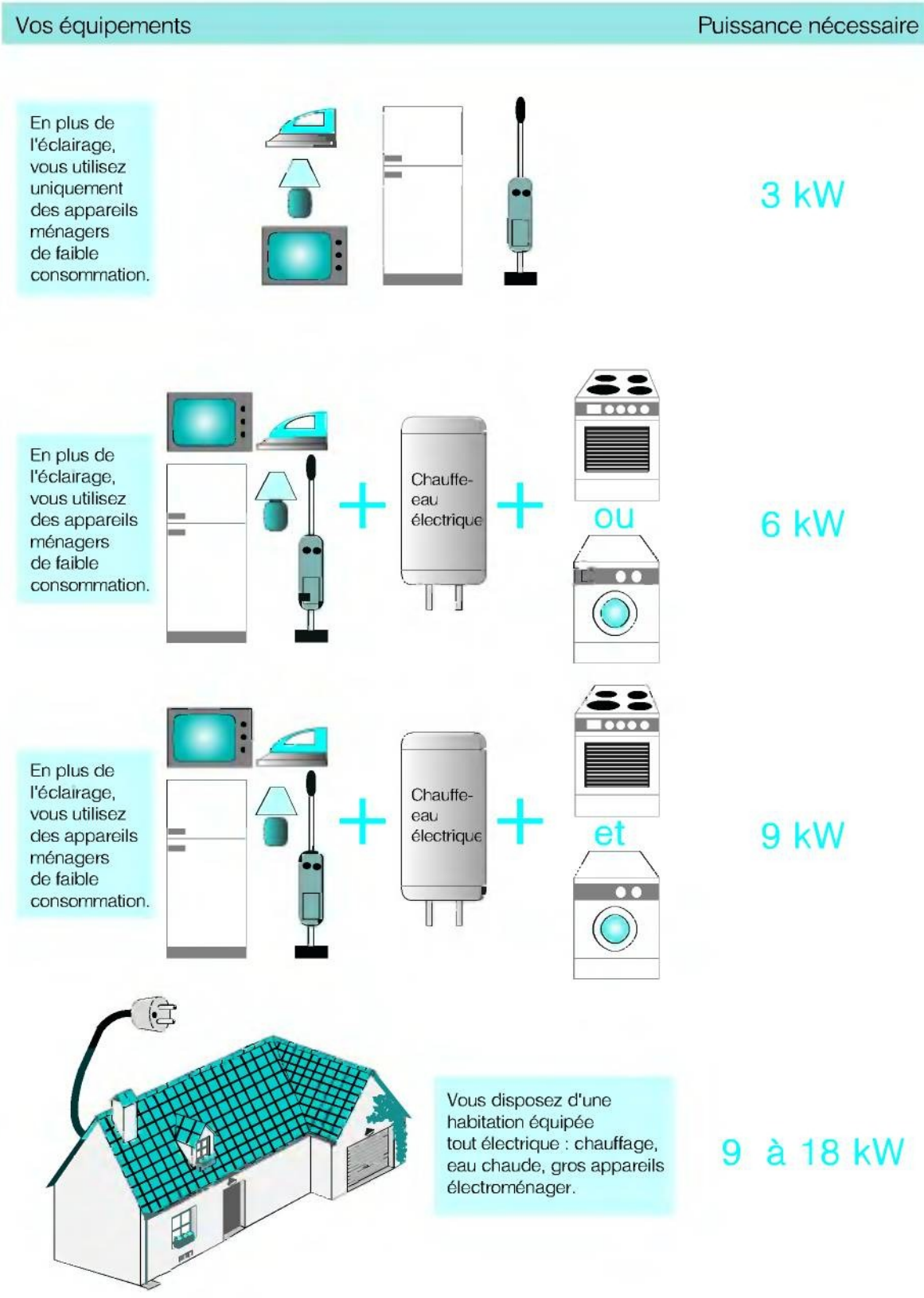


Figure 138 : Les puissances de raccordement

La puissance de raccordement

Quand vous aurez déterminé vos besoins, vous pourrez faire une estimation de la puissance de raccordement nécessaire à votre installation (figure 138). Il suffit d'ajouter les puissances (en kW) des appareils gros consommateurs (gros électroménager, chauffe-eau, chauffage électrique) dont vous souhaitez vous équiper, en tenant compte du fait que vous ne les utiliserez pas tous en même temps. Ce calcul fait, choisissez la puissance existante immédiatement supérieure à votre calcul. Le distributeur met à votre disposition plusieurs formules d'abonnement. Il s'agit de déterminer celle qui sera le mieux adaptée à votre cas.

Mais attention ! Plus vous choisissez un niveau de puissance élevé, plus votre abonnement sera onéreux. Si vous choisissez un niveau trop bas, le fonctionnement simultané de plusieurs appareils provoquera le déclenchement du disjoncteur de branchement (appareil de protection installé par le distributeur). Mais ne vous inquiétez pas : sur simple demande, votre distributeur peut augmenter la puissance de votre installation.

Voici quelques exemples pour guider votre choix.

Si vous comptez vous équiper d'un chauffage électrique, le calcul effectué précédemment indiquera une valeur relativement élevée vous obligeant à choisir une puissance importante de raccordement et donc un abonnement onéreux. 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.

Dans le cas d'un chauffage direct par convecteurs ou panneaux rayonnants, vous pouvez installer un délesteur ou un gestionnaire d'énergie. Ils permettent de ne pas dépasser la puissance souscrite.

Les options tarifaires

Les options tarifaires varient selon la puissance souscrite et la possibilité de votre 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 x 10
9 kW	●	●	●		45	3 x 15
12 kW	●	●	●		60	3 x 20
15 kW	●	●	●		75	3 x 25
18 kW	●	●	●		90	3 x 35

Le tableau ci-contre vous permettra de guider votre choix.

Tarif option de base

L'intégralité de votre consommation est facturée sur le tarif de base de la puissance, quelle que soit l'heure de la journée.

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 kWh (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.

En revanche, 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 de 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 aussi à ces heures-là. À éviter si vous êtes 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 votre estimation.

Tarif option Tempo (EDF)

Cette option (figure 139), 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 de la façon suivante :

- 300 jours bleus (coût de l'électricité faible) ;
- 43 jours blancs (coût semblable à l'option heures creuses) ;

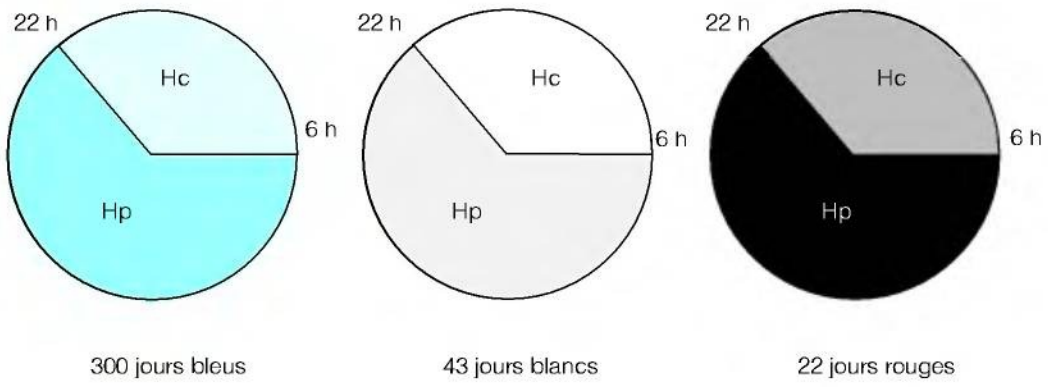


Figure 139 : L'option Tempo

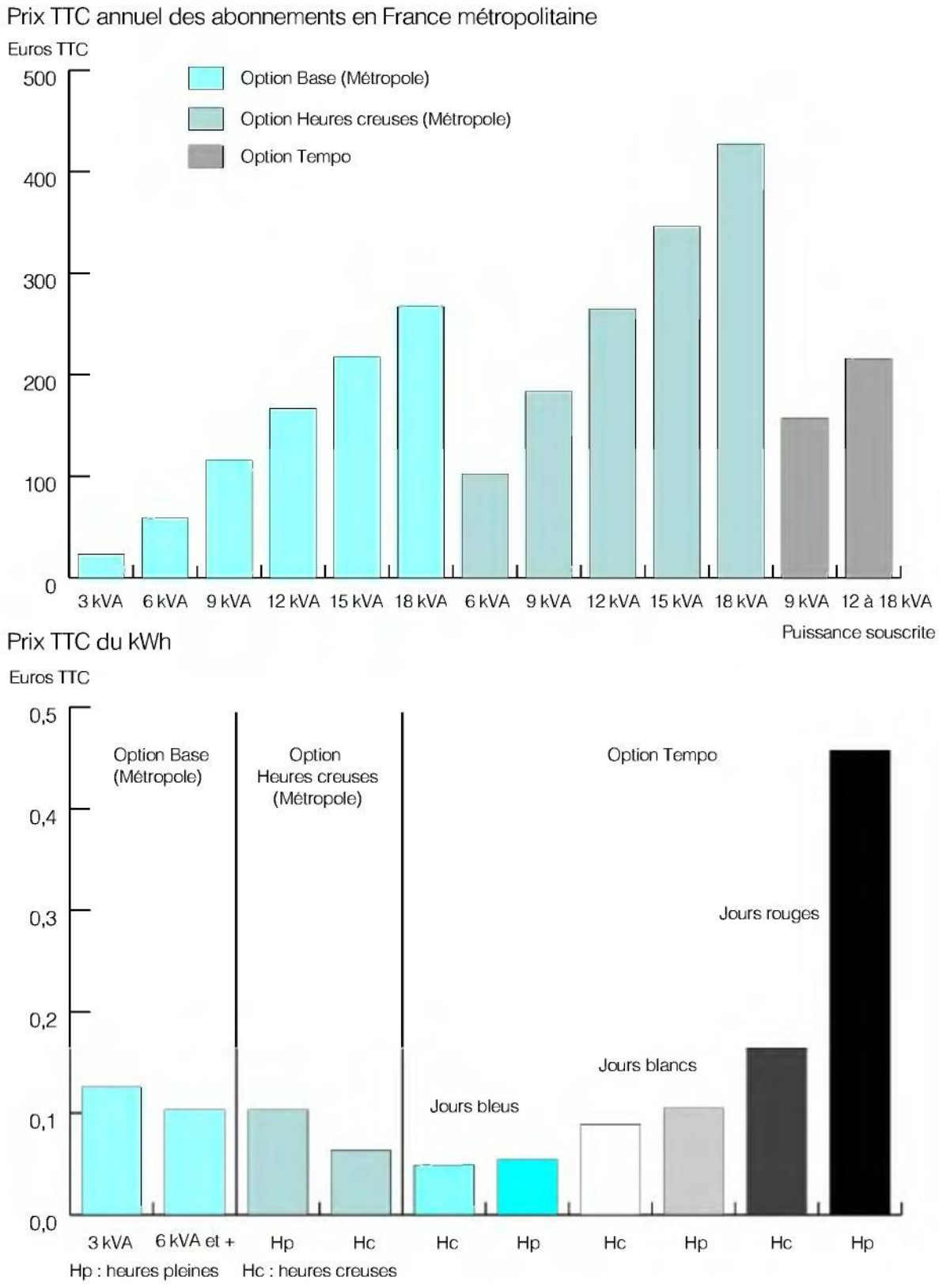


Figure 140 : Comparaison des coûts des abonnements et des options tarifaires

• 22 jours rouges (coût de l'électricité élevé).

La couleur du jour et celle du lendemain (après 20 h) sont signalées :

• sur le compteur ;

• sur un boîtier prêté par le distributeur ;

• sur Internet ou le Minitel.

Ce type d'option s'adresse aux clients soucieux de maîtriser leurs dépenses d'énergie. 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 140.

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.

Vous disposez d'un comptage

Dans le cas où vous occupez déjà les lieux, vous pouvez savoir de quel abonnement et de quelle puissance vous disposez en consultant simplement la facture de votre distributeur, où tous ces renseignements sont inscrits.

S'il s'agit d'une habitation nouvelle, il faut examiner le panneau de comptage ou panneau de contrôle (figure 141) 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 ca-

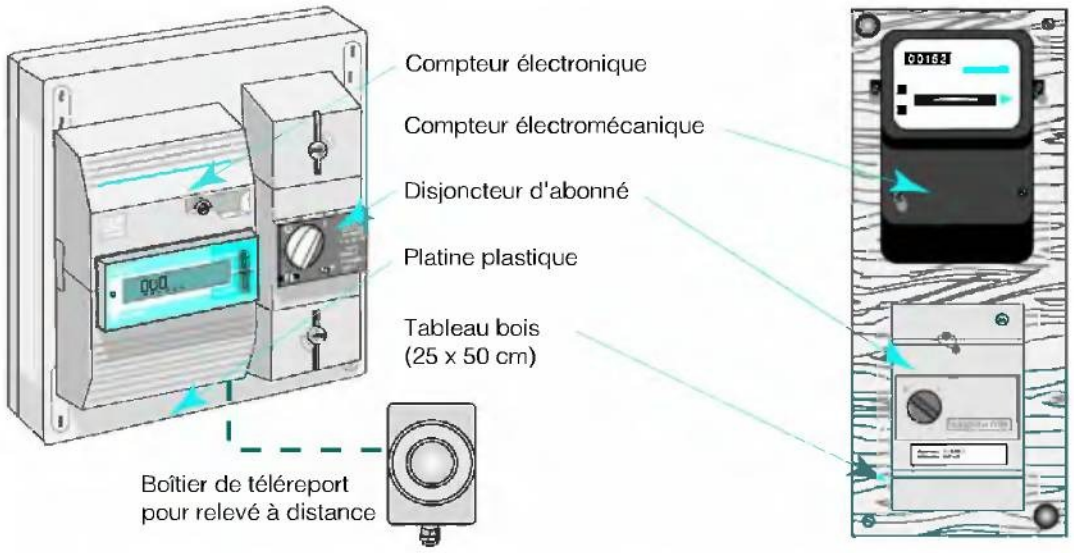


Figure 141 : Les panneaux de comptage

nalisations électriques et de communication. Il se peut que seul le disjoncteur de branchement soit installé à l'intérieur de l'habitation.
Dans le cas d'un immeuble collectif, le compteur peut être placé dans une gaine technique sur le palier ou regroupé avec d'autres dans un local spécialement prévu à cet effet.
Dans le cas d'une maison individuelle, il peut être placé dans un coffret situé à l'extérieur, au niveau de la voie publique.

À présent, examinons le compteur et le disjoncteur afin que vous puissiez savoir ce dont vous disposez (figure 142). 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. Ces derniers 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 qui permet de les relier à un gestionnaire d'énergie. Ils peuvent également être équipés d'une prise de relevé à distance qui vous dispense d'être présent lors des relevés de consommation par le distributeur.

Le disjoncteur de branchement

Le disjoncteur de branchement ou AGCP (Appareil Général de Commande et Protection) représente le point de livraison du distributeur. L'alimentation du tableau

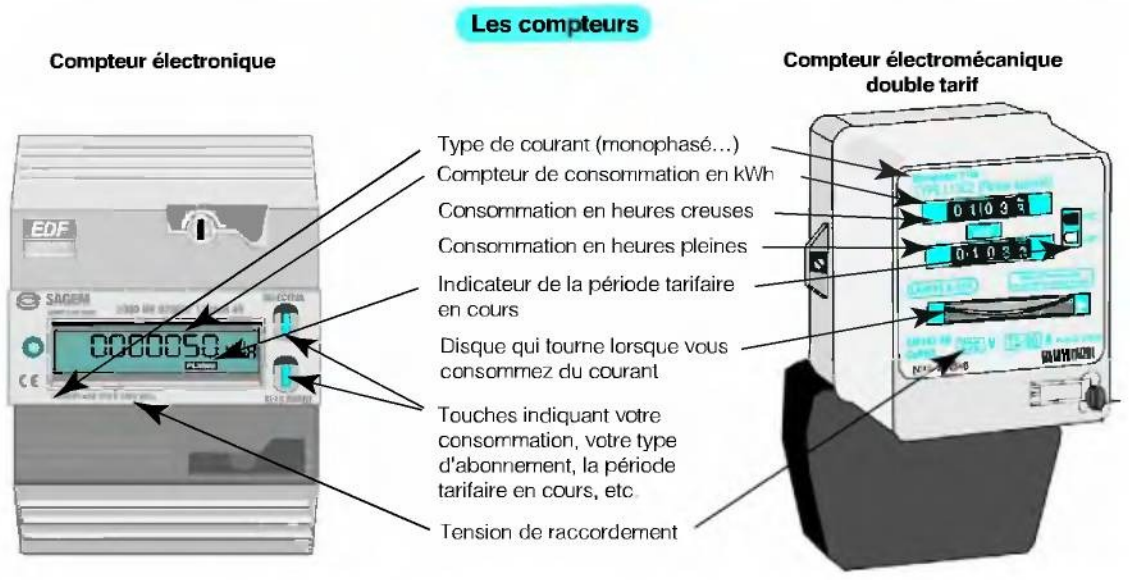


Figure 142 : Les compteurs

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 kW). Le disjoncteur permet la mise hors tension de toute l'installation en cas d'urgence, c'est pourquoi il doit en permanence être accessible. Il peut être équipé d'une protection différentielle de 500 mA. Pour une installation conforme à la norme, l'AGCP doit être de type S (appareil sélectif).

Le disjoncteur d'abonné remplit plusieurs fonctions de protection de l'installation. Il assure une barrière contre la surcharge totale de l'installation. Pour cela, il est réglé sur l'intensité maximale que vous n'êtes pas autorisé à dépasser. Ce réglage dépend de votre abonnement EDF : plus la puissance souscrite est importante, plus l'abonnement EDF est cher. Le réglage d'intensité maximale est établi également en fonction de la section et de la longueur de la ligne d'alimentation générale.
Attention : la protection contre les surcharges est effectuée sur la totalité des lignes et ne dispense pas d'installer un tableau de protection équipé d'une protection individuelle contre les surcharges pour chaque ligne.
Le disjoncteur offre aussi une protection contre les courts-circuits.

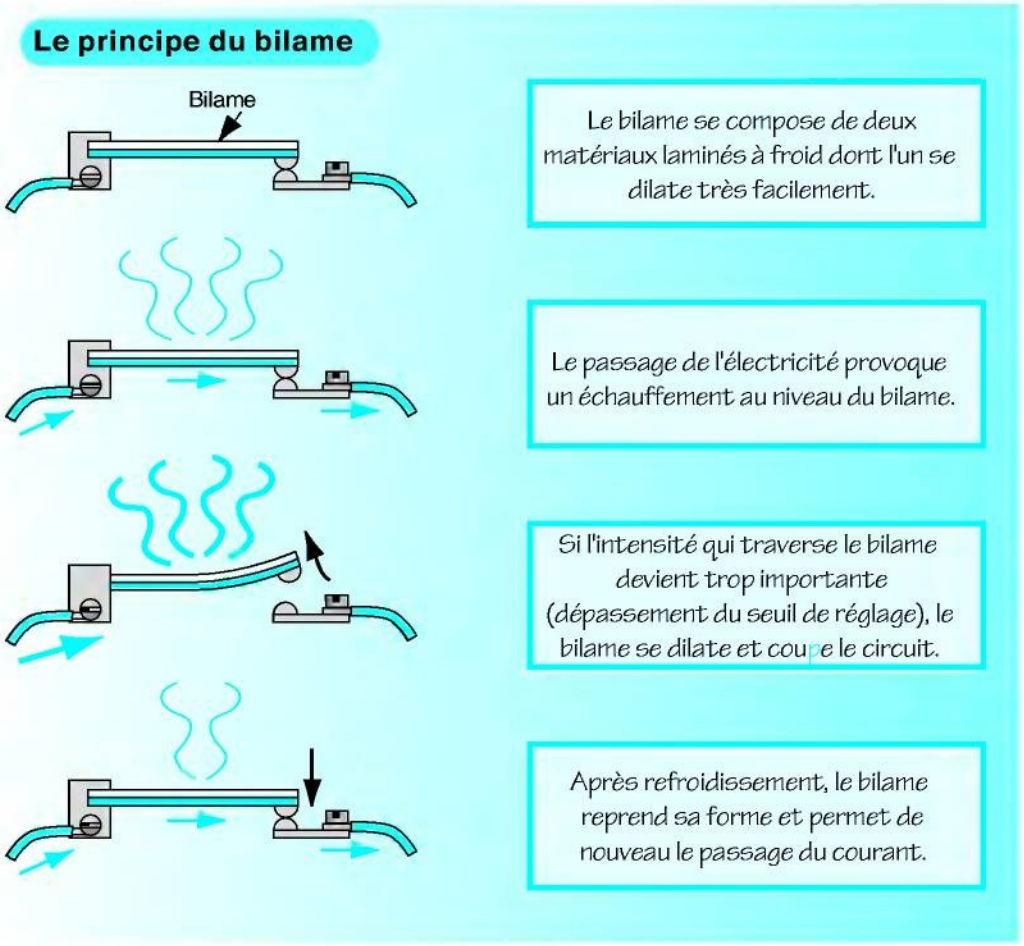


Figure 143 : Le principe du bilame

Le principe de la protection magnétique

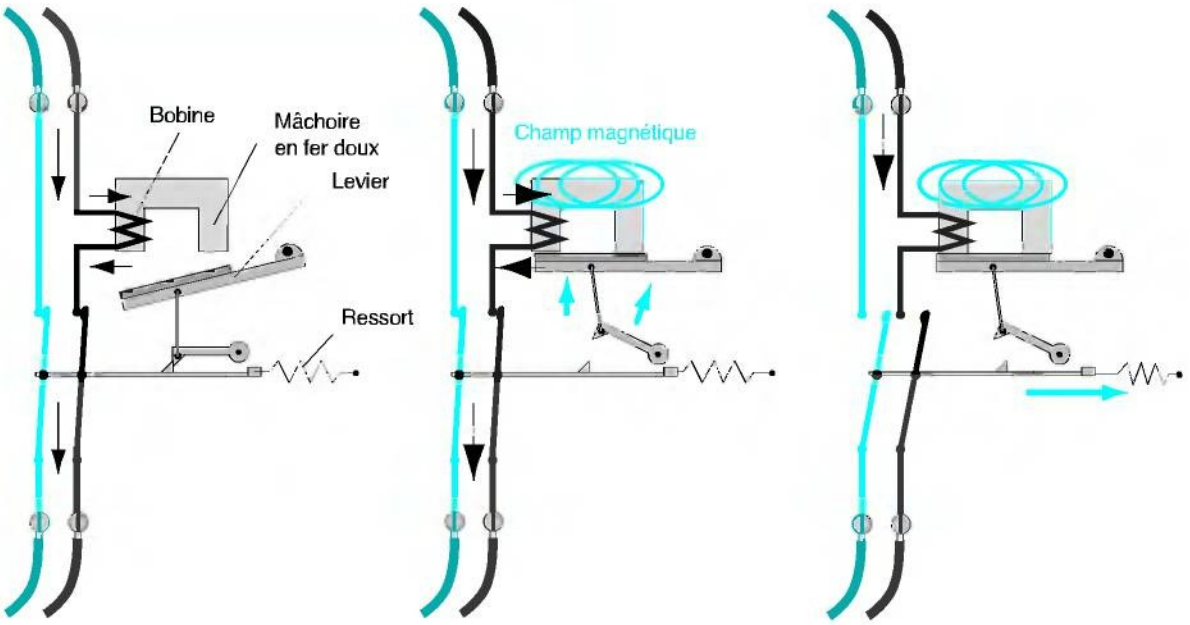


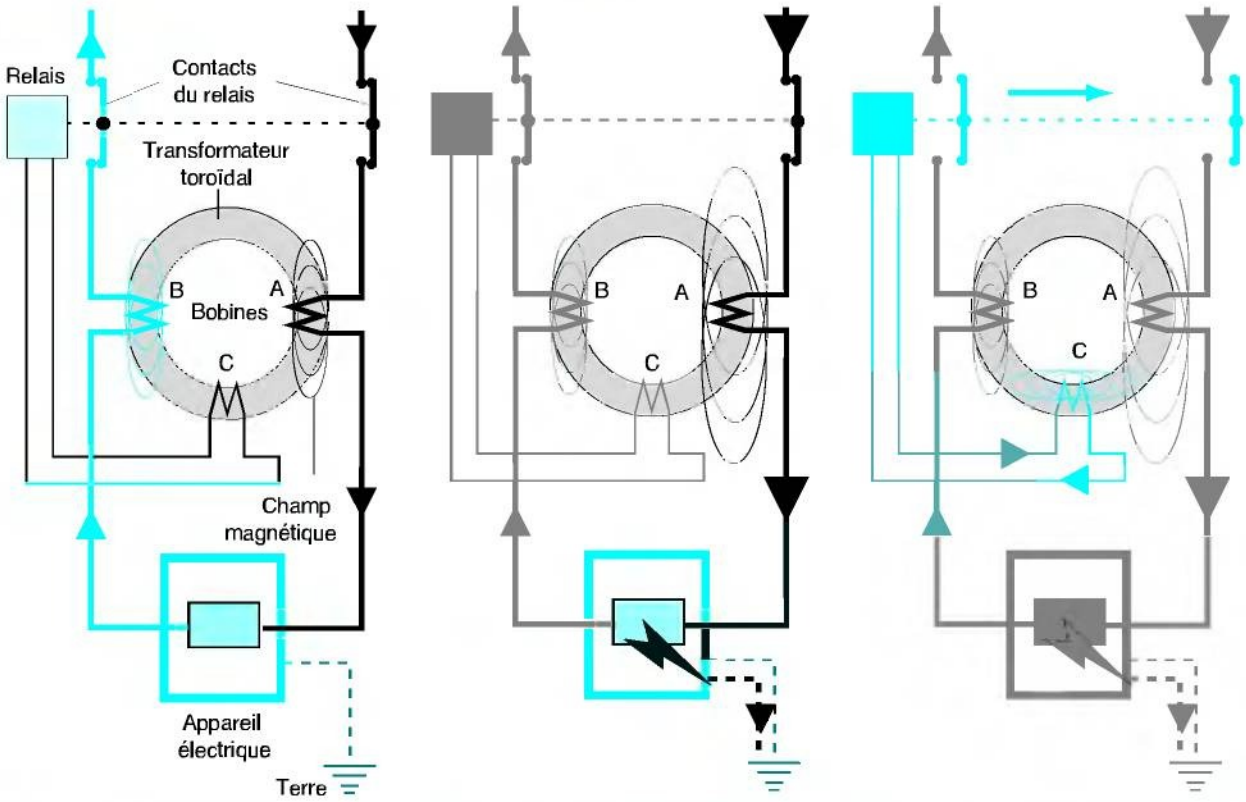
Figure 144 : La protection magnétique

Le disjoncteur est équipé d'un dispositif magnétothermique. Le dispositif thermique se compose d'un bilame qui se déforme sous l'effet de la température provoquée par le passage de l'intensité. Quand le seuil de réglage du disjoncteur est atteint, la déformation provoque la coupure du circuit électrique (figure 143).

Le dispositif magnétique se compose d'une bobine parcourue par le courant de l'installation et enroulée sur une mâchoire en fer : c'est le principe de l'électro-aimant. Lorsque le seuil de réglage est atteint, le courant provoque un champ magnétique dans la mâchoire, attirant un levier qui déclenche la coupure du circuit électrique (figure 144).

Le disjoncteur d'abonné assure également une protection contre les défauts d'isolement. Il détecte des défauts, c'est-à-dire les pertes de courant d'une intensité minimale de 500 mA. Cette fonction est appelée différentielle.

Le principe de la protection différentielle



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 145 :
Le principe de la protection différentielle

Le principe de la protection différentielle est également basé sur un principe magnétique. Les conducteurs de l'installation passent à travers un transformateur toroïdal, c'est-à-dire en forme de tore. Ils créent chacun un champ magnétique. Les deux champs s'annulent en fonctionnement normal. En cas de défaut, les intensités parcourant les deux tores sont différentes, puisqu'il y a fuite de courant. Il y a déséquilibre entre les deux champs magnétiques et création d'un courant électrique dans le tore de détection. Celui-ci alimente un relais qui

coupe alors l'alimentation (figure 145). Le disjoncteur d'abonné est un disjoncteur différentiel magnétothermique, car il assure une protection contre les surcharges, les courts-circuits et les défauts d'isolement.

Dans le tertiaire, on rencontre parfois des disjoncteurs d'abonné qui n'assurent pas la protection différentielle. Dans ce cas, on intercale obligatoirement des dispositifs de protection différentielle entre la sortie du disjoncteur d'abonné et la protection des lignes de l'installation.

Le disjoncteur d'abonné permet également de couper toute l'installation en cas d'incident : début d'incendie ou électrocution. Il est donc impératif de veiller à ce qu'il soit toujours accessible et à ne pas gêner son accès.

Selon l'ancienneté de l'installation, on peut rencontrer divers types de disjoncteurs (figure 146). Dans les installations très anciennes, on trouve encore des sectionneurs. Ce type d'appareil était installé avant l'apparition des disjoncteurs. Il assurait une protection

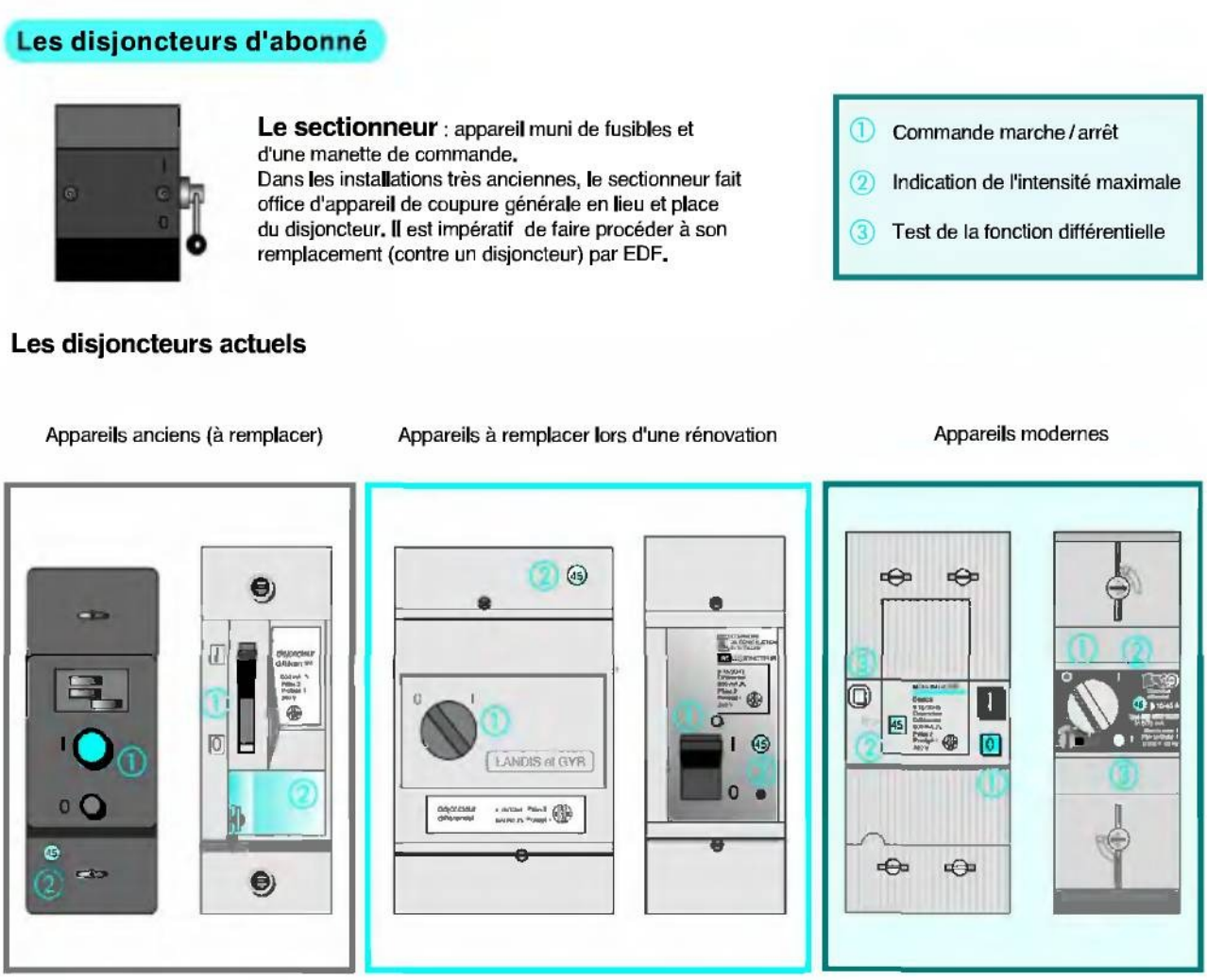


Figure 146 : Les types de disjoncteurs

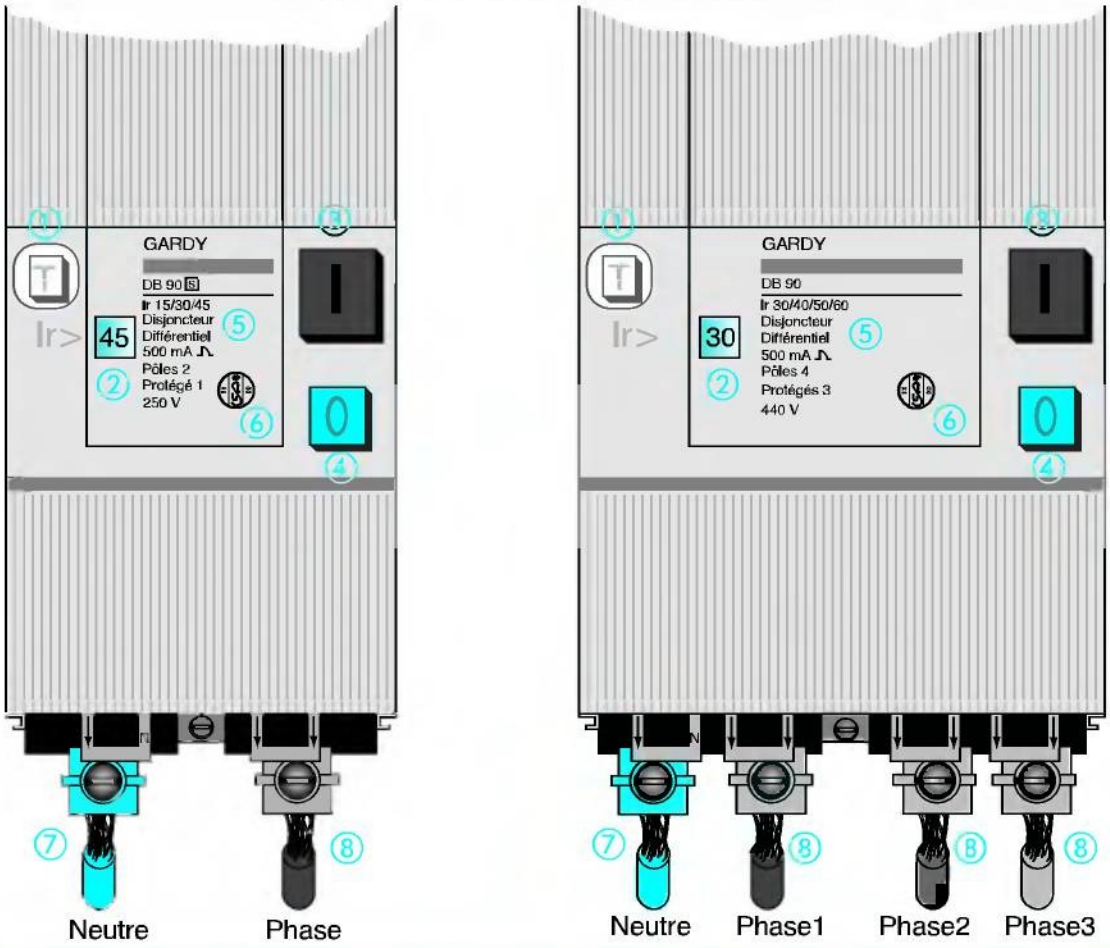
Disjoncteur monophasé

Bipolaire (2 pôles)

Disjoncteur triphasé

Tétrapolaire (4 pôles)

Appareils représentés avec capot de protection inférieur retiré



① Bouton de test de la fonction différentielle.

② Intensité sur laquelle est réglé le disjoncteur (les différents calibres possibles sont indiqués par Ir).

③ Bouton de mise en fonction.

④ Bouton d'arrêt.

⑤ Indications des caractéristiques de l'appareil :
DB90 est la référence de l'appareil.
S indique que l'appareil est sélectif (prévu pour fonctionner avec des dispositifs différentiels haute sensibilité de 30 mA). En cas d'absence de ce sigle, le fonctionnement de l'appareil en différentiel est instantanné.
Ir 15 A/30 A indique les réglages possibles de l'intensité maximale admissible.
Disjoncteur différentiel 500 mA indique que l'appareil est différentiel avec une sensibilité de 500 mA.
Pôles 2 protégé 1 sont les caractéristiques d'un appareil monophasé (2 pôles pour la phase et le neutre).
Pôles 4 protégés 3 sont les caractéristiques d'un appareil triphasé (4 pôles pour les 3 phases et le neutre).
250 V indique la tension de fonctionnement en monophasé, 440 V la tension de fonctionnement en triphasé.

⑥ Conformité aux normes françaises.

⑦ Bornier de raccordement du neutre.

⑧ Bornier de raccordement de la phase.

Figure 147 : Les indications du disjoncteur d'abonné

contre les surcharges et les courts-circuits, grâce à des fusibles, mais aucune protection différentielle. Il était muni d'une manette permettant la mise hors tension manuelle de l'installation. Ce type d'appareil ne satisfait plus du tout aux normes et doit être impérativement remplacé.

D'autres disjoncteurs anciens n'assurent une protection différentielle que de 650 mA, au lieu des 500 mA actuels. Il est donc nécessaire de les remplacer lors de travaux de rénovation de l'installation électrique.

Les disjoncteurs actuels assurent une protection différentielle minimale de 500 mA et disposent d'une touche de test de la fonction différentielle. Une pression sur cette touche provoque le déclenchement du disjoncteur. Remettez le disjoncteur en service après ce petit test, à effectuer une ou deux fois par an.

La figure 147 présente deux types de disjoncteurs modernes, monophasé et triphasé, et explique la signification des indications inscrites sur les appareils.
Les disjoncteurs disposant de la fonction *sélectif* (S) sont destinés aux installations récentes équipées, en aval du disjoncteur d'abonné, de dispositifs de protection différentielle haute sensibilité (30 mA). Cette fonction indique que le déclenchement du disjoncteur en détection différentielle est retardé pour permettre aux dispositifs différentiels haute sensibilité de se déclencher avant lui et de ne couper ainsi que la partie de l'installation en défaut et non pas la totalité.

Si vous avez un doute sur la conformité de votre appareil, contactez EDF ou votre distributeur.

À ce stade, vous connaissez la tension et la puissance dont vous disposez. Si l'une ou l'autre ne vous convient pas, contactez votre distributeur.

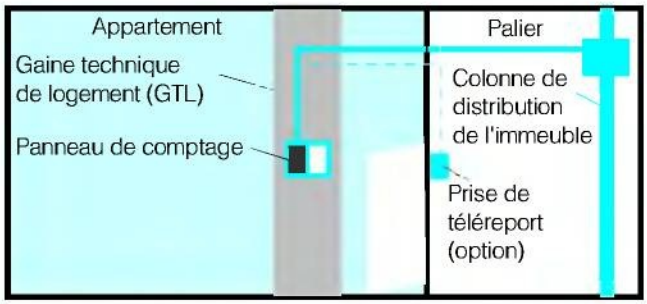
Peut-être l'emplacement où est situé le comptage ne vous satisfait-il pas. Dans ce cas, il faudra également examiner le problème avec votre distributeur.
Mais attention, ne prévoyez pas de l'installer n'importe où. Des règles très strictes sont à respecter. Il est interdit de poser le disjoncteur dans 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. La fenêtre du compteur doit être située à 1,65 m du sol. Dans tous les cas, l'avis de votre 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.

Vous ne disposez pas de comptage

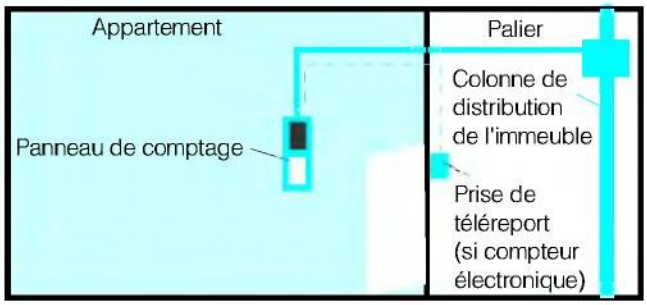
Si vous n'avez pas encore déterminé l'emplacement de votre comptage ou que vous prévoyez des travaux de maçonnerie (doublage de murs, par exemple) vous empêchant de le faire installer rapidement, vous pouvez demander une installation provisoire, le temps de réaliser les premiers travaux.

Appartement
Dans ce cas, vous devez contacter votre distributeur qui établira un devis de

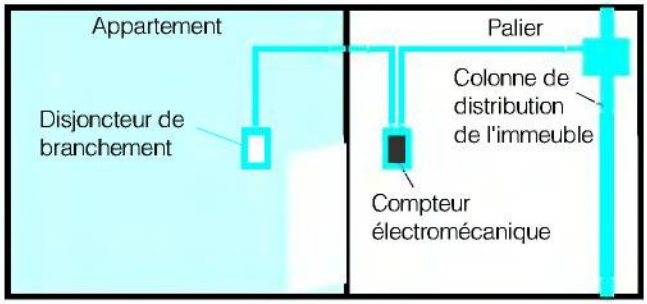
raccordement au réseau et qui exécutera les travaux. Généralement, il s'agit d'un câble, posé ou non sous gaine, reliant le panneau de comptage à la dérivation sur le palier (figure 148). Dans le cas d'un compteur électromécanique et si le palier est assez vaste, il est possible de faire poser le compteur à l'extérieur et le disjoncteur à l'intérieur. Cette solution présente l'avantage de ne pas nécessiter votre présence 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, il est préférable de créer une GTL pour y placer le panneau de comptage.



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 148 :
Le raccordement en appartement

Maison individuelle

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 spécialement prévu à cet effet dont les références vous seront communiquées par votre 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 votre 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. Si vous avez opté pour le double tarif, les conducteurs nécessaires devront être passés en même temps.

Le compteur peut également être placé à l'intérieur de l'habitation avec l'AGCP si la distance de raccordement avec le coffret extérieur est inférieure à 30 m (figure 149). Au-delà de 30 m, le compteur doit être placé à l'extérieur avec un disjoncteur de branchement non différentiel. Un autre disjoncteur de branchement différentiel sera placé à l'intérieur de l'habitation et fera office d'AGCP.

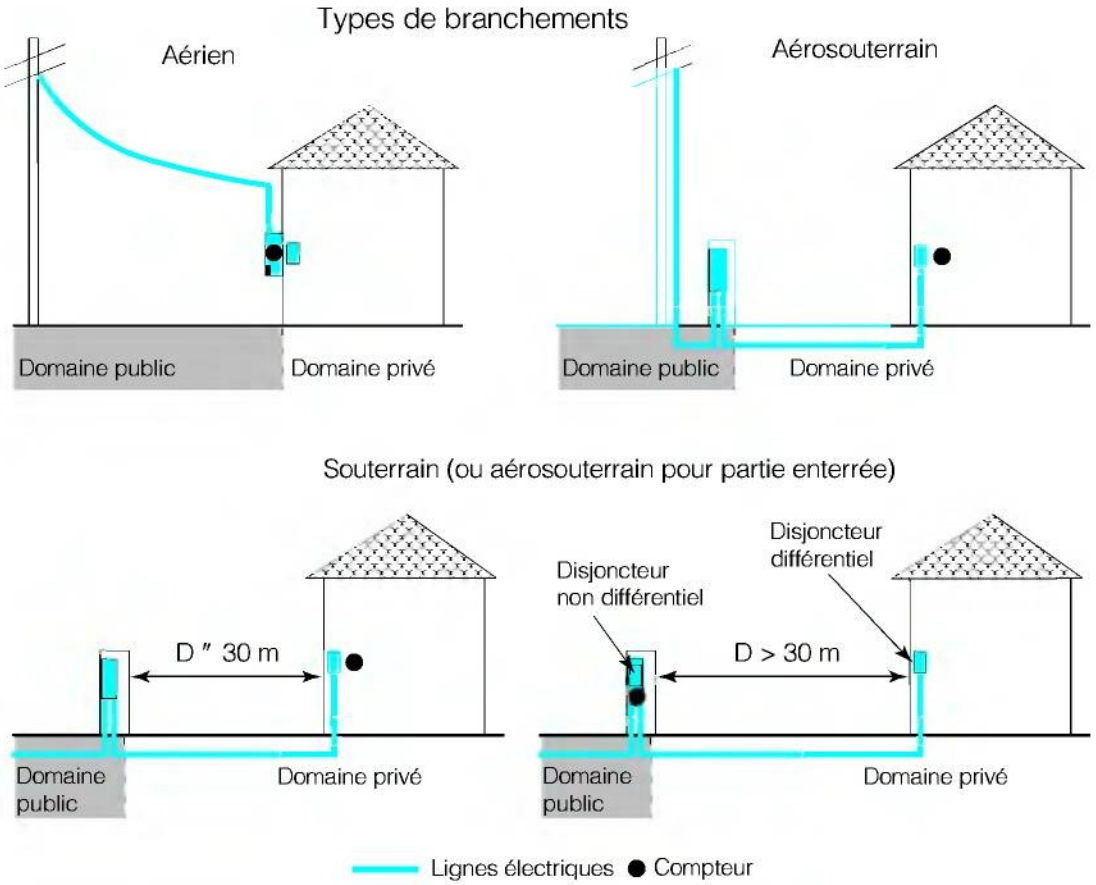


Figure 149 : Le raccordement d'une maison individuelle

Planifier l'installation électrique

Arrivé à ce stade, il est nécessaire de traduire vos souhaits et vos besoins sur un plan. Pour ce faire, vous allez utiliser le plan architectural de votre habitation (des copies, naturellement) et y implanter les divers appareillages avec leurs liaisons d'interdépendance (schématisées par des lignes en pointillé). Vous pouvez utiliser les symboles que nous vous proposons (figure 150) ou d'autres à votre convenance, si vous ne les trouvez pas suffisamment significatifs.

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, 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

Figure 150 : Les symboles pour le plan

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. 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 à votre propre cas. 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 151).

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 0,8 et 1,30 m. Au-delà de deux

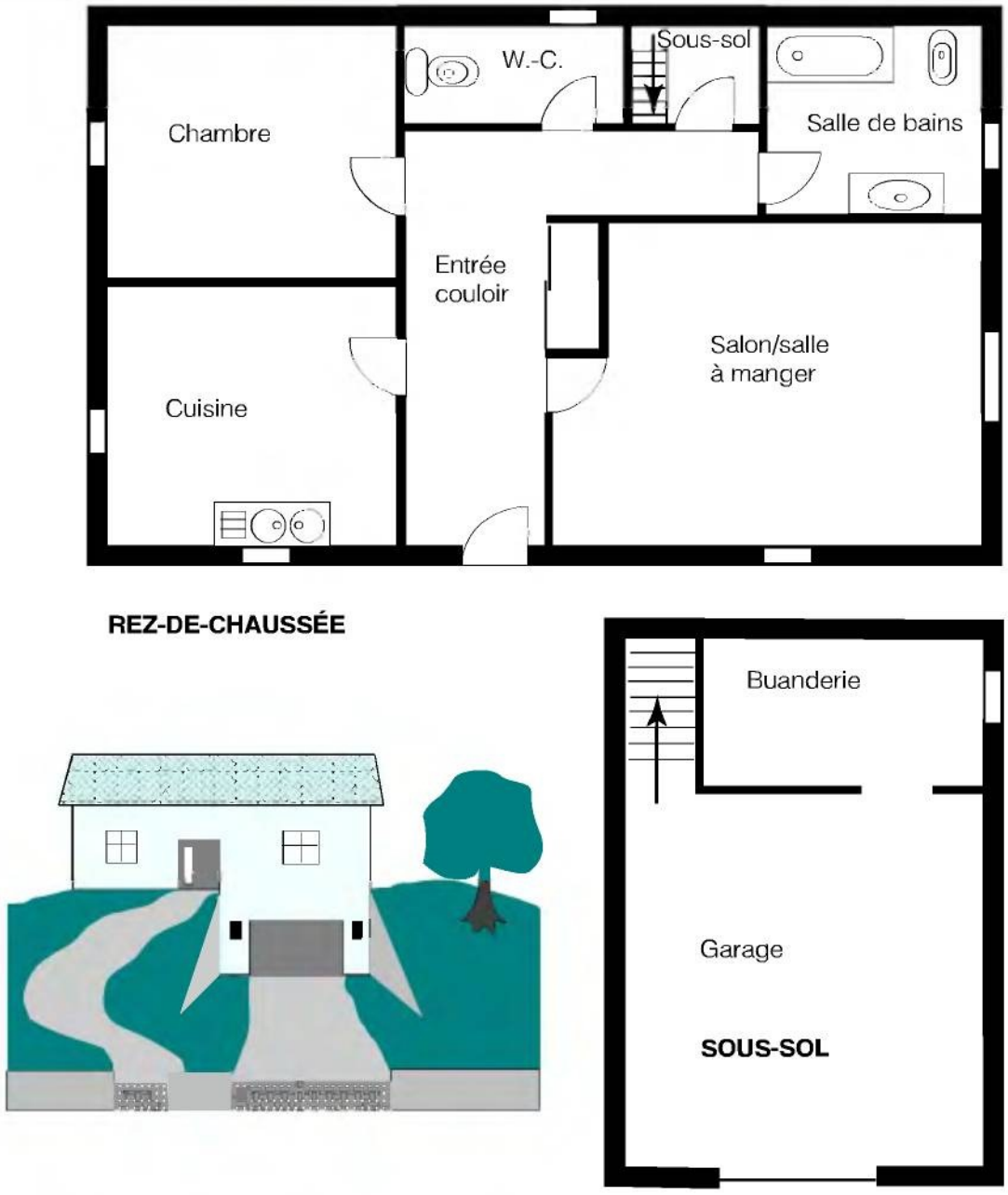


Figure 151 : Exemple de plan architectural

points de commande, l'utilisation d'un télérupteur est recommandée.

- Une prise de courant doit être installée à proximité de chaque prise de téléphone 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. L'un ou plusieurs de ces éclairages peuvent être commandés par détection de présence.

- L'installation de chauffage doit être pilotée par une régulation permettant 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 située dans 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.

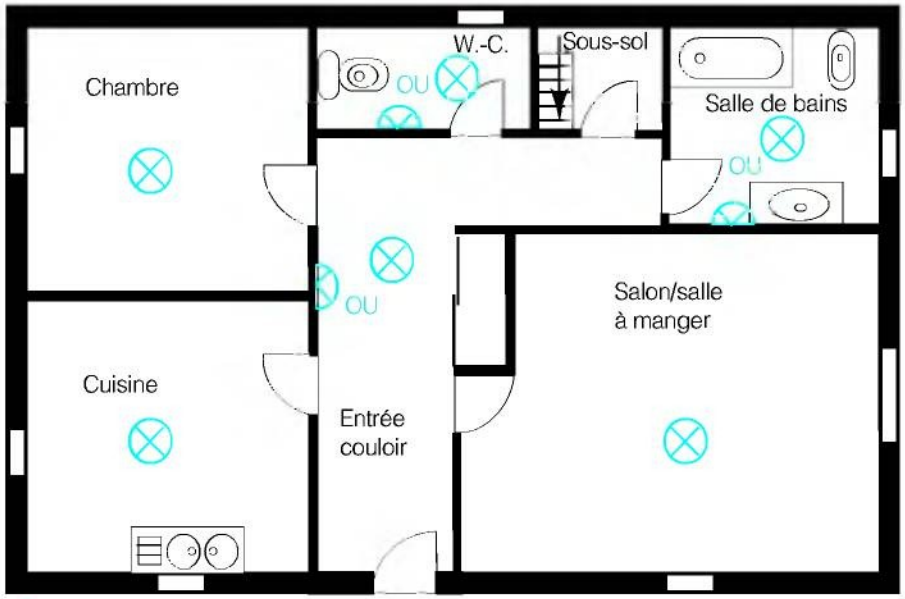
La norme prévoit un minimum de points d'éclairage et leur emplacement (figure 152). Dans les chambres, séjour et cuisine, le point d'éclairage doit être situé au plafond. Des appliques ou des prises commandées sont envisageables en complément. Dans le cas d'une rénovation, si le point d'éclairage au plafond n'est pas réalisable, il doit être remplacé par deux appliques ou deux socles de prise de courant commandée.

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. 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.

Le nombre minimal de prises de courant est également prévu par la norme. Il sera

Types de points d'éclairage à installer dans un logement (selon la norme NF C 15-100)



Applique murale

Plafonnier

En cas de rénovation, si une impossibilité technique ne permet pas de placer un point d'éclairage au plafond, il peut être remplacé par deux appliques murales ou deux prises commandées.

Ces recommandations constituent un équipement minimal. Selon la taille de la pièce et le niveau de confort recherché, un plafonnier peut être complété par une ou plusieurs appliques murales ou des prises commandées.

Figure 152 : L'emplacement des points d'éclairage

indiqué pour chaque pièce dans les paragraphes qui leur sont consacrés.

Couloir et circulations

L'équipement minimal imposé par la norme n'est pas restrictif et l'on peut envisager d'autres 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 153).

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 154), 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.

L'éclairage

Exemple 1 (figure 155) : l'architecture du couloir avec un retour nécessite

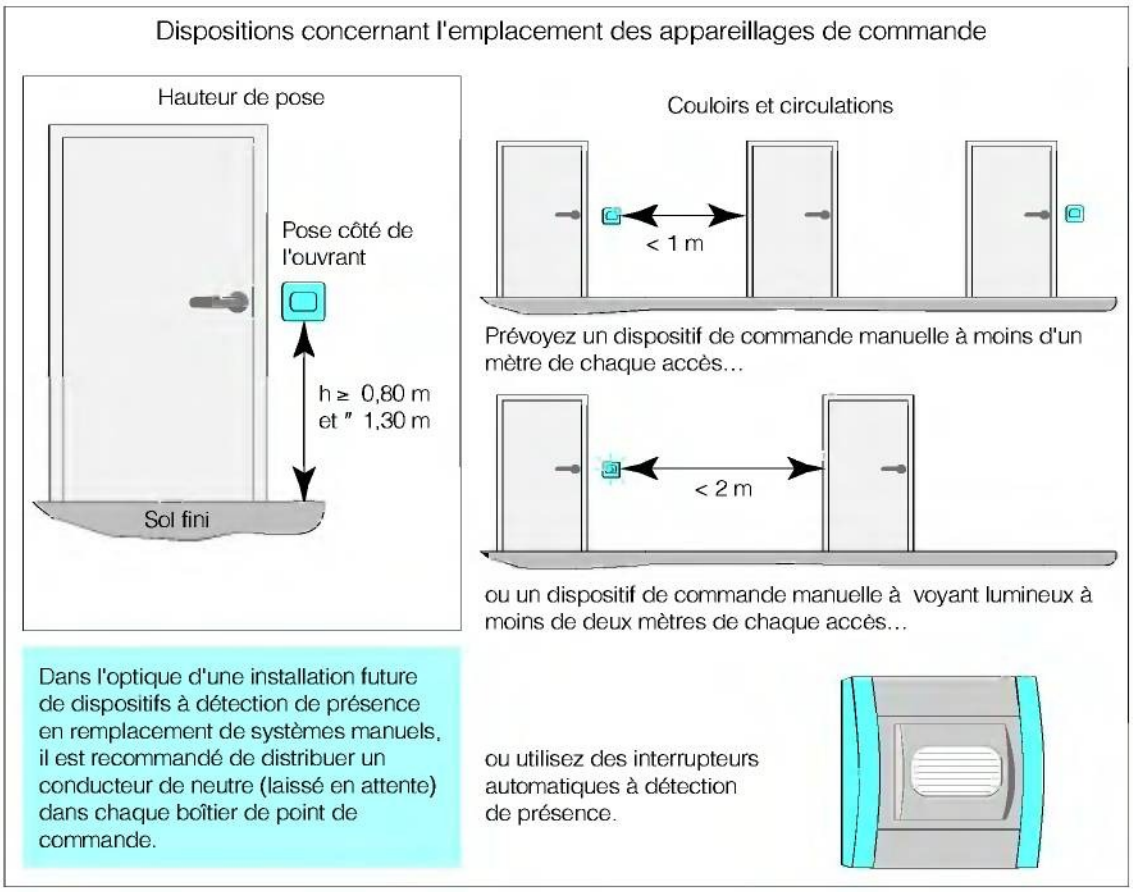


Figure 153 : Les dispositifs de commande dans les circulations

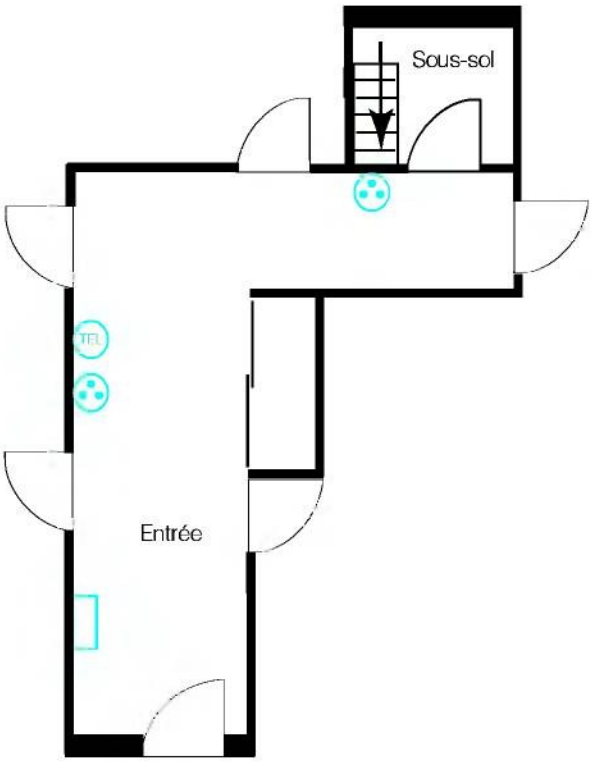


Figure 154 : Les prises de l'entrée

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 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.

Création d'un va-et-vient pour la descente vers le sous-sol qui commandera un éclairage dans l'escalier.

Création d'un éclairage extérieur au-dessus de la porte d'entrée, commandé par un interrupteur simple (un seul point d'allumage).

Exemple 2 (figure 155) : l'éclairage est cette fois réalisé par l'intermédiaire de deux détecteurs de présence qui permet-

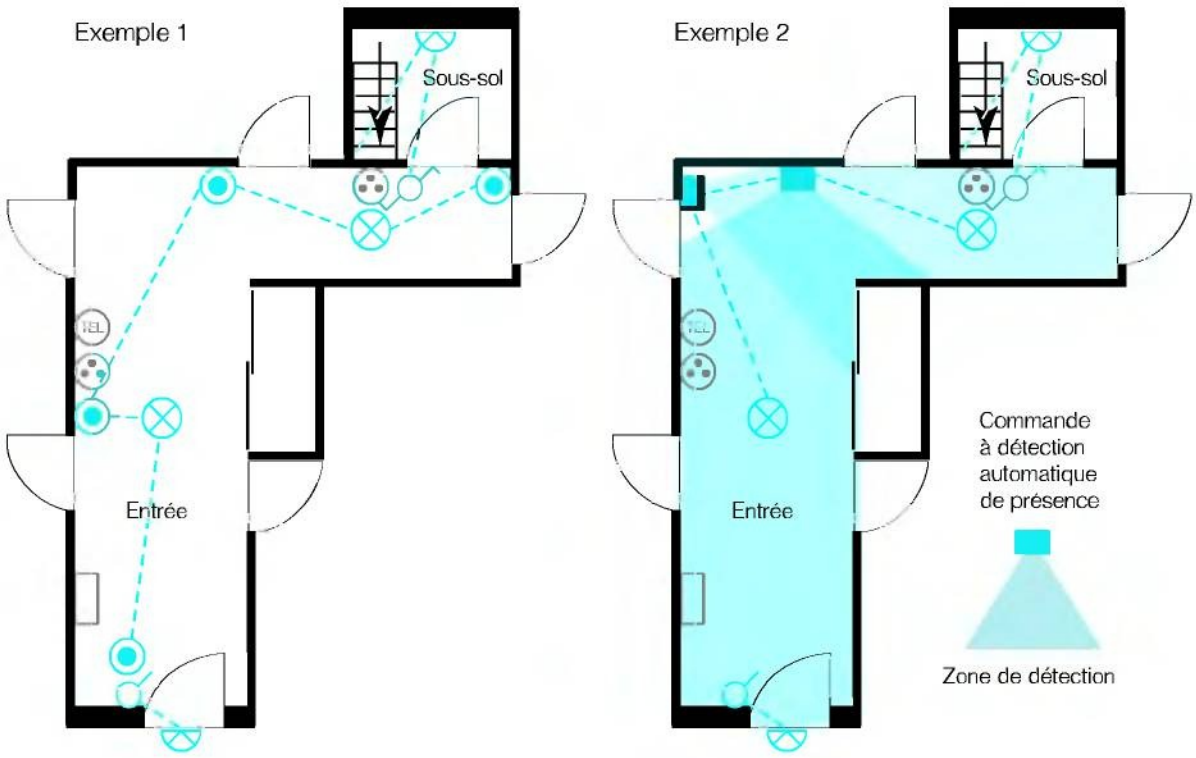


Figure 155 : Exemples de solutions d'éclairage

tront 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.

Naturellement, il ne s'agit que d'exemples. Rien ne vous empêche de prévoir des appliques murales à la place des points en 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 156) susceptibles d'être installés.

Par exemple, dans le cas d'une maison individuelle :

- un bouton-poussoir à l'extérieur relié à la sonnette de la porte d'entrée ;
- 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

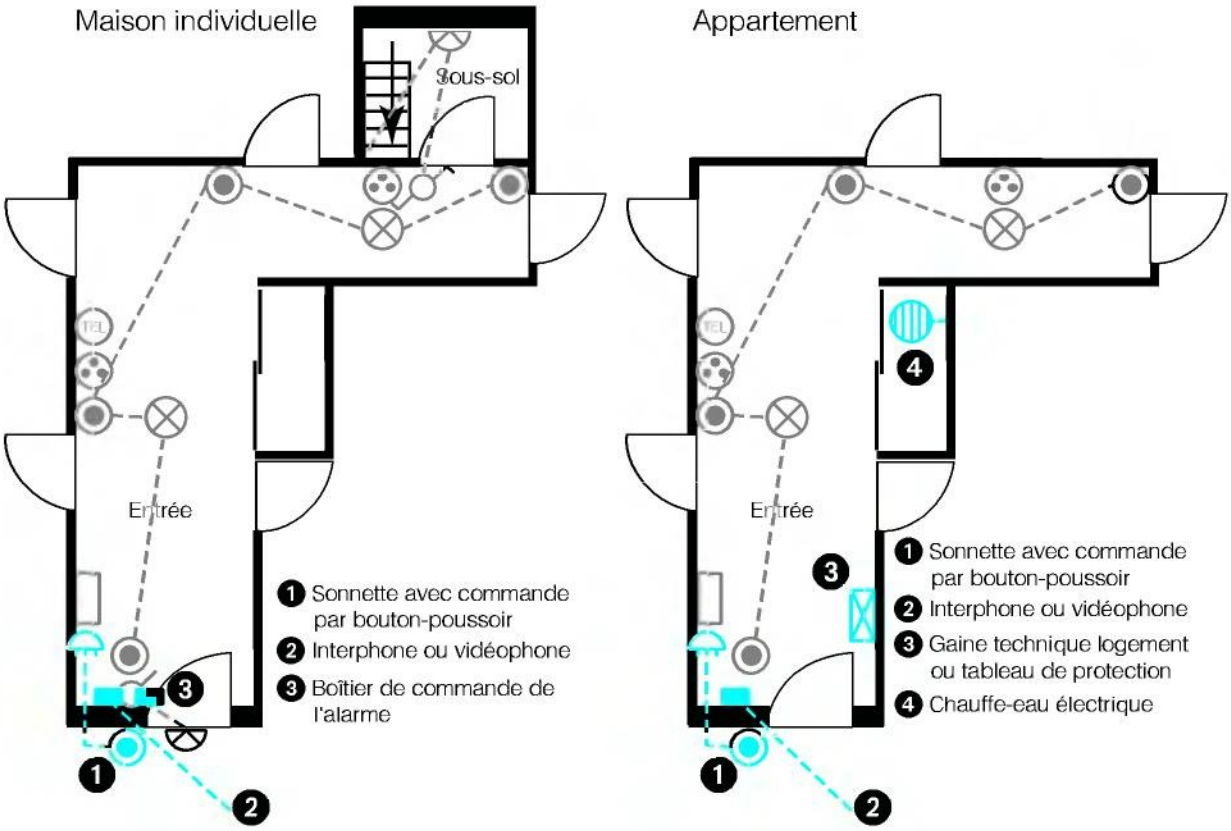


Figure 156 : Autres équipements

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, à vous de jouer sur votre plan !

Chambres

L'équipement minimum 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 et d'une prise de communication.
Voici deux exemples types de câblage d'une chambre à coucher.

Exemple 1 (figure 157) : répartition de six prises de courant, sans oublier d'en prévoir une à l'entrée et une à côté des prises de communication et de télévision.

Une prise de chaque côté du lit ou plus 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 157) : dans cet 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.

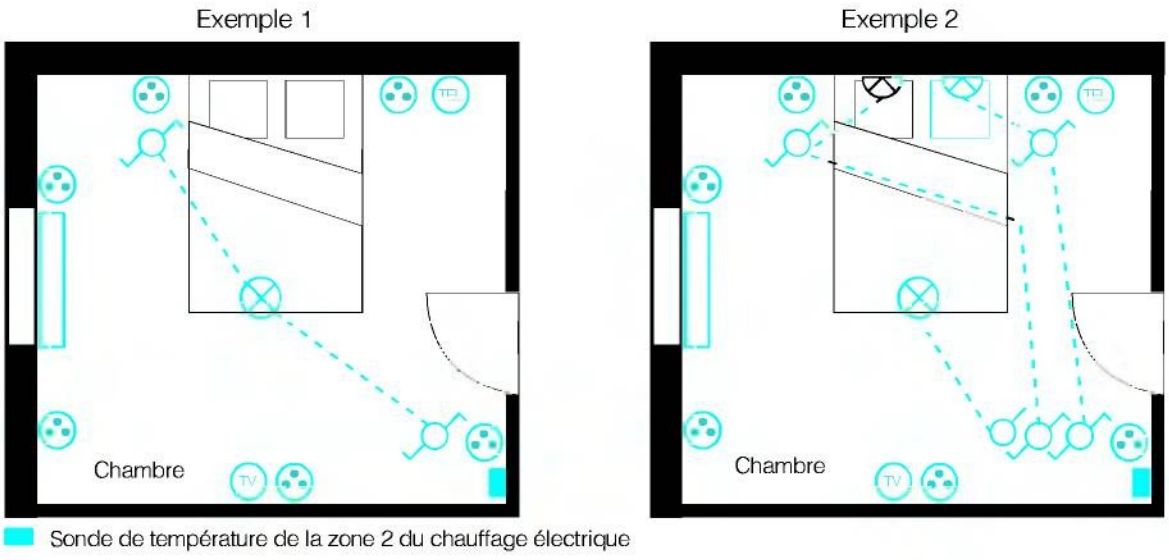


Figure 157 : Exemples d'équipement d'une chambre

Salon

L'équipement minimum prévu par la norme consiste en un socle de prise de courant par tranche de 4 m2 de surface avec un minimum de cinq socles de prise. Par exemple, pour un séjour de 25 m2, il faut installer sept socles de prise. Il faut au minimum une prise de communication placée à proximité d'une prise de courant et d'une prise de télévision, dans un emplacement non occulté par une porte.

Il faut au moins 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.

Dans notre exemple (figure 158), la distribution de prises de courant a été prévue en nombre suffisant, réparties sur toutes les parois. L'éclairage se répartit 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 à partir de la porte-fenêtre.

Pour le chauffage, si vous avez opté pour l'énergie électrique, prévoyez deux convecteurs et une sonde de température (dans le cas d'un programmateur deux zones). La pièce étant assez vaste, deux convecteurs sont 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.

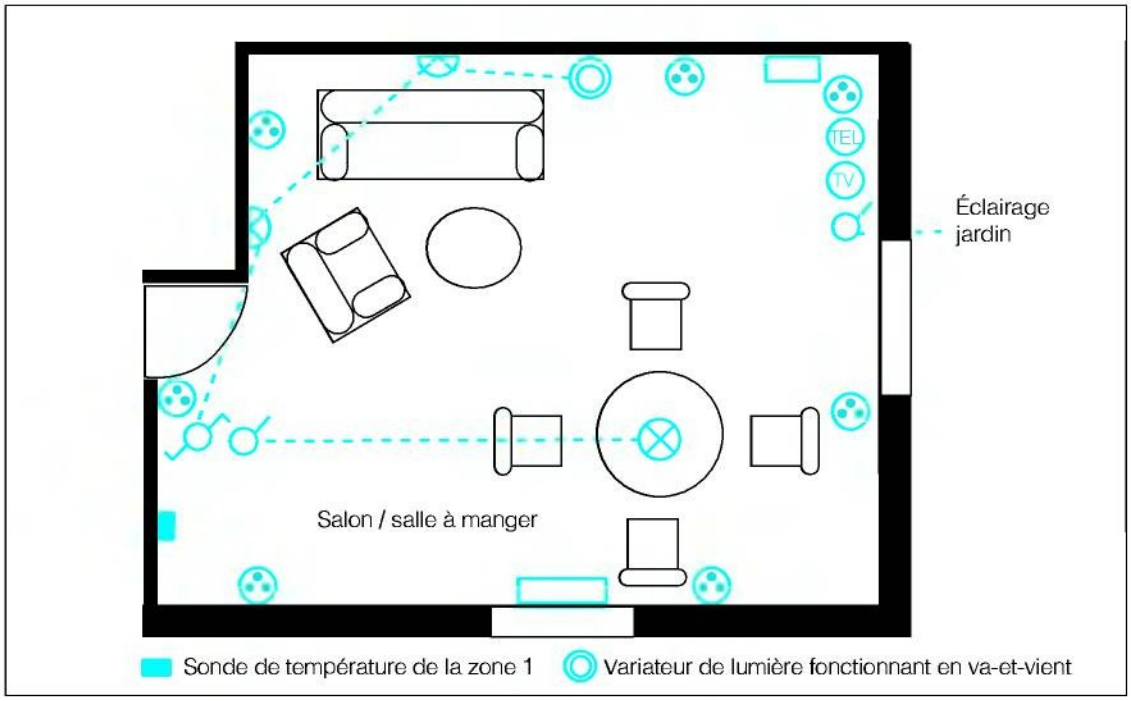


Figure 158 : Exemples d'équipement du salon

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 dans les autres pièces.
La norme prévoit un équipement minimum comprenant au moins 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. Au moins six socles de prise doivent être installés, dont quatre au-dessus du plan de travail. L'axe des alvéoles des prises est alors compris entre 8 et 25 cm de la surface du plan de travail. Leur répartition 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 l'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 connexion ou à un socle de prise de courant de 32 A en monophasé ou 20 A en triphasé. Les trois autres seront consacrés à l'alimentation d'au moins trois des appareils suivants :
- le lave-linge ;
- le lave-vaisselle ;
- le sèche-linge ;
- le four ;
- 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.

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, la climatisation, etc.

Il est **interdit** de placer des prises téléphoniques à moins de 1 mètre de l'évier et de la table de cuisson. Elles peuvent être installées au niveau du plan de travail à une hauteur minimale de 8 cm.

Dans la plupart des cas, la cuisine est équipée. Il est donc nécessaire de faire le plan de celle-ci afin de pouvoir définir précisément l'emplacement des alimentations électriques.
Pour les gros appareils qui seront encastrés, il est judicieux de placer la prise

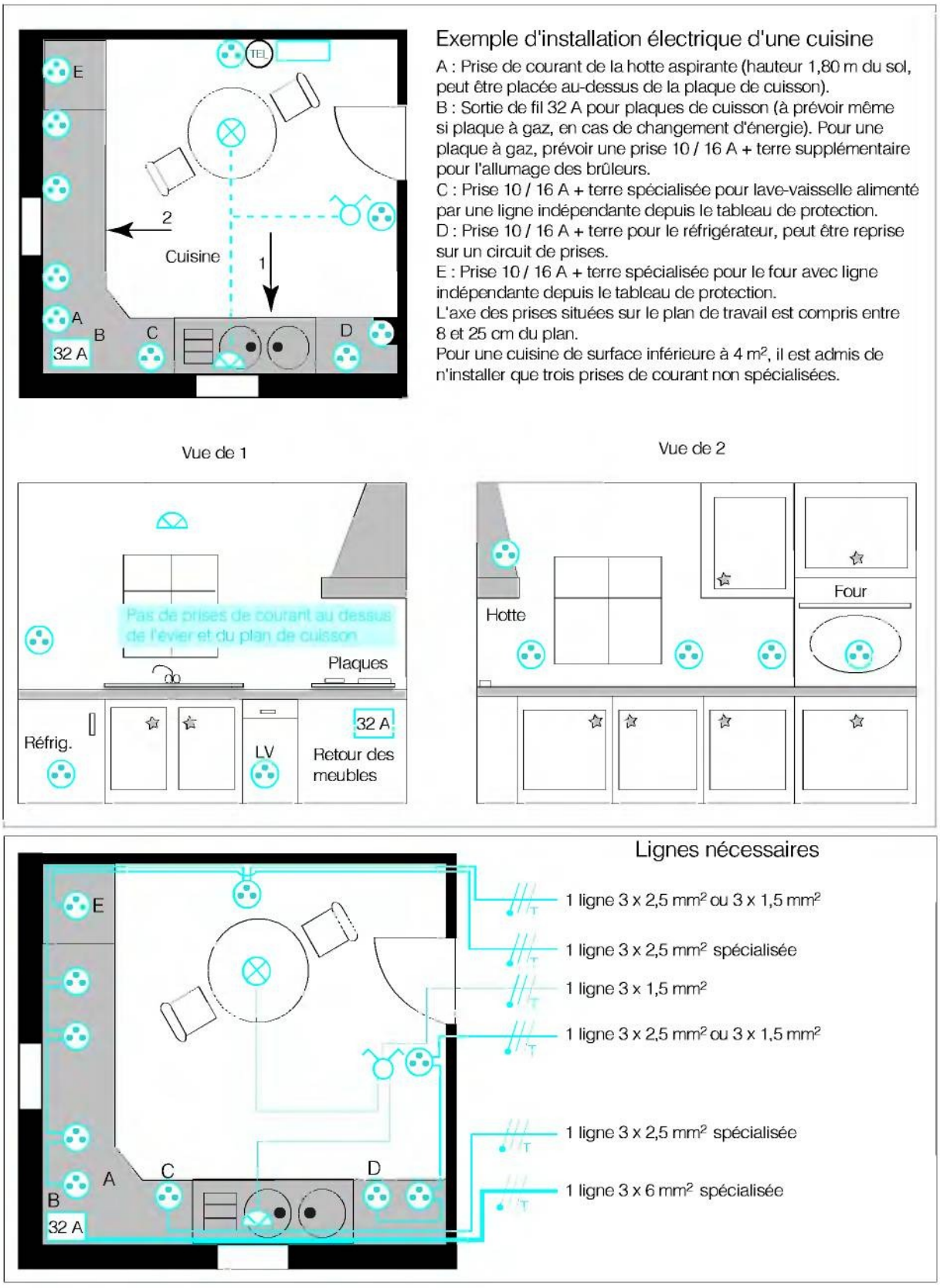


Figure 159 : Exemple d'équipement de la cuisine

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 permettra d'accéder facilement à la prise).

Si vous n'avez pas encore défini la cuisine et que vous envisagez sa réalisation pour plus tard, 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 159), 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.

Salles d'eau

Nous allons aborder ici le problème de la pièce présentant le plus de risques dans la maison. Nous savons tous que l'eau, très conductrice, ne fait pas bon ménage avec l'électricité et que le corps humain immergé est lui aussi très bon conducteur.

En conséquence, les règles et les normes établies pour cette pièce sont très strictes. Il est indispensable de les respecter à la lettre.

Les volumes

La norme a défini quatre volumes dans les salles de bains et les pièces d'eau en fonction des risques (figure 160) afin de limiter la présence de matériels électriques à proximité des baignoires et des receveurs de douche.

Ces volumes sont établis pour les douches et baignoires quel que soit le local (une chambre, par exemple), mais ils ne concernent pas les autres équipements (bidets, lavabos).

La définition des volumes est la suivante :

Volume 0

C'est le volume intérieur de la baignoire ou du receveur de douche.

Volume 1

Ce volume est défini par :

- un plan vertical délimité par les bords extérieurs de la baignoire ou du receveur de douche, ou dans le cas d'une douche sans receveur, par un rayon de 0,60 m tout autour de la pomme de douche ;
- un plan horizontal situé à 2,25 m au-dessus du sol (ou du fond de la baignoire ou de la douche) ;
- le sol.

Volume 2

Ce volume 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 situé à 3 m au-dessus du sol ;
- le sol.

La zone située au-dessus du volume 1 jusqu'à une hauteur de 3 m est, par conséquent, en volume 2.

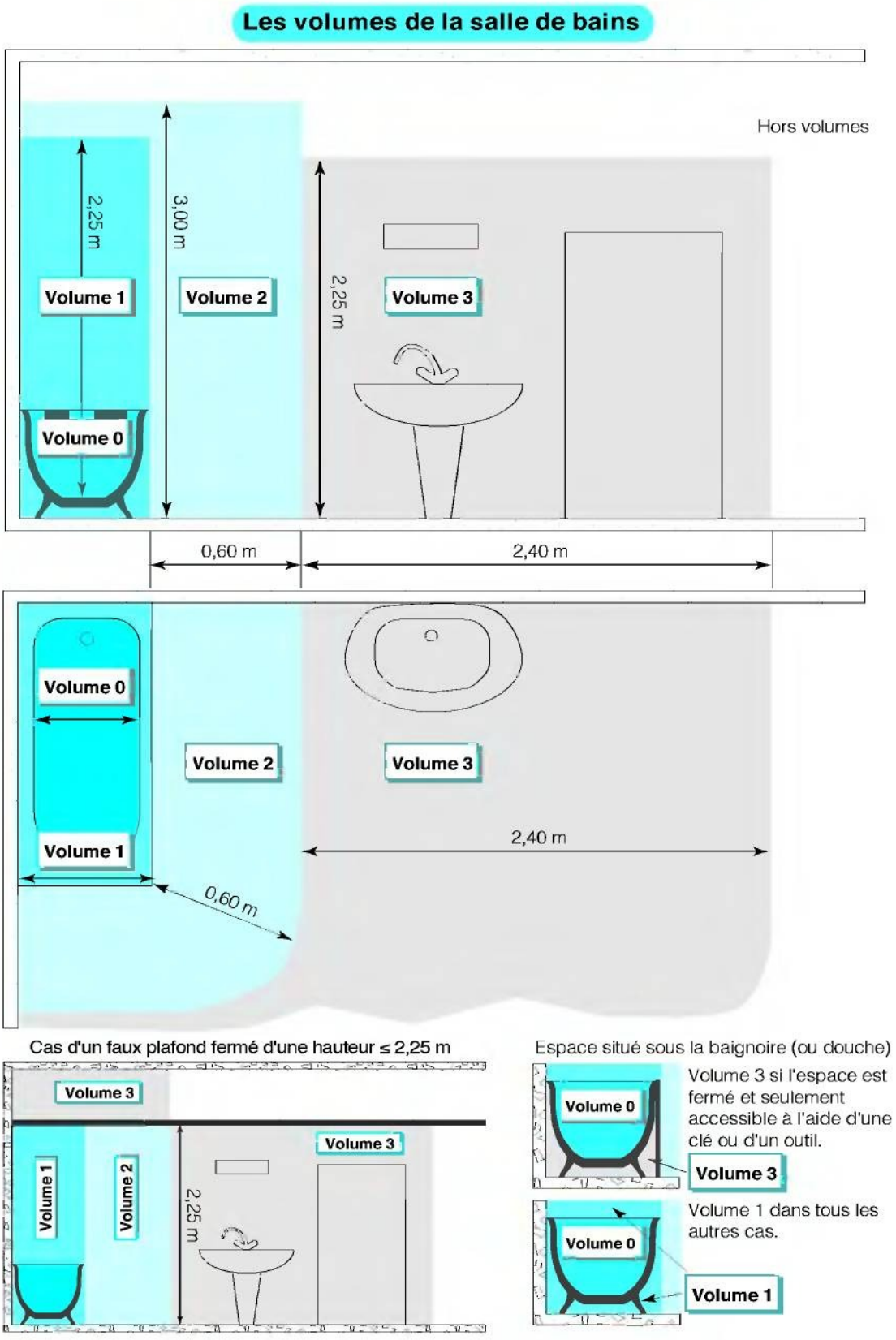


Figure 160 : Les volumes des pièces d'eau

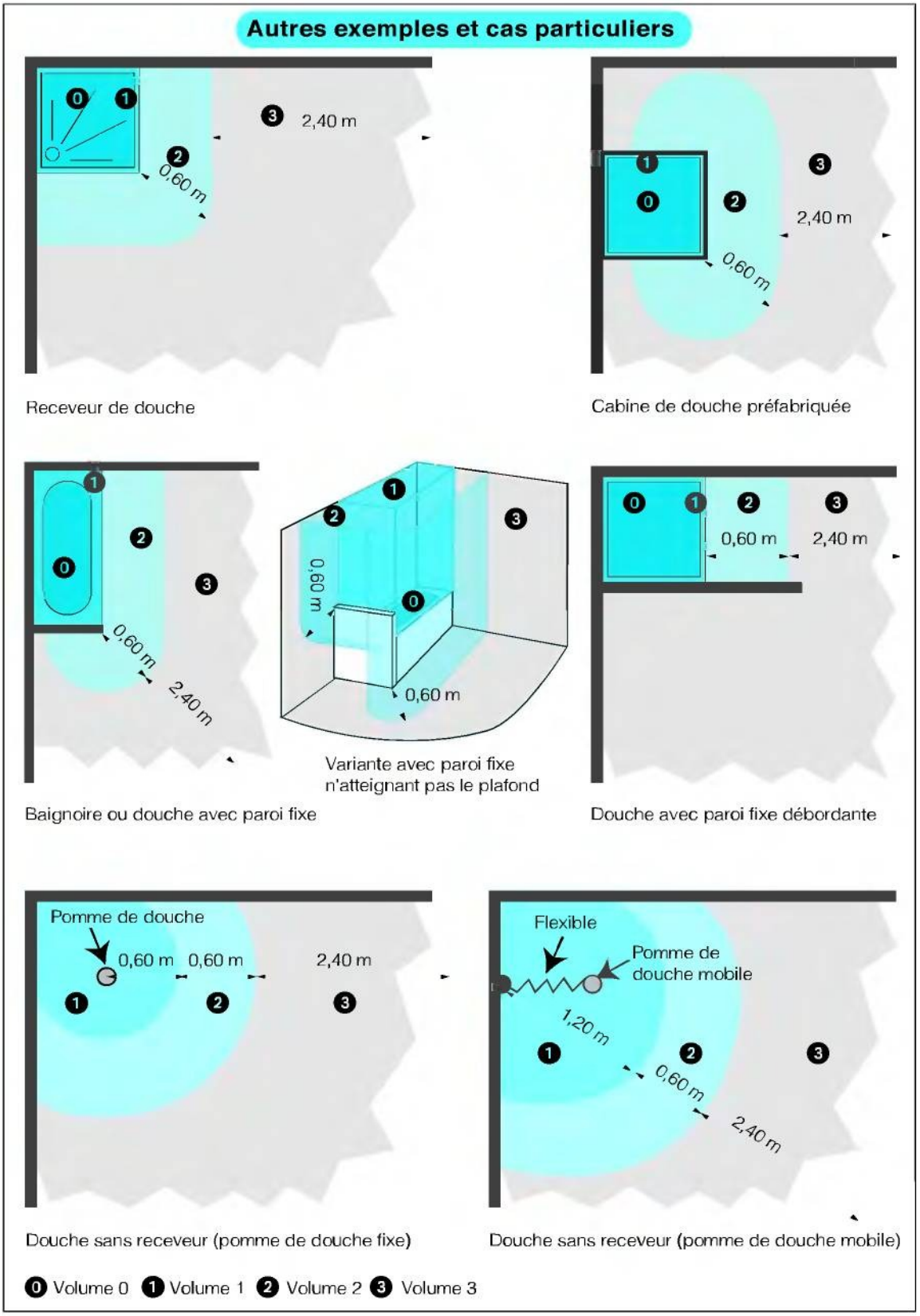


Figure 161 : Cas particulier des volumes

Volume 3

Ce volume est délimité par :

- le plan vertical extérieur du volume 2 et une surface parallèle distante de 2,40 m ;
- un plan horizontal situé à 2,25 m au-dessus du sol ;
- le sol.

Précisions supplémentaires :

- L'espace situé au-dessus des volumes 2 et 3 est considéré hors volume.
- Dans le cas d'un faux plafond fermé en volumes 1 et 2, l'espace situé au-dessus de celui-ci est assimilé à un volume 3. Si le faux plafond est ajouré, le volume 1 ou 2 continue de s'appliquer.
- L'espace situé sous la baignoire ou la douche et leurs côtés est assimilé au volume 3 s'il est fermé et accessible par une trappe ouvrable uniquement à l'aide d'un outil. Sinon, les règles du volume 1 s'appliquent dans cette zone. Les équipements installés à cet endroit (par exemple, un système de balnéothérapie) doivent posséder un degré minimal de protection IPX 3.

Il existe de nombreux cas particuliers (figure 161) dont nous allons essayer de donner quelques exemples.

On peut remarquer que l'utilisation d'une paroi fixe et non démontable réduit sensiblement le volume 2. Attention, toutefois, les cabines de douche n'entrent pas dans ce cadre.

Dans le cas d'une douche sans receveur, le volume 1 est défini de deux manières différentes :

- si la pomme de douche est fixe, le volume 1 sera défini par un cylindre de 0,60 m centré sur la pomme ;
- si la pomme de douche est fixée au bout d'un flexible, le volume 1 doit être défini par un cylindre de 1,20 m de diamètre centré sur l'origine du flexible.

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.

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 162).

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 votre 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. Si ce transformateur alimente plusieurs appareils,

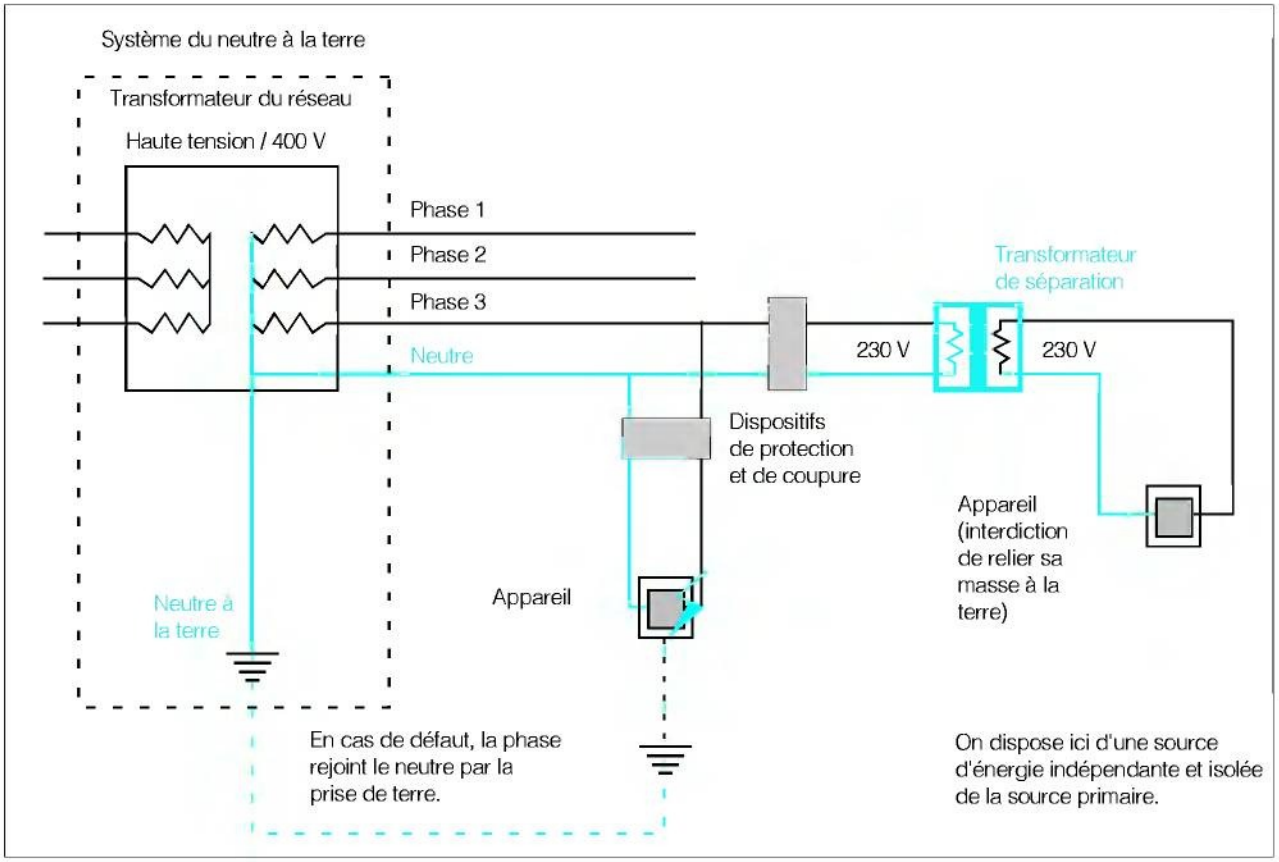


Figure 162 : Le transformateur de séparation des circuits

leurs masses devront en revanche être reliées entre elles mais pas à la terre. 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 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 (tableau page suivante). 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 ;

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 l'eau				**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 (1)	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 15Ÿ 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 (1)	Protection contre l'eau en pluie jusqu'à 60Ÿde 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 (1)	Protection contre les projections d'eau de toutes directions.	IK 04	Protection contre une énergie de choc de 0,50 joule.
IP 5 X	Protection contre les poussières.	IP X 5 (1)	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	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 1,00 joule.
		IP X 7 (1)	Protection contre les effets de l'immersion.	IK 07	Protection contre une énergie de choc de 2,00 joules.
		IP X 8 ...m (1)	Protection contre les effets de l'immersion permanente.	IK 08	Protection contre une énergie de choc de 5,00 joules.
				IK 09	Protection contre une énergie de choc de 10,00 joules.

(1) 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.

• *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 matériel.

• **Matériel de classe 0**

Ce type de matériel 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.

• **Matériel de classe I** (symbole ⏚)

Pour ce type de matériel, 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.

• **Matériel de classe II** (symbole ⧈)
Ce type de matériel dispose d'une protection par isolation principale à laquelle s'ajoute une double isolation 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).

• **Matériel de classe III** (symbole ⧋)
Ce type de matériel 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 60-529 (*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.

Il existe également le code IK servant à définir le degré de protection contre les chocs mécaniques (norme NF EN 50-102). Les indices vont de 0 (pas de protection) à 9 (protection aux chocs de 10 joules). Le tableau de la page précédente 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 page suivante présente les degrés de protection minimaux requis selon les lieux d'installation.

La liaison équipotentielle supplémentaire

Une autre mesure de protection est obligatoire dans la salle de bains : c'est la liaison équipotentielle supplémentaire (figure 163). Elle consiste à relier entre eux tous les éléments conducteurs et toutes les masses des volumes 1 à 3 et de raccorder cette liaison à la prise de terre de votre 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 liaison équipotentielle est un raccordement supplémentaire, car il doit exister également une liaison équipotentielle principale. La liaison équipotentielle principale est réalisée au niveau de l'immeuble, s'il est récent, ou bien vous devrez la créer si vous

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 (W.-C.)	**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** **23** **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**

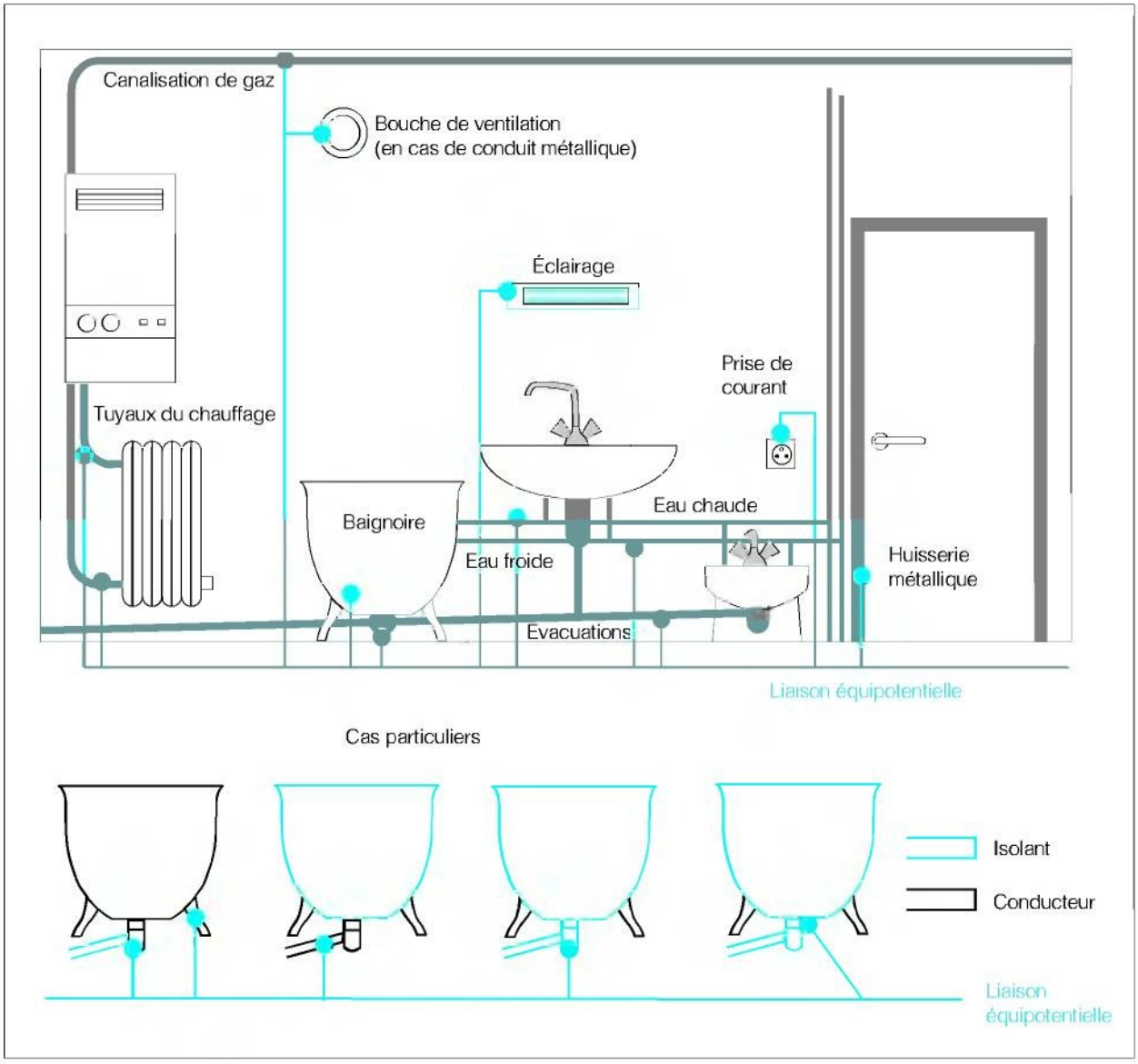


Figure 163 : Liaison équipotentielle supplémentaire des salles d'eau

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 s'il est protégé mécaniquement (posé sous conduit ou goulotte) ;
- soit par un conducteur 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. La liaison équipotentielle doit être réalisée

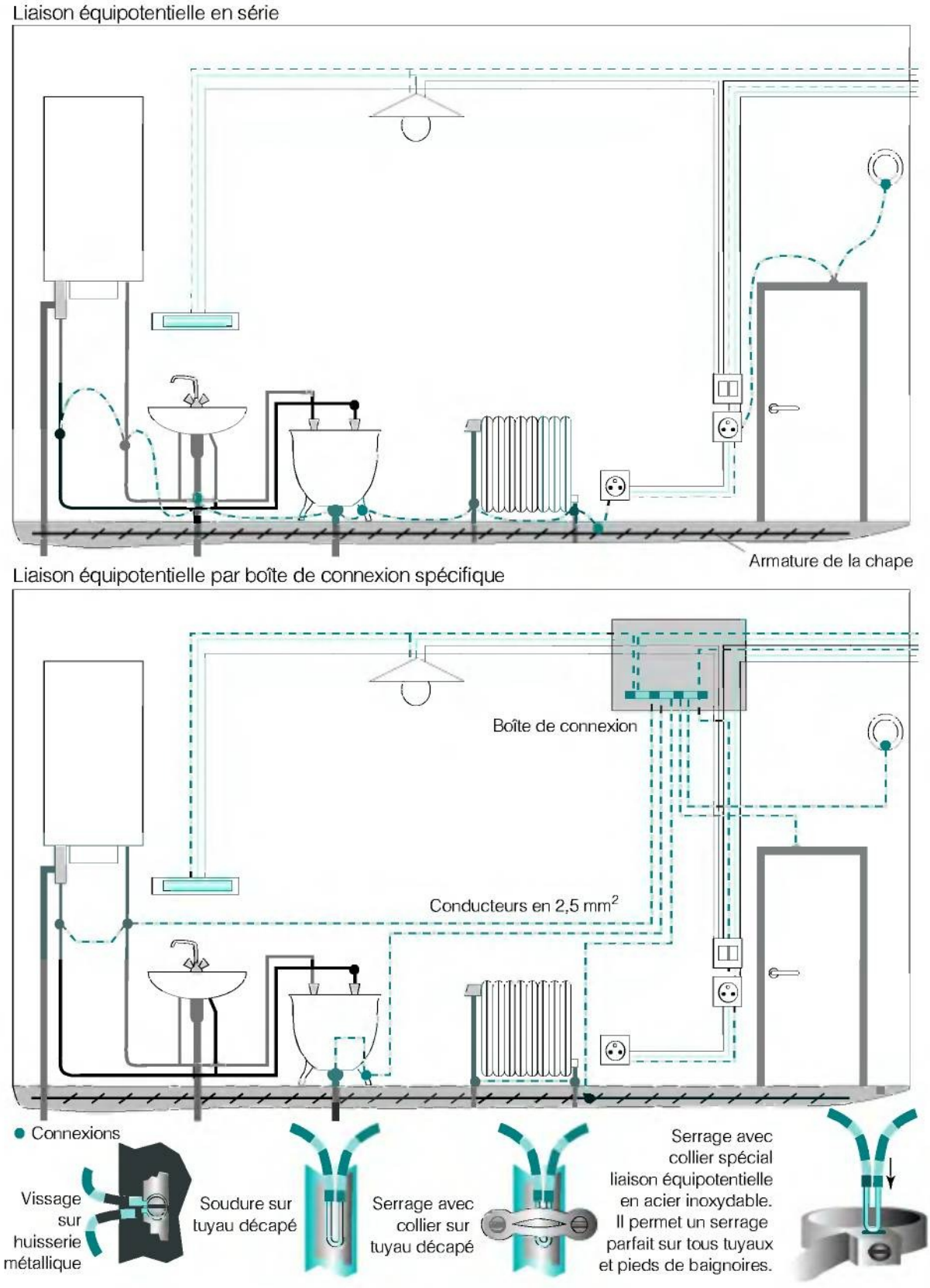


Figure 164 : Exemple de mise en œuvre d'une liaison équipotentielle supplémentaire

à l'intérieur de la salle d'eau ou dans un local contigu en cas d'impossibilité.
Si vous disposez de plusieurs salles d'eau, chacune devra posséder sa propre liaison équipotentielle.
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.
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 porte-serviettes.

Ne négligez surtout pas la réalisation de cette liaison, elle est très importante pour la sécurité. La figure 164 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.

Les règles

Rappelons encore une fois que toutes les lignes alimentant la salle d'eau doivent être protégées par un ou plusieurs dispositifs différentiels à haute sensibilité (30 mA).
Après cet aperçu sur les systèmes de sécurité, nous allons passer en revue ce qu'il est permis d'installer en fonction des volumes (voir figure 165).

Dans le volume 0, les matériels électriques doivent avoir un degré de protection minimal de IP 27. Aucune canalisation électrique n'est admise, sauf en TBTS 12 V. Les boîtes de connexion et tout appareillage sont interdits. Les seuls appareils autorisés sont ceux alimentés en TBTS prévus spécialement pour les baignoires.

Dans le volume 1, les matériels électriques doivent avoir un niveau de protection minimal de IP 24. Les canalisations électriques doivent être limitées à celles strictement nécessaires à l'alimentation des appareils situés dans ce volume. Les canalisations électriques doivent offrir une protection par double isolation ou

Volumes de la salle d'eau		0	1	2	3
Degré de protection contre l'eau requis (IP)		7	4	3	1
Matériels	Protections				
Appareillage électrique					
Interrupteur	30 mA ou TRS (1)				
Interrupteur	TBTS 12 V (2)				
Prise rasoir de 20 à 50 VA	TRS(1)				
Prise de courant 2 P + Terre	30 mA				
Transformateur de séparation	30 mA				
Canalisations électriques			(3)	(3)	
Boîtes de connexion					
Matériels d'utilisation					
Chauffe-eau instantané	Classe I + 30 mA		(4)	(4)	
Chauffe-eau à accumulation vertical	Classe I + 30 mA			(4) (5)	
Chauffe-eau à accumulation horizontal	Classe I + 30 mA		(4) (5) (6)	(4) (5)	
Appareil de chauffage	Classe I + 30 mA				
Appareil de chauffage	Classe II + 30 mA				
Chauffage par le sol	30 mA(7)				
Éclairage	TBTS 12 V	(8)	(8)	(8)	
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(9)				

(1) TRS (Transformateur de séparation des circuits).
(2) Le transformateur est placé en dehors des volumes 1 et 2.
(3) Seules sont autorisées les canalisations alimentant des appareils situés dans ces volumes.
(4) L'appareil doit être raccordé au réseau hydraulique par des canalisations métalliques fixes.
(5) Autorisé si les dimensions de la salle d'eau ne permettent pas une installation en volume 3 ou hors volumes.
(6) L'appareil doit être installé le plus haut possible.
(7) Le câble chauffant doit être recouvert d'un grillage métallique raccordé à la terre ou doit comporter un revêtement métallique relié à la terre, relié également à la liaison équipotentielle locale de la salle de bains.
(8) Le transformateur doit être installé en dehors des volumes 1 et 2.
(9) L'appareil est alimenté par une ligne spécialisée. La prise de courant doit se situer à proximité des arrivées et évacuations d'eau. La machine ne doit pas être placée à moins de 60 cm de la baignoire ou de la douche.

Interdit

Autorisé

Figure 165 : Règles d'installation dans les salles d'eau

une isolation renforcée et ne pas comporter de revêtement métallique. Elles peuvent être des conducteurs isolés placés dans des goulottes isolantes ou des câbles multiconducteurs avec une gaine isolante. Les boîtes de connexion sont interdites. Aucun appareillage ne peut être installé, sauf les interrupteurs de circuits alimentés en TBTS (12 V ~ max.) dont la source est située hors des

volumes 0 à 2. Si les dimensions de la salle d'eau n'autorisent pas l'installation du chauffe-eau à accumulation dans le volume 3 ou hors volumes, il est possible de l'installer dans le volume 1 sous plusieurs conditions :

- s'il est horizontal et posé le plus haut possible ;
- si les canalisations d'eau sont en matériau conducteur ;
- si le chauffe-eau est protégé par un dispositif différentiel haute sensibilité de 30 mA.

Les chauffe-eau électriques instantanés sont autorisés s'ils sont raccordés à des canalisations d'eau conductrices et protégés par un dispositif différentiel haute sensibilité de 30 mA.

Dans le volume 2, les matériels électriques doivent avoir un niveau de protection minimal de IP 23. Les canalisations électriques doivent être limitées à celles strictement nécessaires à l'alimentation des appareils situés dans ce volume.
Seules les boîtes de connexion permettant le raccordement des appareils de ce volume sont autorisées, à condition qu'elles soient dissimulées par ces mêmes appareils. Aucun appareillage ne peut être installé, sauf les interrupteurs de circuits alimentés en TBTS (12 V ~ max.) dont la source est située hors des volumes 0 à 2.
Les luminaires ou les appareils de chauffage peuvent y être installés à condition qu'ils soient de la classe II et protégés par un dispositif différentiel haute sensibilité de 30 mA. Ces appareils ne doivent pas être installés sur les tabliers de baignoire, les paillasses et les niches des baignoires et des douches. Les appareils d'éclairage peuvent comporter une prise de courant sans borne de terre si elle est alimentée par un transformateur de séparation. Cette règle vaut également pour les armoires de toilette.
Si les dimensions de la salle d'eau n'autorisent pas l'installation du chauffe-eau à accumulation dans le volume 3 ou hors volumes, il est possible de l'installer dans le volume 2 sous plusieurs conditions :

- si les canalisations d'eau sont en matériau conducteur ;
- si le chauffe-eau est protégé par un dispositif différentiel haute sensibilité de 30 mA.

Les chauffe-eau électriques instantanés sont autorisés s'ils sont raccordés à des canalisations d'eau conductrices et protégés par un dispositif différentiel haute sensibilité de 30 mA.
Un socle de prise de courant pour rasoir est autorisé s'il est alimenté par un transformateur de séparation, a une puissance comprise entre 20 et 50 VA et qu'il est conforme à la norme NF EN 61558-2-5. Le socle peut présenter exceptionnellement un degré d'IP 20.
Dans le volume 3, les matériels électriques doivent avoir un niveau de protection minimal de IP 21. Les canalisations électriques doivent offrir une protection par double isolation ou une isolation renforcée et ne pas comporter de revêtement métallique. Elles peuvent être des conducteurs isolés placés dans des goulottes isolantes ou des câbles multiconducteurs avec une gaine isolante.
Les socles de prise de courant, les interrupteurs, autres appareillages et appareils d'utilisation sont autorisés s'ils sont alimentés soit individuellement par un transformateur de séparation, soit en TBTS, soit protégés par un dispositif différentiel haute sensibilité de 30 mA.

Cas particuliers : lorsqu'une canalisation traversant une paroi de la salle de bains est protégée par un conduit métallique,

il n'est pas nécessaire de la relier à la liaison équipotentielle de la salle d'eau.

Les éléments électriques chauffants noyés dans le sol peuvent être installé en dessous des volumes 2 et 3 et hors volumes à condition qu'ils soient recouverts d'un grillage métallique relié à la terre ou qu'ils comportent un revêtement métallique relié à la terre et par conséquent à la liaison équipotentielle de la salle d'eau.
Si nous reprenons la salle de bains de notre exemple, sur le dessin de gauche (figure 166), vous pouvez remarquer l'emprise des différents volumes. L'éclairage comprend un commutateur double allumage commandant un point lumineux en plafond et un point lumineux au-dessus du lavabo (vue de droite). Nous avons prévu une prise pour rasoir (avec transformateur de séparation) et un convecteur situé sous la fenêtre (de classe II pour plus de sécurité). Il est également prévu dans le volume 3, une prise de courant 2 pôles + terre destinées, par exemple, au raccordement du lave-linge.
Dans la pièce d'eau, la norme exige au minimum un point d'éclairage en plafond ou en applique et un socle de prise de courant si la surface est supérieure à 4 m^2. Le guide UTE C 90-483 préconise également une prise de communication, hors des volumes 0 à 2.

WC

Pour les WC, la norme prévoit au minimum un point d'éclairage en plafond ou en applique. Il n'est pas prévu de prise de courant, mais une prise de communication est conseillée.

Sous-sol

Pour la sécurité, les appareils doivent avoir un indice de protection contre l'eau IP x1.
Installez de préférence les prises de

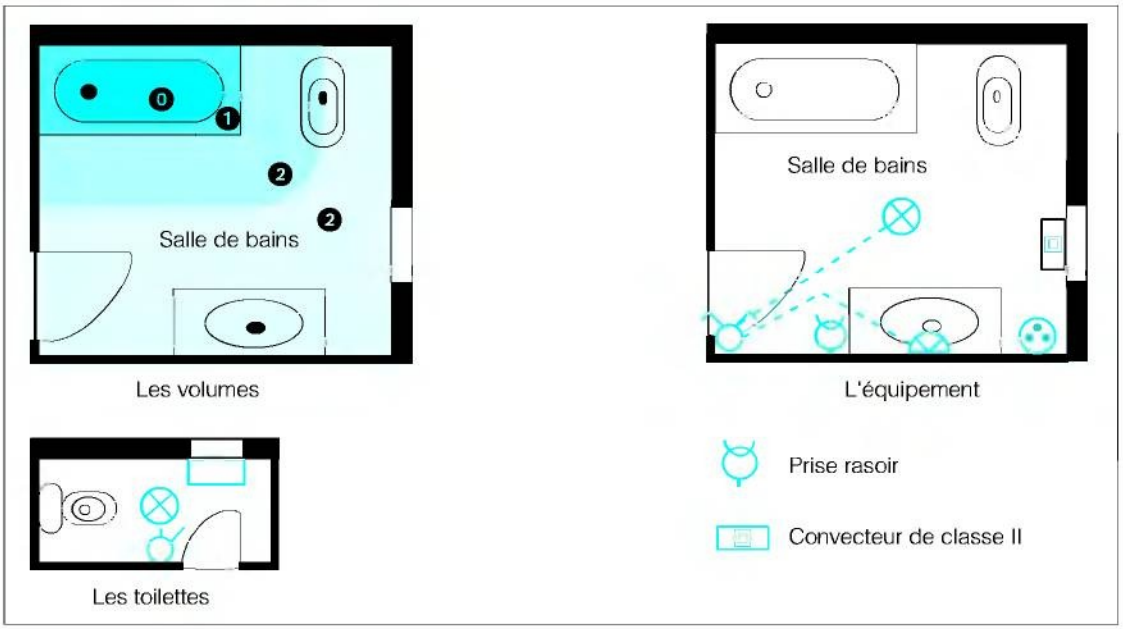


Figure 166 : Exemple d'équipement de la salle d'eau et des WC

courant à la hauteur des interrupteurs, soit entre 1,10 m et 1,20 m. Dans notre exemple (figure 167), 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.

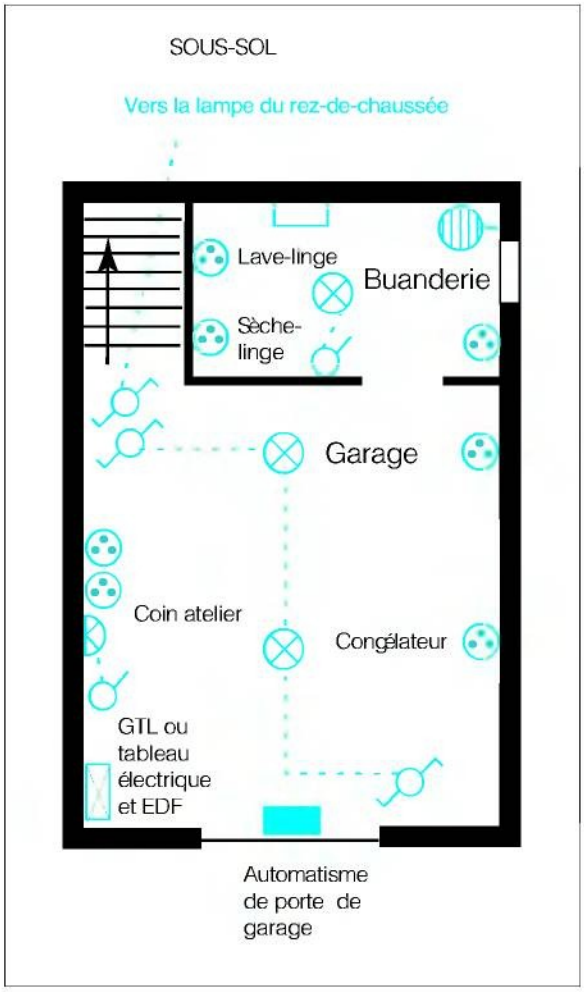


Figure 167 :
Exemple d'équipement du sous-sol

Dans le garage, les prises de courant ont été réparties comme suit :

- deux prises pour le coin atelier, par exemple ;
- une prise pour le congélateur, alimentée par une ligne spécifique ;
- une prise supplémentaire.

Dans la buanderie :

- une prise pour le lave-linge et une prise pour le sèche-linge avec chacune leur ligne spécifique ;
- une prise pour divers appareils (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.

Extérieur

La norme prévoit un éclairage extérieur automatique par détection de présence ou commandé au-dessus de chaque issue principale ou secondaire.
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, etc.). Les circuits extérieurs sont soumis à des risques plus importants et leur mise hors service ne doit pas affecter les circuits intérieurs. Les boîtes DCL pour luminaires ne sont pas admises à l'extérieur.

Pour l'installation de prises de courant extérieures, il est recommandé de les placer à une hauteur minimum de 1 m et d'installer un dispositif de coupure à voyant lumineux placé à l'intérieur du logement.

Dans l'exemple ci-après (figure 168), 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

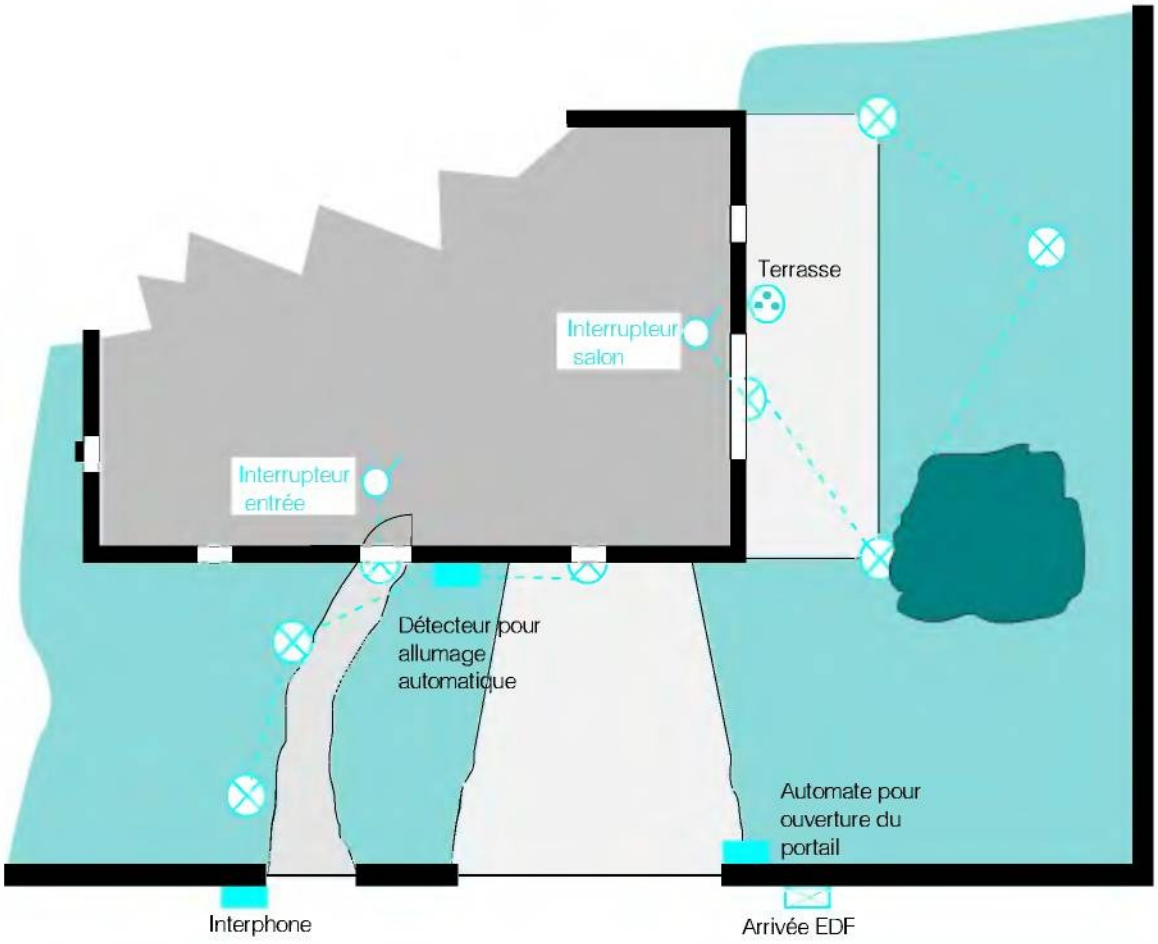


Figure 168 : Exemple d'équipements extérieurs

courant sur la terrasse permet de brancher un éclairage supplémentaire ou un barbecue, par exemple.
On peut prévoir également l'alimentation d'un automatisme pour l'ouverture du portail côté garage. Il sera alimenté par une ligne dédiée.

La piscine

Pour les piscines enterrées ou hors sol, les pédiluves et les bassins, il convient de respecter certaines prescriptions. À l'instar de la salle de bains, il existe des volumes de protection à l'intérieur comme à l'extérieur (figure 169).

Le volume 0 comprend l'intérieur du bassin, les ouvertures dans les parois et le fond, les pédiluves et la partie interne des cascades ou des fontaines.
Le volume 1 est délimité par le volume 0, un plan vertical situé à 2 m des bords du volume 1 et un plan horizontal situé à 2,50 m au-dessus du volume 0. Si la piscine comprend un plongeoir ou un toboggan, le plan horizontal se situe alors à 2,5 m du point le plus haut du plongeoir. Le volume 1 comporte également une distance de 1,50 m tout autour du plongeoir.
Le volume 2 est délimité par le plan vertical du volume 1 et un plan parallèle situé à 1,50 m de ce dernier. Le plan horizontal se situe à 2,50 m au-dessus du sol. Pour les fontaines, il n'y a pas de volume 2.

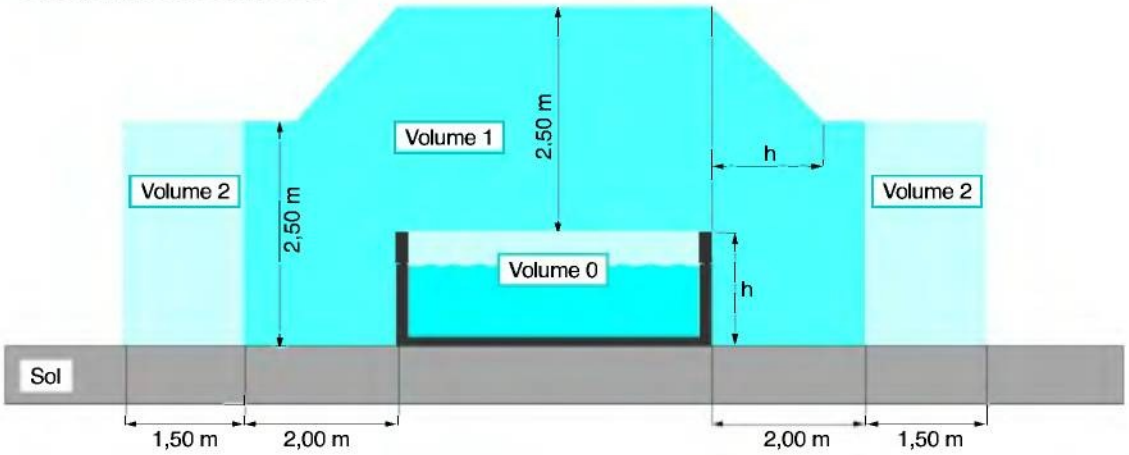
Dans les volumes 0 et 1 des piscines, les appareillages électriques doivent fonctionner en TBTS (Très Basse Tension de Sécurité) sous une tension inférieure ou égale à 12 V en courant alternatif. Le transformateur d'alimentation doit être installé hors volumes. Dans le volume 0, les matériels électriques doivent posséder au minimum un degré de protection IPX8, IPX5 pour le volume 1.

Les canalisations doivent être limitées à celles nécessaires aux appareillages situés dans ces volumes et ne doivent pas comporter de gaines métalliques. Les boîtes de connexion ne sont pas admises, à l'exception de celles situées dans le volume 1 pour les circuits TBTS. Aucun appareillage, sauf TBTS, ne doit être installé dans ces volumes. Les appareils d'éclairage immergés doivent être alimentés en TBTS. Ils peuvent également être disposés derrière des hublots étanches dans les galeries techniques. Ils doivent être mis en œuvre de telle façon qu'aucun contact ne puisse se produire entre les masses du luminaire et une partie conductrice. Dans les volumes 0 et 1, seuls les appareils destinés à l'utilisation des piscines peuvent être installés. Les matériels de nettoyage doivent être alimentés en TBTS. La pompe d'alimentation et les matériels de filtration doivent être situés dans un local ou emplacement contigu à la piscine et accessible par une trappe située sur la plage entourant la piscine. Ils doivent respecter certaines mesures de protection : alimentation en TBTS ou par un transformateur de séparation des circuits et disposer d'une coupure automatique de l'alimentation.

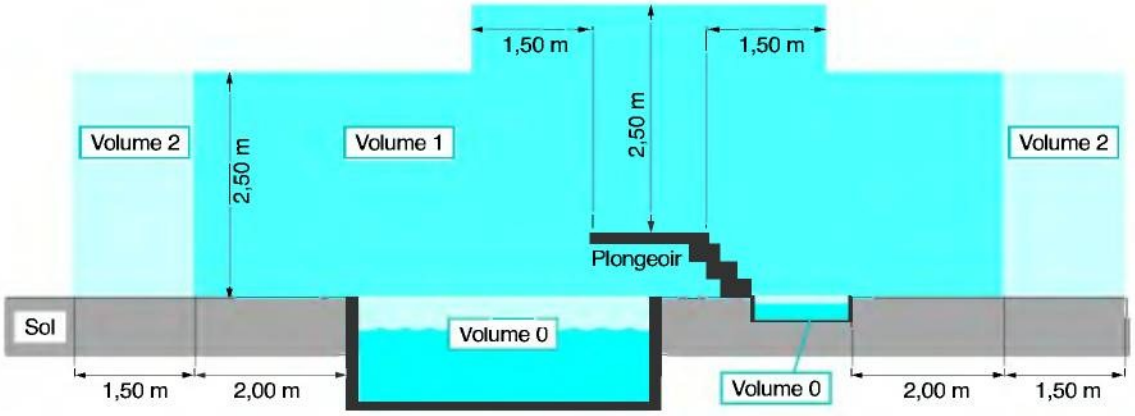
La pompe et les autres matériels doivent être reliés au bassin par des canalisations d'eau isolantes ou par des canalisations métalliques reliées à la liaison équipotentielle du bassin. Les matériels doivent être de classe II. Ils ne doivent être accessibles que par la trappe ou porte d'accès ne pouvant être ouverte qu'à l'aide d'un outil ou d'une clé. Une liaison équipotentielle supplémentaire doit être réalisée.

Les volumes pour les piscines

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	TBTS 12 V (transfomateur hors des volumes0,1 et 2.	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 169 : Les volumes de protection des piscines

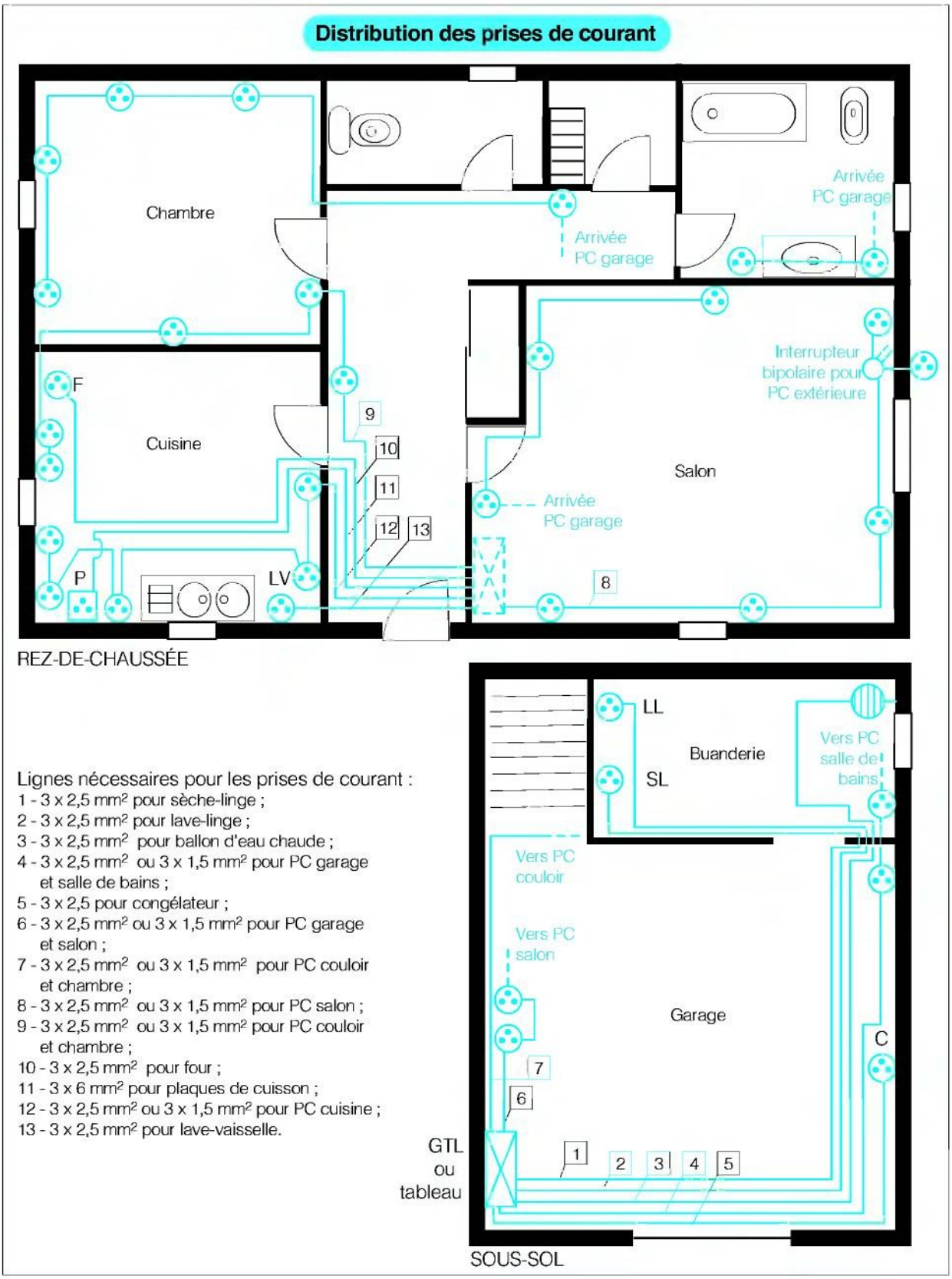
Équipement minimal selon la norme NF C 15-100						
Pièces ou emplacements	Éclairages	Prise 16 A non spécialisée	4 circuits spécialisés minimum (1)		Prise téléphonique	Prise TV
			Prise 16 A	Prise 32 A		
Séjour	1 en plafond	1 socle par tranche de 4 m² avec un minimum de 5			1 socle	1 socle (2)
Chambres	1 en plafond	3 socles			1 socle	1 socle
Cuisine	1 en plafond	6 socles dont 4 au-dessus du plan de travail	1 socle lave-vaisselle + 1 socle four si indépendant (voir note 1)	1 socle 32 A ou une boîte de connexion pour plaques ou cuisinière	1 socle	
Circulations	1 en plafond ou applique	1 socle				
Autres locaux	1 en plafond ou applique	1 socle si la surface > 4 m²				
Lave-linge			1 socle			
Sèche-linge			1 socle			
Extérieur (3)	1 point par entrée principale ou de service					

(1) Un circuit spécialisé doit être prévu pour alimenter les appareils suivants : chauffe-eau, chaudière et ses auxiliaires, pompe à chaleur, climatisation, appareil de chauffage salle de bains, alarme, VMC et congélateur. Si son emplacement est défini, ce dernier devra disposer de sa propre protection différentielle 30 mA.
(2) Pour les logements d'une surface inférieure à 100 m², prévoir un socle complémentaire, et deux socles pour les surfaces supérieures à 100 m².
(3) Chaque application extérieure doit disposer d'un circuit spécialisé : automatisme de portail, éclairage du jardin, piscine...

L'alimentation des matériels doit être protégée par un dispositif différentiel 30 mA.

Dans le volume 1, les matériels fixes spécialement destinés à être utilisés dans les piscines (groupe de filtration, nage à contre-courant) peuvent être alimentés sous une autre tension que la TBTS à condition qu'ils soient situés dans une enveloppe dont l'isolation est équivalente à une isolation supplémentaire et présentant une protection mécanique IK07. De plus, l'ouverture de la trappe d'accès doit provoquer la coupure de toutes les alimentations des matériels situés dans l'enveloppe.

Dans le volume 2 des piscines, l'une ou l'autre des mesures de protection suivantes doit être utilisée : alimentation en TBTS, coupure automatique d'alimentation par un dispositif différentiel 30 mA ou alimentation par un transformateur de séparation des circuits. Les matériels doivent posséder un indice de protection IPX2 pour des piscines à l'intérieur des bâtiments ou IPX5 si ce volume peut être soumis à des jets d'eau. Le degré de protection IPX5 est obligatoire pour les piscines extérieures. Les canalisations électriques ne doivent par comporter de gaines métalliques. Les prises de courant et les interrupteurs sont admis à



Lignes nécessaires pour les prises de courant :
1 - 3 x 2,5 mm² pour sèche-linge ;
2 - 3 x 2,5 mm² pour lave-linge ;
3 - 3 x 2,5 mm² pour ballon d'eau chaude ;
4 - 3 x 2,5 mm² ou 3 x 1,5 mm² pour PC garage et salle de bains ;
5 - 3 x 2,5 pour congélateur ;
6 - 3 x 2,5 mm² ou 3 x 1,5 mm² pour PC garage et salon ;
7 - 3 x 2,5 mm² ou 3 x 1,5 mm² pour PC couloir et chambre ;
8 - 3 x 2,5 mm² ou 3 x 1,5 mm² pour PC salon ;
9 - 3 x 2,5 mm² ou 3 x 1,5 mm² pour PC couloir et chambre ;
10 - 3 x 2,5 mm² pour four ;
11 - 3 x 6 mm² pour plaques de cuisson ;
12 - 3 x 2,5 mm² ou 3 x 1,5 mm² pour PC cuisine ;
13 - 3 x 2,5 mm² pour lave-vaisselle.

Figure 170 : Distribution des prises de courant

condition d'être alimentés en TBTS ou par un transformateur de séparation des circuits, ou bien de disposer d'une coupure automatique de l'alimentation par un dispositif différentiel de 30 mA.

Une liaison équipotentielle supplémentaire doit être réalisée pour la piscine. Tous les éléments conducteurs des volumes 0 à 2 doivent être reliés à des conducteurs d'équipotentialité eux-mêmes reliés aux conducteurs de protection des masses des appareils situés dans ces volumes.
Certains éléments comme les armatures du sol, les conduites métalliques, les charpentes métalliques accessibles, les grilles d'amenée et de sortie d'eau et d'air (sauf si les canalisations correspondantes sont en matière isolante) doivent être reliés à la liaison équipotentielle. Il n'est pas nécessaire de relier les échelles des plongeoirs, les barrières du bassin et les tremplins.

Le plan général

Nous avons à présent terminé la phase d'établissement du plan de l'installation. Vous pouvez établir votre 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 page 197 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 points d'utilisation prévu par la norme, reportez-vous aux figures 170 à 172. La figure 170 montre un exemple permettant de déterminer le nombre de lignes nécessaires pour l'alimentation des prises de courant. La figure 171 illustre une distribution type des points d'éclairage. La figure 172 présente les autres lignes nécessaires comme les circuits de télévision, de communication et de chauffage.

Déterminez 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 votre installation.

Comme nous l'avons évoqué précédemment, cela dépend en partie des autres travaux de rénovation que vous envisagez. Si, conjointement à votre rénovation d'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 votre 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. Nous allons donc passer en revue les types d'installation les plus utilisés en rénovation (figure 173).

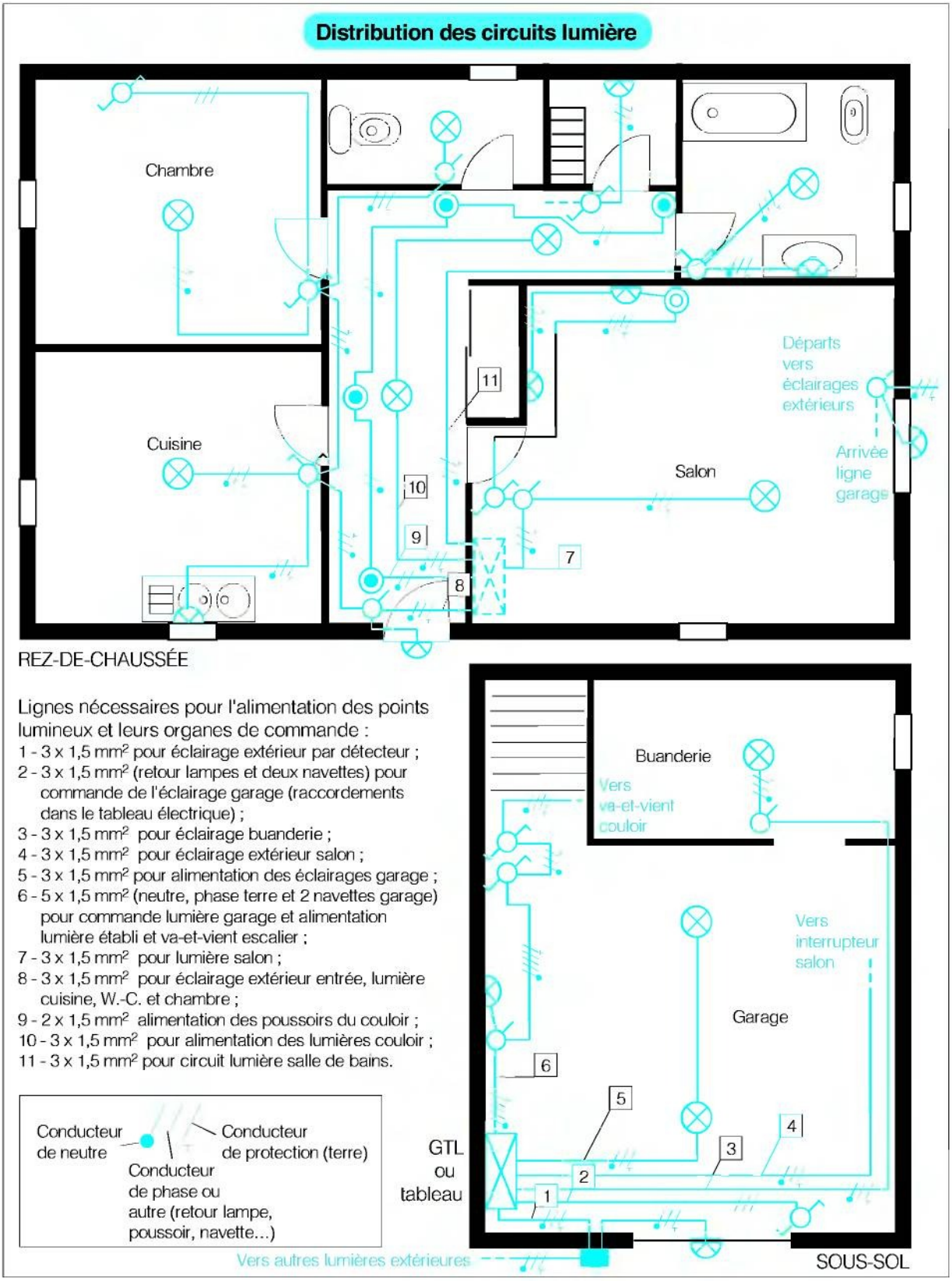


Figure 171 : Distribution des circuits d'éclairage

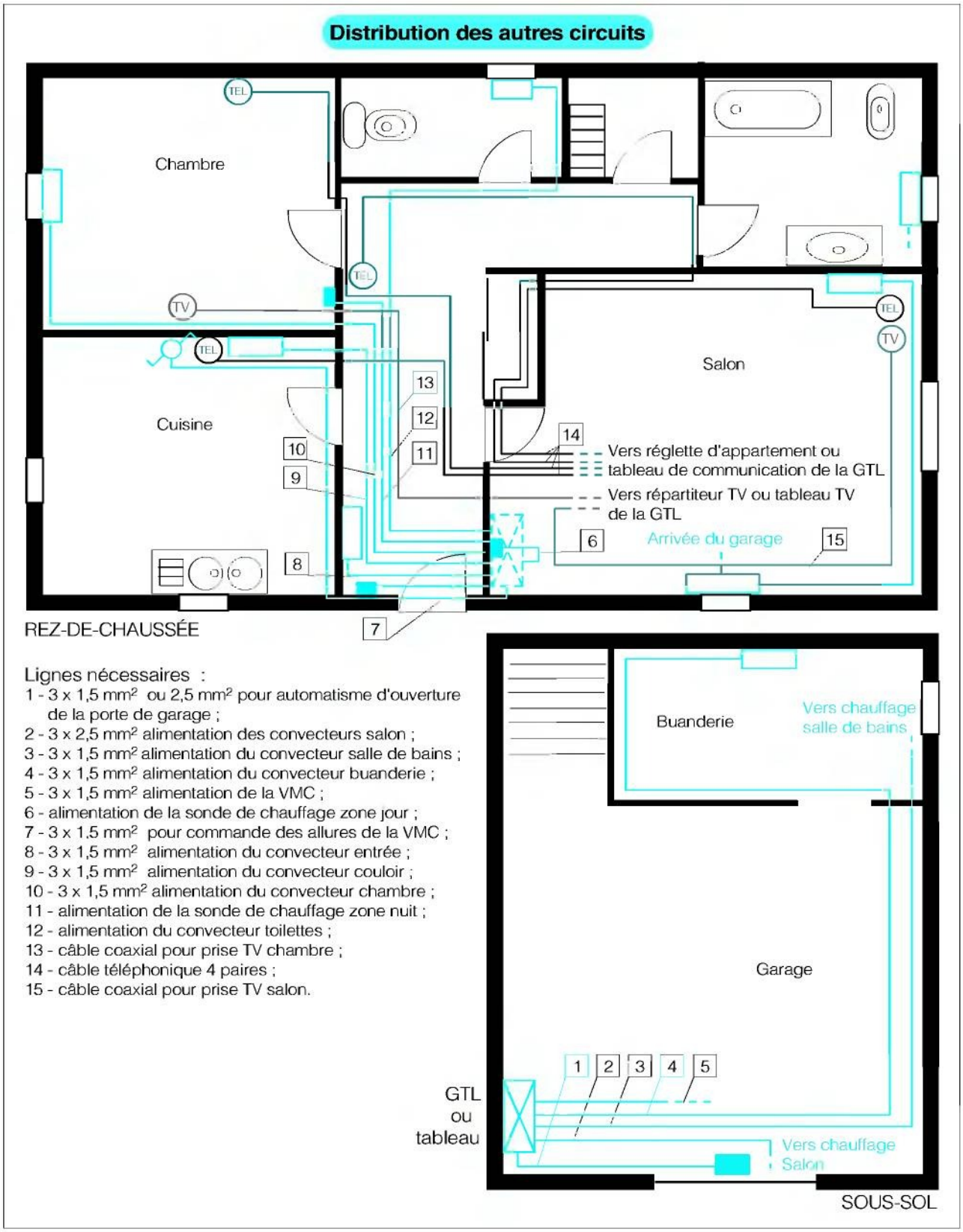


Figure 172 : Distribution des autres alimentations

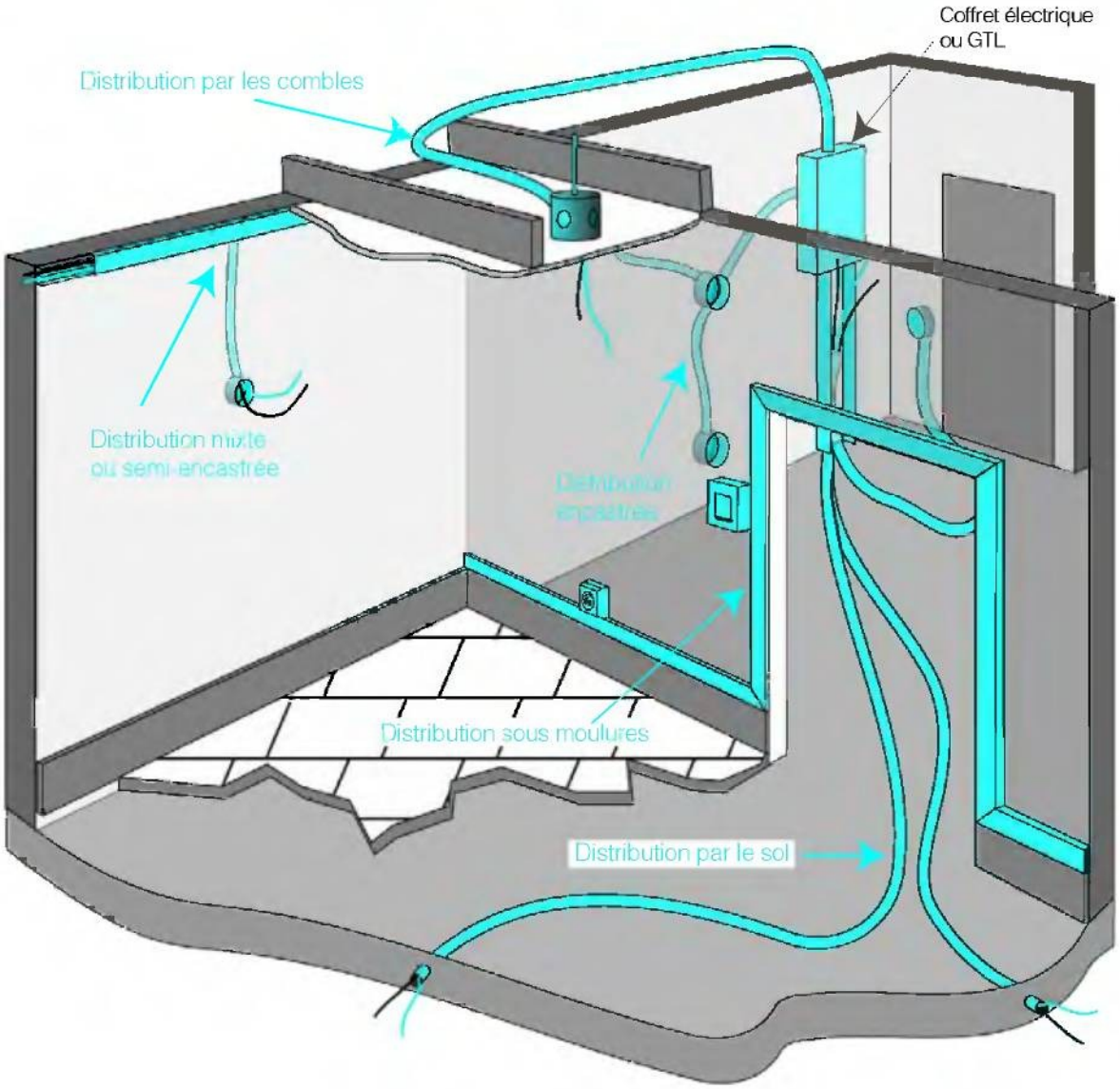


Figure 173 : Les différentes solutions de distribution des lignes électriques

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.

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 effet, à moins de réaliser un faux plafond ou un coffrage pour les dissimuler.
Cette solution peut être adoptée pour de petites extensions (rajout d'une prise de courant, par exemple).

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.

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 (figure 174).
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

Figure 174 : Exemple de distribution sous profilé

satisfaisant s'il est réalisé 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 en est très facilitée et la protection contre les contraintes mécaniques est respectée. Il existe aussi des accessoires adaptés

à la pose de l'appareillage (prises, interrupteurs) 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.

Distribution encastrée dans les parois

Dans ce type d'installation, les conducteurs électriques sont placés dans des conduits cintrables encastrés dans les parois (figure 175). 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'encastrement dans les murs porteurs n'est pas limité alors que dans les cloisons les règles sont plus strictes et réglementées. Des tranchées en diagonale ou sur toute la hauteur ou largeur des cloisons sont formellement interdites, car elles affaibliraient la structure.

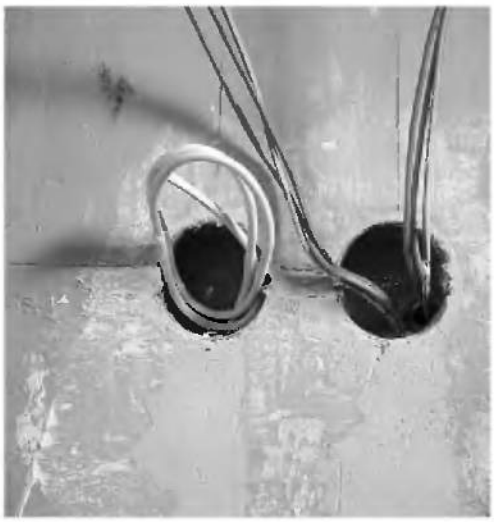


Figure 175 :
Exemple de distribution encastrée

Figure 176 : Exemple de distribution semi encastrée

L'encastrement dans les murs ou planchers existants en béton est difficilement réalisable et déconseillé.

Distribution semi-encastrée

Cette solution est la plus utilisée par les professionnels pour la rénovation (figure 176). 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 so-

lution respecte parfaitement les règles concernant les encastrements dans les cloisons, puisque les parties encastrées sont limitées.

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 chape puis, après le coulage du béton, suite de l'installation.
Cette solution peut même être envisagée en cas 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.

On pourrait aussi qualifier de distribution par le sol une installation qui se ferait par le sous-sol avec uniquement des remontées aux endroits nécessaires mais, dans ce cas, l'installation se rapproche plus de la distribution apparente.

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 afin de ne pas en gêner la pose (pour le polystyrène seulement, la laine minérale étant compressible).
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.

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).

Distribution enterrée

Ce type de distribution n'est utilisé 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 votre charge). 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'encastrement possible) ;
- du temps et du budget dont vous disposez ;
- 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 votre 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 provoque 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 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 (chauffe-eau solaire). La lumière peut être transformée en énergie électrique grâce à des cellules photovoltaïques.
L'énergie éolienne permet de transformer la force du vent en énergie électrique grâce au principe de la dynamo et d'une hélice.

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.

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.

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. 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 de 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.
En théorie, les cogénérateurs peuvent fonctionner avec du bois ou du biogaz, mais il est encore difficile pour le particulier de les mettre en œuvre.

L'énergie solaire photovoltaïque

Les semiconducteurs permettent de transformer directement la lumière en électricité. Cette source inépuisable peut être exploitée n'importe où en France et en Europe grâce à des panneaux photovoltaïques (figure 177). Il existe trois types de cellules photovoltaïques. Les cellules monocristallines sont des photopiles élaborées à partir de silicium cristallisé en un cristal unique. Leur rendement est de 12 à 16 %, mais leur fabrication est complexe et consommatrice d'énergie.
Les cellules polycristallines sont fabriquées à partir d'un bloc de silicium cristallisé sous forme de cristaux multiples. Leur rendement moyen est de 11 à 13 %, et leur coût de production est un

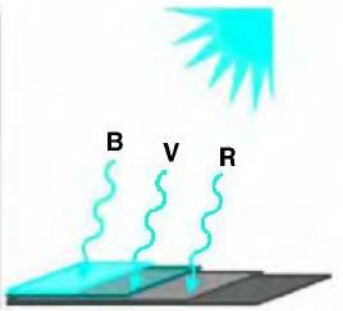
L'électricité solaire

Les capteurs

Panneau solaire à cellules monocristallines

Panneau solaire à cellules polycristallines

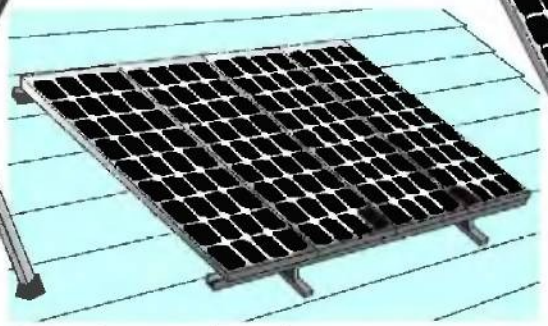
Panneau solaire amorphe composé de couches minces de silicium



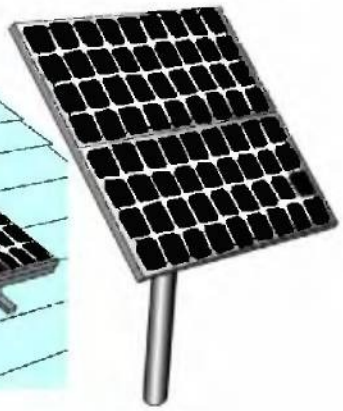
La couche inférieure absorbe la lumière rouge, la couche intermédiaire, la lumière verte et la couche supérieure la lumière bleue. Les panneaux amorphes offrent un meilleur rendement que les autres types par faible ensoleillement.

Les types d'installation

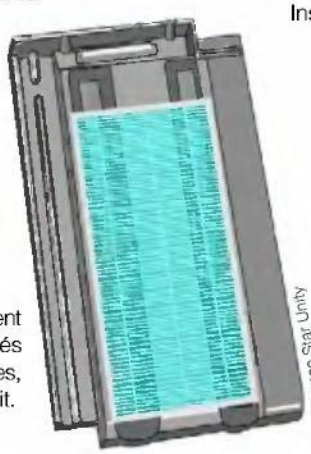
Installation au sol sur des supports réglés selon l'inclinaison offrant le rendement optimum



Rapportés sur une toiture existante



Installés sur un mât

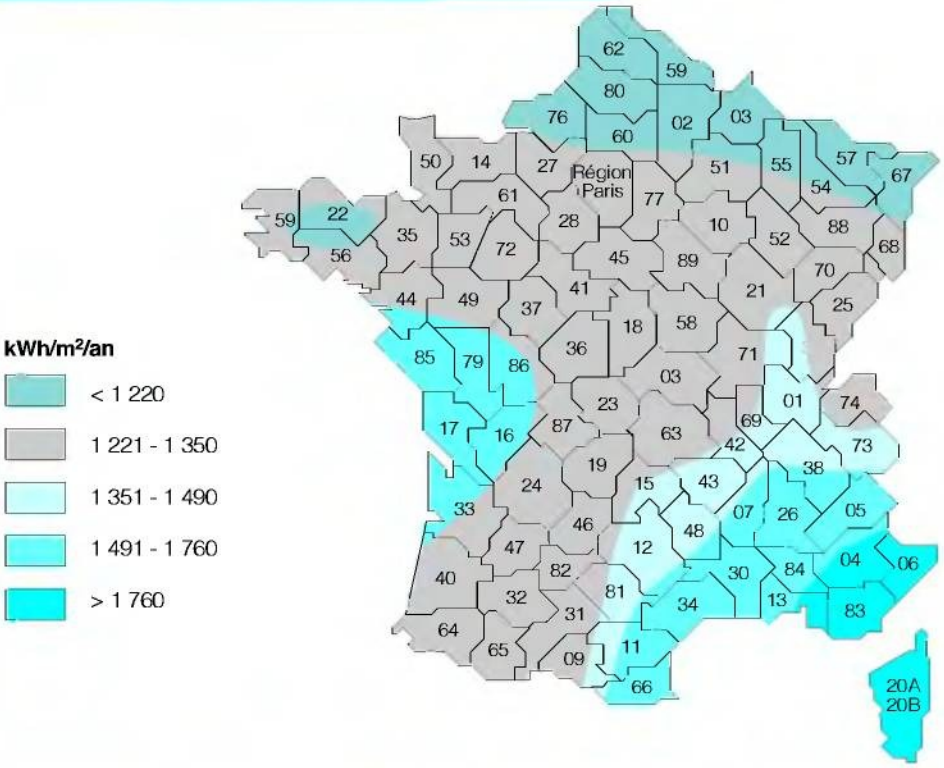


De nombreux fabricants proposent des modules photovoltaïques intégrés dans des éléments de couverture (tuiles, bacs en zinc) ou même fausses fenêtres de toit.

Source Star Unity

Figure 177 : Les panneaux photovoltaïques

Rendement selon la situation géographique



Productivité annuelle selon l'inclinaison et l'orientation des panneaux photovoltaïques

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 %

Figure 178 : Production annuelle et rendement des panneaux photovoltaïques

peu moins élevé que celui des cellules monocristallines.

Les modules amorphes se composent de couches de silicium très minces appliquées sur un support en verre, en plastique souple ou en métal. À l'origine, leur rendement était plus faible (6 à 10 %), mais la technologie évolue rapidement.

Leur coût de production est aussi bien moindre et ils présentent de nombreux avantages. Ils peuvent être intégrés à des éléments de couverture standard (par exemple, des bacs en zinc de grande longueur, de type Thyssen Solartec®). Ils sont légers, réalisables sur mesure, incassables, résistants aux UV et antiréfléchissants.

La technologie des couches minces permet un meilleur rendement que les autres systèmes lorsque l'ensoleillement est faible ou la lumière diffuse, puisque chaque couche absorbe une composante du spectre lumineux.
Les panneaux solaires peuvent être installés au sol, sur un mât ou rapportés sur une toiture. Ils peuvent également être intégrés à des éléments de toiture, par exemple, sous forme de tuiles, bacs en zinc ou fenêtre de toit.

L'inclinaison et l'orientation des panneaux sont 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 puissance des panneaux photovoltaïques est indiquée en Wc (Watts crête). C'est la puissance théorique maximale qu'ils peuvent atteindre dans des conditions standard d'ensoleillement. Ces valeurs varient en fonction de l'ensoleillement moyen de la région (figure 178) et des ombrages éventuels. En moyenne, en France, une installation de 10 m² de panneaux offre une puissance de 1 kWc et permet de produire 1 000 kWh par an.

Les prix baissent régulièrement, cependant il n'est pas envisageable d'alimenter une habitation « tout électrique » uniquement avec des panneaux solaires. Ce

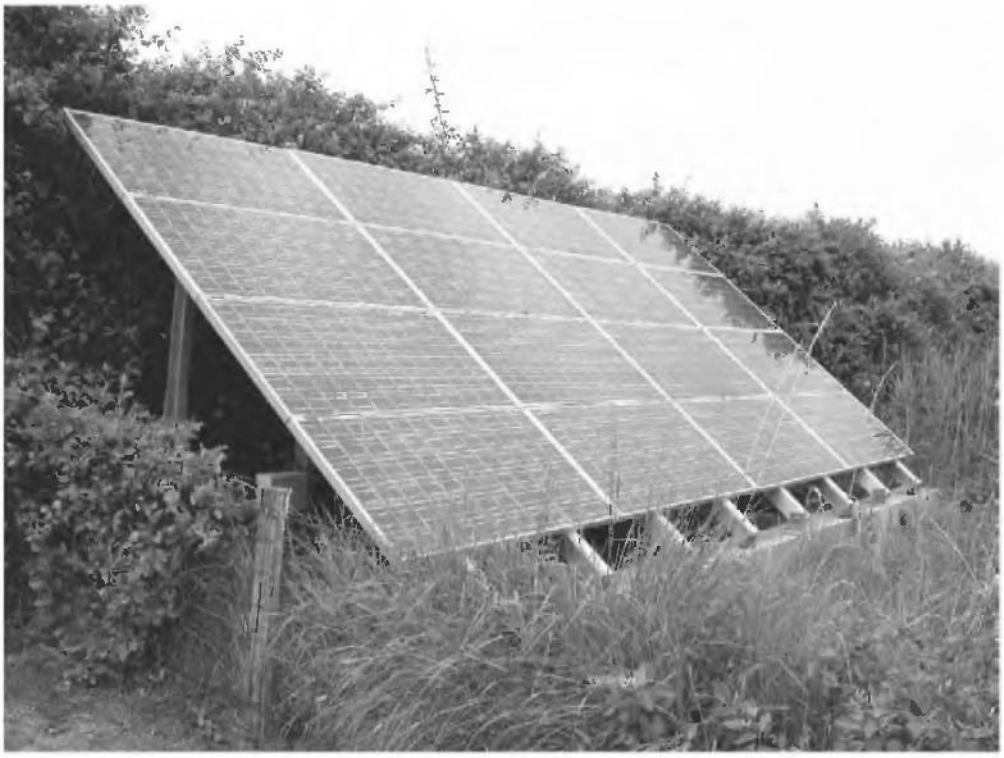
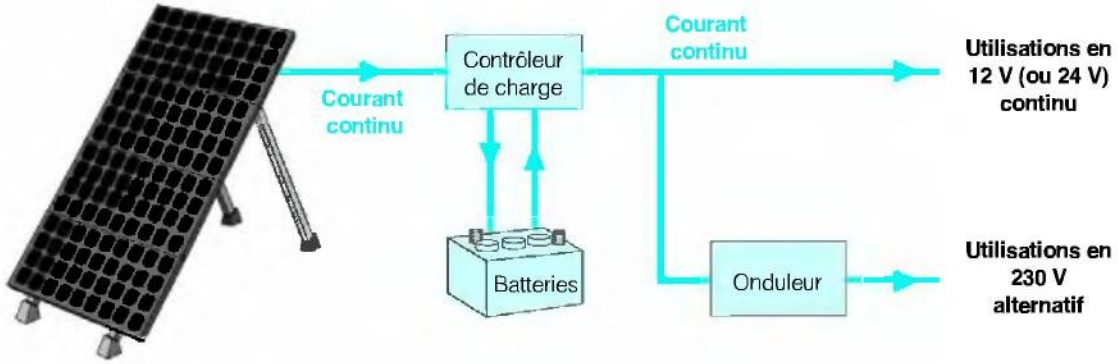


Figure 179 : Panneaux photovoltaïques pour site isolé

Installation photovoltaïque autonome



Installation photovoltaïque connectée au réseau

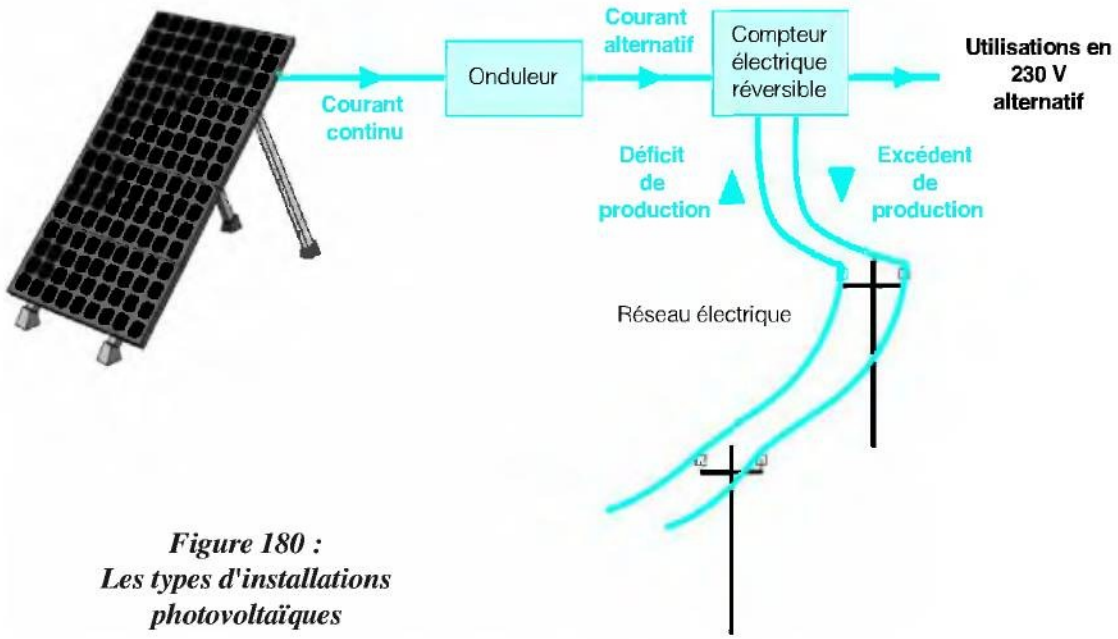


Figure 180 :
Les types d'installations photovoltaïques

type d'alimentation doit être réservé aux usages nobles de l'électricité (éclairage à basse consommation, réfrigérateur, etc.).

Le courant produit est de type continu avec une tension de 12 ou 24 V. Il peut être soit stocké dans des batteries, spécifiques de préférence, pour une utilisation la nuit par exemple. L'utilisation de batteries augmente sensiblement le coût de l'installation, c'est pourquoi on le destine principalement aux sites isolés (figure 179). Pour éviter le stockage de l'électricité sur place, la solution consiste à utiliser le réseau comme réservoir (figure 180). L'installation est alors raccordée au réseau électrique. La production des panneaux solaires est transformée en

Figure 181 :
Éolienne de 80 m d'une puissance de 2 MW

courant alternatif, grâce à un onduleur, puis injectée dans le réseau en transitant à travers un compteur réversible ou un système à deux compteurs (d'achat et de vente). Il existe des onduleurs à partir de 200 W. Ils produisent du courant alternatif 230 V, 50 Hz compatible avec le réseau à partir du courant continu. Leur rendement est élevé, environ 90 %.

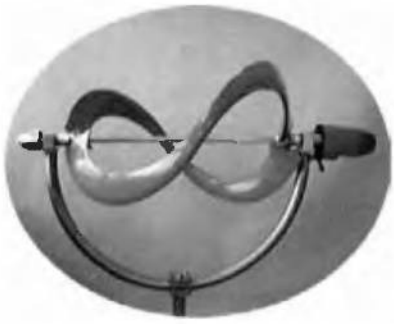


Figure 182 :
Eolienne en spirale à axe horizontal

L'énergie éolienne et la microhydraulique

L'énergie éolienne est propre et disponible en abondance sur de nombreux sites, notamment en bord de mer. Chacun peut installer une éolienne ou aérogénérateur (figures 181 à 183) dans son terrain. Cependant, au-delà de 12 m de hauteur, il faut demander un permis de construire.

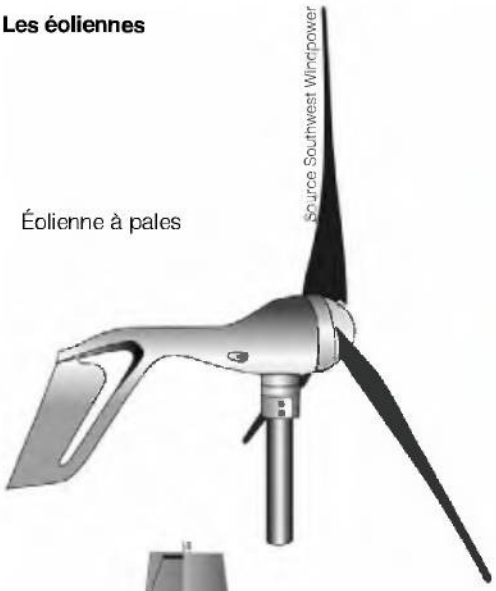
Les éoliennes provoquent peu de nuisances, y compris pour les oiseaux (comme le confirme la LPO, Ligue de Protection pour les Oiseaux), cependant les champs d'éoliennes peuvent être gênants sur certains sites, notamment, dans les couloirs de migration.

Le bruit émis par les pales est peu important à faible distance, même pour les grandes éoliennes. En effet, leurs pales tournent lentement (quelques tours par minute). La distance minimale prévue par la législation évite toute nuisance pour les habitations.

Une éolienne est un mécanisme en apparence basique mais qui requiert une haute technologie, car elle est soumise à de fortes contraintes (bourrasques, changements de direction du vent, tempêtes), aussi il est déconseillé de tenter d'en réaliser une soi-même. L'offre en petites éoliennes est peu fournie, mais on trouve des modèles à partir de 400 W pour un diamètre de pales de 1,15 m. Les éoliennes doivent être placées sur des mâts repliables pour l'entretien et en cas de nécessité.

Les éoliennes

Éolienne à pales



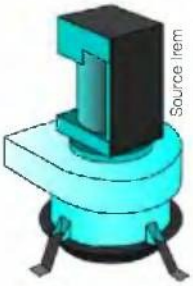
Source Southwest Windpower

Éolienne en spirale
à axe vertical

Source Windside

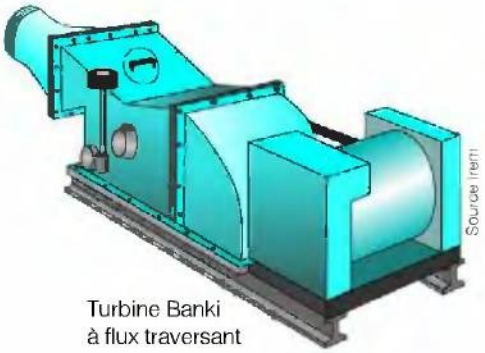
La microhydraulique

Les turbines



Source Irem

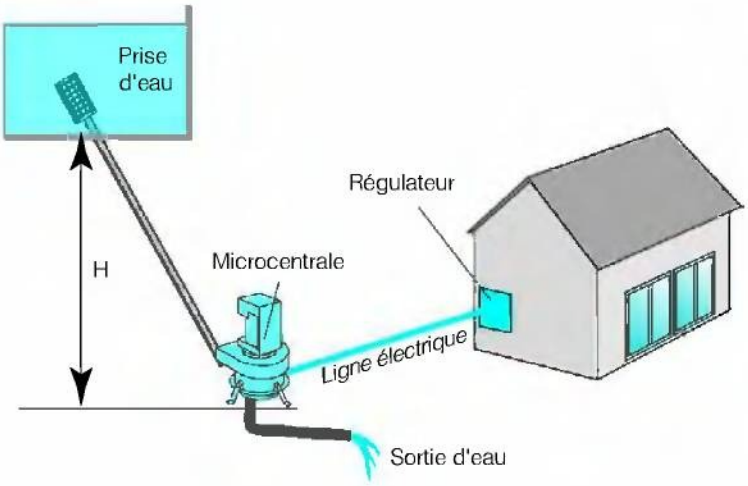
Turbine Pelton



Source Irem

Turbine Banki
à flux traversant

Le principe



Exemple de groupement de systèmes de production

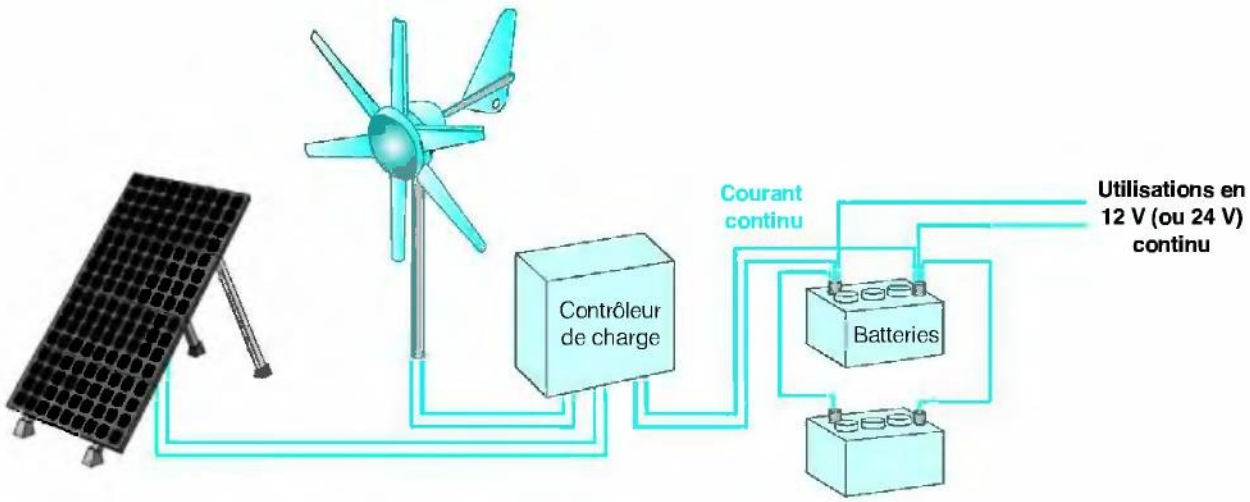


Figure 183 : Les énergies élolienne et microhydraulique

Pour pallier les petits défauts des éoliennes classiques, il existe d'autres types d'éoliennes (figure 182), à pales en spirale ou à axe vertical (figure 183). Leur forme a été étudiée et calculée pour permettre la production d'électricité dans des conditions climatiques extrêmes (grand Nord finlandais pour les éoliennes à axe vertical). La production d'électricité démarre même par des vents de 2 à 3 m/s, contre 4 à 5 m/s pour les éoliennes à pales classiques. Or, en moyenne, un vent de 3 m/s souffle cent jours par an dans l'intérieur des terres. La direction du vent n'a aucune importance pour ces types d'éoliennes, elles commencent à tourner d'où que provienne le vent. Elles ne comportent pas de mécanismes fragiles, il suffit de les graisser tous les trois à quatre mois. Globalement, elles sont donc plus productives, puisqu'elles tirent profit des vents les plus faibles et ne sont pas sujettes aux turbulences et changements de direction des vents tempétueux. Elles sont aussi plus chères, mais le marché de l'éolien se développe et les prix élevés des débuts tendent à diminuer.

Une éolienne à pales en spirale d'un diamètre d'un mètre environ peut atteindre une puissance crête de 3,5 kW pour un vent de 24 m/s.

Après le vent, il est une autre force naturelle, l'eau. Les barrages hydroélectriques exploitent sa puissance à grande échelle. Sur le même principe, il est possible de tirer profit de cette énergie à un niveau beaucoup plus modeste, grâce aux microcentrales hydroélectriques.

Elles sont conçues pour exploiter les petits cours d'eau. La solution consiste à créer une prise d'eau dans un cours d'eau ou une réserve et de la canaliser dans une conduite forcée jusqu'à la microcentrale située en contrebas. Plus grands sont la hauteur et le débit, plus importante est la quantité d'énergie produite. Ainsi, pour une hauteur de chute de 20 m et un débit de 10 l/s, il est possible d'atteindre 1 kW de puissance, soit 24 kWh par jour !

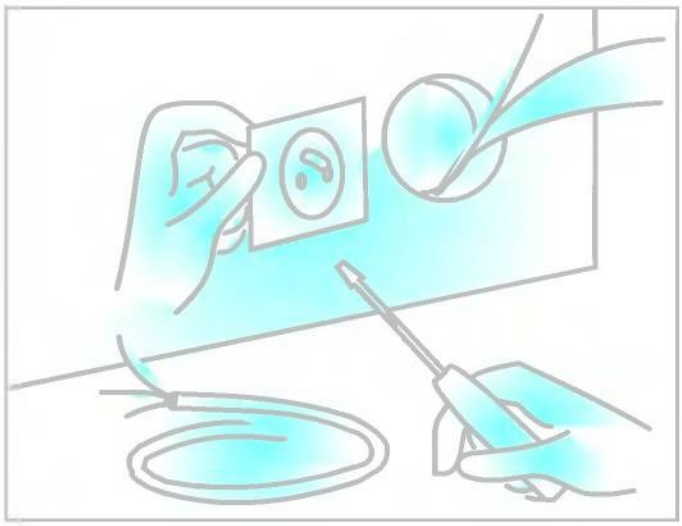
Il existe deux types de microcentrales (figure 183), les turbines Pelton, conçues pour des chutes de 20 à 180 m et des débits de 0,5 à 100 l/s et les turbines Banki à flux traversant adaptées à des chutes de 7 à 60 m et des débits de 20 à 800 l/s. Elles comportent généralement des systèmes de régulation intégrés délivrant directement du courant 230 V~ 50 H. Si la quantité de courant produite est plus importante que les besoins, elle peut être déviée vers un système dispersif pour produire de la chaleur (eau chaude sanitaire, chauffage) ou envoyée vers le réseau. Des réglages manuels permettent d'intervenir sur le débit de l'eau afin d'adapter la turbine à d'éventuelles variations saisonnières de débit.

Attention, avant d'équiper un cours d'eau, même s'il passe dans votre propriété, il faut obtenir une autorisation administrative.

Les aides et les financements

Selon votre projet et votre démarche, diverses solutions sont possibles si vous souhaitez devenir microproducteur. Naturellement, vous pouvez coupler les sources de production, par exemple, une éolienne et des panneaux photovoltaïques, par le biais d'un contrôleur de charge. Selon le prix de rachat en vigueur, vous aurez intérêt à consommer

directement l'énergie produite ou à la revendre entièrement au distributeur pour racheter de l'électricité du réseau. Votre production profitera alors aux autres utilisateurs connectés.
Des aides sont possibles, de l'Europe, des régions et de l'Ademe. Si vous faites appel à un installateur, vous bénéficiez également des conditions de TVA réduite. Le montant total des aides que vous pouvez obtenir peut atteindre jusqu'à 80 % du coût global. Toutefois, la puissance totale installée pour un particulier ne doit pas dépasser 5 kW.
Pour plus de renseignements, adressez-vous à la Direction régionale de votre Ademe locale ou à l'association Hespul qui pourra vous guider dans les démarches nécessaires.
Pour connaître les adresses utiles, consultez notre annuaire accessible sur le web à l'adresse : www.commeunpro.com/annuaire, rubrique Énergies renouvelables (enren).



Les mises en œuvre

Nous abordons à présent la partie pratique et technique de cet ouvrage. Cette première section présente l'outillage nécessaire, le matériel à utiliser et les petits tours de main qui vous seront indispensables pour la réalisation d'une installation électrique. Les mises en œuvre présentées sont conformes aux dispositions de la norme NF C 15-100. Respectez-les quelle que soit la nature de votre projet (neuf, rénovation, extension). Ne commencez pas la réalisation de votre 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 bon bricoleur en possède déjà une bonne partie. Des outils plus sophistiqués sont utiles pour les installations encastrées. Leur coût ne se justifie pas pour une seule installation, aussi il est judicieux de les louer.

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 (figure 184) ;

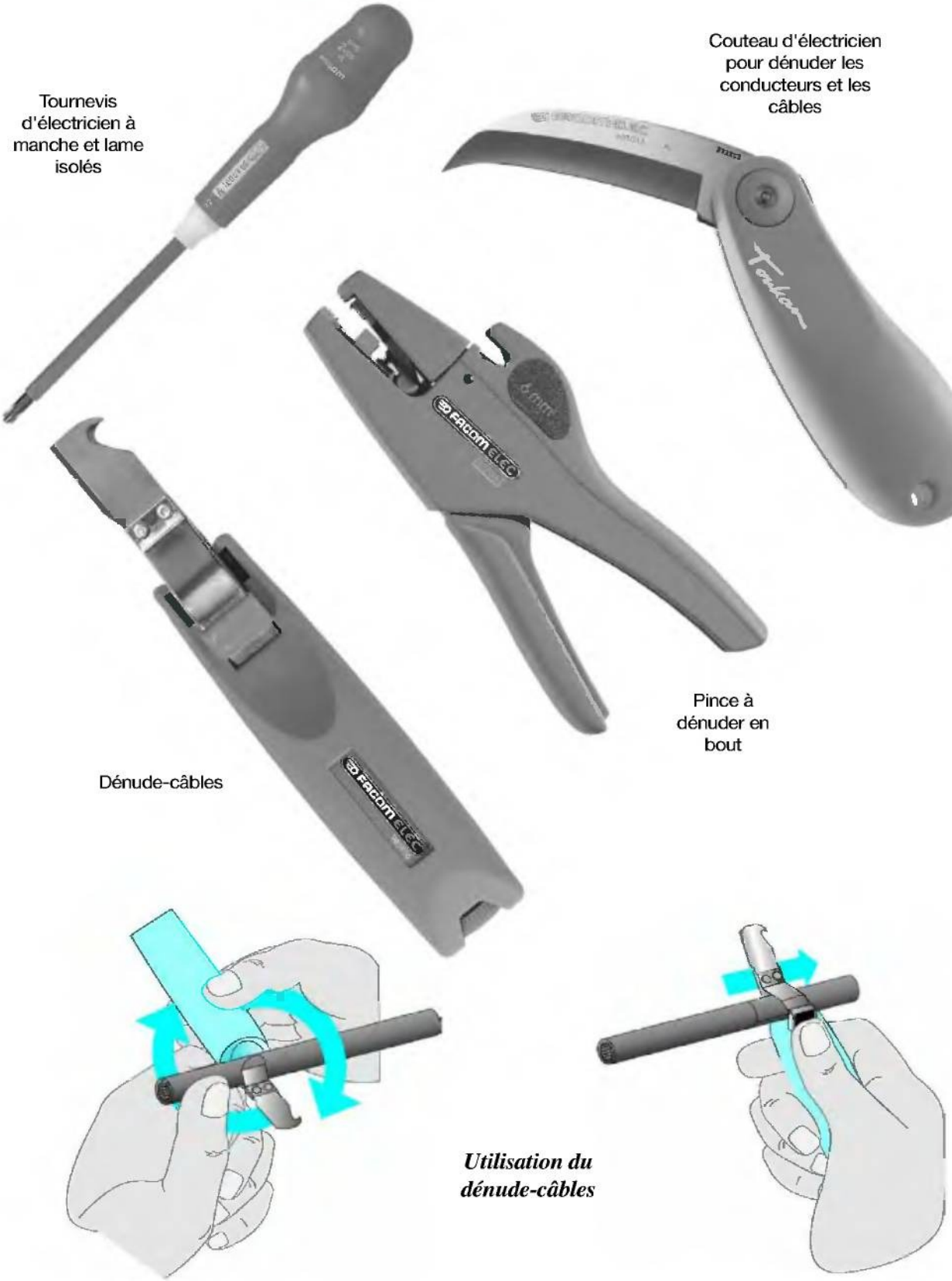


Figure 184 : Les outils spécifiques de l'électricien

- au moins deux tournevis Pozidriv ou Phillips en diverses tailles ;
- un tournevis testeur ;
- une pince universelle à manche isolé ;
- une pince coupante en diagonale à manche isolé ;
- une pince à dénuder isolée ;
- 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 de base mais, selon le type d'installation que vous désirez réaliser, d'autres outils sont nécessaires. Vous aurez certainement besoin d'un multimètre électrique multifonction (figure 185). 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. Les appareils présentés sont professionnels, il existe des modèles plus simples dans des gammes de prix abordables.

Un autre appareil de mesure est requis : le testeur d'installation électrique (voir figure 288, page 338). 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 électricien pour effectuer ces mesures ou adressez-vous à un loueur spécialisé.

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 si les coupes ne sont pas à 45° ;
- du matériel de fixation pour la moulure, à savoir des clous de 30 x 1 mm (pour la fixation dans le plâtre) ou une agrafeuse électrique (figure 186) 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 de taille 4 x 20 et 4 x 30 permettent de fixer bon nombre d'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) qui sont 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 ;

Multimètre numérique

Pince ampèremétrique multifonction

Testeur de tension à diodes

Multimètre analogique

Figure 185 : Les appareils de mesure de l'électricien

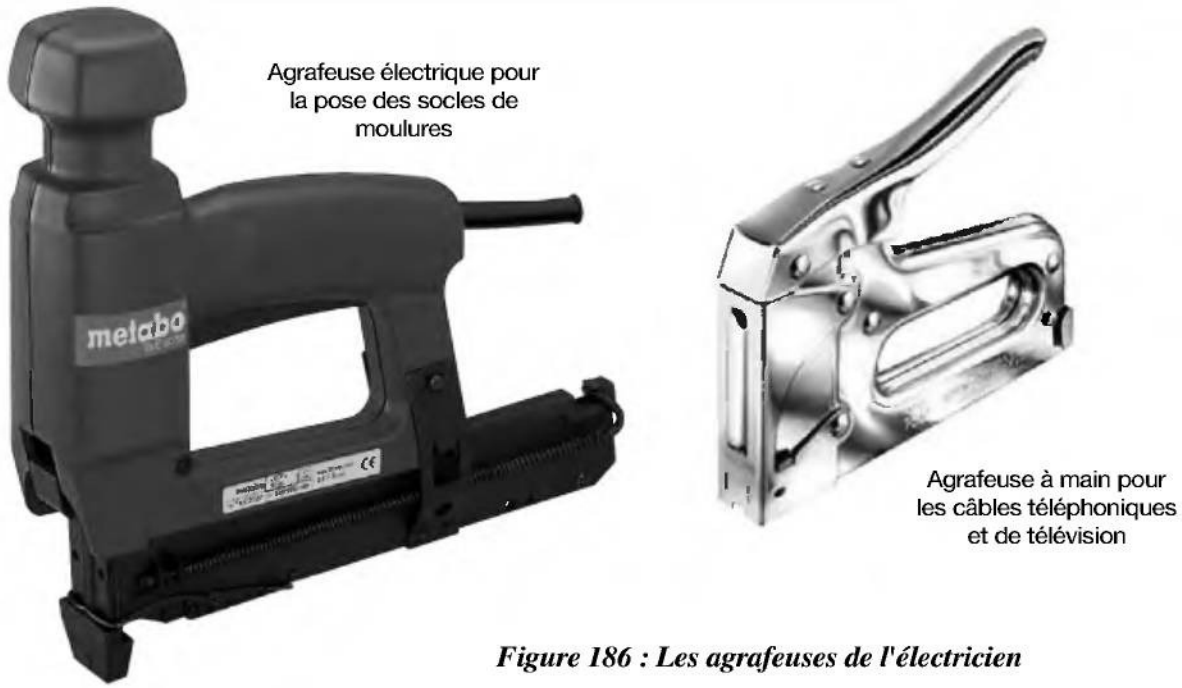


Figure 186 : Les agrafeuses de l'électricien

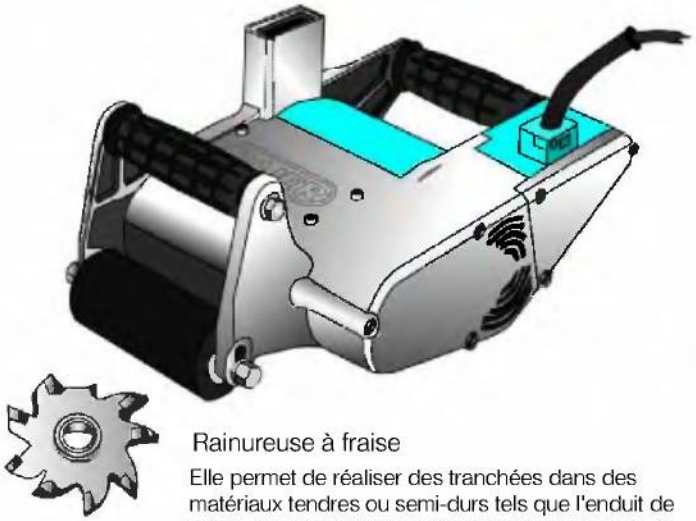
- un ciseau à briques ;
- une massette ;
- un vieux ciseau à bois qui sera très utile pour les encastrements dans les cloisons ;
- des clous pour maintenir les conduits dans les saignées.

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 187).

Pour réaliser des saignées dans les parois, il est pratique d'utiliser des appareils

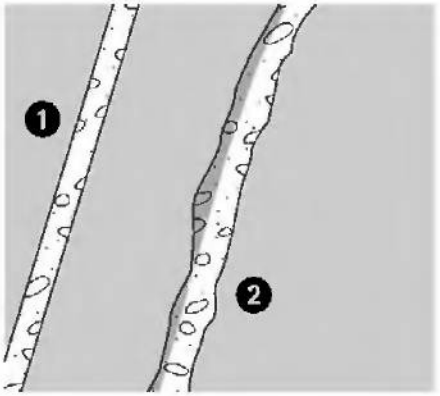
Figure 187 : Les scies cloche

Appareils électroportatifs pour la réalisation de saignées d'encastrement

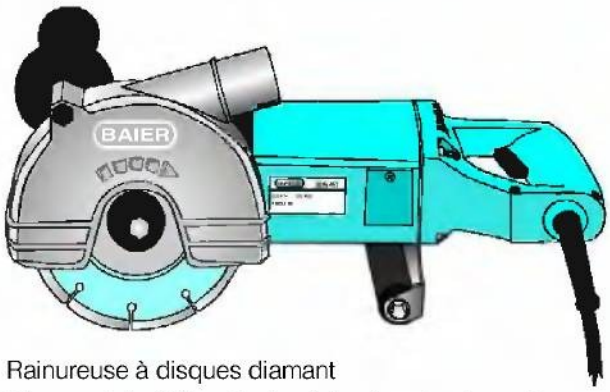


Rainureuse à fraise

Elle permet de réaliser des tranchées 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).

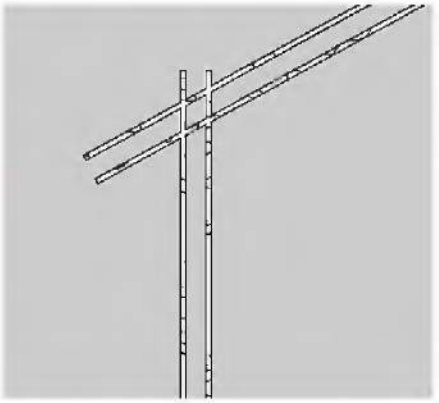


1- Exemple de saignée dans un matériau tendre.
2 - Exemple de saignée dans un mur enduit de plâtre.



Rainureuse à disques diamant

Elle permet de réaliser des tranchées dans tous types de matériaux, des plus tendres aux plus durs : brique pleine, parpaing, pierre, béton.
Elle autorise des saignées de 7 à 45 mm de profondeur (selon le réglage de hauteur des rouleaux) et de 7 à 35 mm de largeur (selon le réglage d'écartement des disques). Elle doit obligatoirement être utilisée avec un aspirateur.



La rainureuse à disques diamant réalise des coupes parallèles. Il est nécessaire ensuite d'évider la saignée au marteau et au burin.

Gouge

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.

Figure 188 : Les rainureuses

spécialisés : les rainureuses à fraise ou à disque en diamant (figure 188). Les premières conviennent pour les matériaux tendres ou peu durs (carreaux de plâtre, béton cellulaire, brique creuse), les secondes sont destinées à tous les types de matériaux, y compris le béton. Attention, ces machines engendrent une quantité impressionnante de poussière fine. Il est impératif de les raccorder à 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.
Si vous avez peu de saignées à réaliser dans un matériau dur, vous pouvez opter également pour une gouge montée sur un perforateur burineur.
Pour faire du plâtre, il faut posséder au minimum :

- une truelle de plâtrier ;
- une langue de chat ;
- une truelle Berthelet ;
- une auge de maçon.

Il est également indispensable de se munir d'une perceuse à percussion ou d'un marteau perforateur (si vous devez effectuer des percements dans le béton).
Vous devrez posséder des forets à matériaux de taille adaptée aux chevilles et d'autres plus gros adaptés au diamètre des conduits que vous aurez à passer (pour les traversées de murs, par exemple).

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 peu 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 bonne qualité et de présenter de bonnes performances 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 189). 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 Electromagnétique en matière d'environnement électromagnétique. Le marquage CE ne garantit pas que les produits ont été préalablement testés en laboratoire et n'atteste pas d'un niveau de performance, ni de son aptitude à la fonction, contrairement à la marque NF.

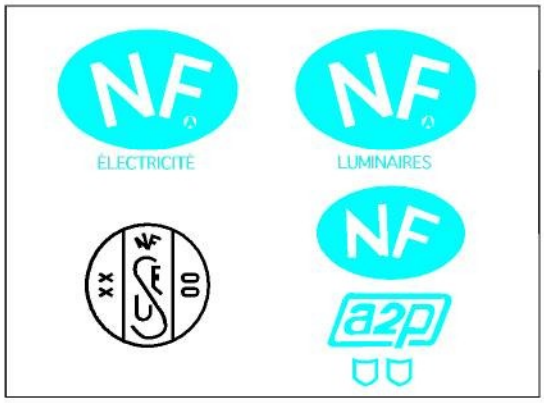


Figure 189 : Les logos NF

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 190) 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), multibrins (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.

Figure 190 : Bobine de conducteur isolé

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 de 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 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 (figure 191).
Il existe donc un vaste choix selon la section, le nombre de conducteurs, la rigidité et les diverses protections extérieures. Il existe également des câbles plus spécifiques destinés, par exemple, à l'antenne de télévision ou au téléphone.

La dénomination

La dénomination sert, grâce à un code établi, à préciser les caractéristiques d'un conducteur 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 in-

Fils et câbles domestiques

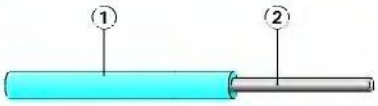
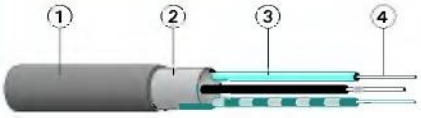
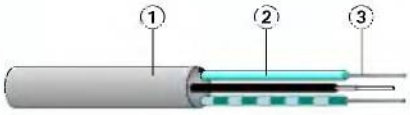
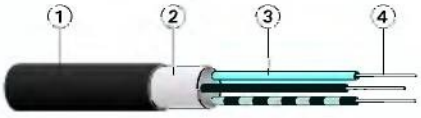
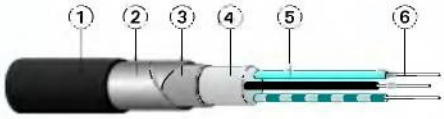
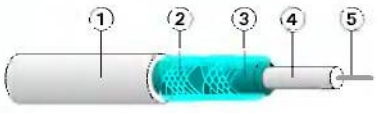
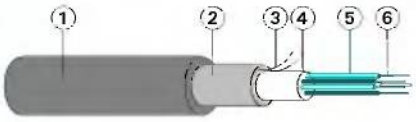
Type	Schéma	Constitution	Sections
H 07V-U **H 07V-R** **H 07V-K**		① isolant en PVC ② U : âme rigide en cuivre R : âme rigide câblée en cuivre K : âme souple en cuivre	U : de 1,5 à 4 mm² R : de 6 à 300 mm² K : de 0,75 à 95 mm²
A 05VV-U **A 05VV-R** **ou** **FR-N 05VV-U** **FR-N 05VV-R**		① enveloppe en PVC ② gaine de bourrage ③ isolant en PVC ④ U : âme rigide en cuivre R : âme rigide câblée	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 gaine 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 élastoplastique 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 tresses de cuivre ③ feuillard de cuivre ④ isolant ⑤ âme en cuivre	Pour circuits d'antennes de télévision
CABLE **PTT 278** **SYS SYT**		① gaine en PVC ② étanchéité ③ fils de continuité et de déchirement ④ rubans hydrofuges ⑤ isolant en polyéthylène ⑥ âme en cuivre	0,6 mm² de 1 à 56 paires. Type 4 paires pour installations téléphoniques domestiques

Figure 191 : Les conducteurs électriques

ternationale. 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 mm^2.
H indique que le conducteur est harmonisé ;
07 indique la tension nominale (700 volts maximum),
V indique la nature de l'isolant (PVC),
U indique une âme rigide massive (il est noté aussi R pour une âme rigide multibrins et K pour une âme souple).
Pour un câble multiconducteurs 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 x 1,5, 1,5 indiquant la section des âmes des conducteurs.

On trouve dans le commerce des câbles A 05 VV-U 3 G 1,5 mm^2 (CENELEC) et des câbles U 1000 RVFV 2 x 10 mm^2 (UTE).
La figure 191 illustre les conducteurs les plus couramment utilisés dans les installations domestiques.

Les profilés

Le passage des conducteurs et câbles s'effectue souvent en apparent sous des profilés en plastique appelés moulures, goulottes ou plinthes électriques (figure 192). 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 C 68-104 (*Systèmes de profilés utilisés pour le cheminement des conducteurs et*

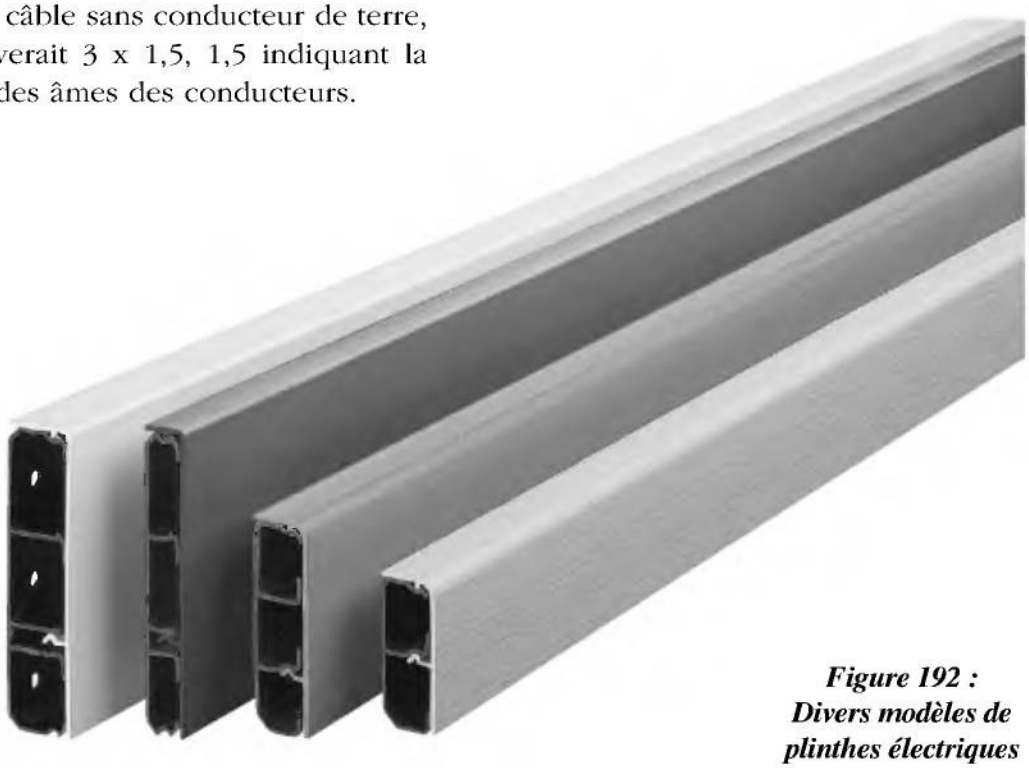


Figure 192 : Divers modèles de plinthes électriques

câbles : règles), qui garantit une protection mécanique suffisante et l'impossibilité de démonter le couvercle sans l'aide d'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 et doivent répondre à la norme NF C 68-102 ;
- les plinthes en plastique qui viennent en remplacement des plinthes traditionnelles et permettent le passage des conducteurs électriques (figure 193) ;
- les plinthes, les moulures et les chambranles en bois. Ils ne sont autorisés que dans les monuments historiques et doivent répondre à la norme NF C 68-091 (Plinthes, moulures et chambranles en bois : règles et dimensions).

Figure 193 : Appareillage pour plinthe

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 194 donne un aperçu des divers profilés et de leur domaine d'application.

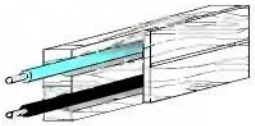
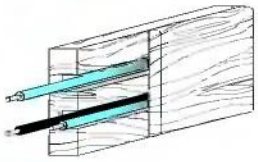
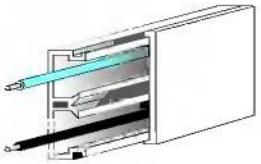
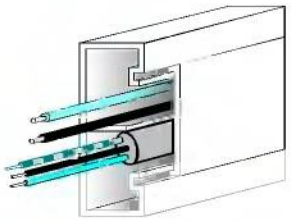
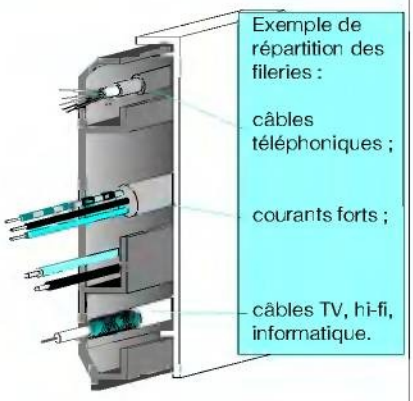
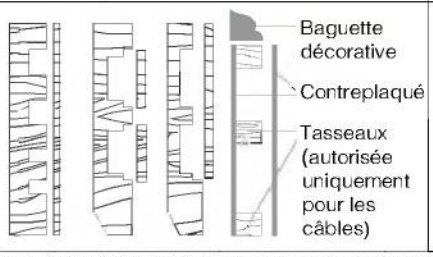
Les conduits

Selon leur type, ils sont destinés à assurer la protection des conducteurs dans les montages apparents ou encastrés. Ils doivent être conformes à la norme NF EN 50086-1 qui assure la protection homogène tout le long des conduits et la protection de leurs accessoires. 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.

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).
La figure 195 illustre les conduits les plus fréquemment utilisés.

Moulures et plinthes

TYPE		Locaux secs (1)	Locaux temporairement humides (2)	Locaux humides (3)
		INSTALLATION		
MOULURE BOIS		Déconseillé (a)	Interdite (b)	Interdite (b)
CHAMBRANLE RAINURÉ BOIS		Déconseillé (a)	Interdite (b)	Interdite (b)
MOULURE PLASTIQUE		Autorisée	Autorisée	Interdite (b)
GOULOTTE PLASTIQUE		Autorisée	Autorisée	Interdite (b)
PLINTHE PLASTIQUE		Autorisée	Autorisée	Interdite (b)
PLINTHES BOIS		Déconseillé	Interdite (b)	Interdite (b)

(a) autorisé uniquement dans les monuments historiques. (b) autorisé comme protection d'un conducteur de terre.

(1) Séjour, chambre, entrée, grenier.
(2) Cuisine, salle d'eau (volumes 2 et 3 sous certaines conditions), caves, cellier, garage. Pour les volumes de la salle d'eau, reportez-vous à la section consacrée à cette pièce.
(3) Buanderie, volumes 0 et 1 de la salle d'eau.

Figure 194 : Moulures, plinthes et profilés

Tubes et conduits

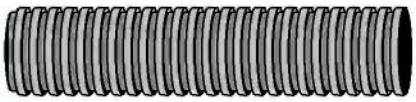
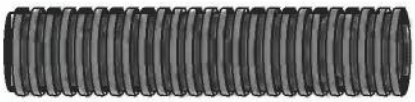
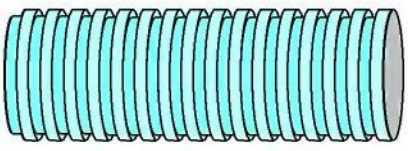
Type	Schéma	Caractéristiques	Diamètre (mm)	Utilisation
ICA **3321** (anciennement ICO)		Isolant Cintrable Annelé IP 44 Non propagateur de la flamme Couleur grise	**16** **20** **25** **32** **40** **50** **63**	En apparent Encastré dans une saignée (murs)
ICTA **3422** (anciennement ICT)		Isolant Cintrable Transversalement élastique Annelé IP 44 Non propagateur de la flamme Couleurs : gris, noir, bleu, vert.	**Idem**	Universelle : — en apparent ; — encastré dans une saignée ; — noyé dans le béton.
ICTL **3421** (anciennement ICD)		Isolant Cintrable Transversalement élastique Lisse Couleur grise Non propagateur de la flamme	**Idem**	En apparent Encastré dans une saignée (murs, planchers) Peu utilisée
ICTL **orange** (anciennement ICD)		Isolant Cintrable Transversalement élastique Lisse Couleur orange Propagateur de la flamme	**Idem**	Interdite en apparent Noyé dans le béton (murs, planchers) Peu utilisée
IRL **3321** (anciennement IRO)		Isolant Rigide Lisse IP 42 Couleur grise ou blanche	**Idem**	Généralement en apparent Encastré dans une saignée (murs)
MRL **5557** (anciennement MRB)		Tube en acier (inox ou zingué) Métallique Rigide Lisse	**Idem**	En apparent, en cas de fortes contraintes mécaniques : parking public, usine, exploitation agricole.
TPC (Tube pour Protection des Câbles)		Tube isolant, cintrable, double paroi, annelé extérieur, lisse intérieur. IP 44 Rouge : électricité Verte : télécom. Bleue : télédistribution	**40** **50** **63** **75** **90** **110** **125** **160**	Pose enterrée

Figure 195 : Les principaux types de conduits électriques

Les conduits ICTL orange sont propagateurs de la flamme et doivent être noyés dans des matériaux incombustibles. Ils sont donc formellement interdits en montage apparent.

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. On peut les installer en montage apparent intérieur ou extérieur, encastré dans les murs et planchers, avant ou après la construction. Ils sont gris, bleus, verts ou marron. Ils sont commercialisés avec ou sans tire-fils. Certains fabricants commercialisent 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 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, verts pour les lignes de télécommunication et se présentent en couronne ou en barre. Ils sont cintrables (C) ou normaux (N).

Figure 196 : Prise de communication et prise de courant

L'appareillage

Qu'il soit encastré ou en saillie, l'appareillage choisi devra être, lui aussi, conforme aux normes. Il existe un vaste choix de couleurs et de formes différentes au goût de chacun (figure 196).
L'appareillage encastré dispose de deux moyens de fixation, à vis et à griffes. Les prises de courant encastrées par fixation à griffes sont interdites depuis 2004.
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. 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 petits trucs

Réaliser une installation électrique nécessite de maîtriser aussi certains tours de main qui ne relèvent pas strictement du domaine de l'électricité, tout en étant à la portée du bricoleur. 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 197). Les baguettes électriques en bois étaient fréquemment utilisées pour la distribution des conducteurs. Que la nouvelle installation soient 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 aussi 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 198). 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,

1 - Retirez les couvercles avec un vieux ciseau à bois.

4 - Utilisez un grattoir pour supprimer les aspérités.

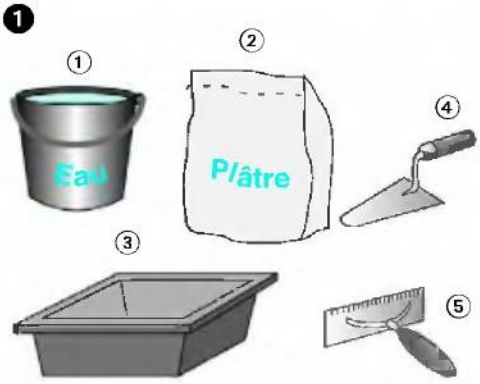
2 - Retirez les conducteurs, puis déposez les socles.

5 - Retirez également les anciens boîtiers.

3 - Utilisez des gants pour vous protéger des clous.

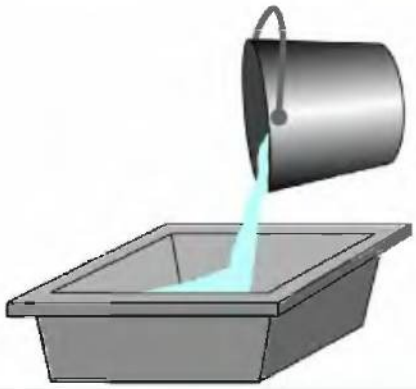
6 - Attachez les baguettes en fagot avec du fil électrique.

❶



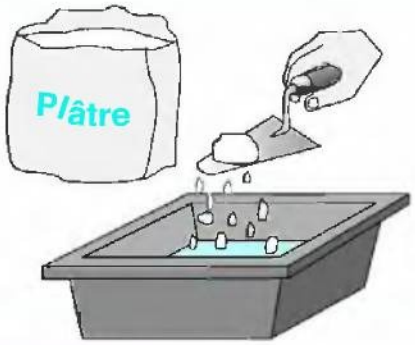
Matériel nécessaire : de l'eau (1), du plâtre de Paris (2), une auge de maçon (3), une truelle (4) et une truelle Berthelet.

❷



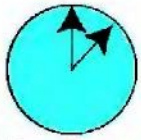
Versez de l'eau dans l'auge en fonction de la quantité de plâtre désiré.

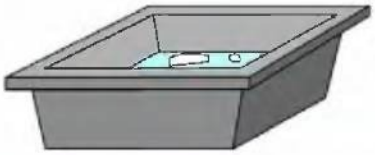
❸



Saupoudrez le plâtre dans l'eau jusqu'à la formation de petits îlots que l'eau ne semble plus pouvoir absorber.

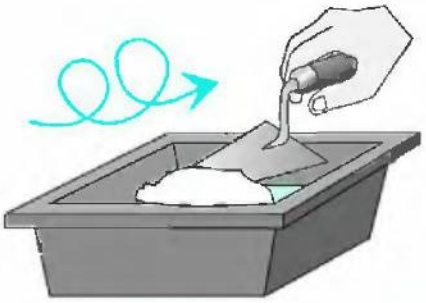
❹





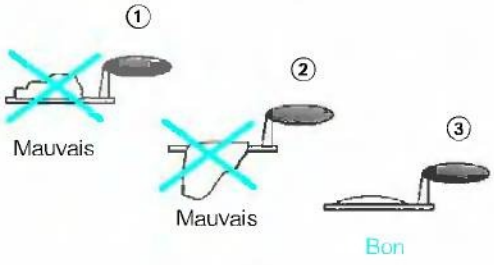
Laissez reposer une à deux minutes le temps que le plâtre s'imbibe.

❺



Mélangez en effectuant un mouvement circulaire du poignet jusqu'à l'obtention d'un mélange crémeux.

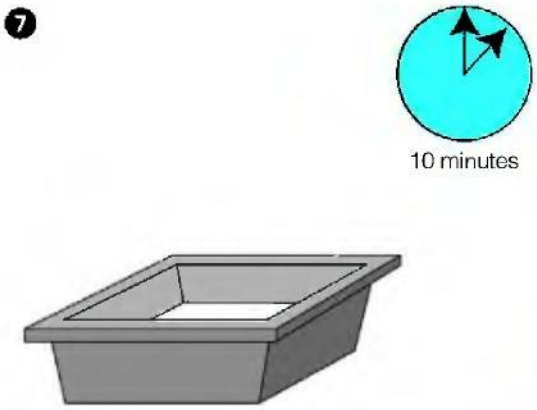
❻



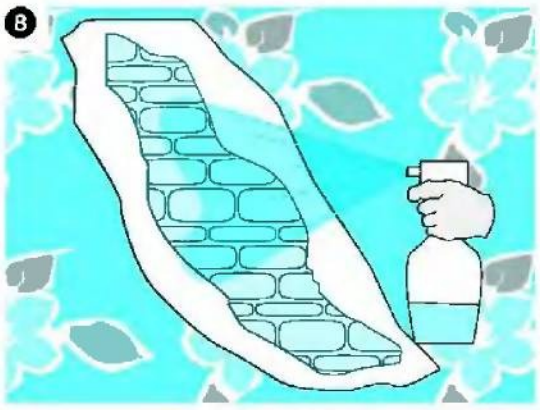
Vous pouvez vérifier si vous avez obtenu la bonne consistance en plongeant la truelle dans le plâtre. La consistance 3 doit être obtenue.

◀ ***Figure 197 :***
Dépose d'une installation ancienne

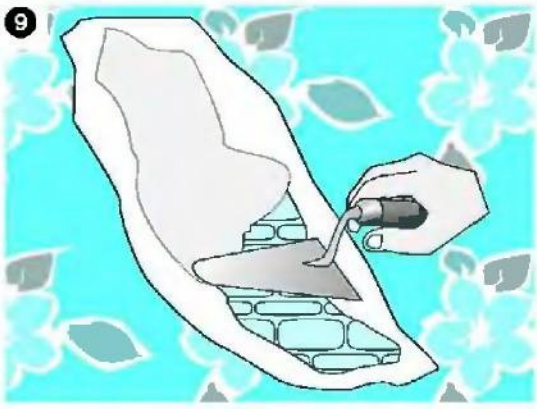
▲ ***Figure 198 :***
Faire du plâtre



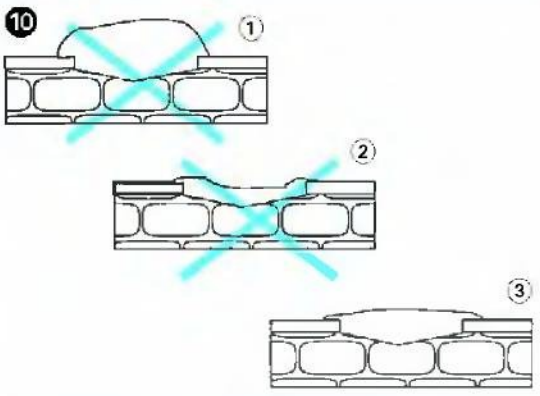
Laissez reposer le mélange pendant une dizaine de minutes.



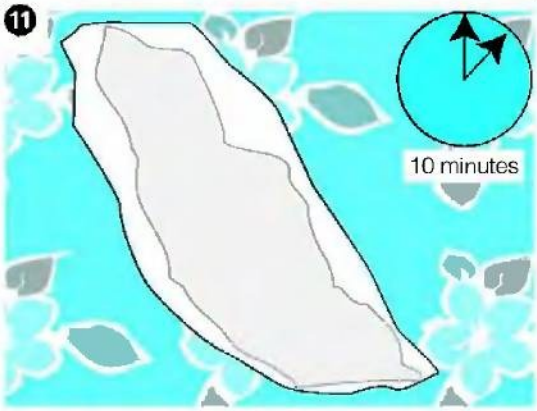
Pendant ce temps, humidifiez l'endroit où vous allez faire le raccord. Retirez éventuellement le papier peint aux abords de la saignée.



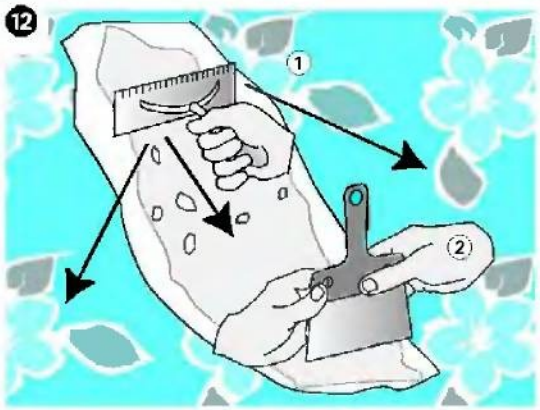
Appliquez le plâtre sur le raccord sans hésiter à déborder. Pressez-le pour qu'il adhère parfaitement au fond de la saignée.



Lors de l'application, le résultat obtenu devra correspondre à l'exemple 3.



Attendez 10 à 15 minutes que le plâtre prenne.



Dégrossissez le raccord avec la Berthelet. Vous pouvez ensuite le peaufiner avec la tranche de la truelle ou avec un couteau à enduire.

Figure 198 (suite) : Faire du plâtre

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, 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. 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 rajouter d'eau pour le rendre plus liquide.

Le passage dans les conduits

Le passage des conducteurs dans les conduits (figures 199 et 200) 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 s'assembler pour obtenir des longueurs supérieures.

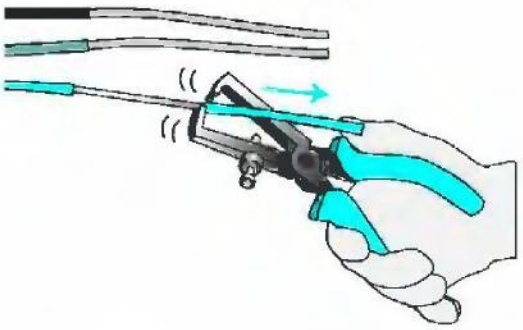
Le nombre de conducteurs dans un conduit ou dans un profilé est limité. La norme exige de laisser libre les 2/3 de la capacité du tube. Les tableaux des pages 237 et 238 présentent les sections d'occupation des conducteurs et les sections intérieures des conduits ainsi que des exemples du nombre de conducteurs que l'on peut installer en fonction du diamètre et du type de conduit utilisé.

Pour 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. Enroulez 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 200). 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.

Les connexions

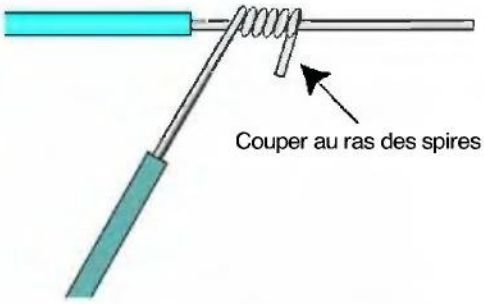
Il faut savoir qu'une ligne peut alimenter plusieurs points d'utilisation. Une ligne d'alimentation de prises, par exemple, peut alimenter jusqu'à huit prises. Pour

❶



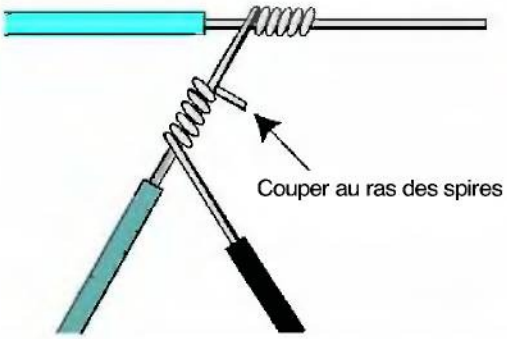
Dénudez les fils sur une quinzaine de centimètres.

❷



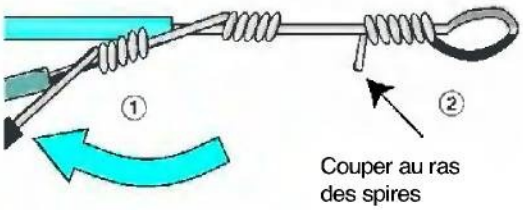
Prenez un premier fil et enroulez-le en spirale (bien serré) sur un autre à l'aide d'une pince universelle. Faites au moins 5 spires, puis coupez-le au ras de l'épissure.

❸



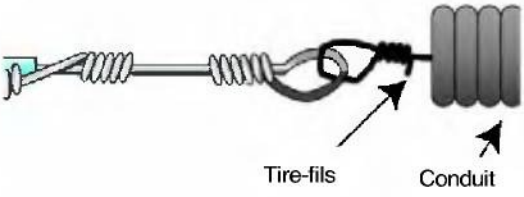
Enroulez un deuxième fil sur la partie dénudée de celui précédemment enroulé et ainsi de suite avec tous les fils.

❹



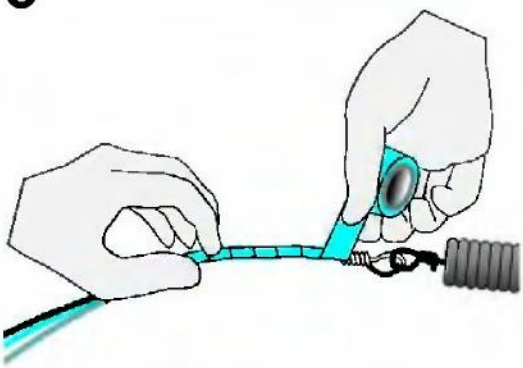
1 : repliez les fils de manière à former un faisceau.
2 : réalisez une boucle à l'extrémité du premier fil.

❺



Réalisez une boucle avec le tire-fil métallique du conduit ICTA ou, s'il n'existe pas, passez préalablement un fil H 07 V-U.

❺



Entourez tout le raccord de ruban adhésif d'électricien et tirez l'ensemble dans le conduit.

Figure 199 : Préparation des conducteurs pour le passage dans un conduit

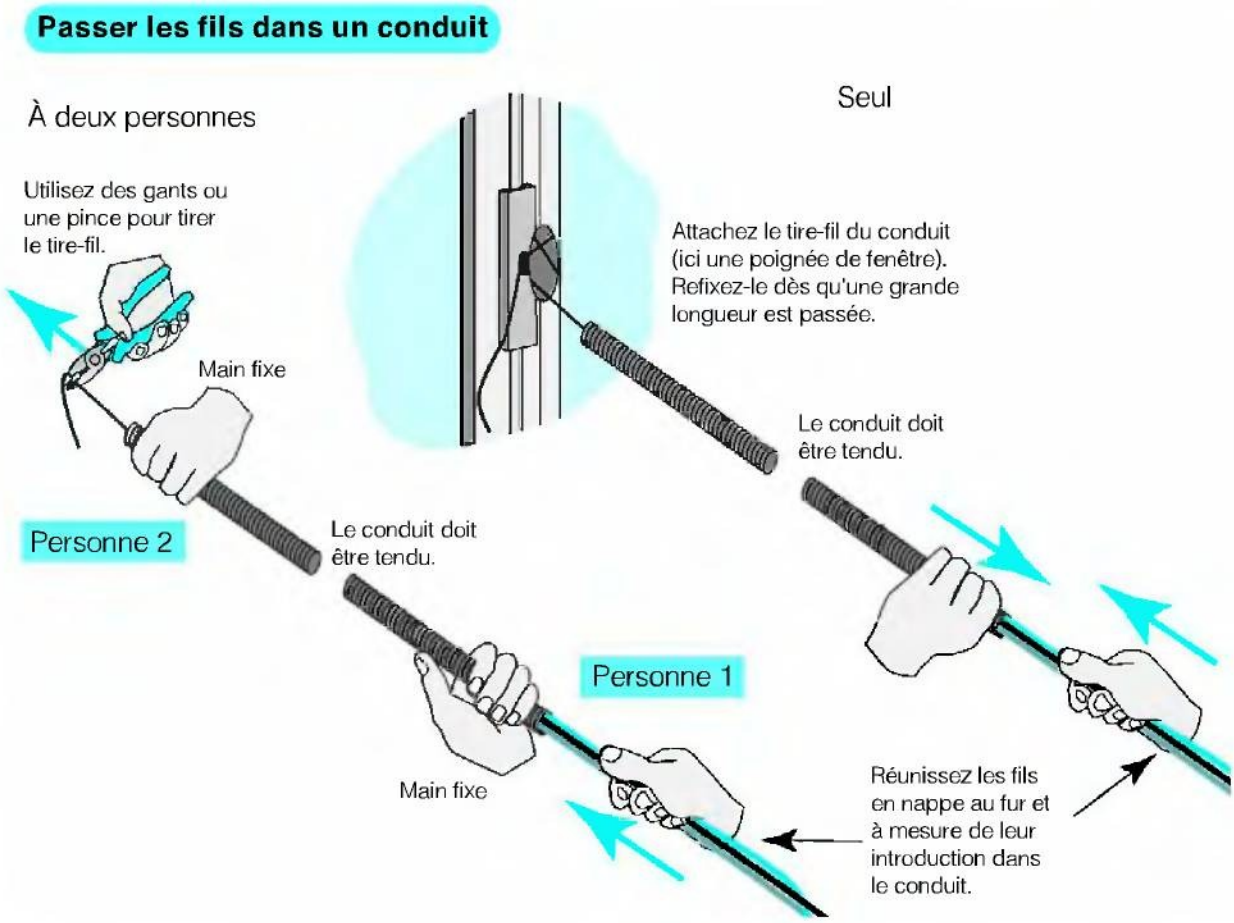


Figure 200 : Le passage des conducteurs dans un conduit

Dimensions utiles pour l'application de la règle de remplissage maximum de 1/3 de la section des conduits				
Conducteurs HO7 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

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

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
2 x 1,5 ou 3 x 1,5	**16**	**16**
4 x 1,5	**20**	**16**
5 x 1,5	**20**	**16**
6 x 1,5	**20**	**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**

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.

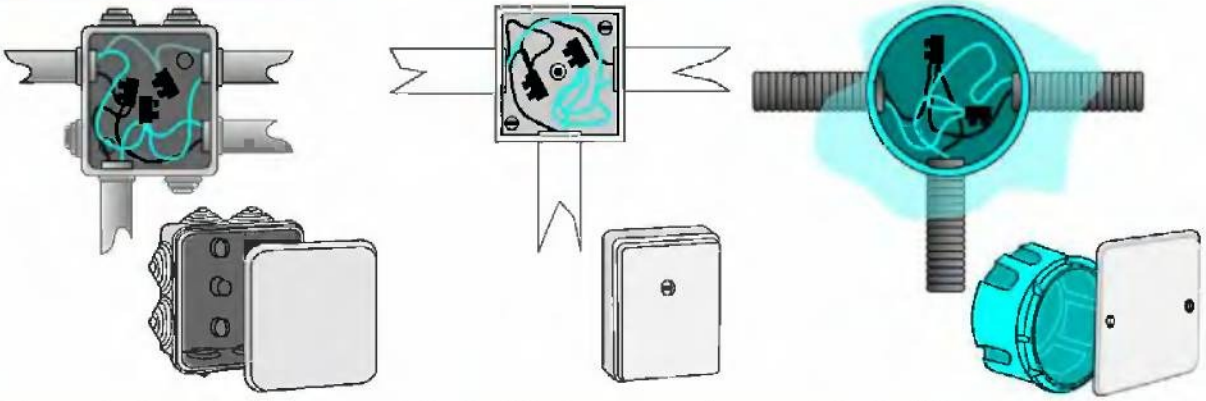
Les connexions (figure 201) peuvent également être réalisées dans des boîtes de connexion ou de dérivation, dans les boîtes d'encastrement de l'appareillage ou dans des profilés (moulures, plinthes), lorsque leurs dimensions le permettent.
Les connexions sont assurées au moyen de barrettes de connexion (dominos), de borniers ou de connecteurs sans vis.
Les épissures (figure 202), 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 201 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 ou de papier) 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 sont interdites dans les volumes 0 à 2 de la salle de bains ;

Les connexions autorisées

Les boîtes de dérivation

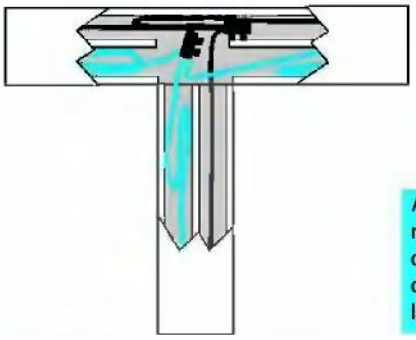


Boîte en plastique étanche pour tubes posés en apparent (IRL)

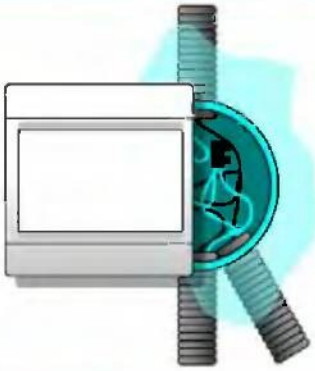
Boîte de dérivation pour moulures en plastique

Boîte de dérivation encastrée

Connexions dans les goulottes



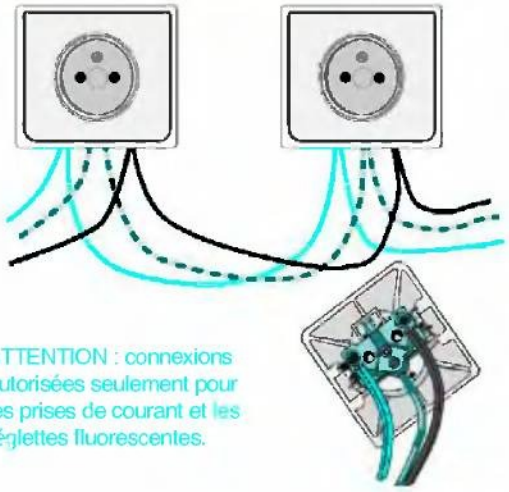
Connexions dans les boîtes d'encastrement de l'appareillage



ATTENTION : ces 2 solutions ne sont autorisées que si les dimensions de la moulure ou de la boîte permettent de loger largement les connexions.

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

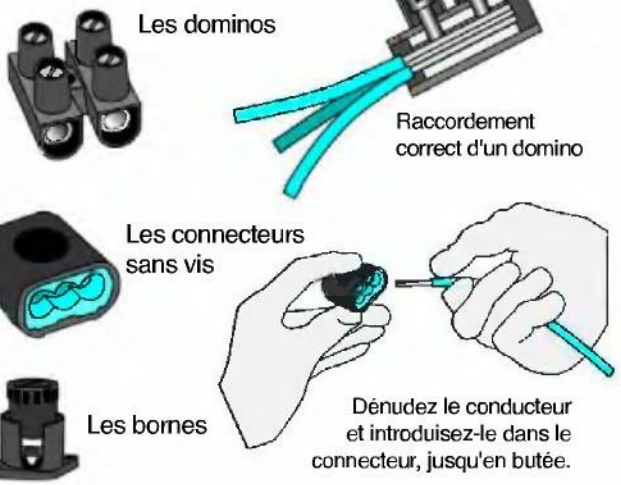


Figure 201 : Les connexions

Figure 202 : Une ancienne épissure (interdit)

- toute canalisation encastrée doit se terminer dans une boîte de connexion (luminaires, convecteurs et certains appareils ménagers).

Pour l'alimentation des appareils fixes (convecteurs, 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 votre 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 ;
- 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.

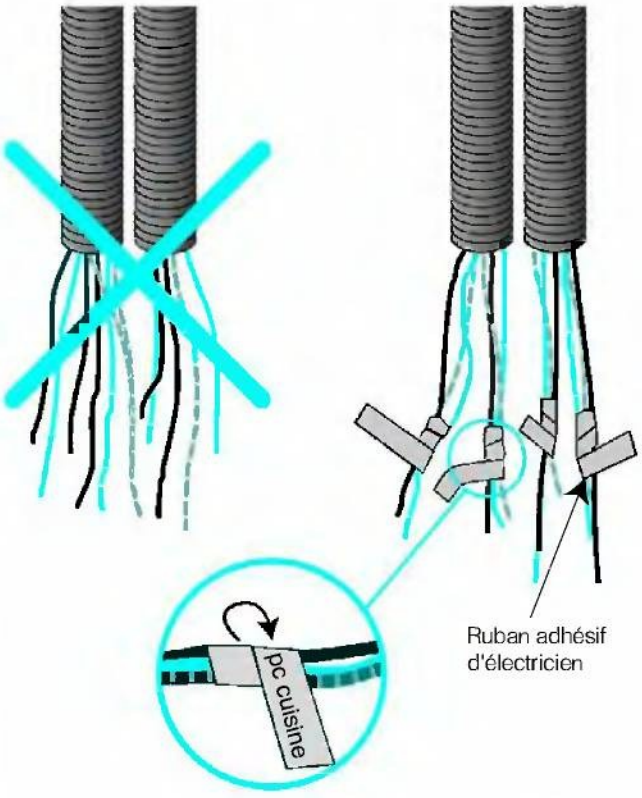


Figure 203 : Le repérage des lignes

La façon la plus simple est d'identifier chaque ligne avec du ruban adhésif isolant que vous laissez dépasser de 4 ou 5 centimètres, et sur lequel vous inscrivez la destination de la ligne (voir figure 203).

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. Votre plan est terminé et vous savez exactement où placer les appareillages, comme expliqué dans la deuxième partie. Nous allons à présent passer en revue les méthodes de pose les plus couramment utilisées, le matériel nécessaire ainsi que les règles à respecter.

Traversée de murs et de planchers :

Dans tous les cas de figure, la traversée d'un mur ou d'un plancher doit être réalisée sous un fourreau présentant un degré de protection au moins égal à 5.

La pose apparente

La pose apparente ou en saillie est la plus simple à réaliser. 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 page suivante 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 donner lieu à des condensations (par exemple, 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 conducteurs 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 correctement isolées contre leurs effets.

Montage apparent des câbles

Les règles à respecter :

- utilisez uniquement des câbles (souples, rigides ou blindés). Les plus utilisés sont de type FR-N 05 VV-U, A05 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 ;
- les rayons de courbure doivent respecter les valeurs du tableau de la page 243 pour préserver les câbles et les isolants ;
- pour tout croisement (ou cheminement) avec une autre canalisation non électrique, on devra respecter constamment une distance de 3 cm (voir figure 204) ;

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 V V - 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	24	02						
- Volume 2	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						
W.-C.	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

Règles d'intallation 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

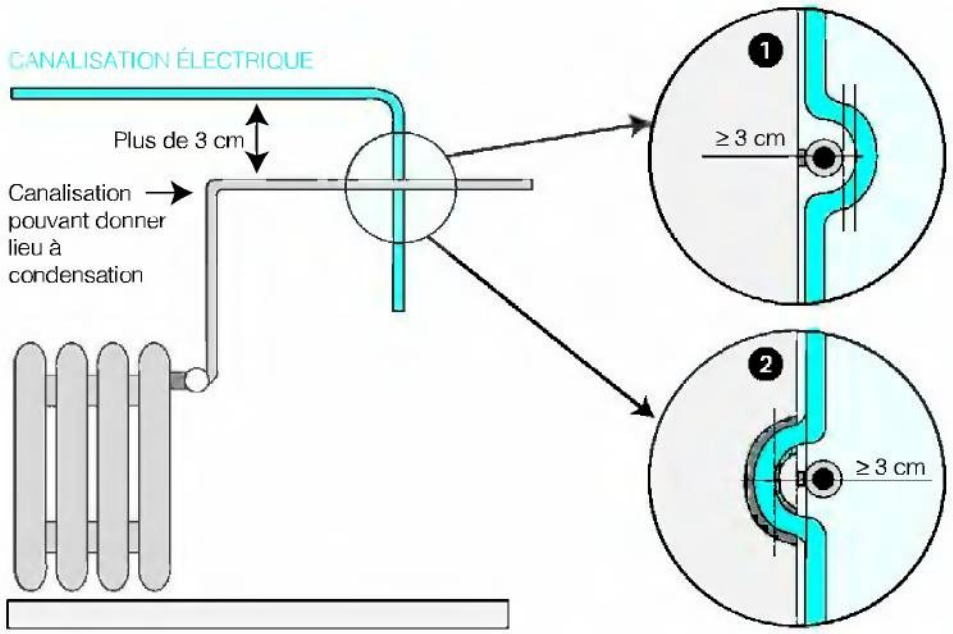


Figure 204 : Règles de croisement des canalisations

- 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 ;
- réaliser 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 ;
- pour la traversée d'une paroi (figure 205), protégez le câble sur tout le passage avec un morceau de gaine ;
- lors de la traversée d'un plancher, le conduit de protection doit dépasser de plusieurs centimètres l'épaisseur

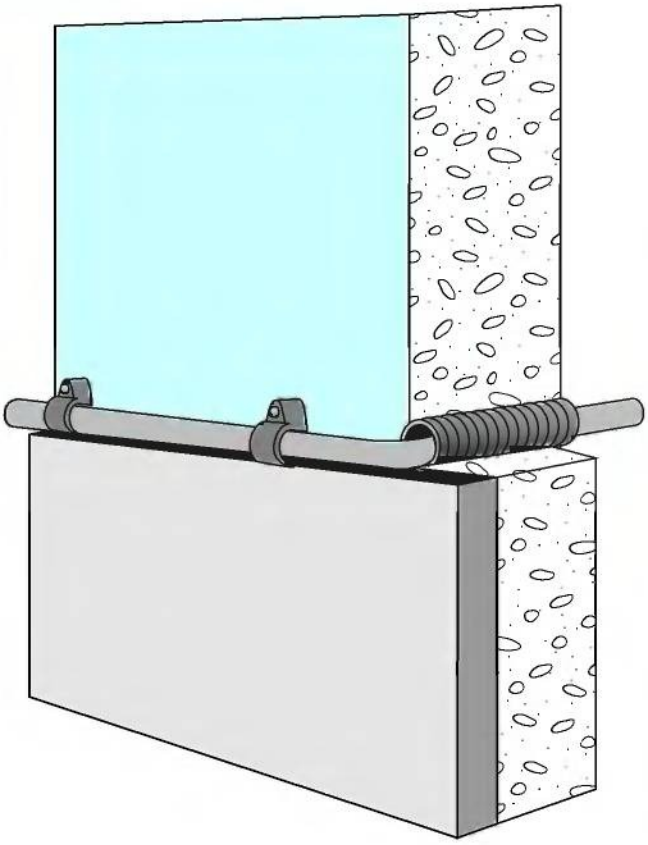


Figure 205 : Traversée des parois

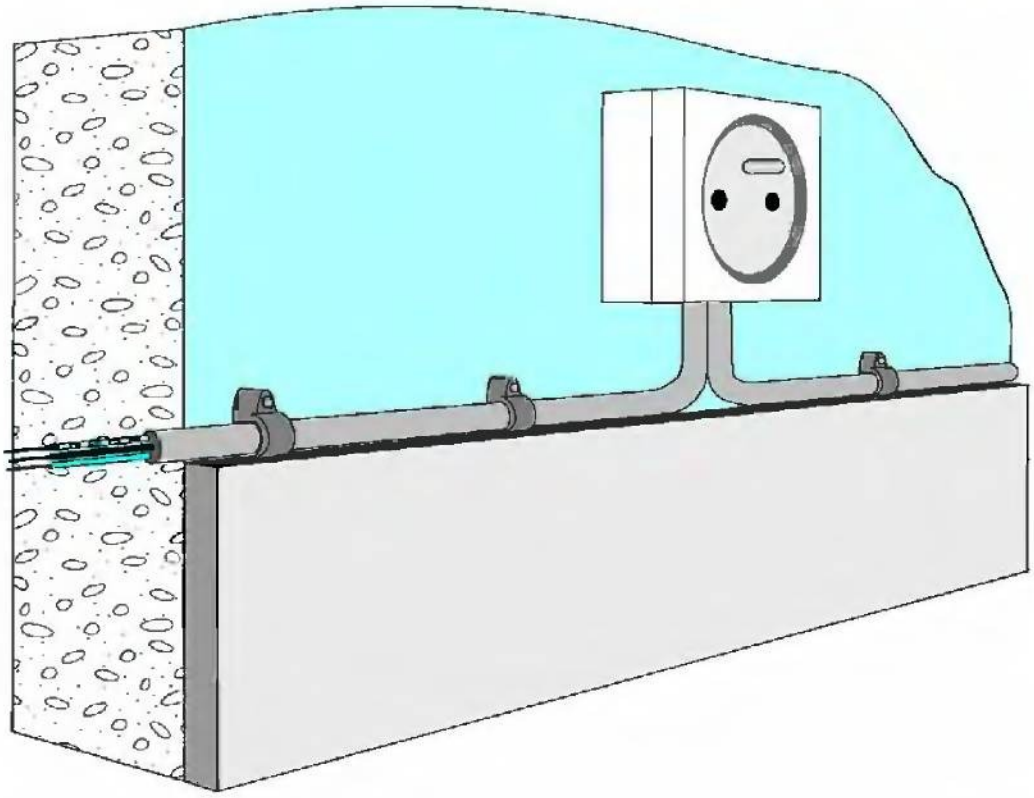
du plancher afin d'éviter les écoulements de liquide et les chocs mécaniques.
Pour le montage de câbles en apparent, le cheminement courant est au-dessus des plinthes, dans les angles de mur ou au droit du plafond. Les câbles doivent être parfaitement rectilignes et ne pas gondoler, aussi utilisez des cavaliers en nombre suffisant. Il est interdit d'agrafer les câbles électriques BT (230 V). Utilisez des appareillages en saillie que vous fixerez à la paroi avec des vis et des chevilles adaptées.

Dans les faux plafonds suspendus (figure 206), les câbles doivent être fixés aux parois de la pièce à l'aide d'attaches en plastique ou de colliers d'installation

1 - Fixez les colliers d'installation au plafond.

2 - Serrez les conduits à l'aide d'une pince à collier.

3 - Les conduits ne reposent pas sur le faux plafond.



◄ *Figure 206 : Passage de conduits dans un faux plafond*

Matériel nécessaire			
	Câbles A 05 VV-U (R) A 05 VV-F U 1000 R2V		Appareillage en saillie ; fixation par vis et chevilles
	Cavaliers en plastique à pointe acier adaptés au diamètre du câble		

Figure 207 : Pose de câbles et appareillages en apparent

Figure 208 : Exemple d'appareillage en saillie

avec embase. 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.
Ce type d'installation n'étant pas très esthétique (figure 207), réservez-le aux pièces secondaires ou à l'extension d'un circuit existant. Utilisez des appareillages en saillie adaptés (figure 208).

Pose sous conduits IRL

Ce type de pose en apparent (figure 209) 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 également 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 209), qui doivent obligatoirement être utilisés si vous passez des conducteurs dans les conduits.

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 ;
- 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, placer le tube de sorte que toute 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) ;
- 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.

Plusieurs solutions sont possibles pour la fixation des conduits apparents (figure 210) :

- 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

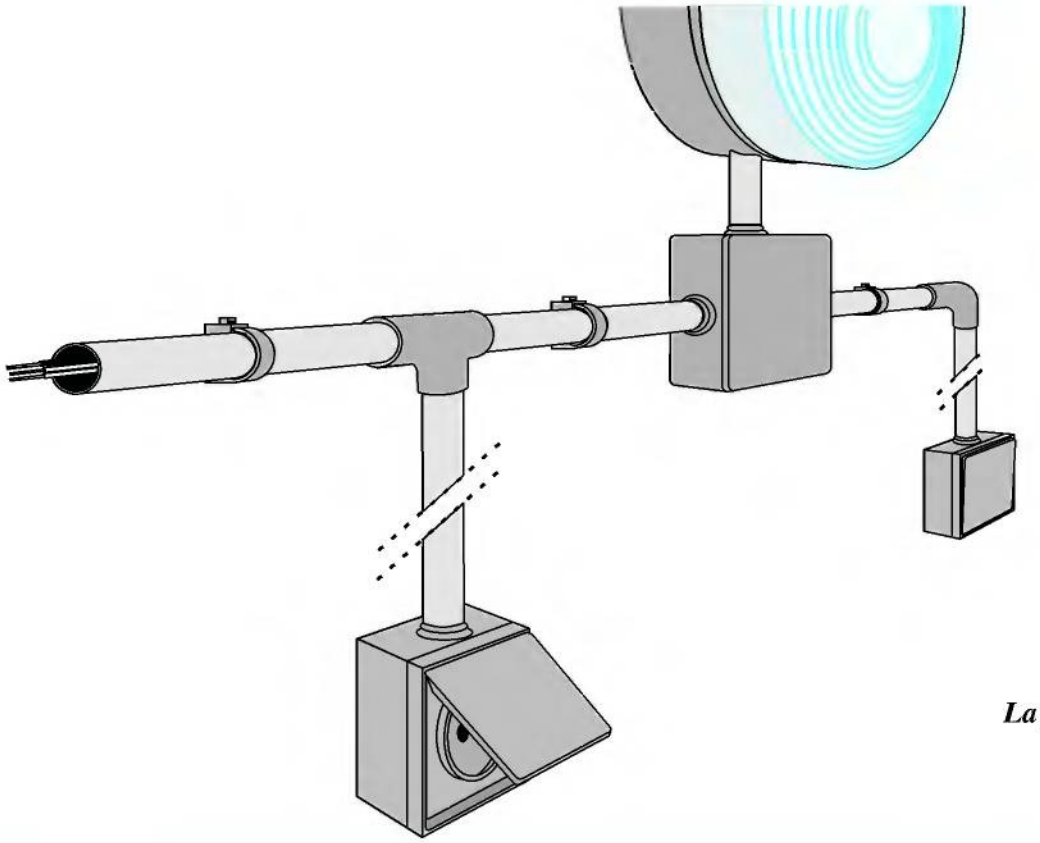
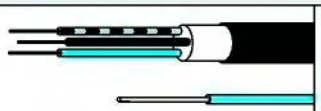
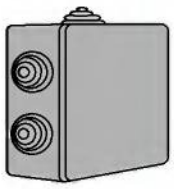
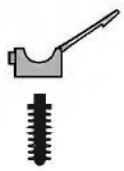


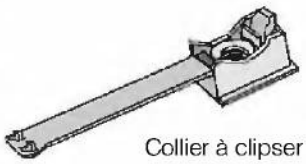
Figure 209 :
La pose sous conduit IRL

Matériel nécessaire					
	Conducteurs H 07V-U-R-K Câbles U 1000 RO2V				Appareillage IP 55-5 fixation par vis et chevilles
	Tube IRL ou ICA ou ICTA				
	Té de dérivation				Boîte de dérivation IP 55-5 fixation par vis et chevilles
	Manchon de raccord				
	Coude court à 90°				
	Coude long à 90° (pour câbles)				
		Attache en plastique + cheville automatique	Collier en acier + patte à vis + cheville		Luminaires classe II ⧈ IP 44

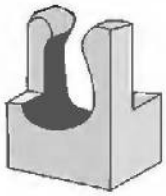
Systèmes de fixation des conduits

Les colliers en plastique

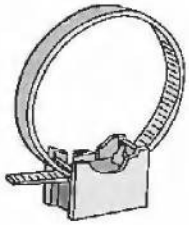
Cheville à visser



Collier à clipser

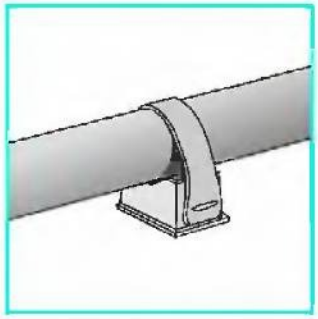


Lyre



Collier réglable

Percez un trou d'un diamètre de 8 mm. Enfoncez la cheville dans le trou avec un marteau en utilisant l'outil de protection du filetage.



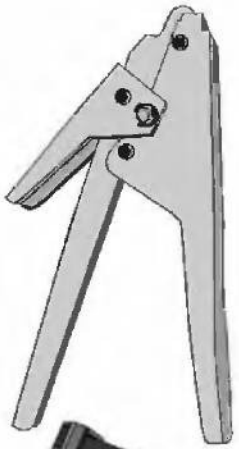
Vissez le collier de votre choix sur la cheville. Mettez le tube en place et fermez le collier.

Les colliers automatiques

Ce type de collier existe pour les diamètres de tube les plus courants (16, 20 et 25 mm) et permet de fixer simultanément de 1 à 4 tubes selon le modèle.

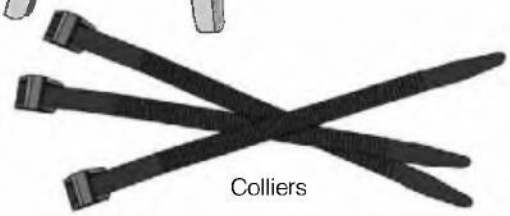
Il suffit de percer un trou d'un diamètre de 8 mm, de placer l'attache sur le tube et de l'enfoncer au marteau.

Les colliers d'installation

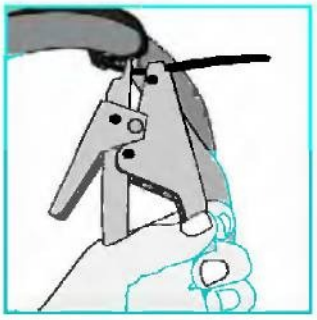


Pince de serrage

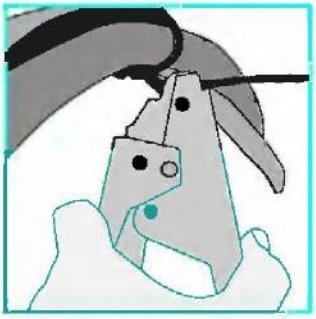
Embases à chevilles



Colliers

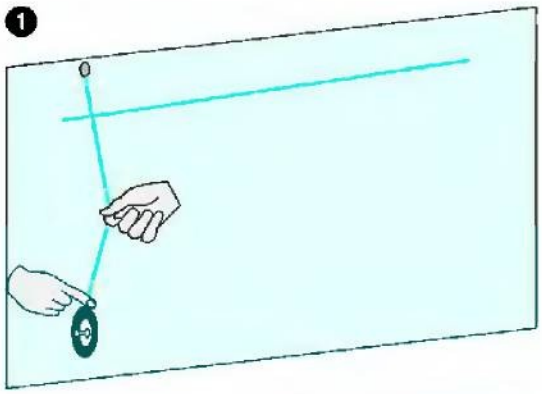


Percez un trou d'un diamètre de 8 mm. Enfoncez l'embase à l'aide d'un marteau. Glissez le collier dans la fente de l'embase (attention au sens). Placez les tubes, serrez-le à la main, puis à la pince.

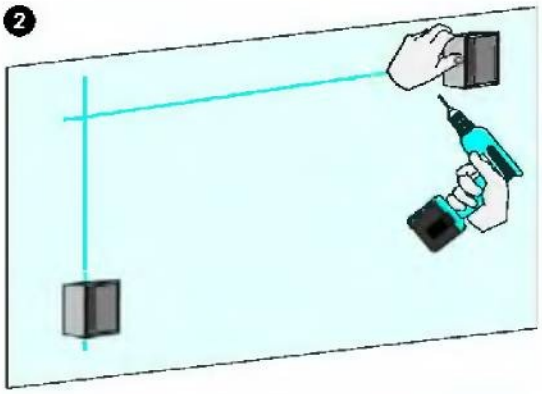


À la fin du serrage, actionnez la deuxième poignée de la pince pour couper le surplus de collier.

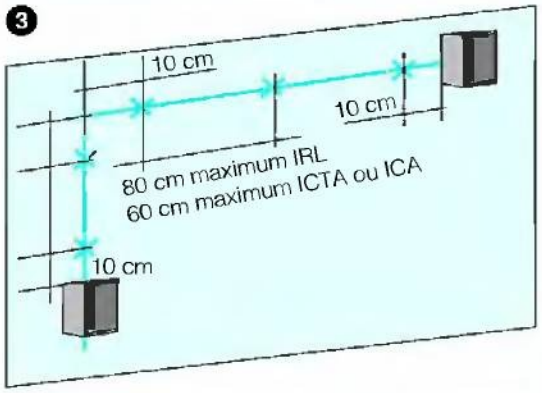
Figure 210 : Systèmes de fixation des conduits



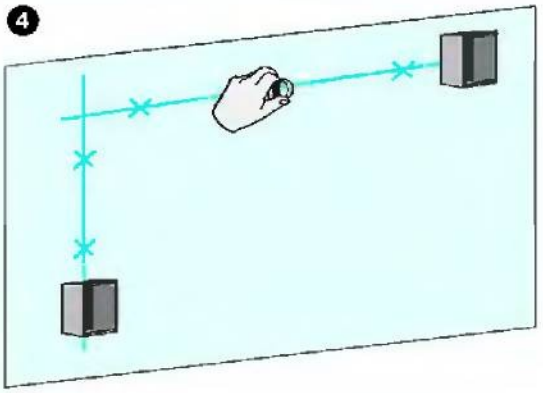
Tracez à l'aide d'un cordeau à poudre l'axe du passage des conduits.



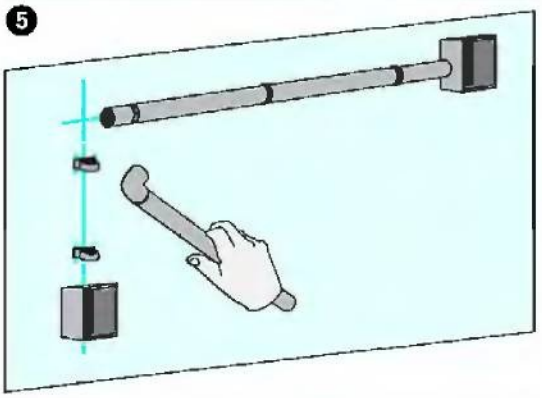
Posez les boîtiers de l'appareillage électrique à l'aide de vis et de chevilles.



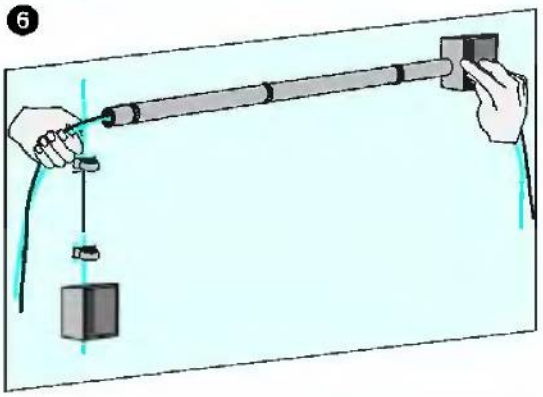
Tracez l'emplacement des colliers de fixation du conduit en respectant les écarts indiqués ci-dessus.



Percez et fixez les colliers aux endroits prévus.



Présentez les tubes et découpez-les aux dimensions nécessaires. Ne les fixez pas définitivement.



Déposez les coudes et les raccords, puis passez les conducteurs. Refixez les conduits au fur et à mesure de la progression.

Figure 211 : La pose des conduits IRL

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 211. L'outillage nécessaire est peu nombreux. 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 212), proposés sous forme de kit par les fabricants.

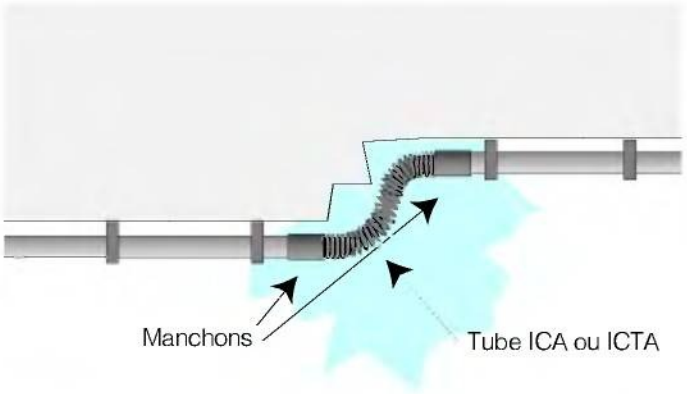


Figure 212 : Les passages difficiles

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 presse-étoupe de l'appareillage (figures 213 et 214) et prévoir des points bas afin d'éviter autant que possible la pénétration d'eau.
Il existe une autre méthode de pose sous conduit IRL, que nous appelons

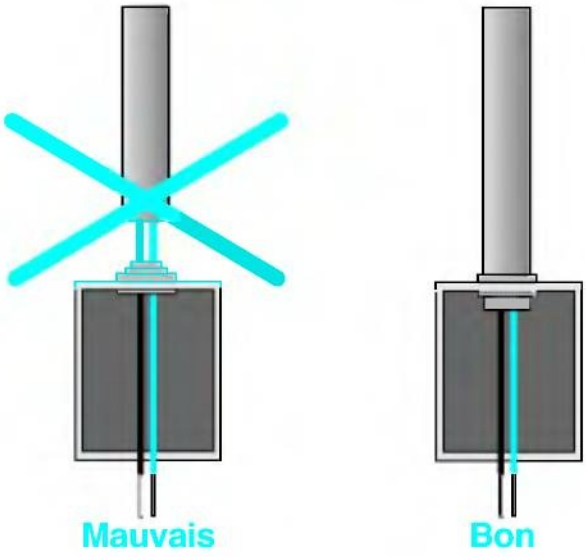


Figure 213 :
Raccordement des conduits aux boîtes

Figure 214 : Exemple d'appareillage avec opercule d'étanchéité

« métro » (figure 215) et 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 U1000 R2V. Il est nécessaire de veiller particulièrement

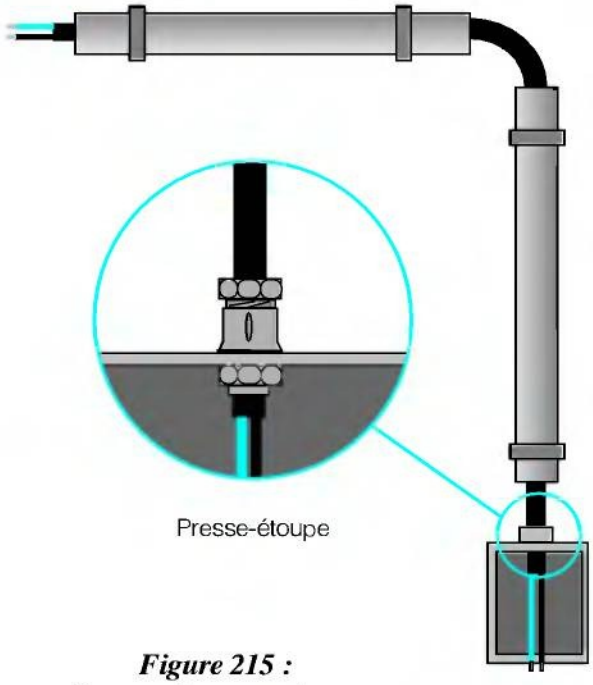
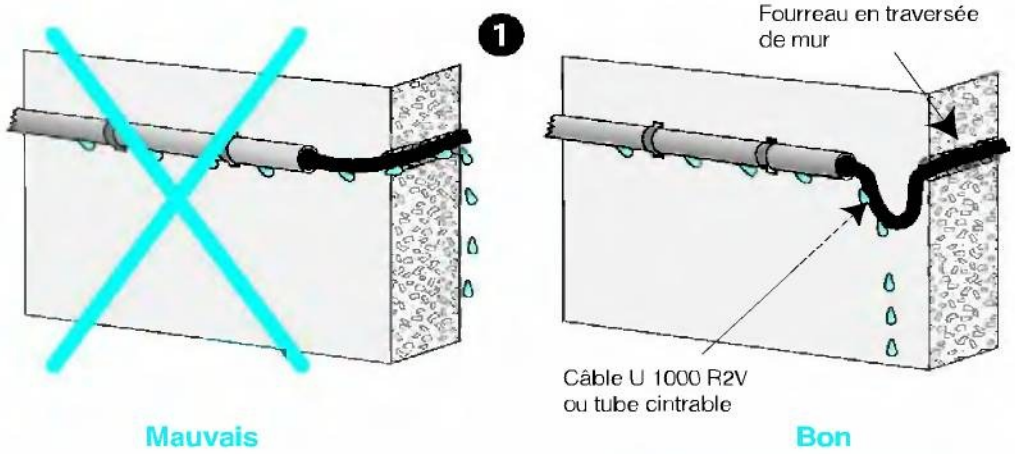


Figure 215 :
La pose façon « métro »

Figure 216 :
Exemple d'appareillage étanche avec presse-étoupe



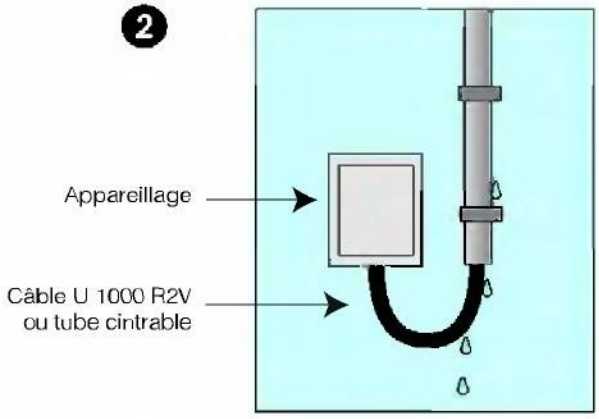


Figure 217 :
Le principe de la « goutte d'eau »

à empêcher la pénétration d'eau, surtout en installation extérieure. On utilise des presse-étoupe serrables (figure 216) pour pénétrer dans l'appareillage et les luminaires. Le presse-étoupe est 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.

La pénétration dans un mur se fait selon le principe que nous appelons « la goutte d'eau » (figure 217) 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.

Passage des conducteurs

Le passage des conducteurs dans les conduits ne se fait pas de n'importe quelle façon. Leur nombre et leur section dépendent du diamètre du conduit. Si vous avez un grand nombre de conducteurs à passer, choisissez un tube de diamètre important ou utilisez plusieurs conduits.

Pose sous profilé 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) et des plinthes électriques.

Les règles à respecter :

- dans le cas d'une pose en plinthe, le conducteur le plus bas doit être au minimum à 1,5 cm du sol fini (figure 218). 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 ;
- les profilés en plastique admettent les câbles U1000 R2V et A05U-V, R ou K. Les conducteurs isolés de

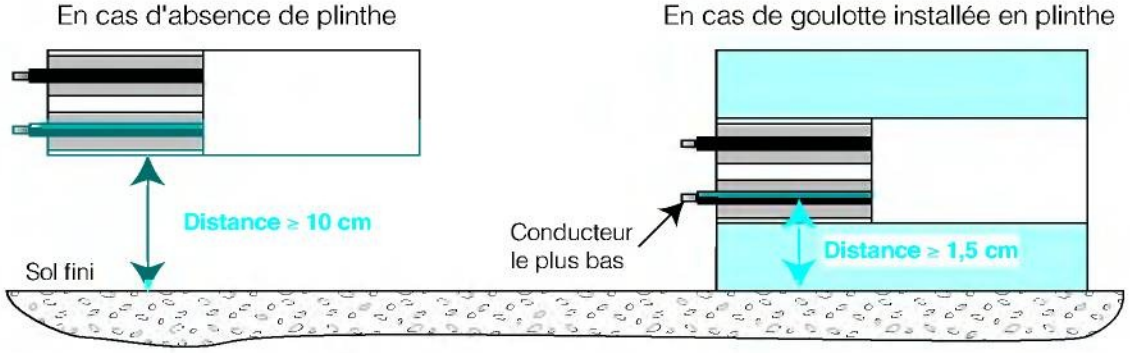
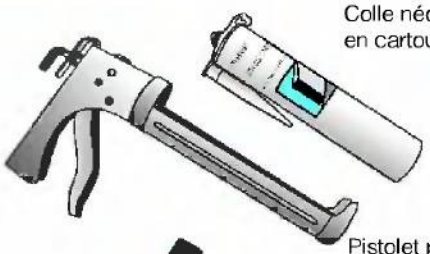


Figure 218 : Conditions de pose en plinthe

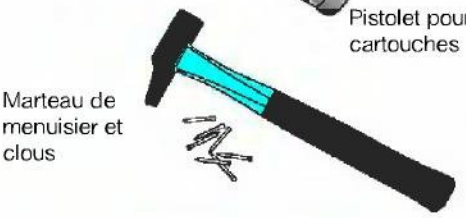
Pose des socles

Outillage

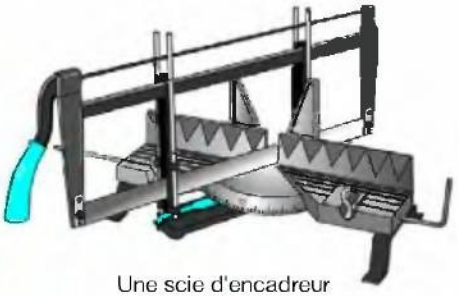


Colle néoprène en cartouches

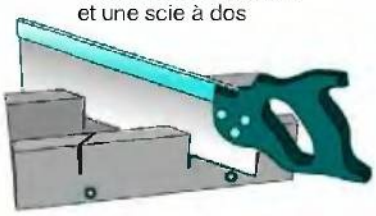
Pistolet pour cartouches



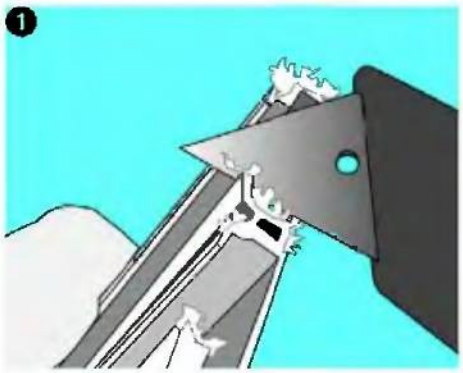
Marteau de menuisier et clous



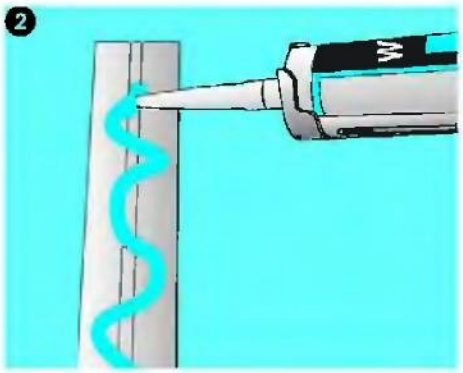
Une scie d'encadreur ou une boîte à onglets et une scie à dos



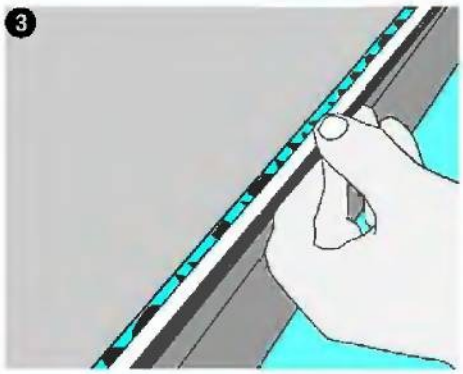
Technique



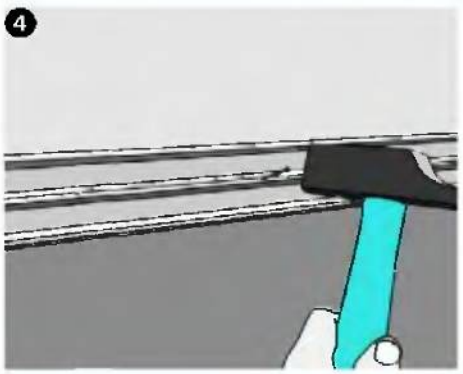
Sciez les moulures et ébavurez les coupes avec un cutter.



Posez un cordon de colle au dos de la moulure.



Appliquez la moulure à son emplacement, puis retirez-la. Attendez que la colle sèche un peu.



Placez définitivement la moulure. Appliquez-la fortement contre le mur, puis assurez la fixation en la clouant ou en l'agrafant.

Figure 219 : La fixation des profilés en plastique

type H 07V-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. C'est le cas des profilés répondant à la norme NF C 68-104. Cette norme concerne les moulures et les plinthes de dimensions inférieures ou égales à 120 x 15 mm. Les autres profilés doivent être conformes à la norme NF C 68-102 ;

- 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 de lignes 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 connexions sont autorisées, si la place le permet, dans les goulottes IP 2X ou IP XXB 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 est ouvrable 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.

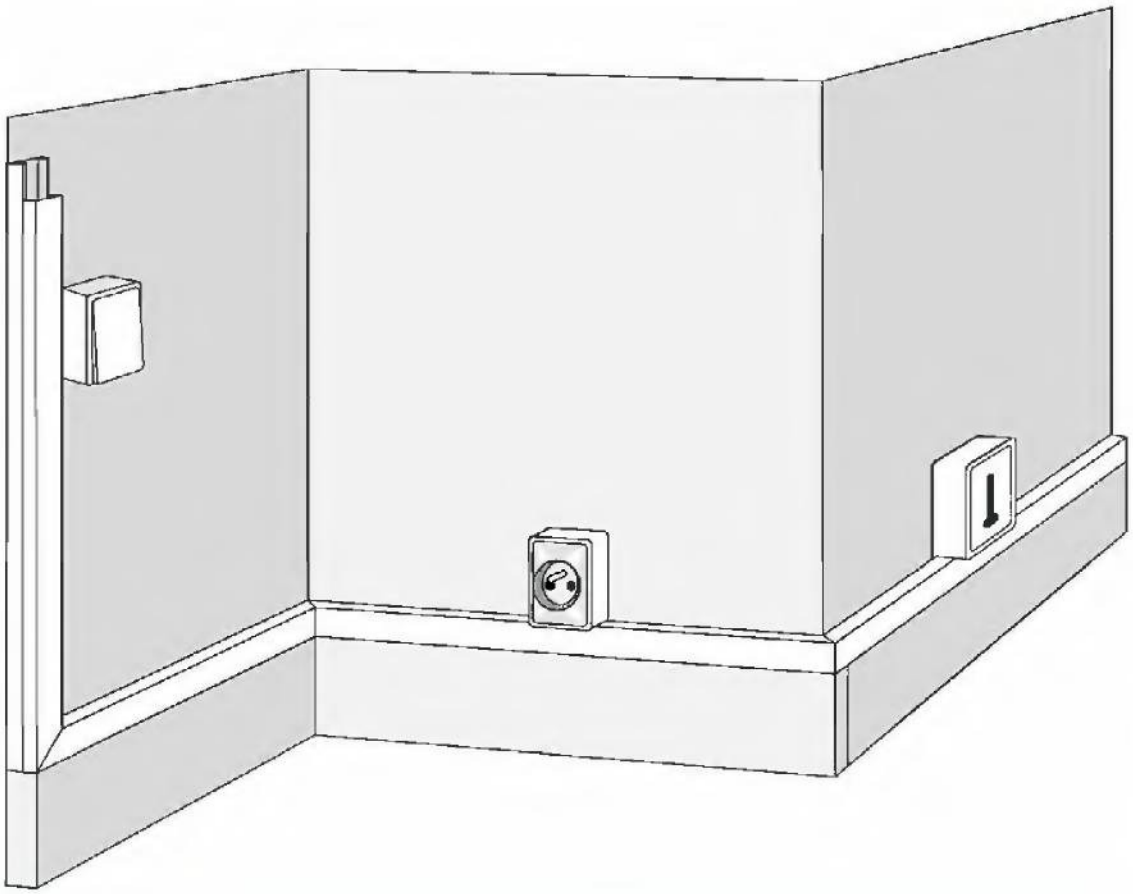
Pour la pose de profilés en plastique, le matériel suivant est nécessaire (figure 219). Une scie avec boîte à onglets ou une scie d'encadreur, un pistolet et des cartouches de colle « tous supports », un marteau et des clous ou une agrafeuse de qualité avec des agrafes supérieures à 10 mm. Pour la fixation des plinthes, utilisez de la colle et des chevilles automatiques en plastique.

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 renforcer 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 220 à 222), facile à réaliser et économique (pas d'emploi d'accessoires) mais qui doit être très soigneusement réalisée 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 théoriquement plus admise par le Consuel.
- la pose avec accessoires (voir figures 223 et 224) est également facile à réaliser et donne une meilleure finition grâce à l'emploi d'accessoires (angles, tés, dérivations, finitions).



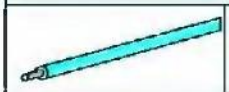
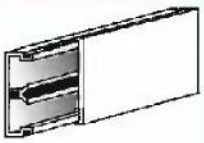
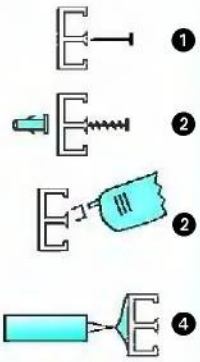
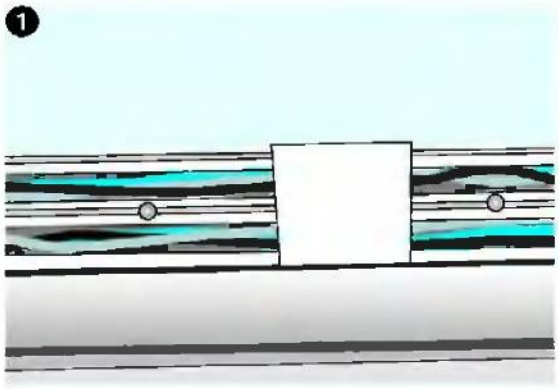
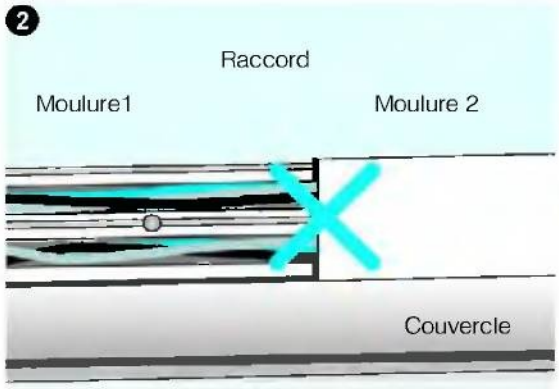
Matériel nécessaire			
	Conducteurs H 07V-U / R ou câbles		Appareillage en saillie, fixation par vis et chevilles adaptées à la nature de la paroi
	Moulure plastique		
	Fixations		
	Par clouage ❶ Par vissage (vis + chevilles dans la nervure centrale) ou chevilles à visser isolantes dans les rainures ❷ Par agrafage dans la nervure centrale ❷ Par collage ❹ avec la colle recommandée par le fabricant. Généralement on associe le collage avec une fixation mécanique (clous ou agrafes)		Boîtes de dérivation en saillie, fixation par vis et chevilles adaptées à la nature de la paroi

Figure 220 : Les profilés sans accessoires

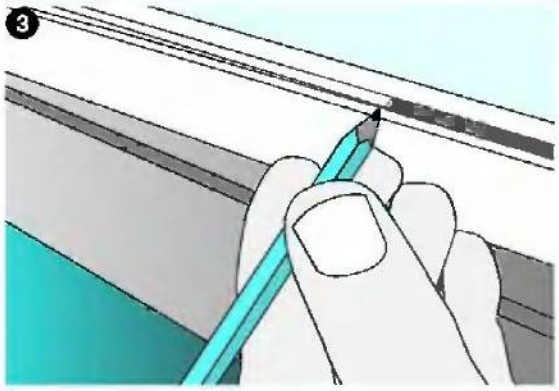
Pose des couvercles (recommandations)



Placez des chutes de couvercles pour maintenir les conducteurs lors de leur installation.

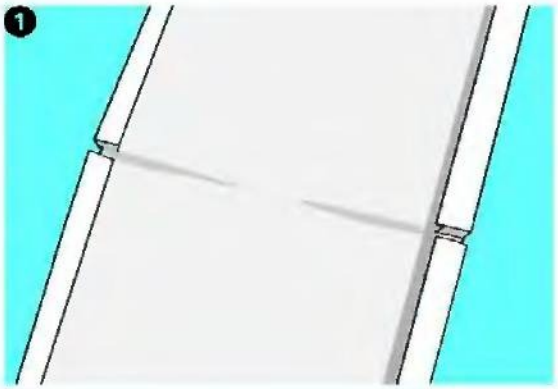


N'effectuez jamais un raccord de couvercles au niveau d'un raccord de socles. Ils doivent toujours être décalés.

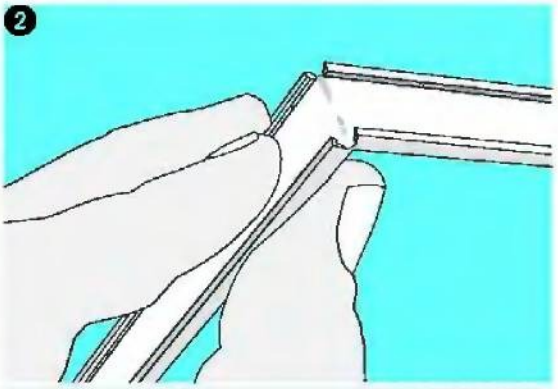


Ne prenez pas les mesures au mètre. Mettez les couvercles en place, puis tracez précisément les raccords.

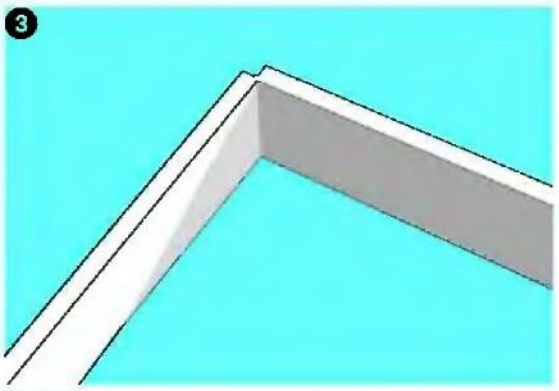
Réalisation d'un angle rentrant



Sciez l'envers du couvercle. Découpez les nervures mais n'entamez que très peu le couvercle.

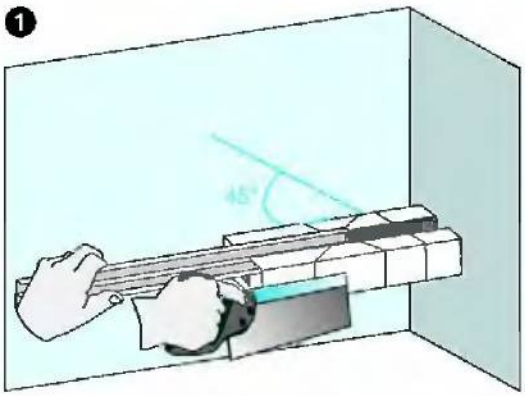


Pliez délicatement au niveau du trait de scie, le plastique gardera sa forme.

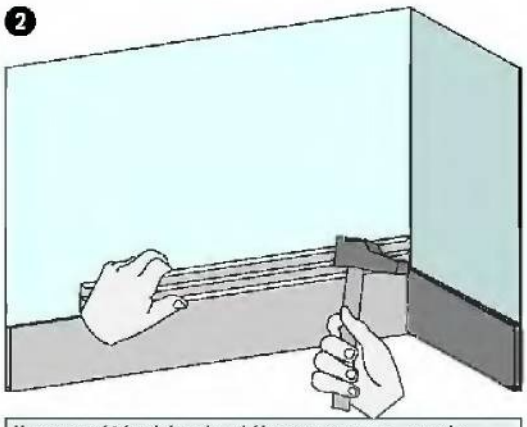


Les contraintes de résistance mécanique sont ainsi respectées. Pour un angle sortant, sciez les nervures à 45Y.

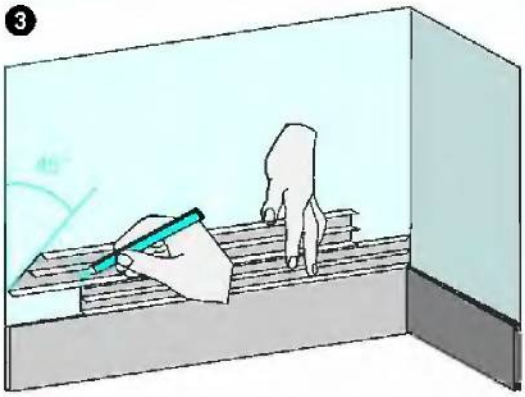
Figure 221 : Recommandations de pose des profilés



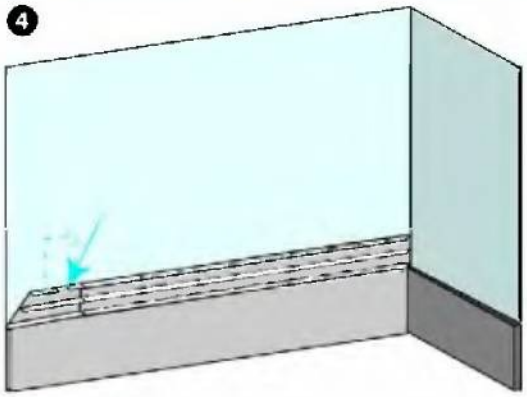
Prenez un socle de moulure et découpez-le à 45° dans le sens de la hauteur.



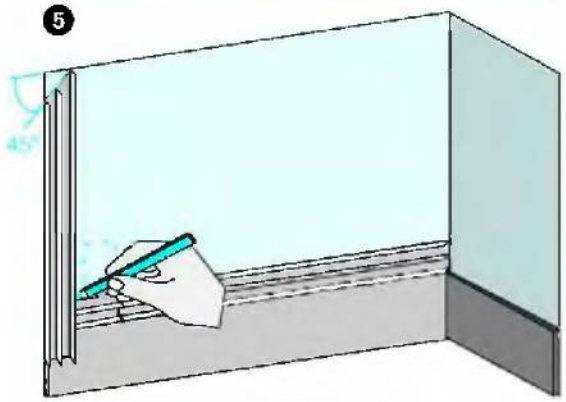
Il est préférable de débuter par un angle. Placez le socle découpé au niveau de l'angle, puis fixez-le.



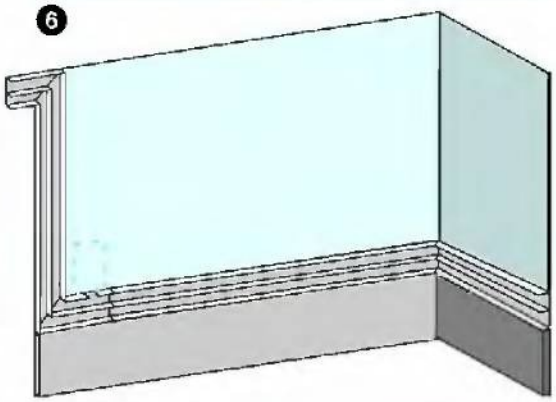
Pour un changement de direction, prenez un autre socle et sciez-le à 45° dans le sens de la largeur. Placez-le au-dessus du socle déjà posé et tracez l'intersection.



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 bleue).

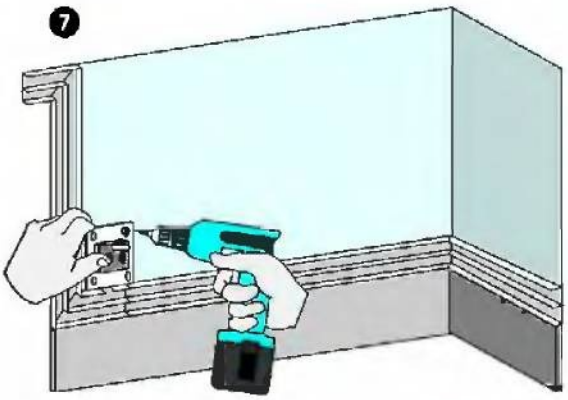


Pour continuer la remontée, réalisez une coupe pour la partie haute (ici à 45° pour le changement de direction). Présentez le socle, puis tracez l'intersection.

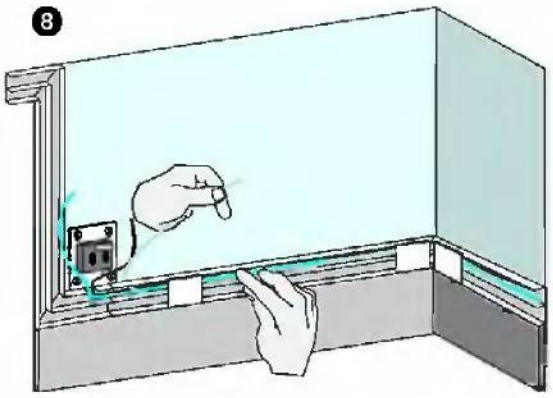


Fixez la partie ainsi découpée, puis continuez la pose en adoptant la même technique.

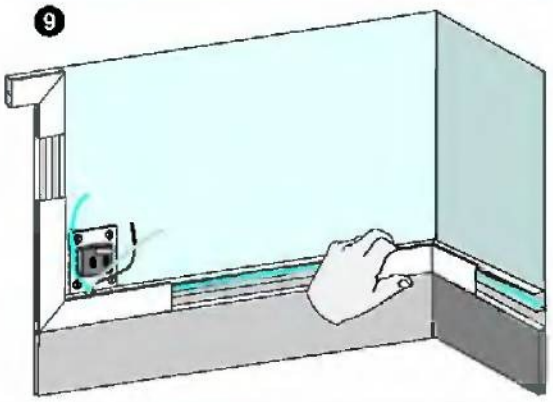
Figure 222 : La pose des profilés sans accessoires



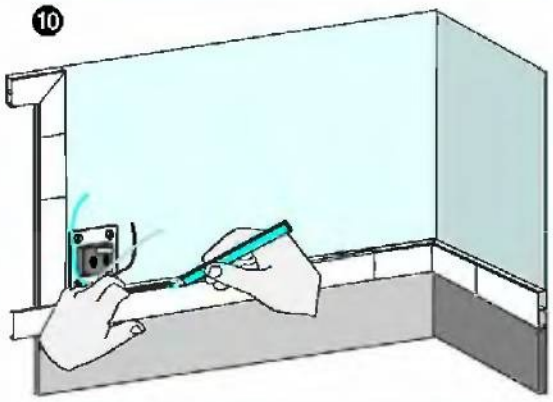
Posez les socles de l'appareillage à l'aide de vis et de chevilles adaptées à la nature de la paroi.



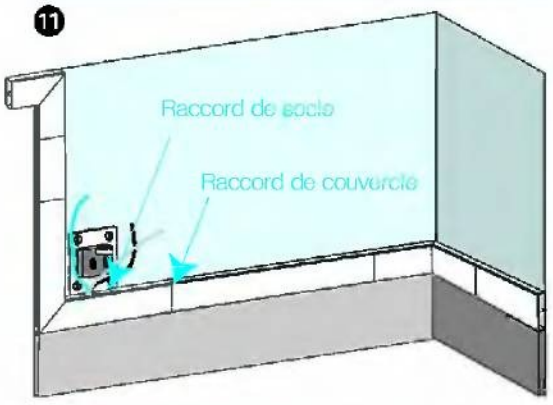
Installez les conducteurs dans les rainures. Vous pouvez les maintenir avec des chutes de couvercles.



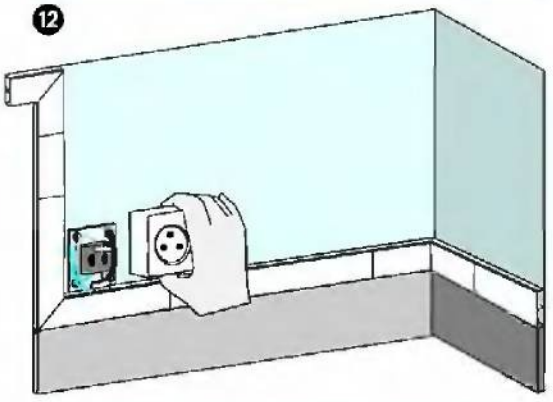
Commencez la pose des couvercles avec de petites longueurs dans les angles. Vérifiez le parfait raccordement des coupes à 45°. Retouchez-les à la lime si nécessaire.



Il ne vous restera plus qu'à mesurer et découper des longueurs droites, plus faciles à raccorder proprement.

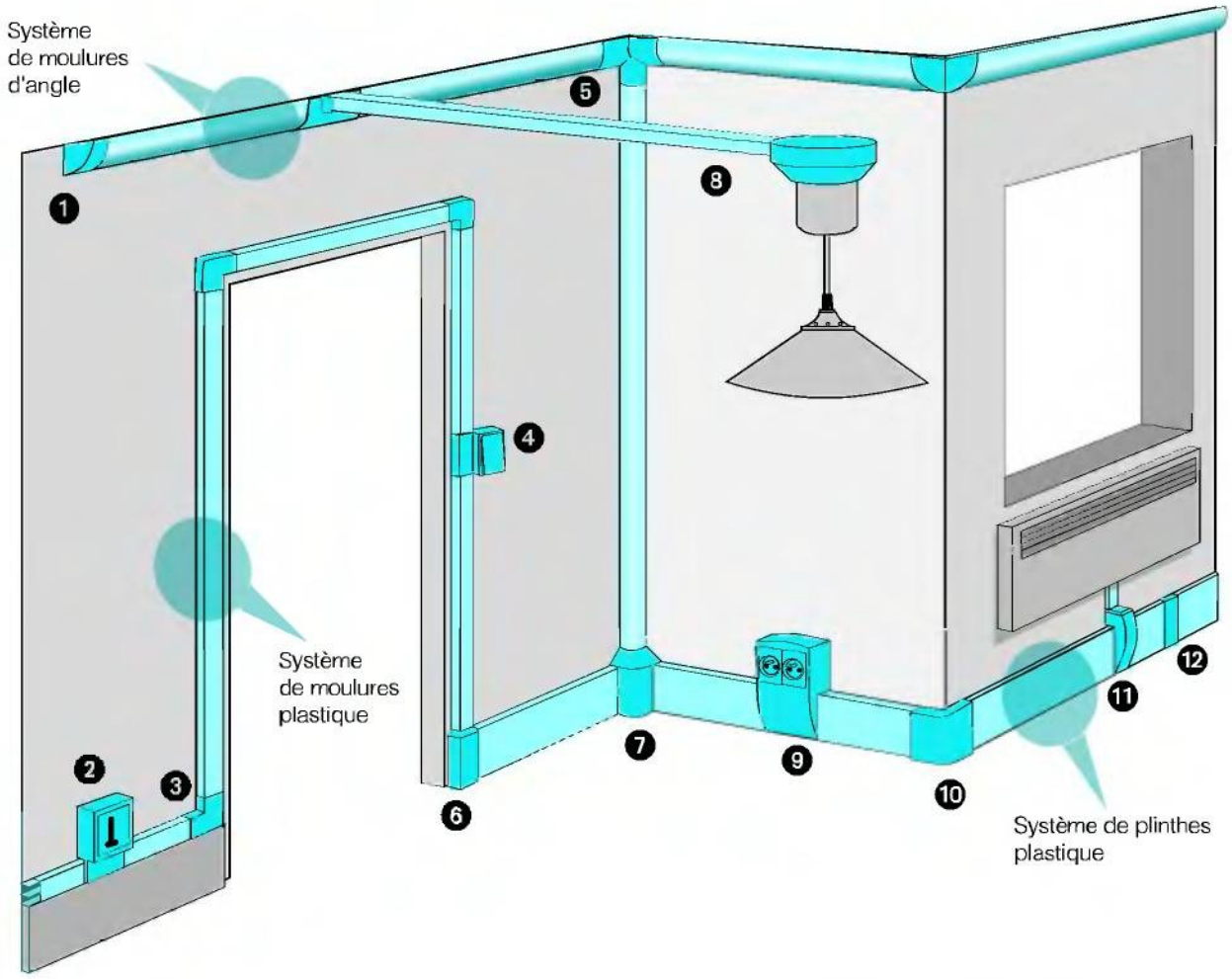


N'oubliez pas de décaler les raccords des socles et des couvercles.



Raccordez l'appareillage, puis fixez les capots de protection.

Figure 222 (suite) : La pose de profilés sans accessoires



Matériel nécessaire					
	Conducteurs H 07V-U / R ou câbles	1	Embouts de terminaison	7	Dérivation plinthe / moulure d'angle
	Moulure plastique	2	Adaptateur pour appareillage horizontal (moulure).	8	Point de centre avec prise DCL
	Plinthe plastique	3	Angle plat	9	Adaptateur pour appareillage sur plinthe (horizontal)
		4	Adaptateur pour appareillage vertical	10	Angle extérieur
	Moulure d'angle	5	Angle intérieur 3D (moulure d'angle)	11	Dérivation
		6	Dérivation tour de porte (plinthe / moulure)	12	Joint de couvercle

Figure 223 : Les profilés avec accessoires

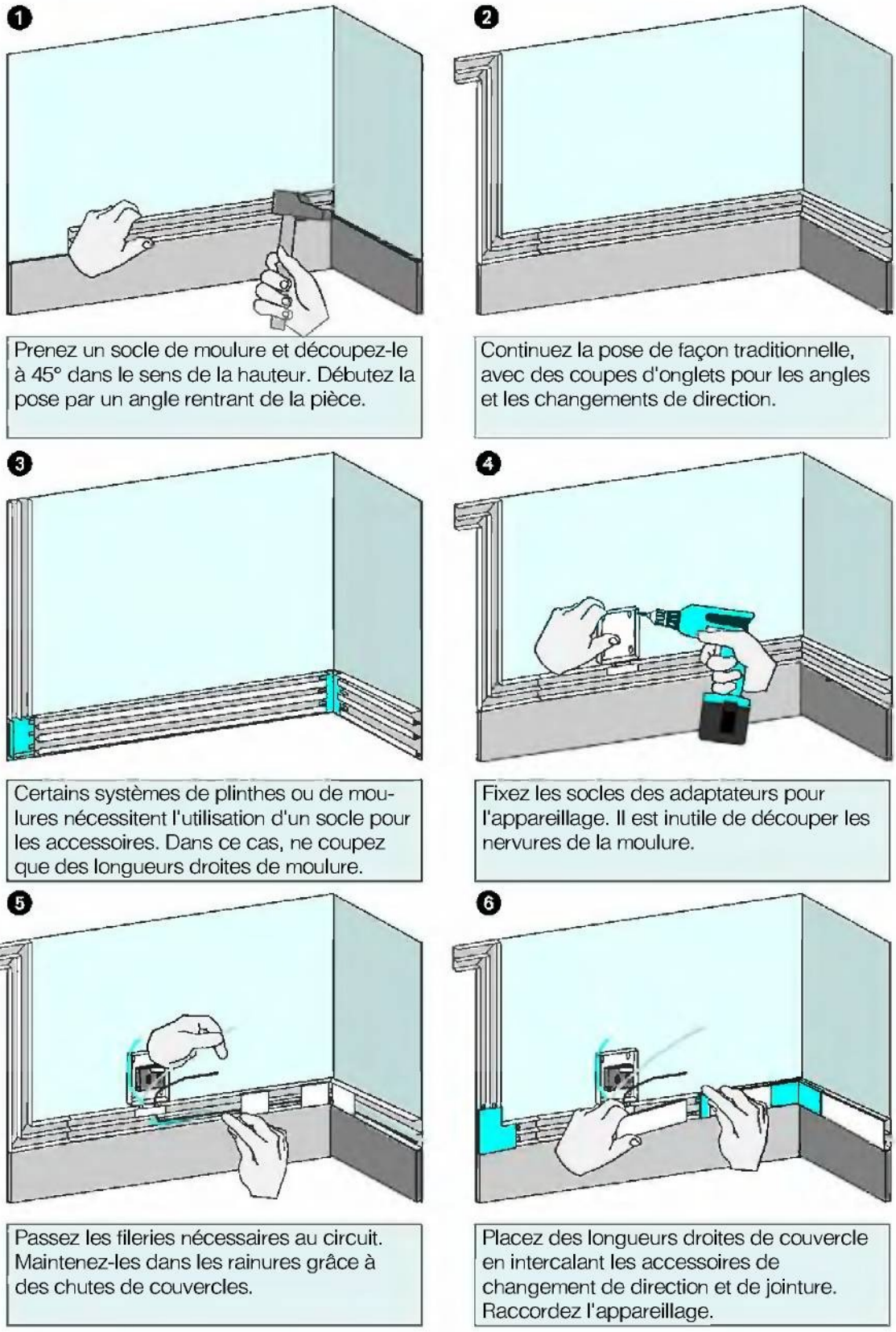


Figure 224 : La pose de profilés avec accessoires

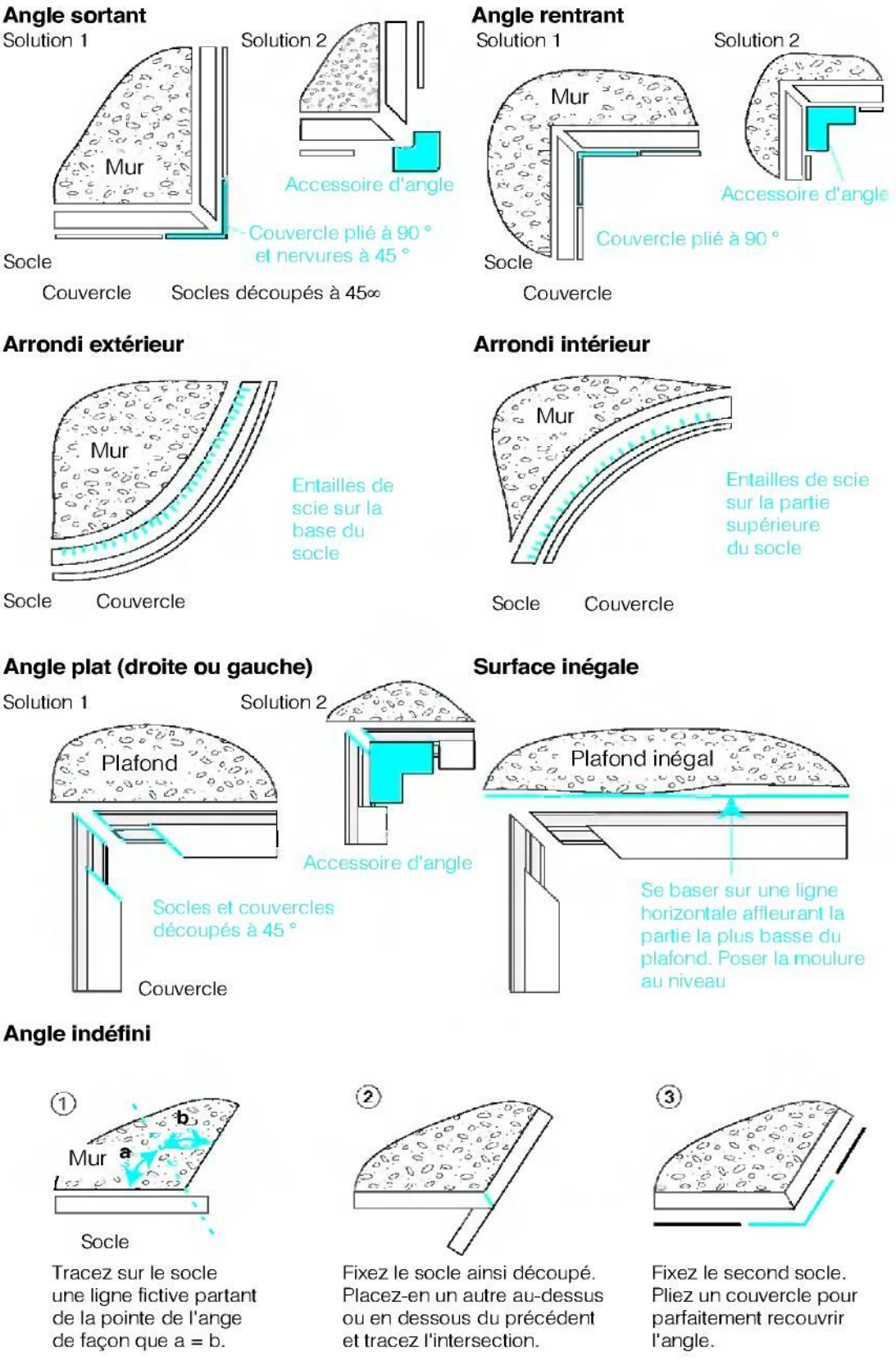


Figure 225: Cas particuliers pour la pose de moulures

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.
Conseils de pose :

- commencez de préférence la pose dans un angle avec un socle découpé à 45° ;
- 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 en premier 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.

Dans certains cas, la pose de moulure paraît difficile (mur arrondi, par exemple). La figure 225 livre quelques astuces.

La pose dans un vide de construction

Un vide 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 constitue un vide de construction. Certains chambranles de porte et huisseries de fenêtres ou de portes en font également partie.

L'espace situé entre un mur et l'isolant, dû à 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 (brique, carreau de plâtre, parpaings).

Dans les vides de construction, il est possible de passer des conducteurs isolés sous conduit non propagateur de la flamme ou des câbles isolés de type U 1000R2V ou FR-N 05 VV-U ou R et A05 VV-F. Les dimensions des vides doivent être suffisantes pour que les conduits ou câbles y pénètrent librement et leur section d'encombrement (y compris leur protection) ne doit pas dépasser le quart de la section du vide.

La pose encastrée

L'installation encastrée est l'une des plus pénibles à réaliser, mais l'effet esthétique est parfait. Elle consiste à passer des conducteurs isolés ou des câbles sous conduits, noyés dans la maçonnerie.
La réalisation des saignées sera grandement facilitée par l'emploi d'une rainureuse (figure 226) ou d'un perforateur avec gouge (figure 227). Les trous d'en-

Figure 226 : Tranchée à la rainureuse

Figure 227 : Tranchée au perforateur

Figure 228 : Trou de boîtier à la scie cloche

castrement des boîtiers sont réalisés au moyen d'une scie cloche (figure 228).
L'encastrement peut être réalisé avant, pendant ou après la construction (engravement). L'engravement dans les planchers est interdit, c'est-à-dire qu'il n'est pas autorisé de réaliser des saignées dans les planchers existants pour y passer des conduits. Le passage dans les planchers n'est possible que s'il s'effectue avant ou pendant la construction. Dans le cas d'une chape flottante, aucun conduit n'est permis. Il faut alors noyer les conduits (électriques ou autres) dans un ravoirage destiné à recevoir l'isolant, puis réaliser la chape flottante.

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. Les conduits de type ICTL 3421 et ICTA 3422 sont admis en montage encastré avant ou après les travaux de maçonnerie. Avant la construction, prenez le plus grand soin des conduits destinés à être encastrés. Ils ne doivent pas être endommagés par les travaux ni être déplacés. Pour un engravement (dans les parois verticales), les saignées doivent avoir une dimension suffisante pour que les conduits soient bloqués et parfaitement recouverts par le rebouchage.
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 dans des matériaux incombustibles, sauf à leurs extrémités où ils peuvent être apparents sur une longueur de 11 cm au maximum.

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 supérieure à 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.

Toute canalisation électrique encastrée doit être terminée par une boîte de connexion.

Les possibilités d'encastrement sont différentes selon la nature de la paroi (mur porteur ou cloison). Le tableau ci-dessus indique le type de tube à utiliser selon le matériau et la nature du mur où doit s'effectuer l'encastrement. Pour engraver des conduits dans les cloisons non porteuses, il convient de respecter certaines règles. Les possibilités maximales autorisées sont indiquées à la figure 229.

Ces valeurs sont données pour une cloison non porteuse d'une épaisseur inférieure à 100 mm.

Les règles à respecter :

- il est interdit de réaliser des saignées en oblique ;
- les saignées ou tranchées seront réalisées en suivant le sens des alvéoles pour les cloisons creuses (voir figure 230) et ne doivent s'étendre qu'à une alvéole ;
- réalisez des tranchées aux dimensions

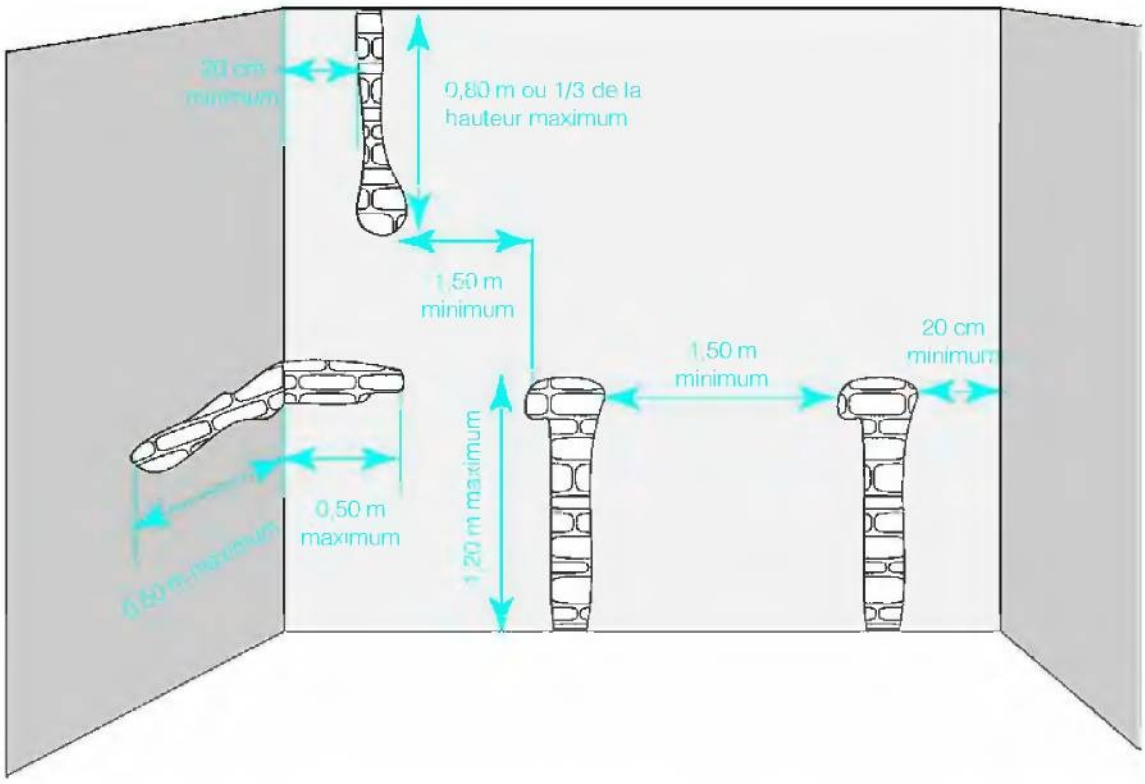
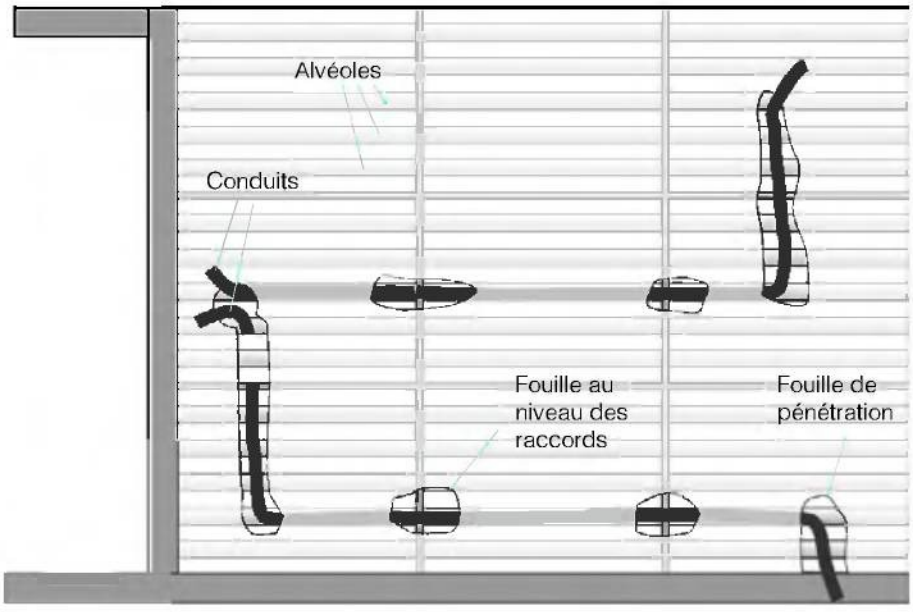


Figure 229 : Les engravements dans les cloisons non porteuses



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 de plâtre seul pour les briques.

Figure 230 : Les engravements dans les cloisons creuses

Diamètre maximal des conduits utilisables 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 ;	1 alvéole	16
50 mm d'épaisseur ;	1 alvéole	20
80 mm d'épaisseur.	1 alvéole	20
Briques perforées ou pleines de 55 mm	18	16
Blocs de béton creux ou pleins enduits de 75 mm	18	16

adaptées au conduit en tenant compte d'un recouvrement minimal de 4 mm pour le rebouchage ;

- ne tapez pas trop fort afin de ne pas ébranler la cloison. Utilisez de préférence une rainureuse électrique pour réaliser les saignées ;
- les saignées horizontales ne sont autorisées que sur une seule face de la cloison. Elles sont interdites au-dessus des baies ;
- il est interdit de réaliser deux saignées verticales sur un même axe.

Le tableau ci-dessus présente la profondeur maximale des saignées autorisée selon le type et l'épaisseur de la cloison, ainsi que les diamètres de conduit admis.

Les règles à respecter pour tous les types d'encastrement :

- la règle pour le passage des conducteurs est la même que pour les conduits posés en apparent (voir page 241) ;
- les autres points à prendre en compte sont présentés à la figure 231.

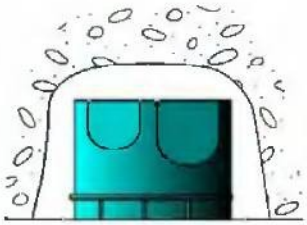
L'illustration numéro 4 de cette figure montre que toute canalisation encastrée doit se terminer par une boîte d'encastrement ou de connexion. Cette règle s'applique également aux luminaires.
Pour les plafonniers, la boîte de connexion doit être équipée d'un socle DCL (Dispositif de Connexion pour Luminaire) et être adaptée à la suspension du luminaire. Elle doit supporter une charge de 25 kg, aussi il convient de la fixer à la structure du bâtiment. La figure 232 présente divers systèmes d'accrochage des boîtes pour plafonds suspendus. La figure 233 montre la fixation des boîtes dans les plafonds pleins et les systèmes de boîte DCL existants pour le raccordement des appliques murales.
La figure 234 présente le raccordement d'un luminaire avec le système de prise DCL. Rappelons qu'il n'est pas obligatoire pour les tubes fluorescents et les luminaires encastrés.

Les figures 235 et 236 présentent un exemple de réalisation d'une installation encastrée. Respectez l'ordre préconisé, à savoir la réalisation des trous des boîtes

❶

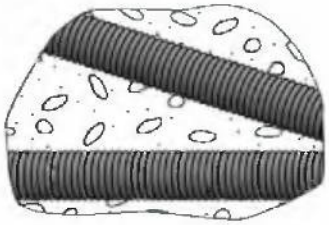
Le conduit doit pénétrer dans le boîtier.

❷



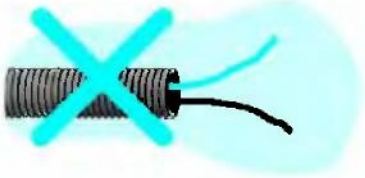
Le boîtier doit être scellé à fleur du mur fini. Il peut être posé légèrement saillant en cas de pose ultérieure d'un revêtement épais comme du carrelage.

❸



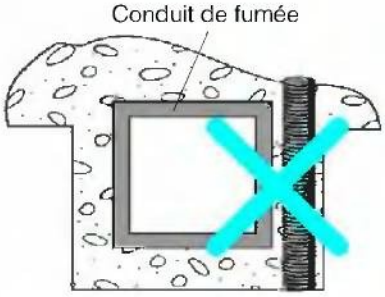
N'utilisez pas de tés, de coudes ou autre raccord dans les parties encastrées. Passez éventuellement plusieurs conduits.

❹



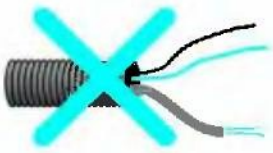
Tout conduit encastré alimentant un appareillage fixe doit aboutir dans une boîte de raccordement. Éventuellement autorisé pour l'alimentation directe d'un chauffe-eau électrique dans les volumes de la salle de bains.

❺



Il est INTERDIT de réaliser des encastrements dans les parois des conduits de fumée ou dans les cloisons de doublage de ceux-ci.

❻

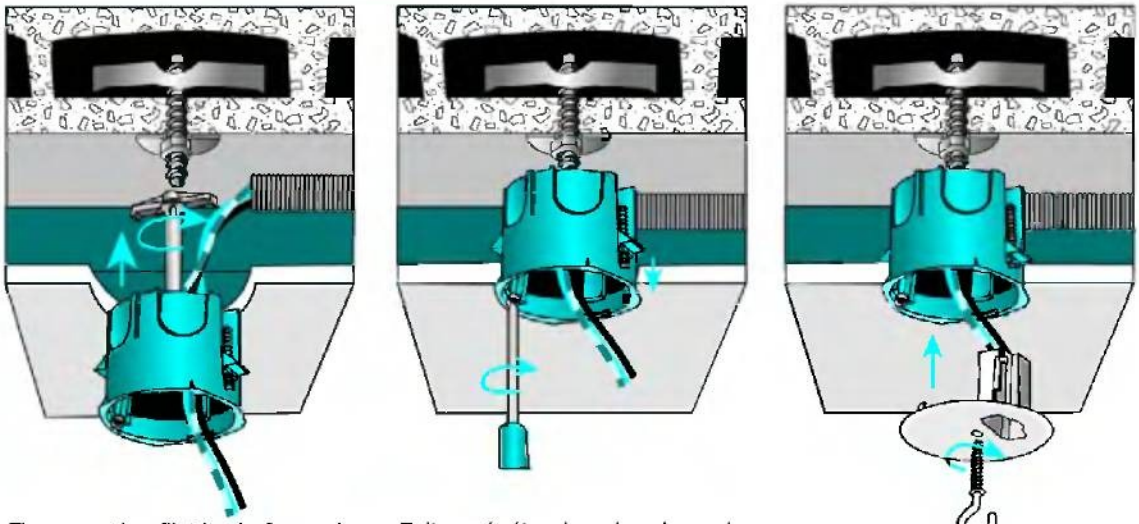


Ne passez pas dans un même conduit des lignes de courants forts (230 V) et de courants faibles (téléphone, TV, hi-fi, etc.). Utilisez des conduits différents.

Figure 231 : Les règles d'encastrement

Alimentation d'un plafonnier dans un plafond suspendu

Solution 1 (système à tige filetée)

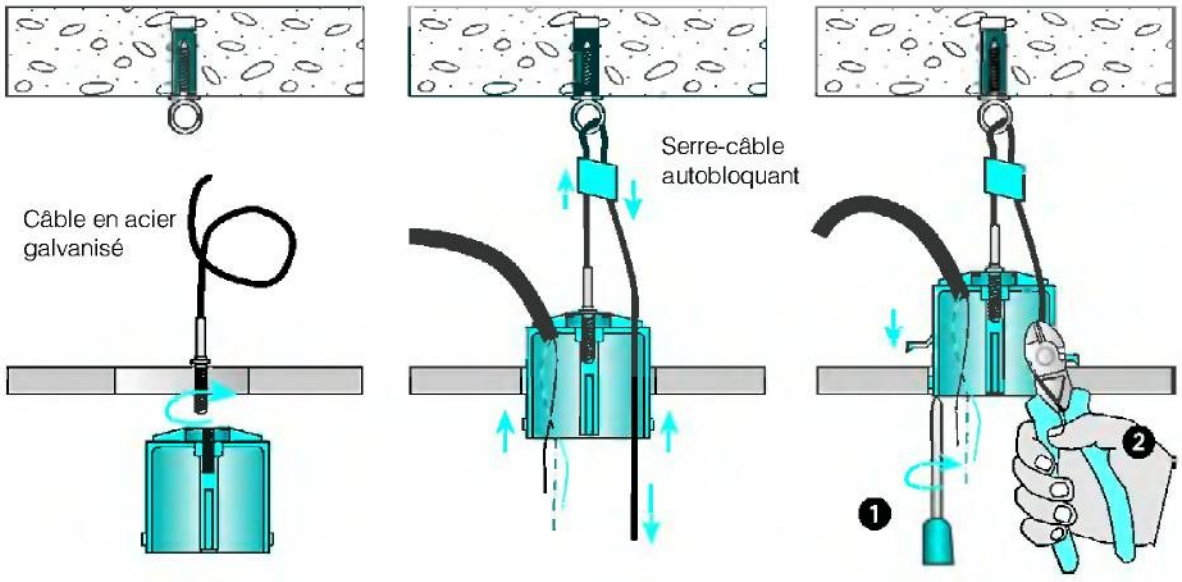


Fixez une tige filetée de 6 mm de diamètre à la structure du plafond. Vissez la tige de support du boîtier. Clipsez le boîtier sur la tige support.

Faites pénétrer la gaine de quelques millimètres dans la boîte. Vissez les pattes de serrage de la boîte sur la plaque de plâtre.

Connectez un capot muni d'une prise DCL et fixez le piton de suspension du lustre.

Solution 2 (système à câble)



Fixez un piton dans l'axe du boîtier. Vissez l'embout fileté du câble au dos du boîtier.

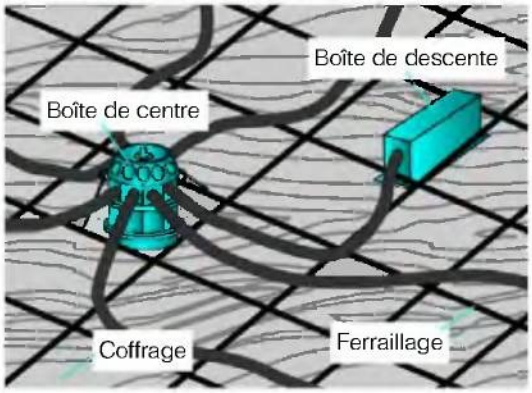
Passez le câble dans le serre-câble, dans l'anneau du piton, de nouveau dans le serre-câble, puis dans le boîtier. Tirez sur le câble pour faire monter le boîtier.

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).

Figure 232 : Les boîtes DCL pour plafond suspendu

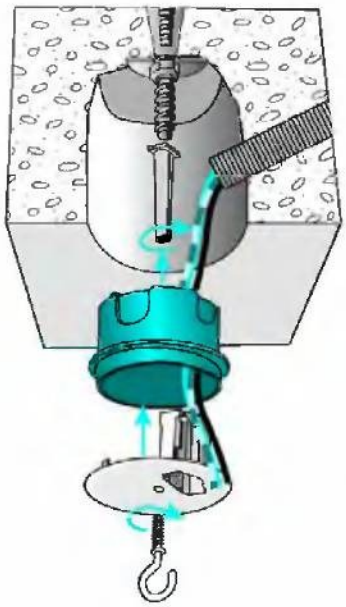
Alimentation d'un plafonnier dans un plafond plein

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 fileries.

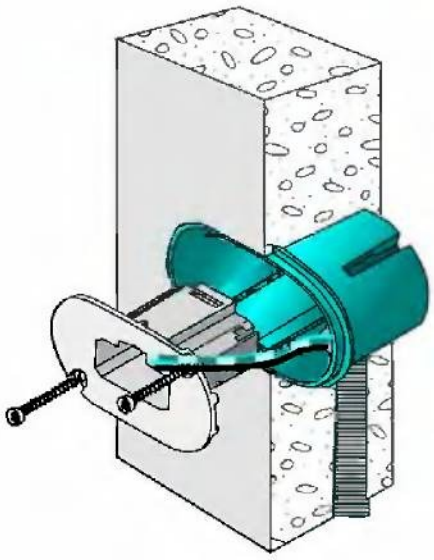
Plafond plein en rénovation



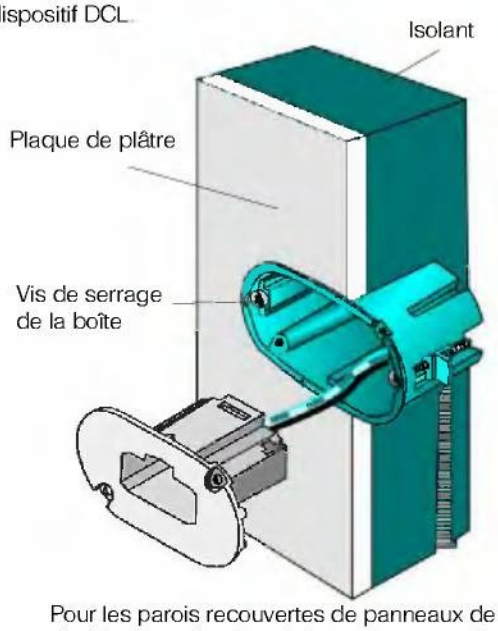
La mise en œuvre nécessite l'emploi d'une boîte spéciale pour parois pleines.

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 233 : Les boîtes DCL pour plafond plein et applique murale

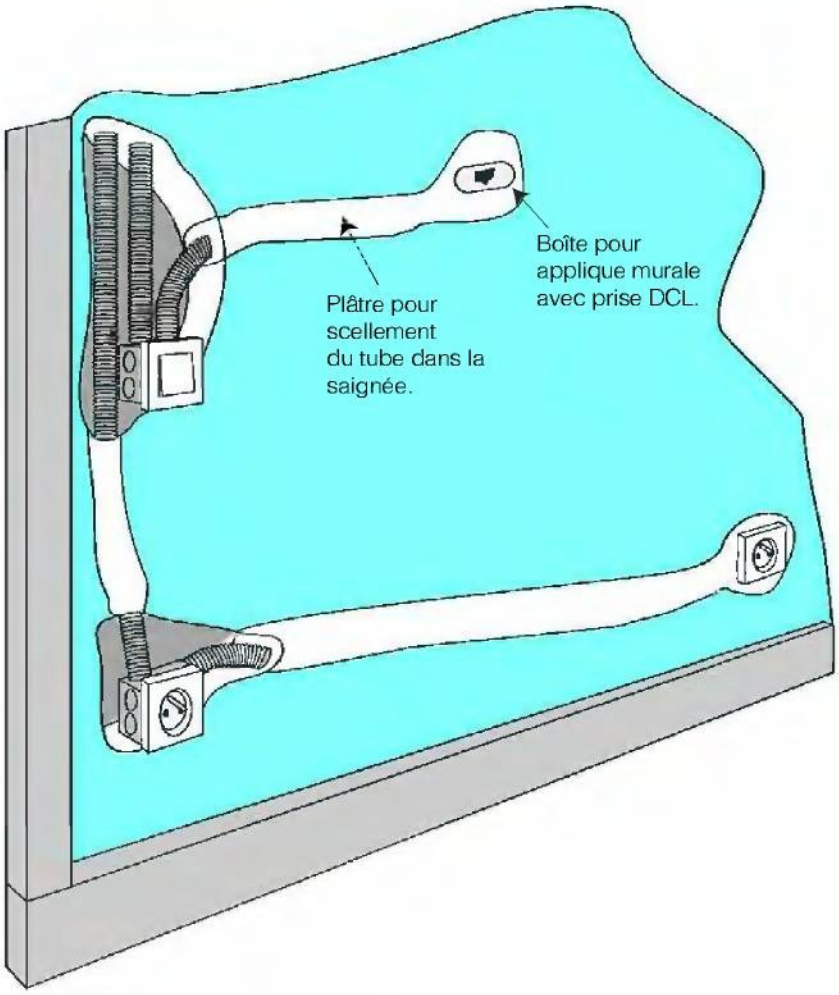
Exemples de boîtes avec prise DCL pour applique et plafonnier en cloisons creuses

Raccordement d'une boîte DCL en faux plafond

Montage de la fiche DCL sur le câble du luminaire

Fiche DCL branchée dans une boîte de plafond

Figure 234 : Raccordement des fiches DCL



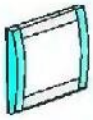
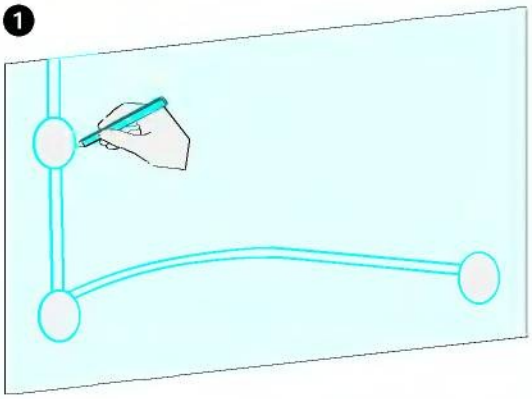
Matériel nécessaire			
	Conducteurs H 07V-U / R ou câbles		Appareillage encastrable (fixation à vis)
	Conduits ICA ou ICTA	① ② ③	Boîtiers d'encastrement pour maçonnerie avec vis pour appareillage : — ronds (1) diamètre 60 mm ; — carré associable (2) en 70 x 70 mm ; — carré simple (3) en 65 x 65 mm pour appareillage et en 85 x 85 pour prises 20 et 32 A.

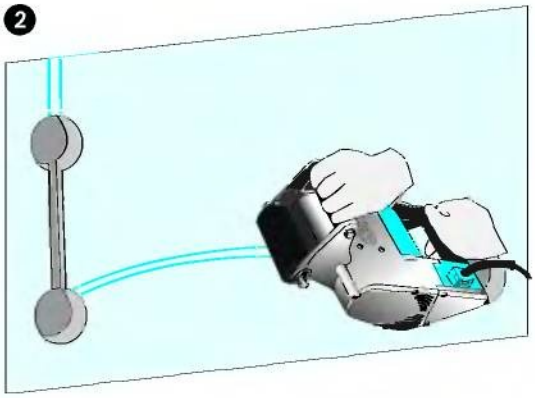
Figure 235 : L'installation encastrée

❶



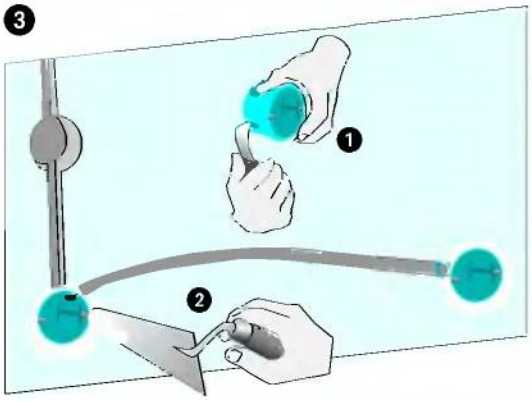
Tracez sur le mur l'emplacement des boîtiers pour l'appareillage et les saignées pour le passage des conduits.

❷



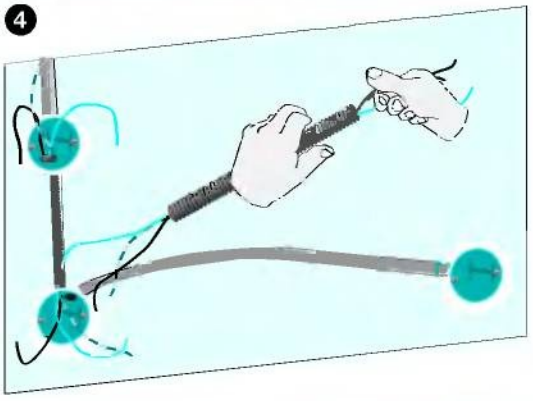
Réalisez les trous des boîtiers à la scie cloche spéciale, montée sur un perforateur. Ensuite, effectuez les saignées, de préférence à la machine.

❸



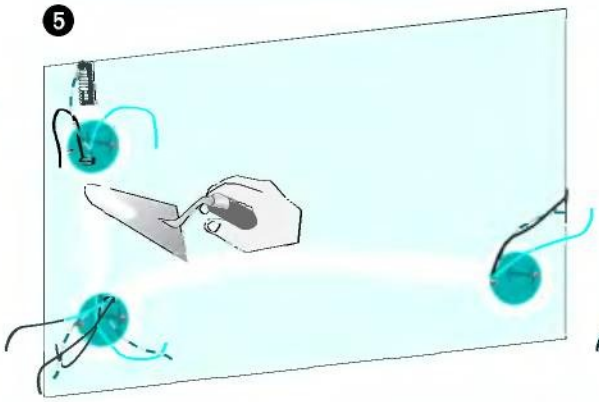
Ouvrez les opercules des boîtiers nécessaires au passage des conduits ❶ puis scellez les boîtiers au plâtre ❷.

❹



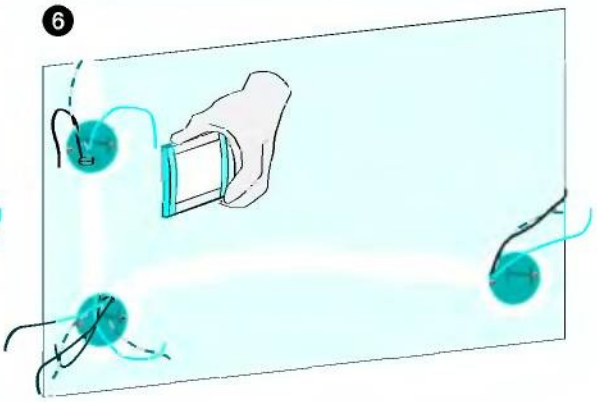
Prenez la mesure des conduits en les présentant dans les saignées. Passez les conducteurs et replacez les conduits ainsi équipés.

❺



Rebouchez les saignées au plâtre. Vous pouvez maintenir les conduits au fond des saignées grâce à de petits clous plantés en biais.

❻



Procédez au raccordement et à la pose de l'appareillage.

Figure 236 : La pose encastrée

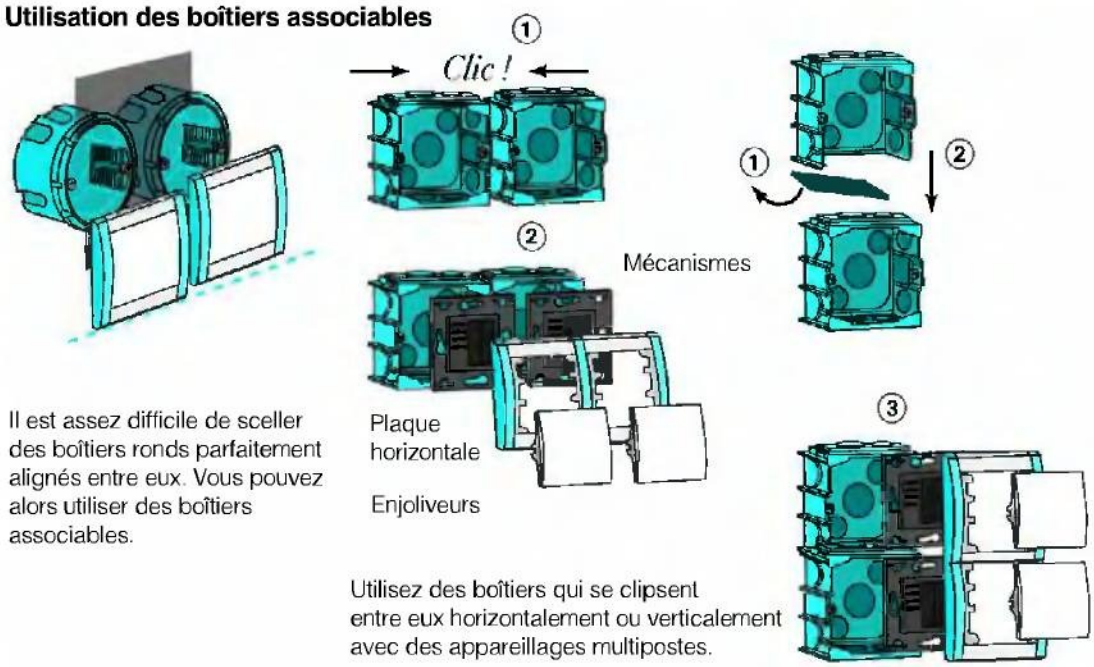


Figure 237 : Association de boîtes

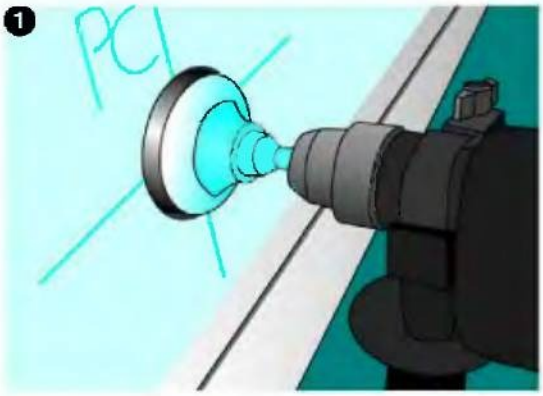
pour appareillage aux endroits choisis, puis la réalisation des saignées entre ces boîtes.
Les alimentations peuvent provenir indifféremment du sol ou du plafond selon le type de distribution choisi. Utilisez du plâtre pour reboucher les saignées. Pour les saignées pratiquées dans les carreaux de plâtre, utilisez un mélange composé pour moitié de plâtre et de colle à carreaux.

Pour installer plusieurs boîtes pour appareillage à la file, horizontalement ou verticalement (figure 237), et pour un résultat optimal, utilisez des boîtes clipsables. 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.

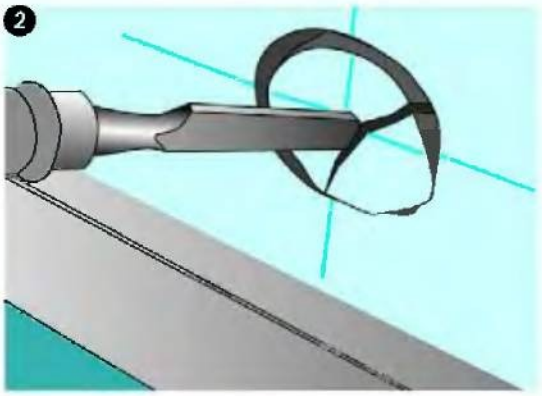
Les petits trucs

Les figures 238 et 239 illustrent la façon de sceller des boîtes d'encastrement et un conduit dans une saignée. Les trous des boîtes sont réalisés à l'aide d'une scie cloche à matériaux de 65 à 70 mm de diamètre. Vous pouvez également l'utiliser pour des boîtes carrées : après le percement du trou, il suffit de creuser les angles avec une massette et un burin. Les fixations par griffes pour les prises de courant sont désormais interdites. Utilisez des boîtes rondes munies de vis pour la fixation des appareillages.

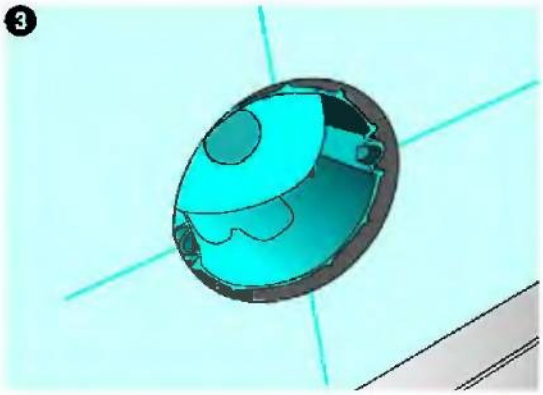
Dans le cas d'une rénovation, il est possible que des problèmes se présentent lors du passage encastré d'une ligne d'alimentation pour plafonnier, notamment, dans le cas d'un plafond ancien avec corniches et rosaces en staff. Nous vous proposons notre méthode, à la figure 240, pour réaliser des encastrements sans abîmer



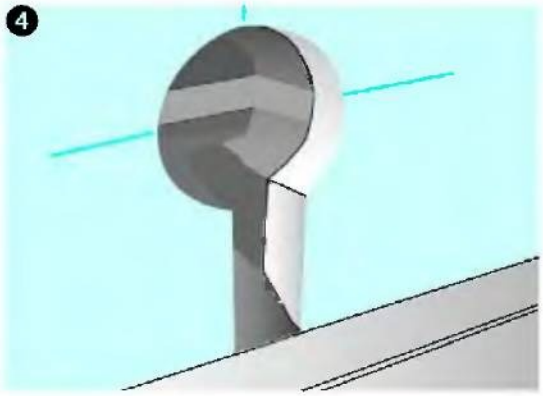
Marquez précisément les axes du boîtier afin de les poser tous à la même hauteur. Percez le trou à l'aide d'une scie cloche à matériaux.



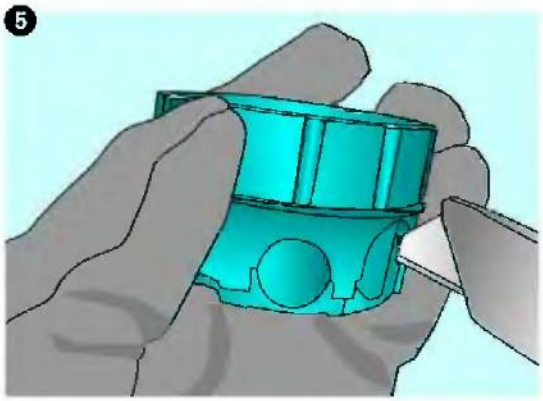
Cassez la partie découpée à la scie cloche. Un vieux ciseau à bois fera parfaitement l'affaire.



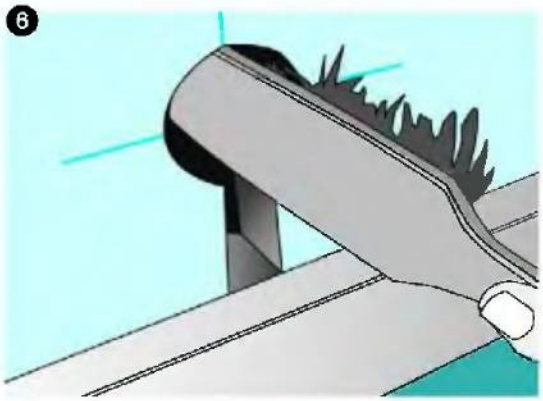
Vérifiez que la profondeur est suffisante pour recevoir le boîtier. 0,5 à 1 cm de plus que la profondeur du boîtier seront nécessaires pour un scellement correct.



Réalisez les départs de tranchées à partir du boîtier. Les départs des conduits s'effectuent au niveau du fond du boîtier.

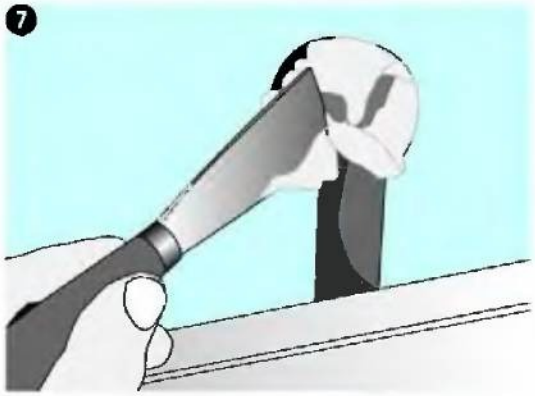


Percez les opercules nécessaires pour le passage des conduits. Attention, les vis de fixation de l'appareillage doivent rester horizontales.



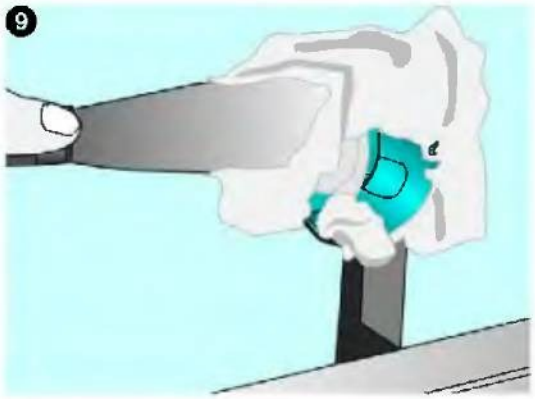
Faites du plâtre. Pendant qu'il repose, humidifiez le percement du boîtier.

Figure 238 : Scellement d'une boîte

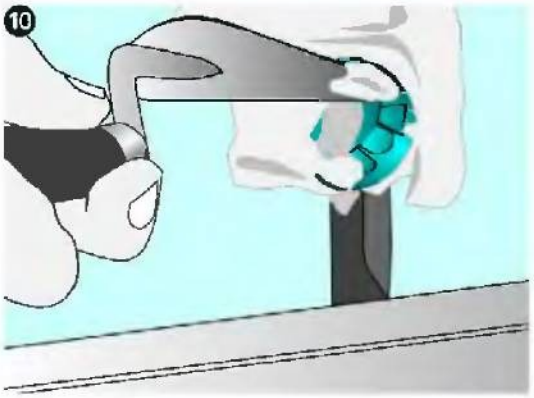


Appliquez généreusement du plâtre dans le trou du boîtier.

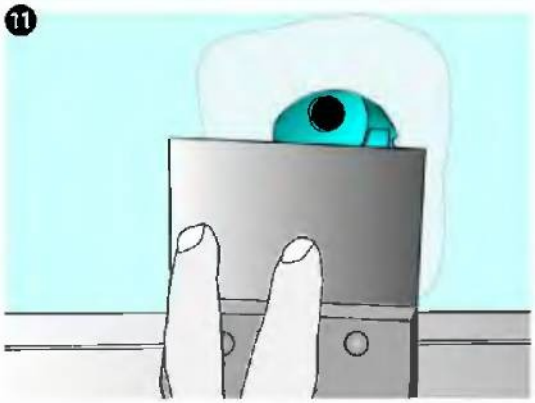
Enfoncez le boîtier dans le plâtre frais jusqu'à ce qu'il arrive à ras du mur. Le plâtre doit refluer.



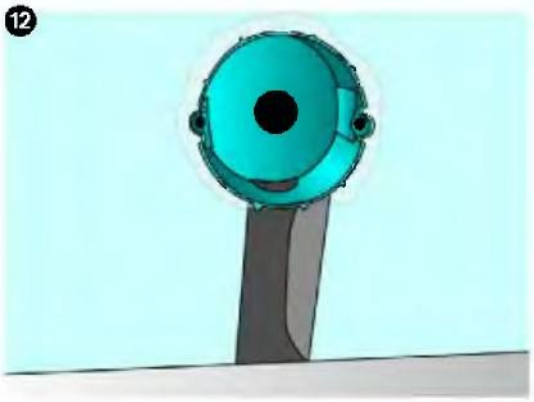
Lissez grossièrement le plâtre et rajoutez-en éventuellement entre le trou et le boîtier, il ne doit pas rester d'interstices.



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.

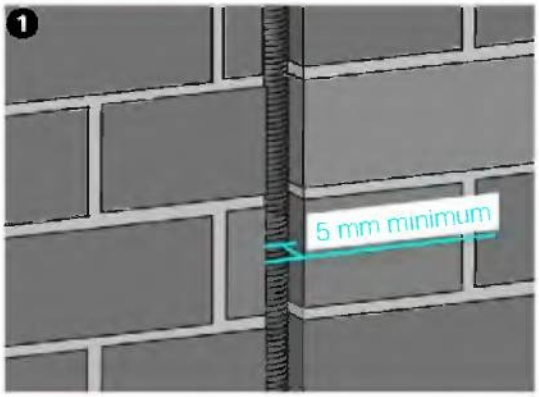


Quand le plâtre est pris (attendez 10 à 15 minutes environ), raclez et lissez-le avec un couteau à enduire. S'il fait des bouloches, c'est qu'il n'a pas encore assez pris.

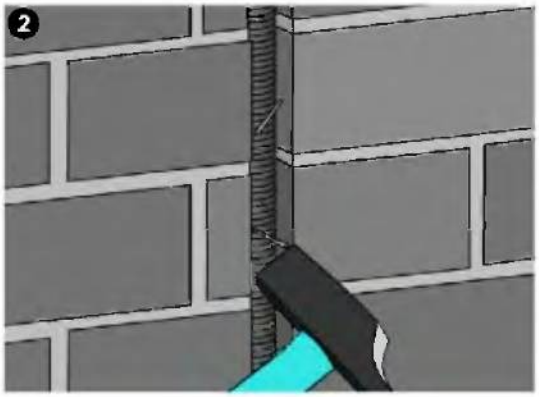


Lissez bien le plâtre et retirez le surplus, de façon qu'il n'en reste qu'entre le boîtier et son trou. Laissez sécher avant de passer les conduits et les fileries.

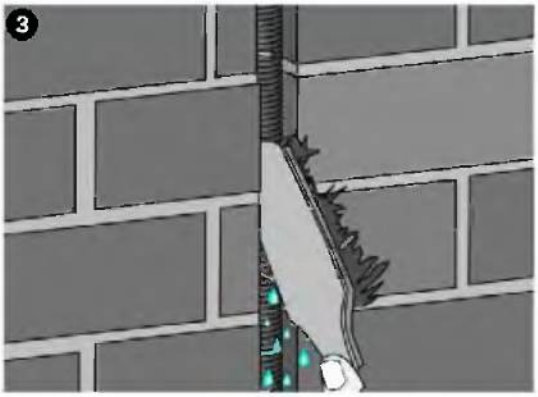
Figure 238 (suite) : Scellement d'une boîte



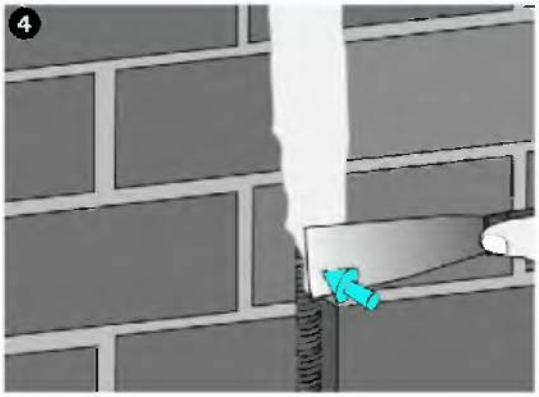
Réalisez une saignée d'une profondeur supérieure au diamètre de la gaine (5 mm minimum).



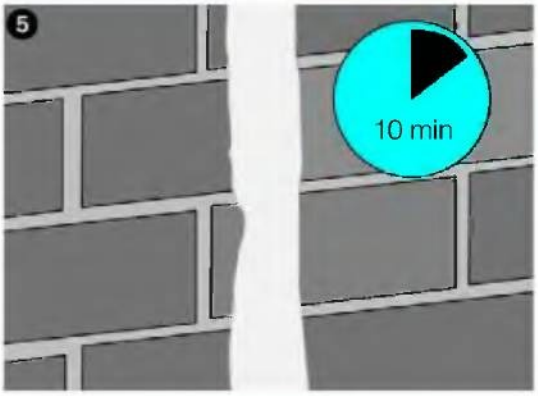
Passez les conducteurs dans le conduit, puis mettez-le en place dans la saignée. Maintenez-le avec des clous plantés en biais. N'abîmez-pas le conduit !



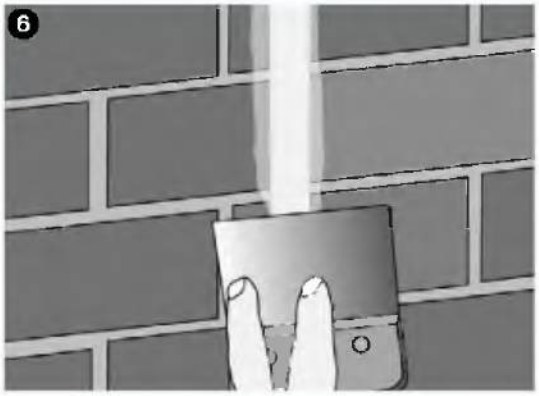
Préparez du plâtre pour le rebouchage. En attendant qu'il prenne, humidifiez la saignée.



Appliquez le plâtre en appuyant, de manière à le faire pénétrer au fond de la saignée.

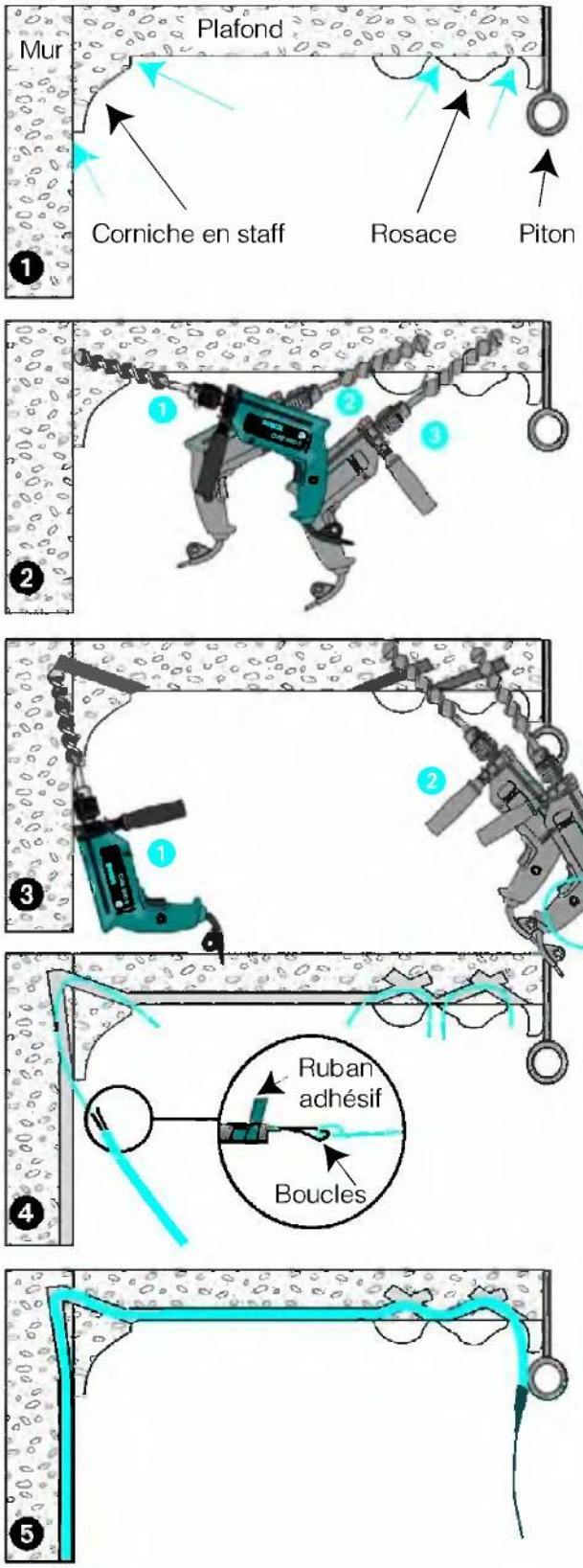


Laissez le plâtre prendre pendant une dizaine de minutes environ.



Grattez le plâtre en excédent à l'aide d'une Berthelet ou d'un couteau de peintre.

Figure 239 : Scellement d'un conduit



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 bleues).

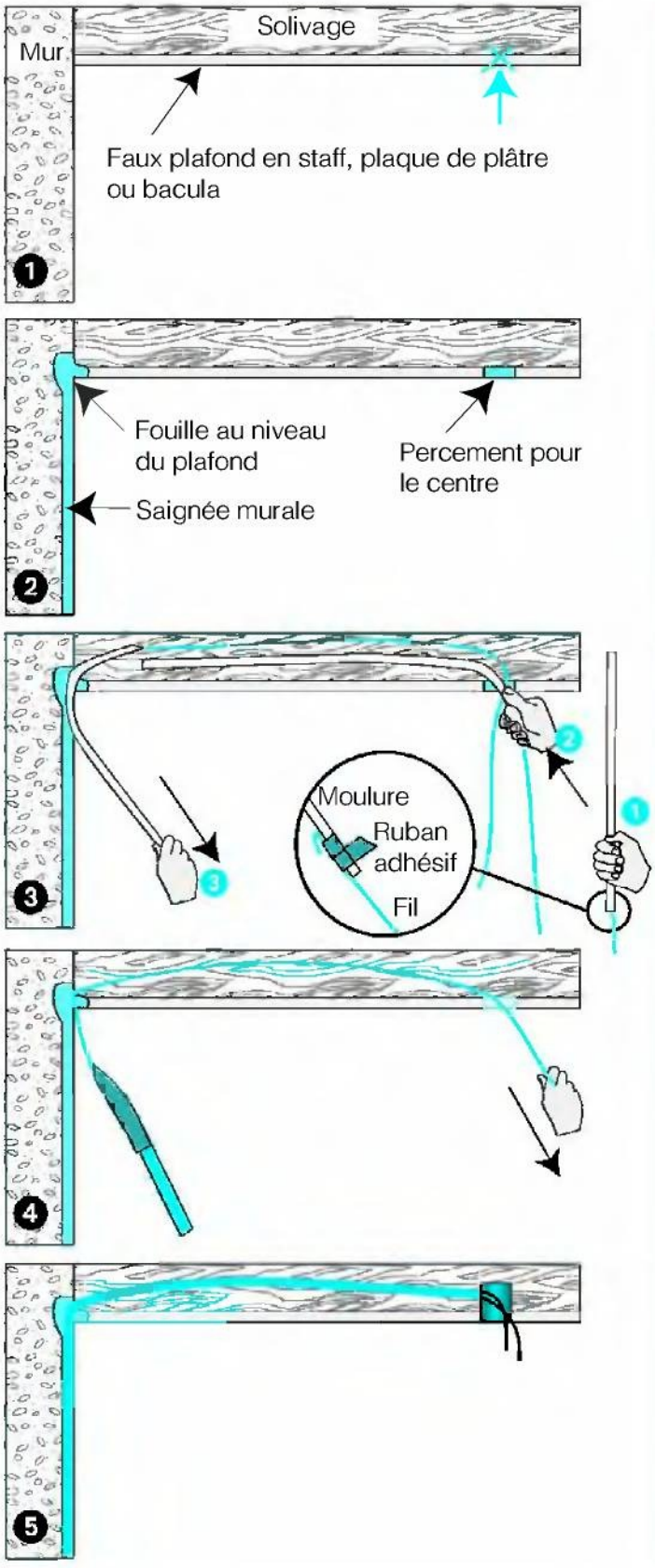
À l'aide d'une perceuse à percussion ou d'un perforateur équipé d'un foret assez long et d'un diamètre supérieur au conduit que vous comptez poser (foret à béton de 20 mm pour une gaine de 16, par exemple), réalisez des percements comme sur l'illustration ci-contre.

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.

Figure 240 : Alimentation d'un plafonnier dans un plafond mouluré



Repérez le centre de la pièce ou l'endroit que vous avez choisi pour créer une alimentation de plafonnier (flèche bleue).
Si vous tombez sous une poutre, décalez-vous légèrement.

Percez le trou central et repérez le sens du solivage (vous devrez passer la gaine parallèlement aux solives). Cela détermine l'endroit du mur où vous devrez faire arriver l'alimentation. Réalisez une fouille à l'intersection entre le mur et le plafond.

Prenez un couvercle de moulure en plastique (de 20 ou 30 x 10), fixez une aiguille (conducteur H07 V-U) ❶, introduisez l'ensemble par le trou central ❷ et récupérez-le au niveau de la fouille murale ❸. Prévoyez une aiguille de longueur suffisante (supérieure au passage).

Attachez le conduit (avec les conducteurs à l'intérieur) à l'aiguille et tirez l'ensemble par le trou central.

Mettez en place le conduit dans la saignée, placez la boîte de plafonnier et faites les raccords de plâtre nécessaires.

Figure 241 : Alimentation d'un plafonnier dans un plafond creux

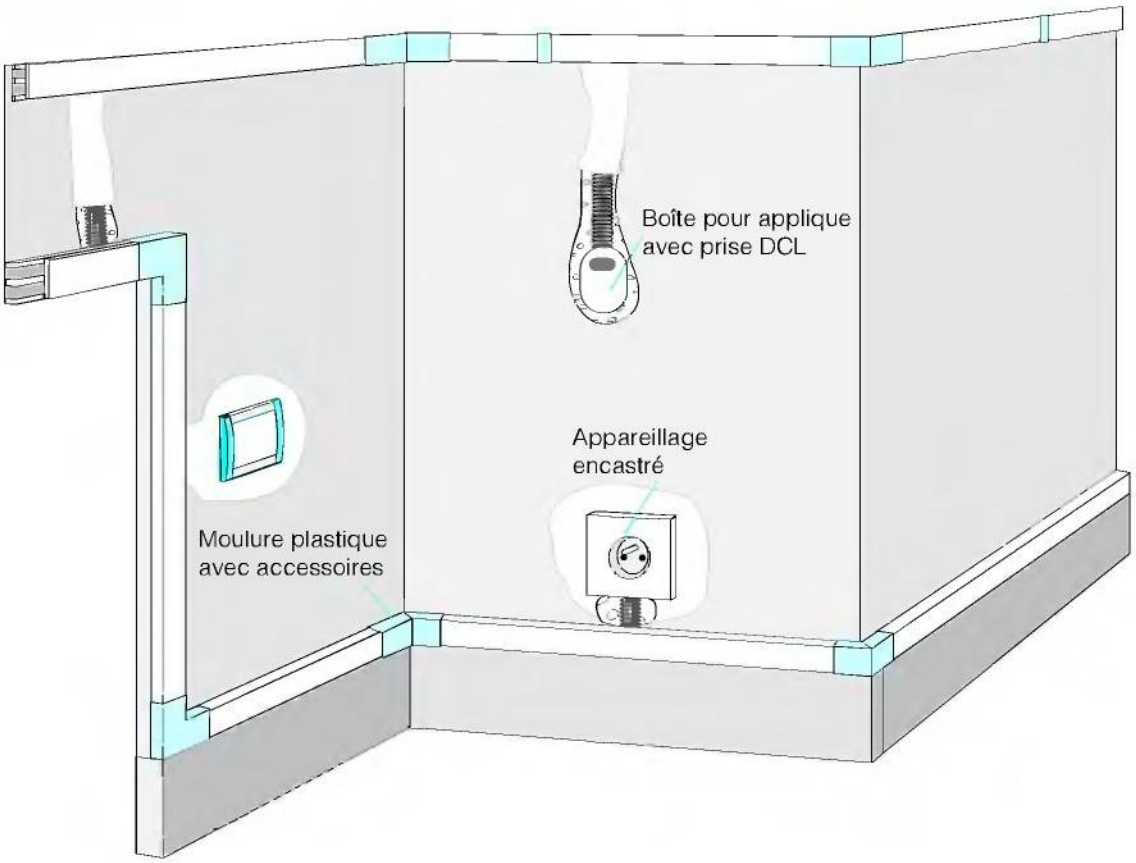
les décorations du plafond. En pareil cas, il sera difficile d'installer une boîte DCL pour plafonnier, la suspension du luminaire étant assurée par un puissant crochet métallique fixé dans la structure du bâtiment. Vous pouvez alors utiliser une boîte DCL pour applique. Le luminaire sera suspendu au crochet existant. La figure 241, présente notre méthode pour réaiguiller une alimentation de plafonnier dans un plafond creux fermé et non démontable de type bacula.

La pose semi encastrée

La pose semi-encastrée consiste à combiner la distribution sous profilés en plastique et la distribution encastrée (figures 242 à 244). 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 un ceinturage au droit du plafond pour alimenter les points d'éclairage et un autre au-dessus des plinthes 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.

Les règles à respecter
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 245). Dans cette figure, vous trouverez également différentes astuces que nous vous proposons pour découper le socle des profilés en plastique selon leur emplacement.
Pour les entourages des portes (figure 246), plusieurs solutions sont possibles. Si la pièce est distribuée avec

Figure 242 : Exemple d'installation semi encastrée



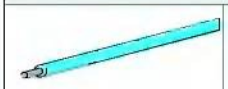
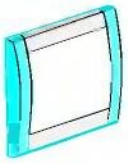
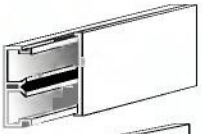
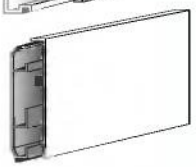
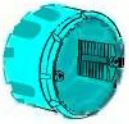
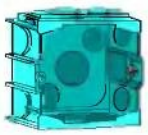
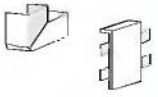
Matériel nécessaire			
	Conducteurs H 07 V-U / R ou câbles		Appareillage encastrable à fixation par vis
 	Moulure plastique et/ou plinthe plastique	 	Boîtes d'encastrement pour appareillage à vis
	Accessoires pour moulure ou plinthe plastique		
	Conduits ICA ou ICTA		

Figure 243 : L'installation semi encastrée

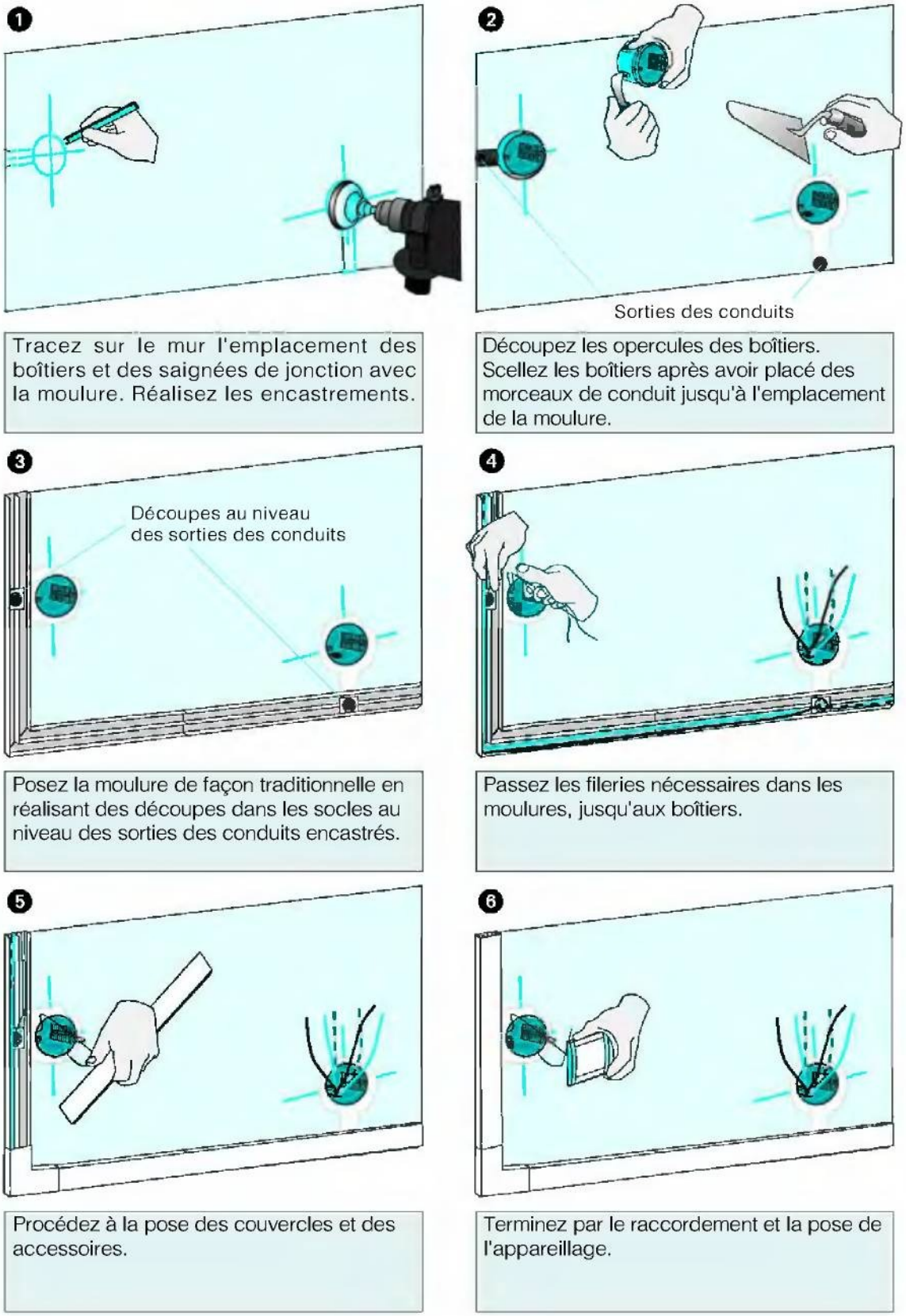
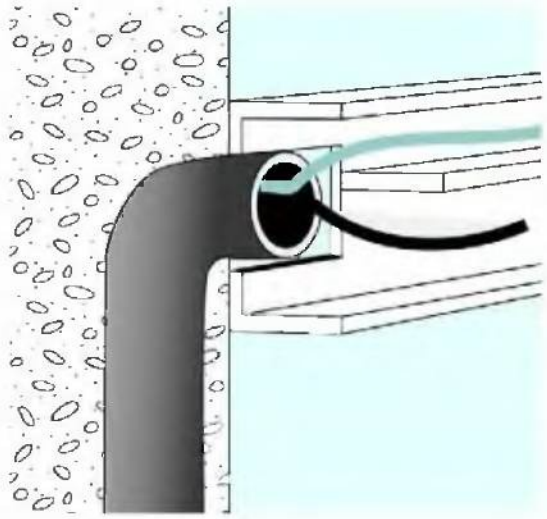


Figure 244 : Réalisation d'une installation semi encastrée

Pénétration des conduits

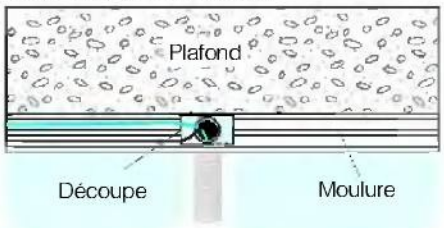
INTERDIT



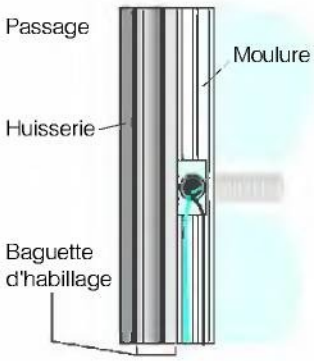
Le conduit doit pénétrer jusque dans la moulure.

Découpe des socles

Socle visible d'un seul côté

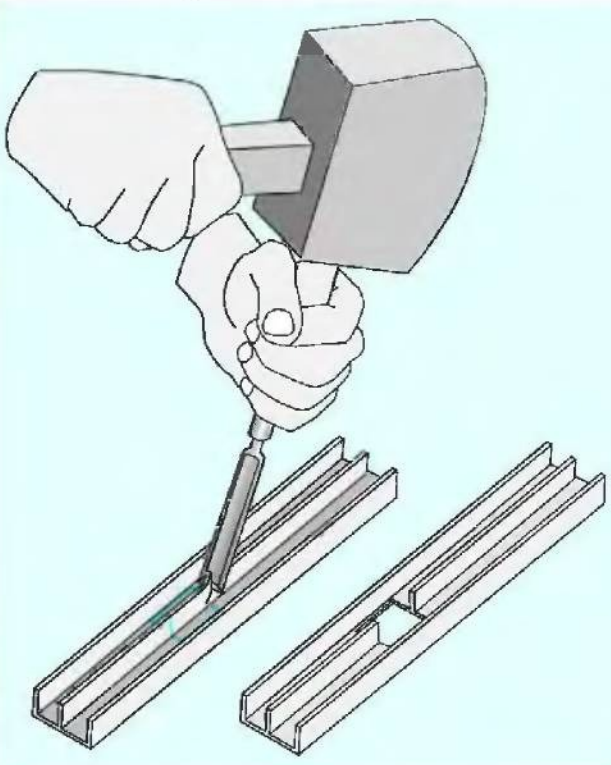


Pour une moulure posée au droit d'un plafond, découpez le fond du socle et le côté non visible avec une scie.



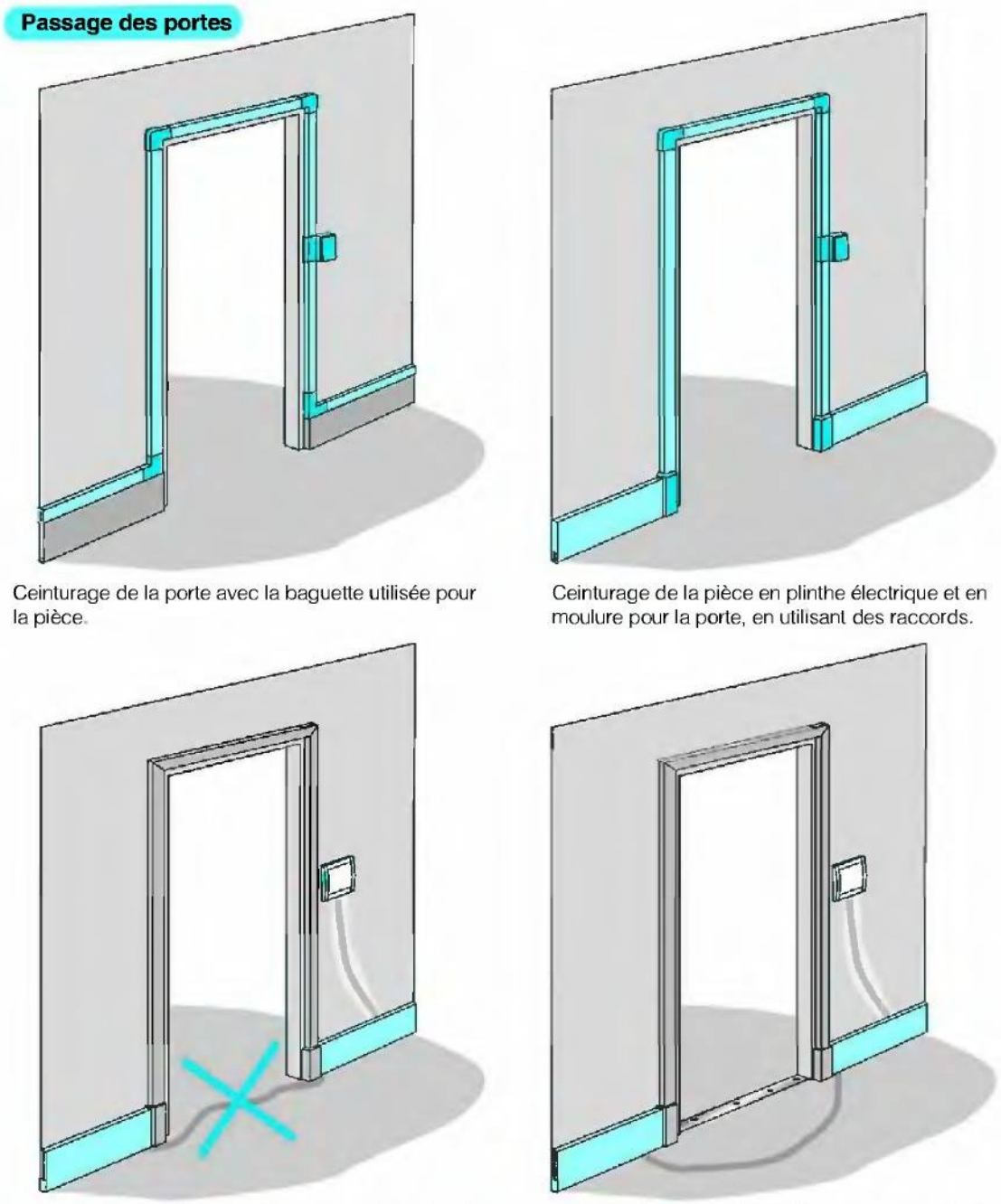
Utilisez le même type de découpe pour une moulure placée en entourage d'une porte.

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.

Figure 245 : Jonctions entre conduits et moulures



Ceinturage de la porte avec la baguette utilisée pour la pièce.

Ceinturage de la pièce en plinthe électrique et en moulure pour la porte, en utilisant des raccords.

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.

Figure 246 : Le passage des portes

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.

La pose dans le sol

Plusieurs solutions sont envisageables en fonction de la nature du sol et de la construction (figure 247). 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 :

- 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 ;

Passage en sol lors de la construction ou d'une rénovation

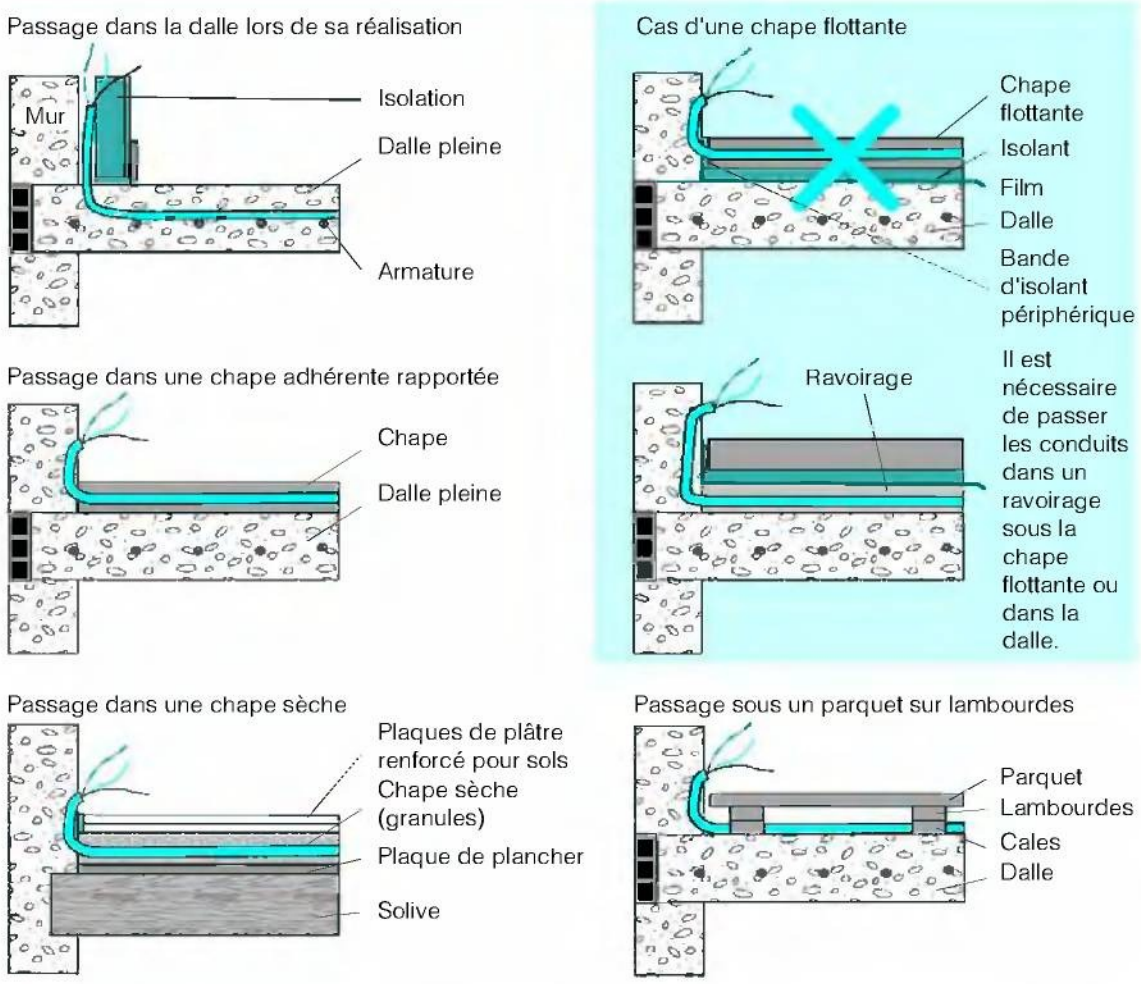
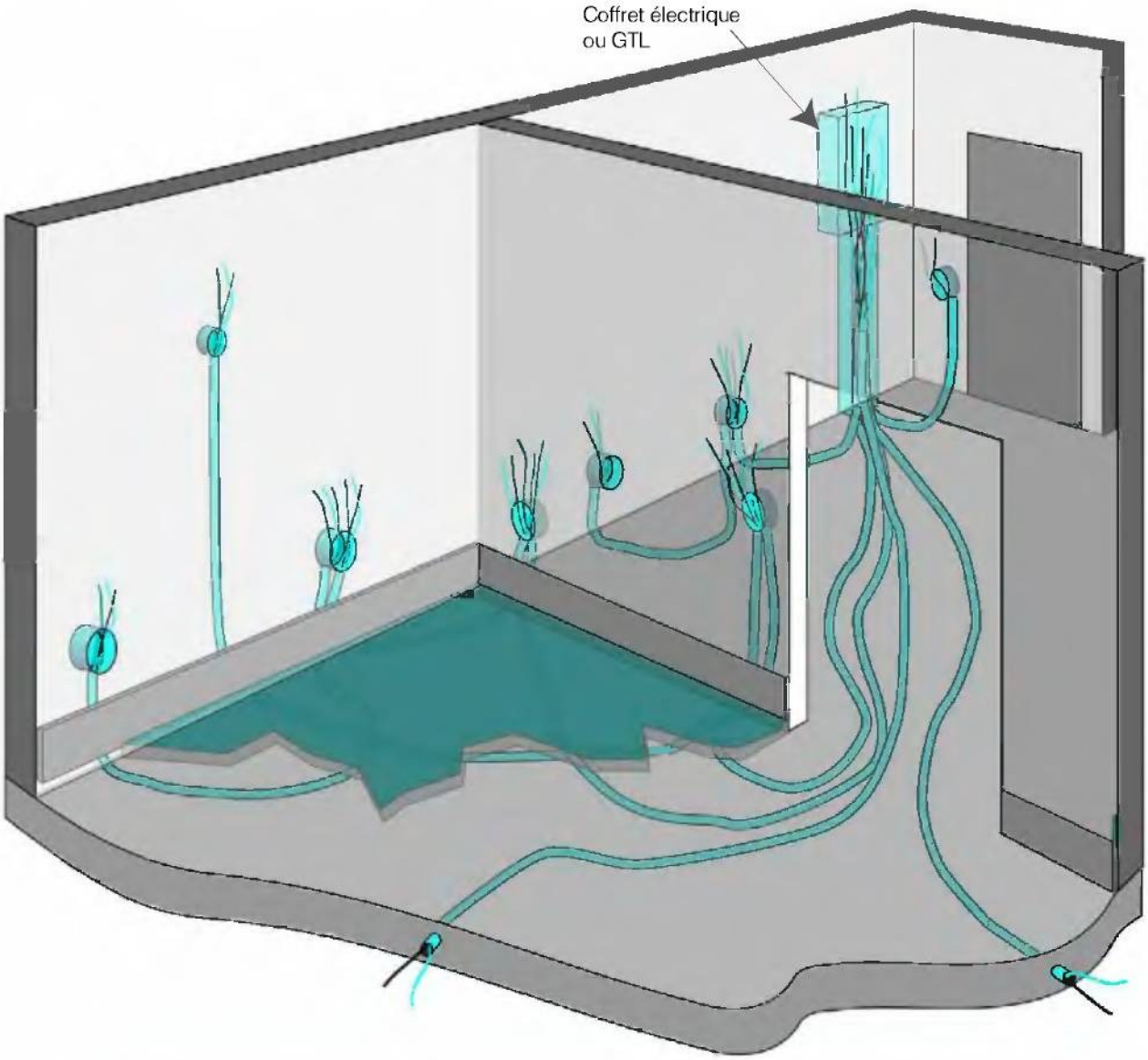
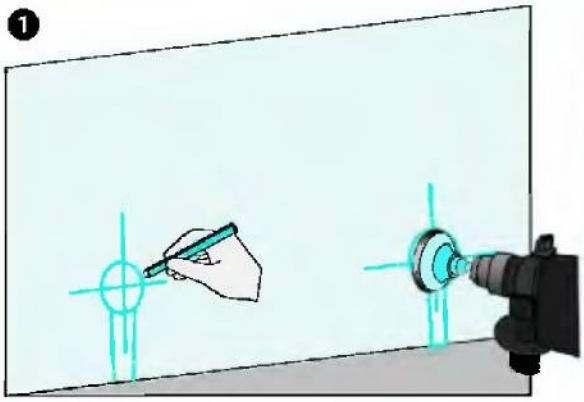


Figure 247 : Passage des conduits dans le sol

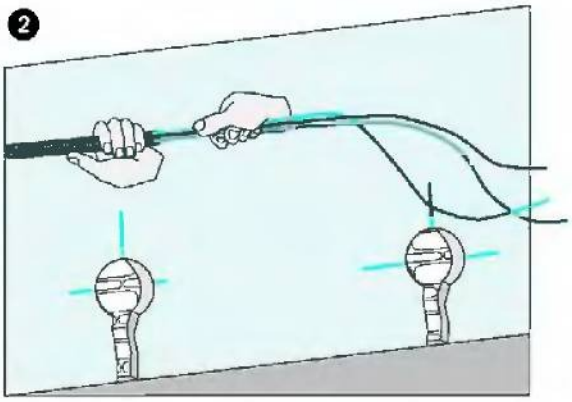


Matériel nécessaire			
	Conducteurs H 07V-U / R ou câbles		Appareillage encastrable (fixation à vis)
	Conduit ICTA gris. Conduits ICTA orange et ICTL orange ou gris sous condition qu'ils ne sortent pas de plus de 11 cm du sol fini		Boîtiers d'encastrement pour maçonnerie avec vis pour appareillage

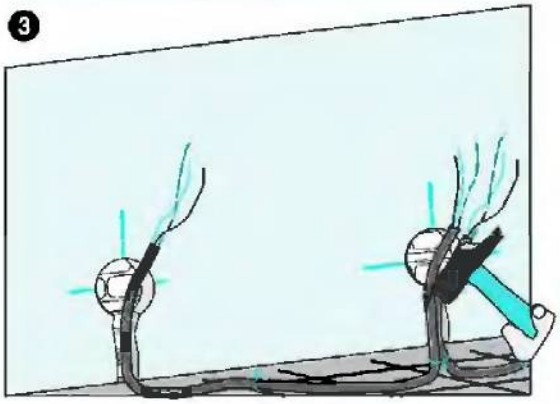
Figure 248 : Principe de l'installation des conduits dans le sol



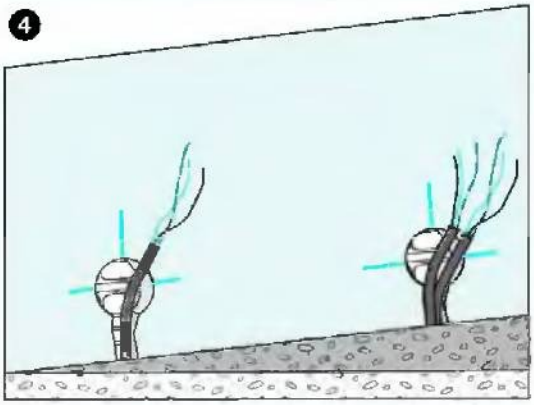
Avant le coulage de la chape, tracez les points de remontée des gaines et les axes des boîtiers (si vous connaissez la hauteur du sol fini).



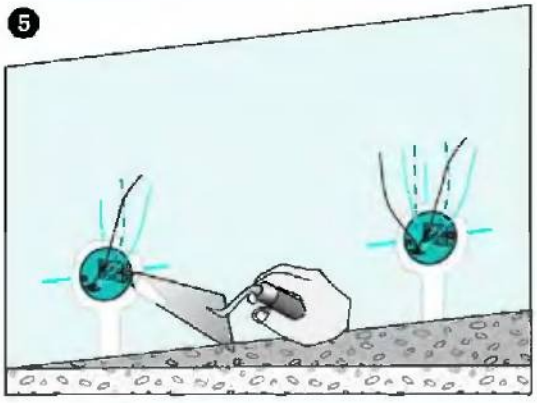
Mesurez les longueurs de conduit nécessaires. Coupez-les et passez les conducteurs.



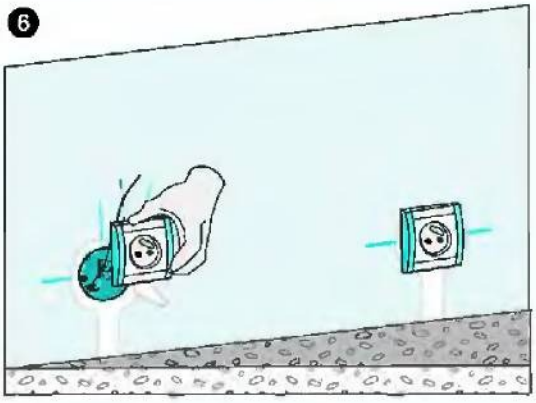
Placez les conduits équipés de conducteurs. Fixez-les à l'armature métallique de la chape avec des morceaux de 1,5 mm² et bloquez-les en remontée avec des clous.



Procédez ou faites procéder à la réalisation de la chape ou de la dalle.



Scellez les boîtiers. Après prise complète, passez les conduits dans les boîtiers, puis rebouchez au plâtre.



Terminez par le raccordement et la pose de l'appareillage.

Figure 249 : La pose de conduits dans le sol

- les conduits de type ICTL 3421 et ICTA 3422 sont admis en montage encastré avant ou après les travaux de maçonnerie. Avant la construction, prenez le plus grand soin des conduits destinés à être encastrés. Ils ne doivent pas être endommagés par les travaux ni être déplacés ;
- 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 dans des 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.

Les conduits doivent être installés avant le coulage de la dalle (figures 248 et 249). 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 encastrée sans en avoir les inconvénients (saignées, gravats).

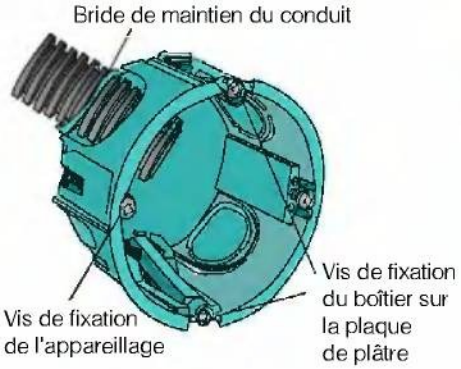
Les règles à respecter :

- les conduits utilisés doivent être non propagateurs de la flamme, ce qui exclut les conduits ICTA orange et ICTL orange ;
- pour l'appareillage, utilisez des boîtes spéciales pour cloisons creuses (figure 250) ;
- 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 (polysty-

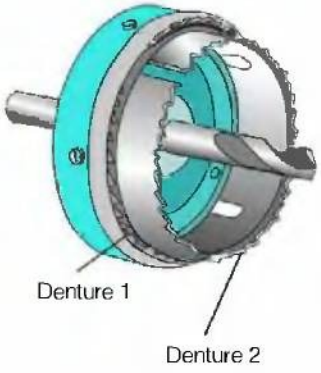
Figure 250 : Exemple de boîtes pour cloisons creuses

Installation derrière doublages ou en cloison sèche

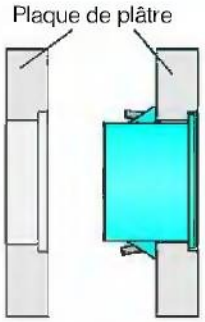
Utilisez uniquement des boîtiers adaptés aux plaques de plâtre
(monopostes ou multipostes)



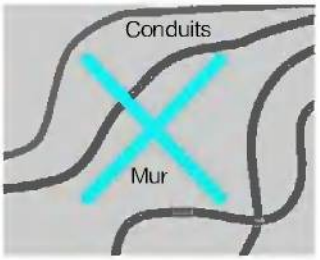
Utilisez éventuellement une scie cloche spéciale

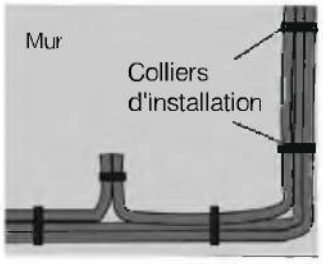


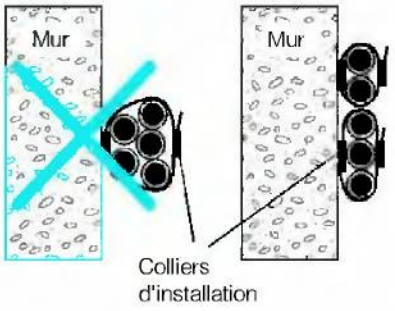
Cette scie cloche permet d'encastrer la collerette du boîtier dans la plaque de plâtre, évitant ainsi tout écartement de l'appareillage.



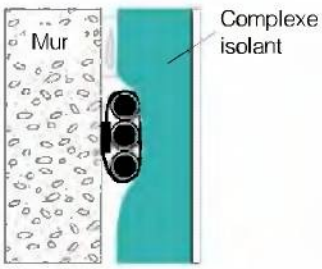
Passage des conduits sur le mur



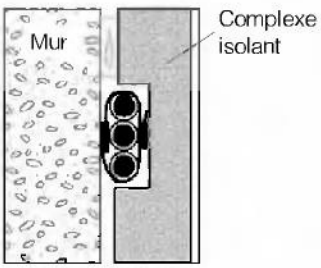


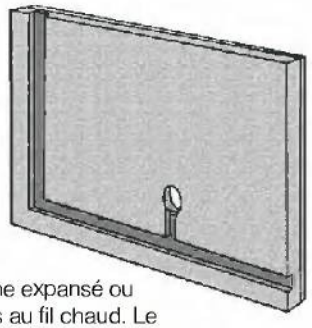


Traitement de l'isolant



Les laines minérales s'écrasent et ne demandent pas de traitement particulier.





Les isolants rigides comme le polystyrène expansé ou extrudé, le PSE... doivent être découpés au fil chaud. Le passage ainsi réalisé ne doit pas dépasser la moitié de l'épaisseur de l'isolant.

Cloisons sèches à ossature métallique

Les montants des cloisons sèches à ossature métallique disposent de percements pour le passage des conduits électriques. Pour en faciliter l'installation, il existe des bagues (M48) qui se clipsent dans les passages et assurent un glissement parfait des conduits.

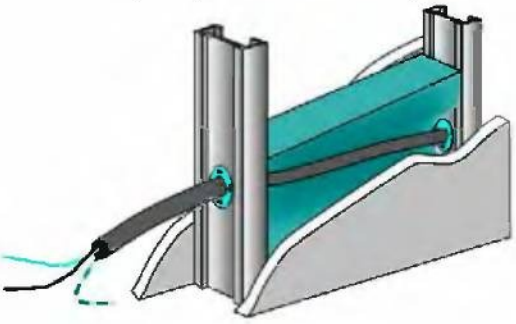


Figure 251 : Conseils et règles de passage des conduits derrière un complexe isolant

rène, PSE), il est nécessaire d'entamer l'isolant à l'endroit du passage des conduits (figure 251). 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. 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 ;

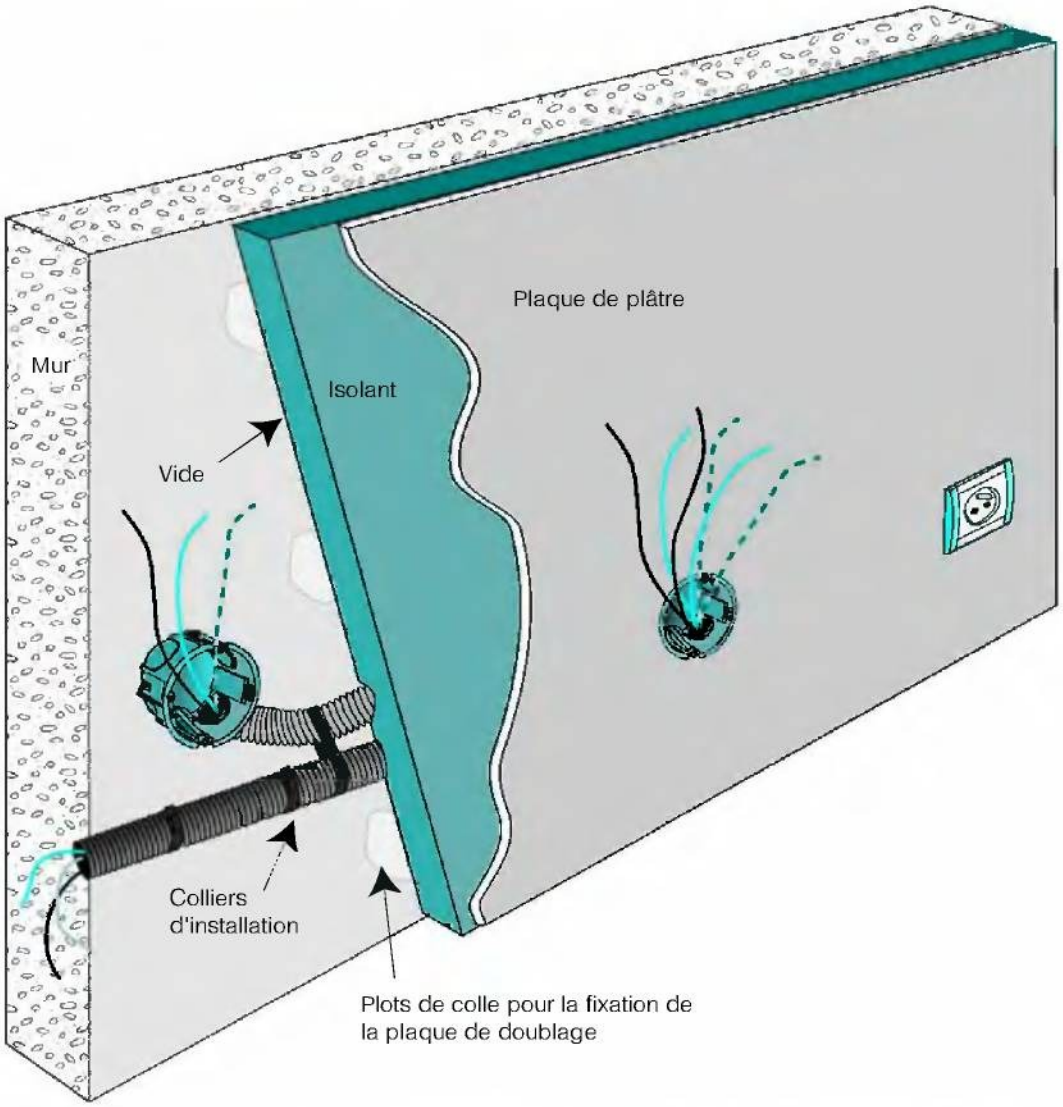
- s'il est nécessaire de traverser l'isolant, il faut reconstituer sa continuité et, éventuellement, celle du pare-vapeur à l'endroit du passage ;
- si la traversée d'un isolant débouche sur l'extérieur (isolation thermique par l'extérieur, par exemple), l'espace autour du conduit doit être rendu étanche 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 fixe 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. 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.

L'installation s'effectue sur la paroi brute avant la pose de l'isolant (figures 252 et 253). 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. 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.). Dans ce cas, il est déconseillé de pratiquer des saignées. 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 polyuréthanne. Dans ce cas, procurez-vous une perche d'encastrement (figure 254), 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.



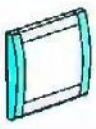
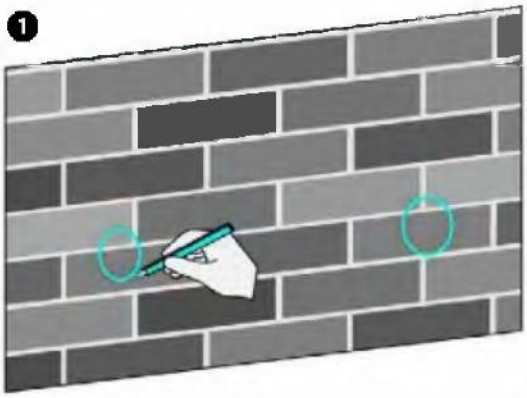
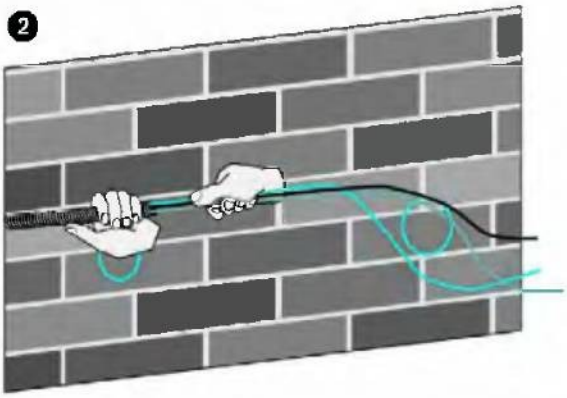
Matériel nécessaire			
	Conducteurs H 07V-U / R ou câbles		Appareillage encastrable (fixation à vis)
	Conduit ICTA gris		Boîtiers d'encastrement spéciaux pour cloisons sèches

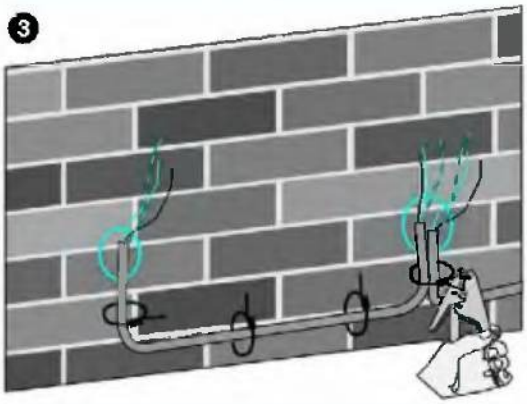
Figure 252 : Principe d'installation derrière un complexe isolant



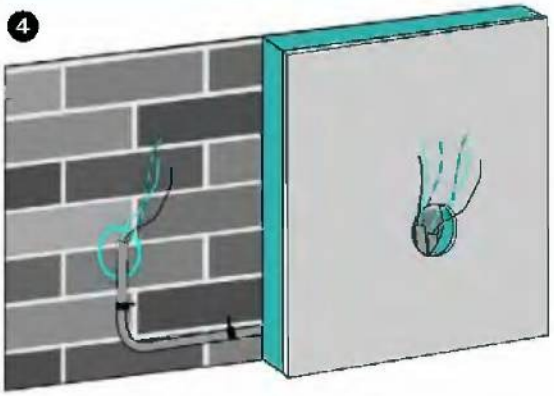
Tracez sur le mur l'emplacement des appareillages.



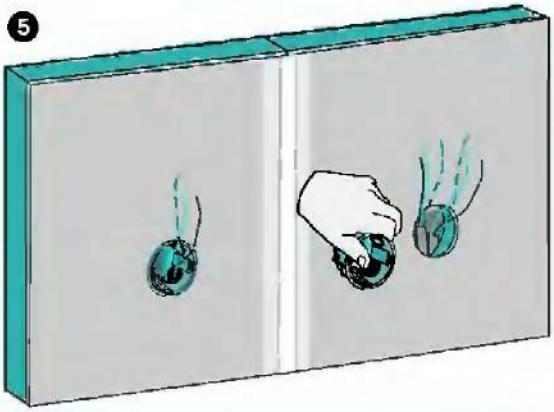
Mesurez les longueurs de conduit nécessaires. Coupez-les et passez les conducteurs.



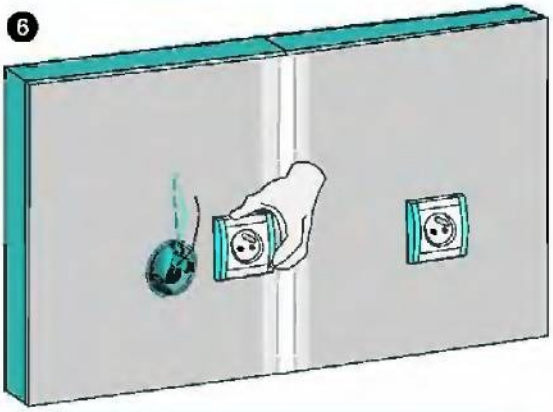
Placez les conduits équipés de conducteurs. Fixez-les à l'aide d'embases à cheville et de colliers d'installation.



Posez les panneaux de doublage. Réalisez éventuellement des découpes dans l'isolant pour le passsage des conduits et les trous de boîtiers dans un diamètre de 65 mm.



Posez les boîtiers dans les percements et fixez-les avec les vis de blocage. Les conduits doivent pénétrer de quelques millimètres dans les boîtiers.



Terminez par le raccordement et la pose de l'appareillage.

Figure 253 : Réalisation d'une distribution derrière un complexe isolant

Passage de lignes après la pose de doublages

Outil spécial : la perche à encastrer

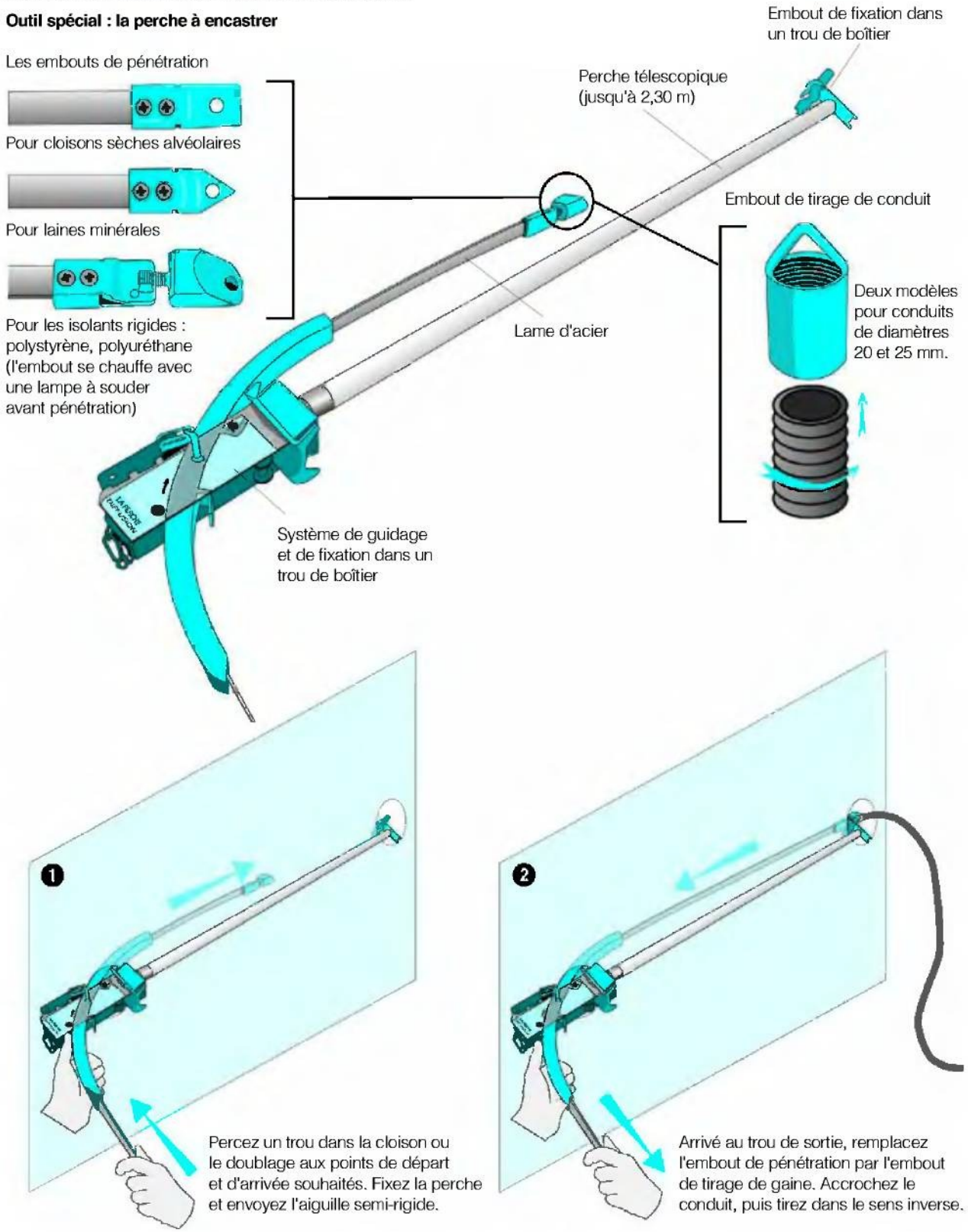


Figure 254 : La perche à encastrer

La distribution par les combles

Ce type de distribution (figures 255 et 256) 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. 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.

La pose enterrée

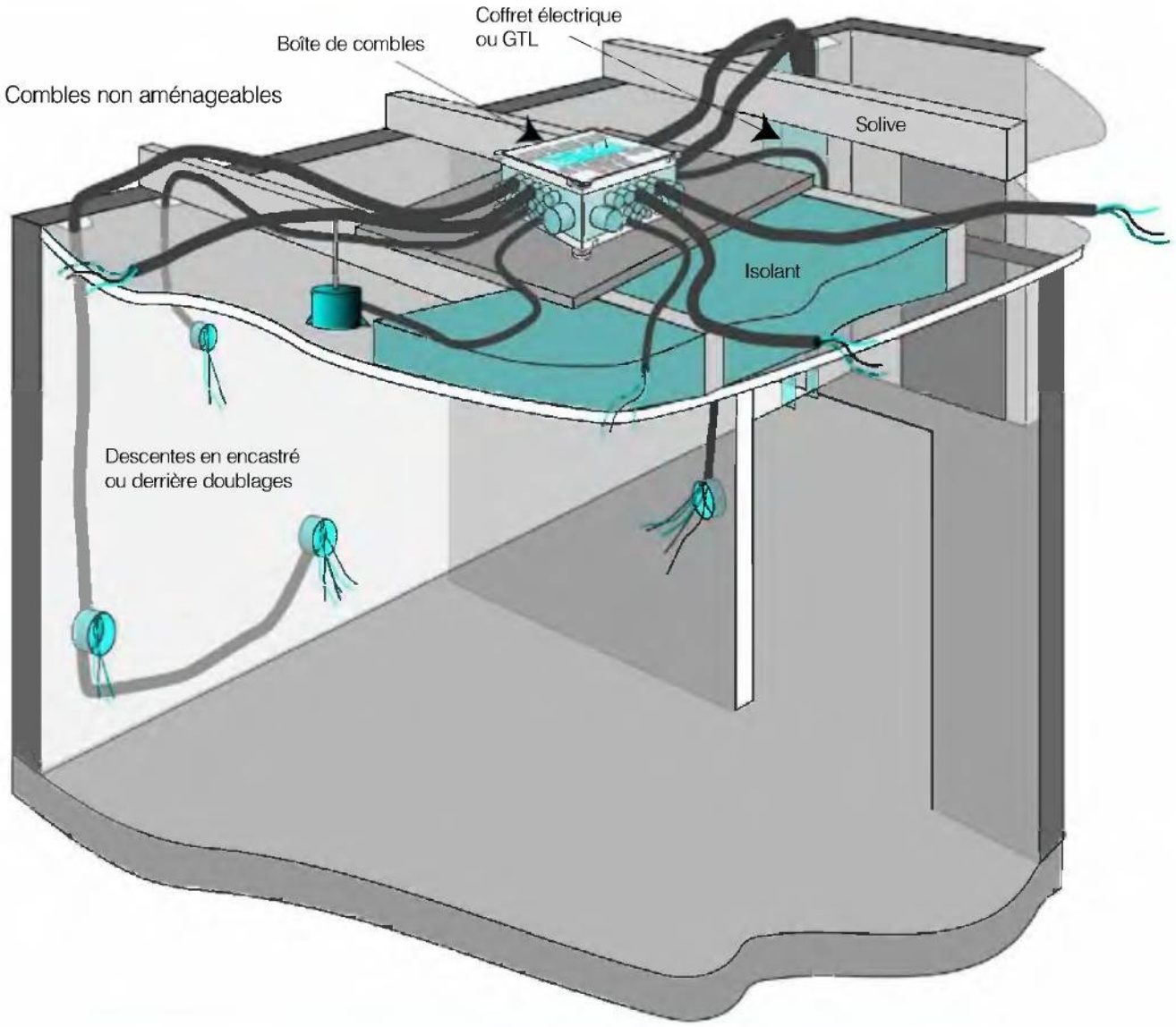
Cette méthode de pose (figures 257 et 258) est utilisée pour les éclairages de jardins, l'alimentation d'une dépendance depuis l'habitation principale et pour le raccordement au réseau public depuis la limite de propriété.

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 :

- pour parer le tassement du sol, en terrain normal, il convient d'enfouir les câbles à 0,50 m de la surface. La profondeur passe à 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 (eau, gaz) doit s'effectuer à une distance minimale de 0,20 m (figure 259) ;
- 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 (figure 260) placé au moins à 0,20 m au-dessus d'elles. Le grillage n'est pas obligatoire avec les conduits TPC rouges (vert pour les télécommunications).



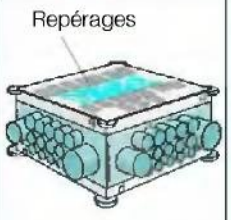
Matériel nécessaire			
	Conducteurs H 07V-U / R ou câbles		Appareillage encastrable (fixation à vis) ou en saillie (selon installation)
	Conduit ICTA gris		Boîte de combles

Figure 255 : La distribution par les combles

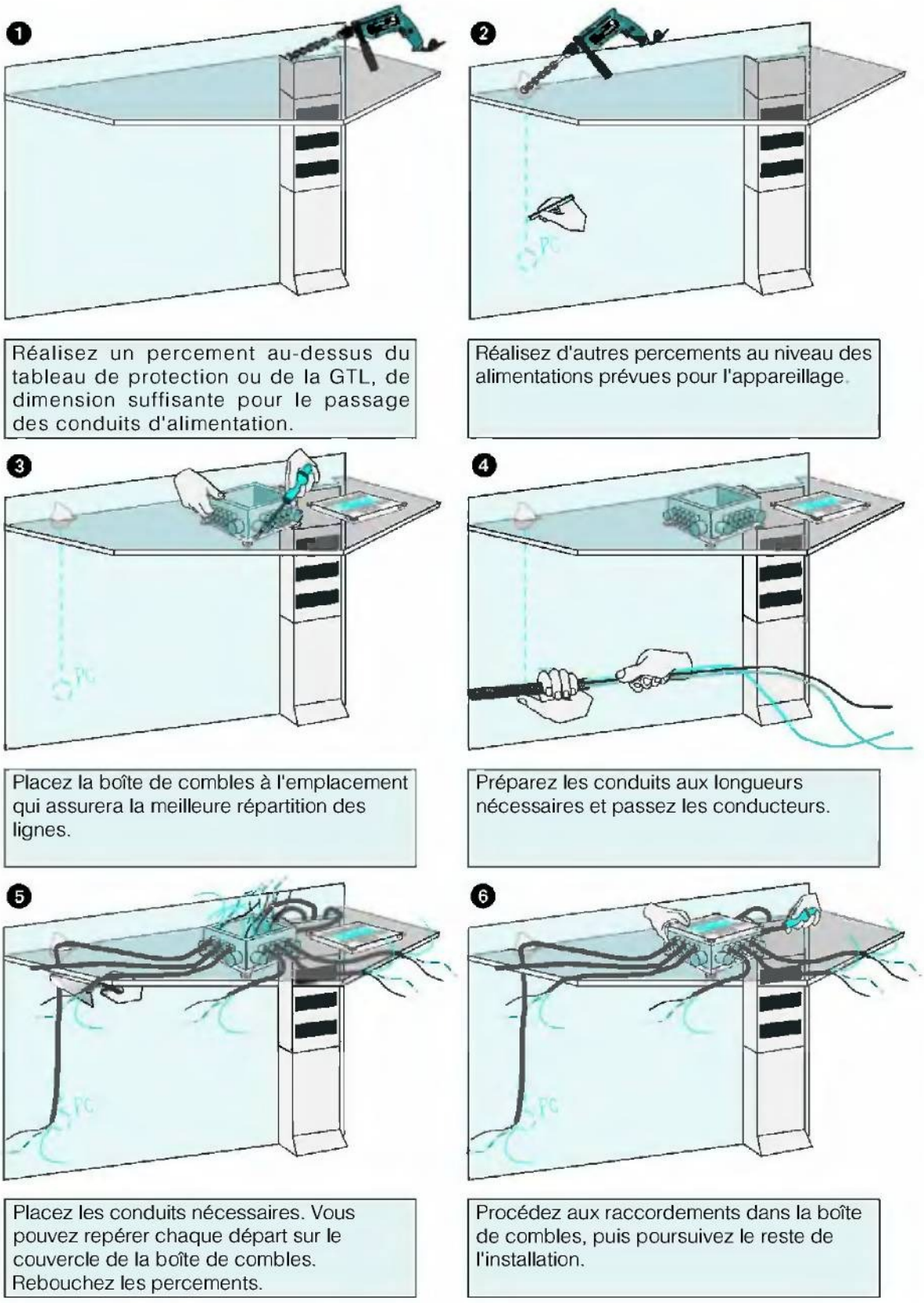
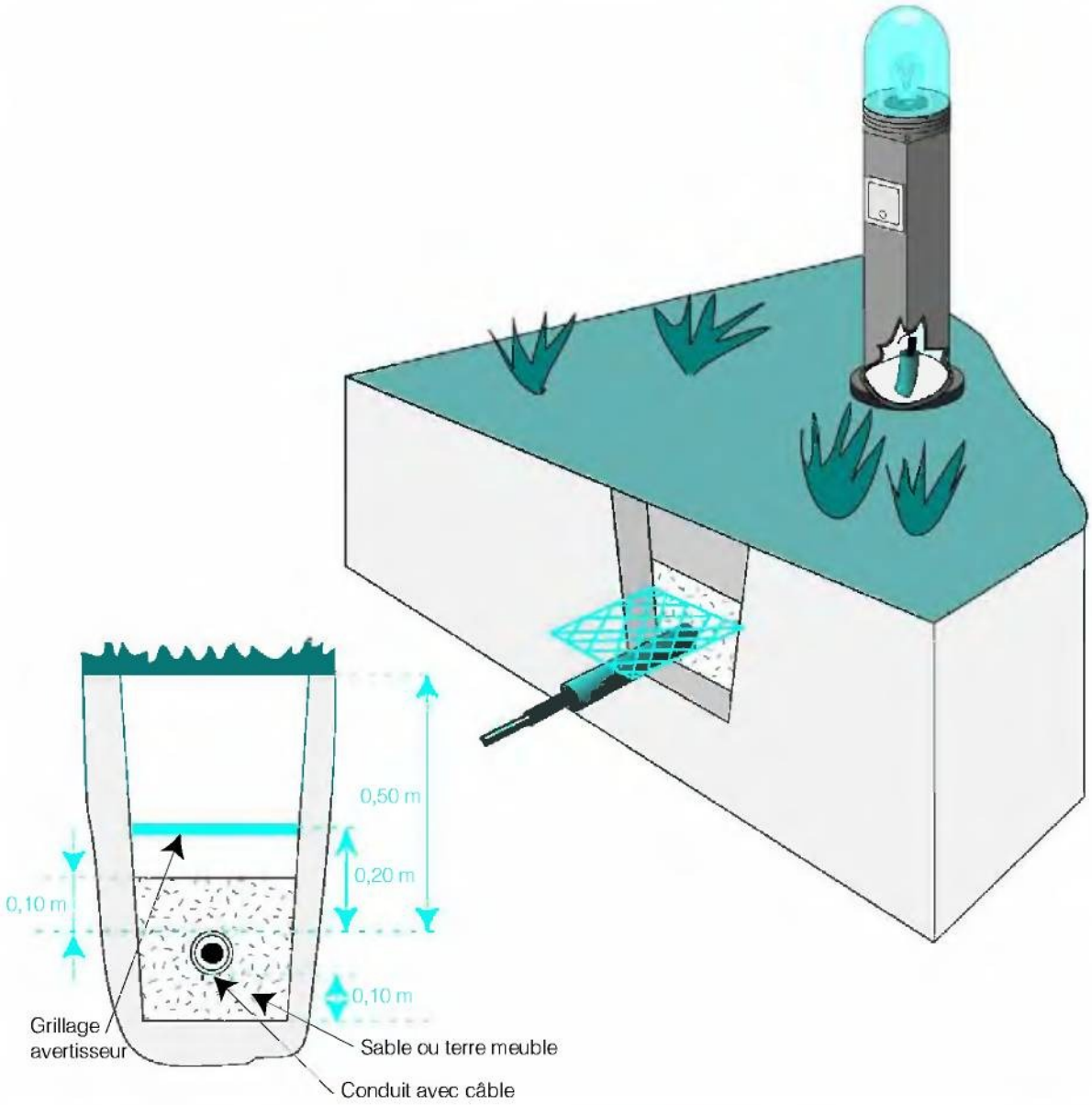


Figure 256 : Réalisation d'une distribution par les combles



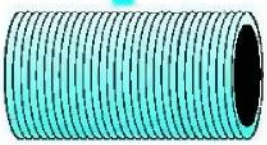
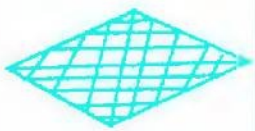
Matériel nécessaire			
	Câbles U-1000 R2V, FR-N 1-X 1X2, FR-N 1-X 1G1, FRN 05 VV-U sous conduit		Câbles U-1000 RVFV, U 1000 RGPFV posés sans conduit
	Conduit TPC rouge Conduits ICTA ou ICTL lorsqu'un conduit de diamètre inférieur à 40 mm est nécessaire		Grillage avertisseur en plastique de couleur rouge (verte pour le téléphone)

Figure 257 : Canalisations enterrées

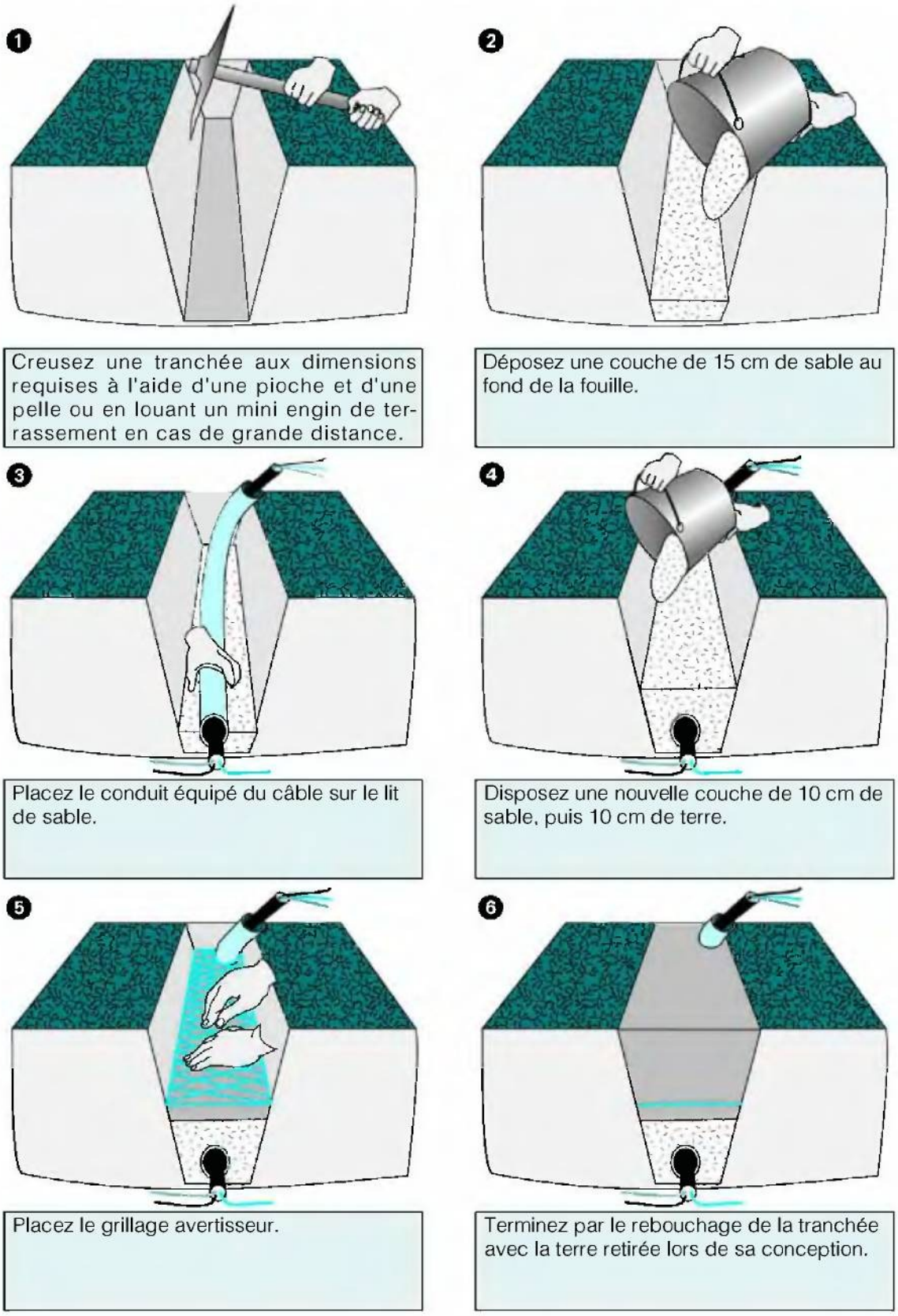


Figure 258 : Pose d'une canalisation enterrée

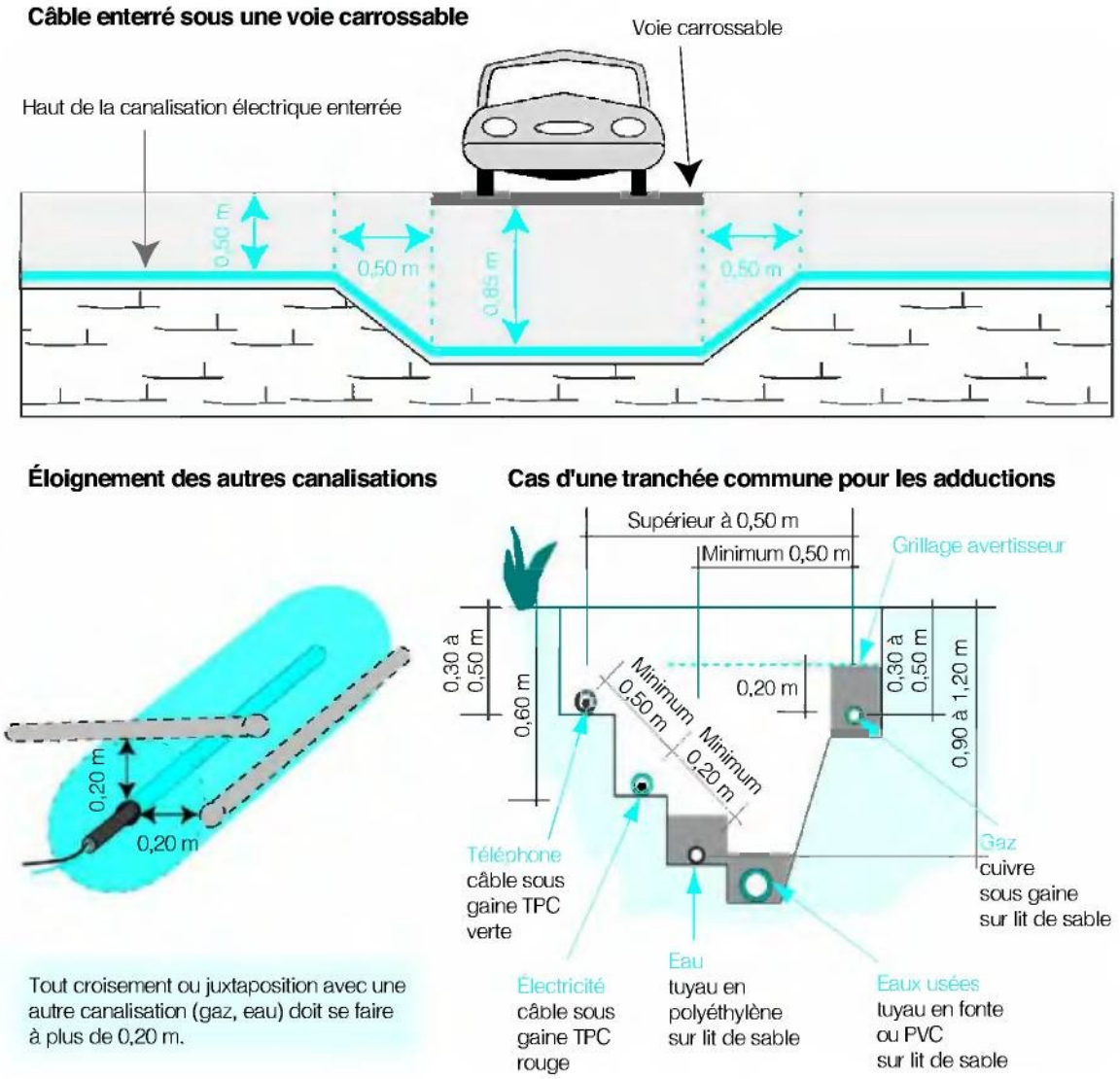


Figure 259 : Règles d'enfouissement des canalisations

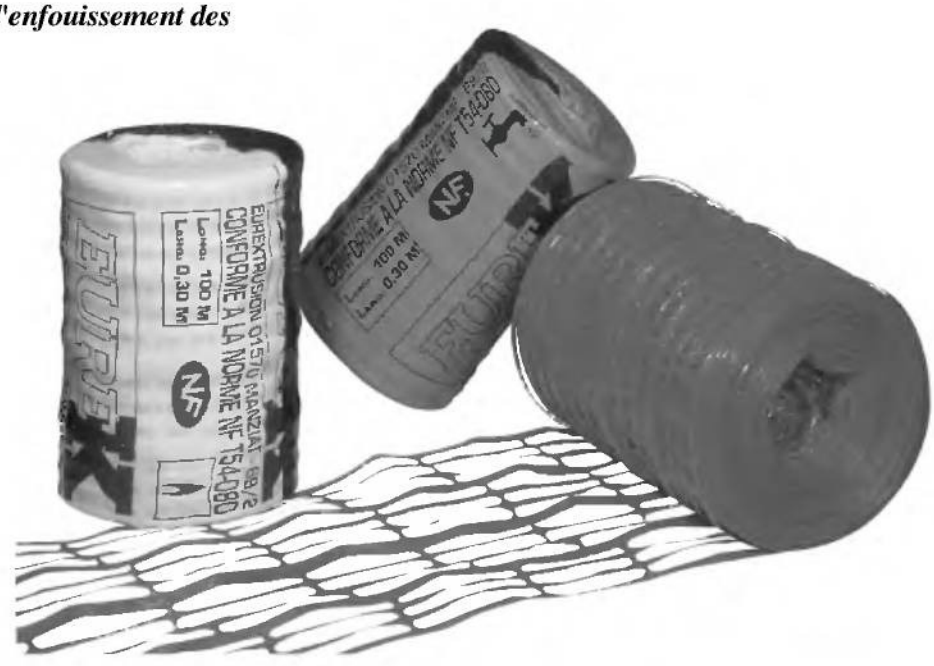


Figure 260 : Grillage avertisseur en plastique

Étude d'exemple

Dans l'exemple de maison individuelle que nous avons étudié précédemment (voir page 170), nous pouvons à présent choisir le type de distribution en fonction de nos goûts et des possibilités.
La distribution du sous-sol (garage et buanderie) 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. On peut également envisager d'alimenter le salon, la salle de bains et les WC directement 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

Il est nécessaire de bien choisir les types de distribution que vous allez adopter. Il faut penser que toutes les lignes partent de la GTL et que 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 de soutien).
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 grandement facilité.

Les montages

Cette section est consacrée à 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.

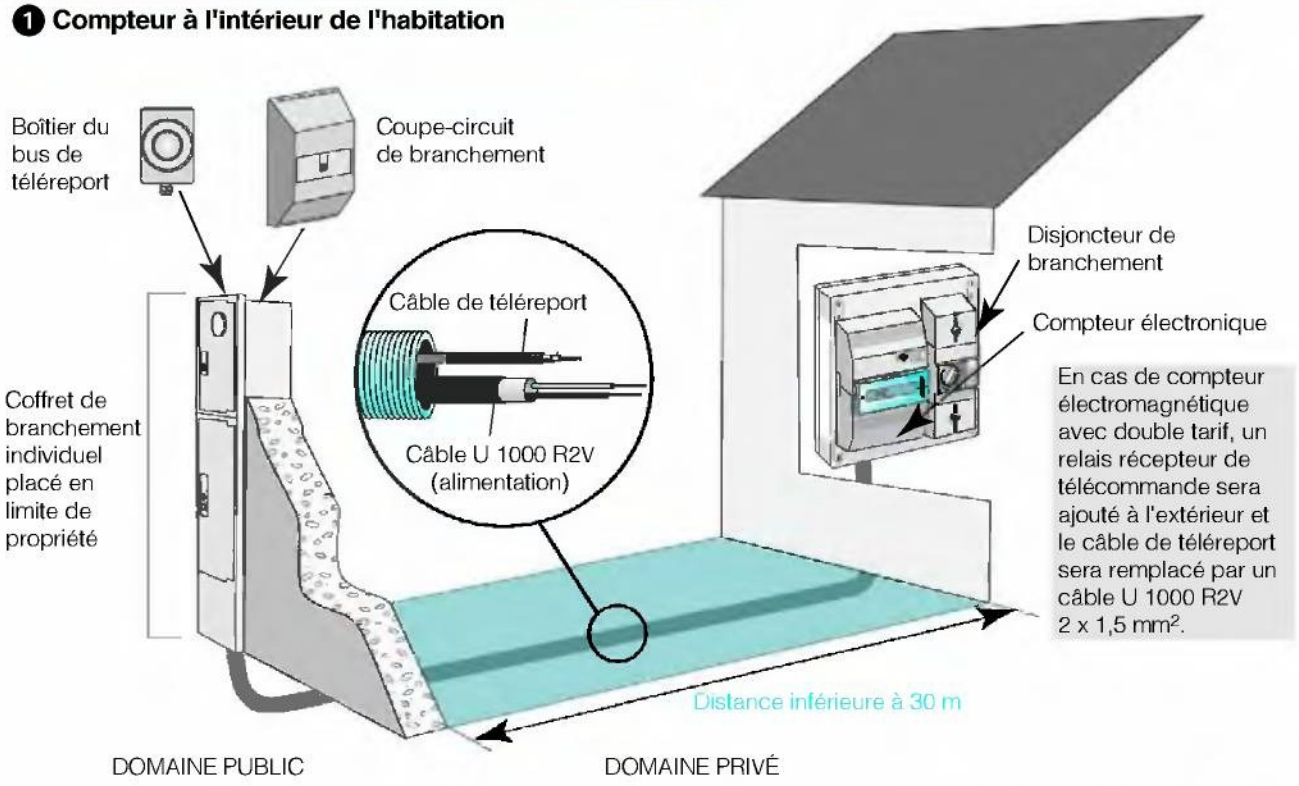
Étant donné la grande diversité des montages, certaines solutions de raccordement ne sont données qu'à titre indicatif (alarmes, par exemple).

La dérivation individuelle

La dérivation individuelle est le raccordement au réseau public de distribution. Elle comporte plusieurs éléments (figures 261 et 262) :
- un dispositif de raccordement au réseau ;
- le coffret de branchement individuel

Branchement des maisons individuelles au réseau

❶ Compteur à l'intérieur de l'habitation



❷ Compteur à l'extérieur de l'habitation - Cas n 1 avec liaisons d'asservissement en concession

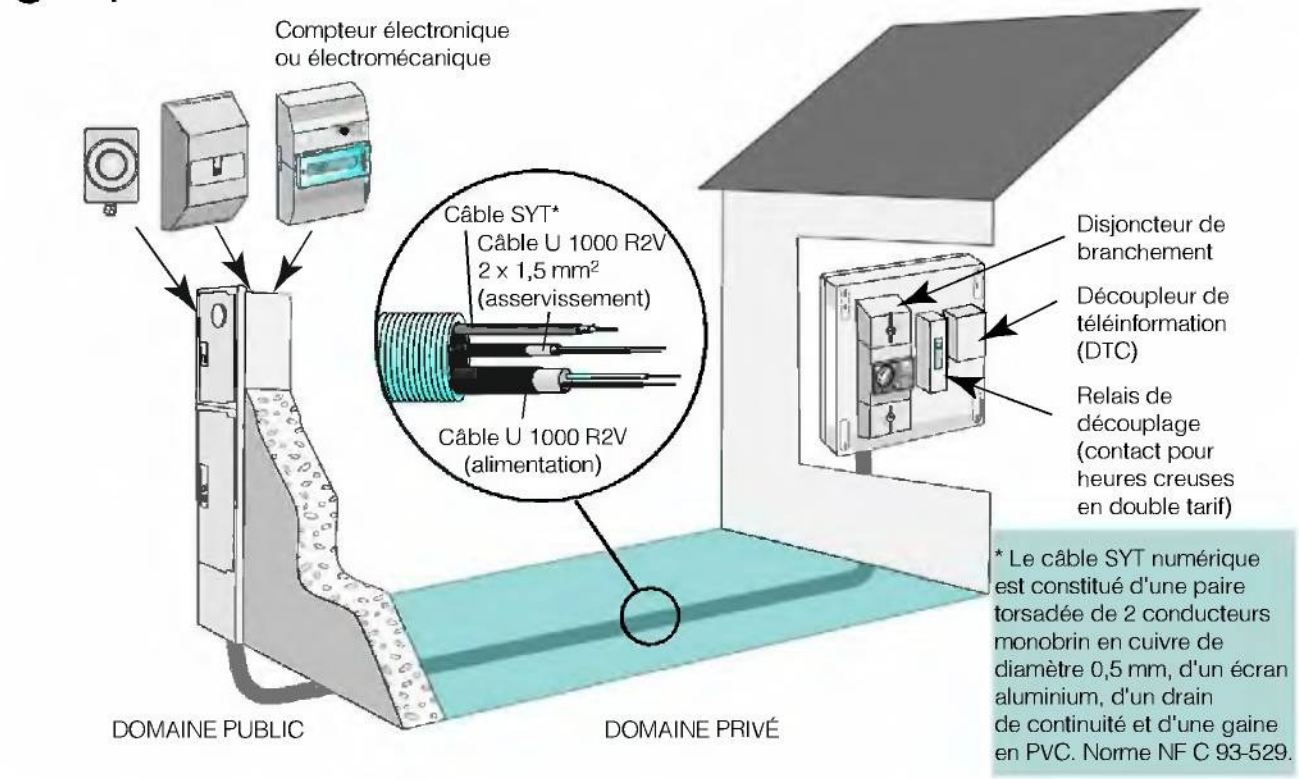
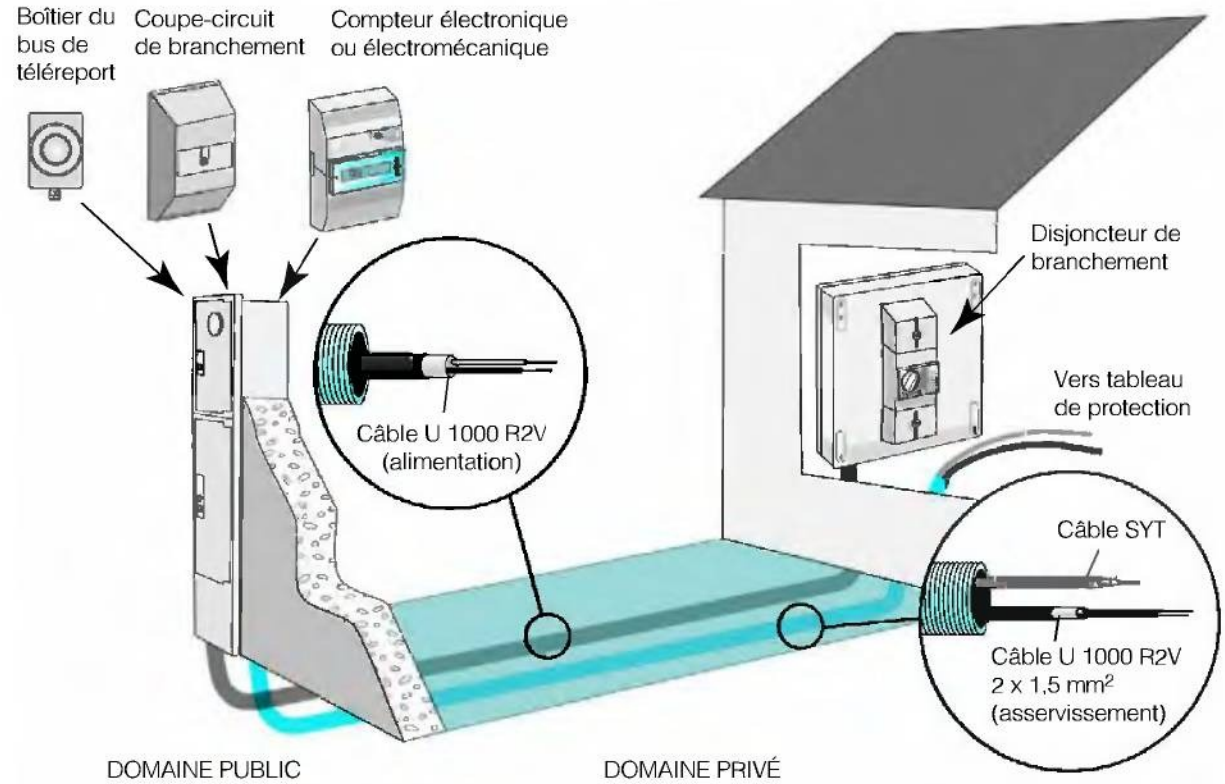


Figure 261 : Les branchements de maison individuelle

❸ Compteur à l'extérieur de l'habitation - Cas n 2 avec liaisons d'asservissement hors concession



❹ Compteur à l'extérieur de l'habitation - Cas n 3 branchements longs

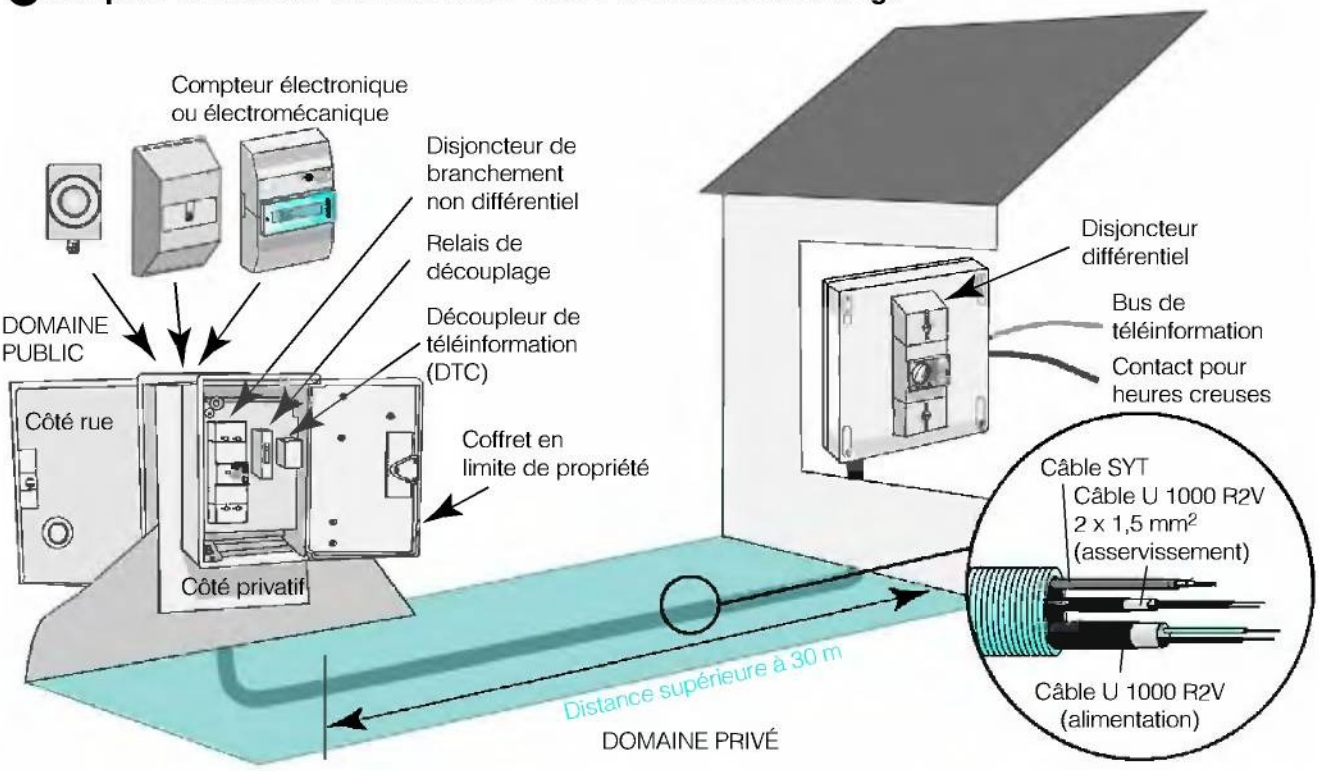


Figure 261 : Les branchements de maison individuelle (suite)

Figure 262 : Exemple de coffrets de branchement individuels

contenant le coupe-circuit de branchement, la prise de téléreport et éventuellement d'autres équipements ;
- le compteur électronique ;
- le disjoncteur de branchement ;
- les canalisations de liaison entre le coffret et votre 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 qui concerne l'installation électrique domestique. Dans la plupart des cas, la NF C 15-100 s'applique à la sortie du disjoncteur de branchement. Les éléments situés en amont sont régis par la NF C 14-100 et ne vous sont pas accessibles physiquement.

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 votre 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 monobrin 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.
Plusieurs types de dérivations sont possibles pour une maison individuelle, selon

l'emplacement de l'habitation par rapport à la voie publique ou les exigences du distributeur.

Cas n° 1 :
Le compteur est situé à l'intérieur de l'habitation. La distance entre le coffret de branchement et l'habitation n'excède pas 30 m. Le coffret de branchement accueille le coupe-circuit de branchement et un boîtier de téléreport 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.

Cas n° 2 :
Le compteur est situé à l'extérieur et les liaisons d'asservissement sont sous la concession du distributeur. Le coffret de branchement extérieur accueille le coupe-circuit de branchement, le boîtier de téléreport et le compteur. Le panneau de contrôle situé à l'intérieur de l'habitation comprend le disjoncteur de branchement, un relais de découplage (pour le contact heures creuses) et un découpleur de téléinformation pour y raccorder un gestionnaire d'énergie, puisque vous n'avez plus accès au compteur. Le câble d'alimention, le câble d'asservissement et le câble de téléinformation cheminent dans le même conduit.

Cas n° 3 :
Le compteur est situé à l'extérieur et l'asservissement est hors concession. Le coffret de branchement extérieur accueille les mêmes appareillages que dans le cas n° 2. Le panneau de contrôle reçoit uniquement le disjoncteur de branchement. Le raccordement entre l'habitation et le coffret de branchement s'effectue par le biais de deux canalisations distinctes. L'une sert à l'alimentation de l'énergie, l'autre est destinée au passage des câbles d'asservissement et de téléinformation qui arrivent directement dans le tableau de répartition.

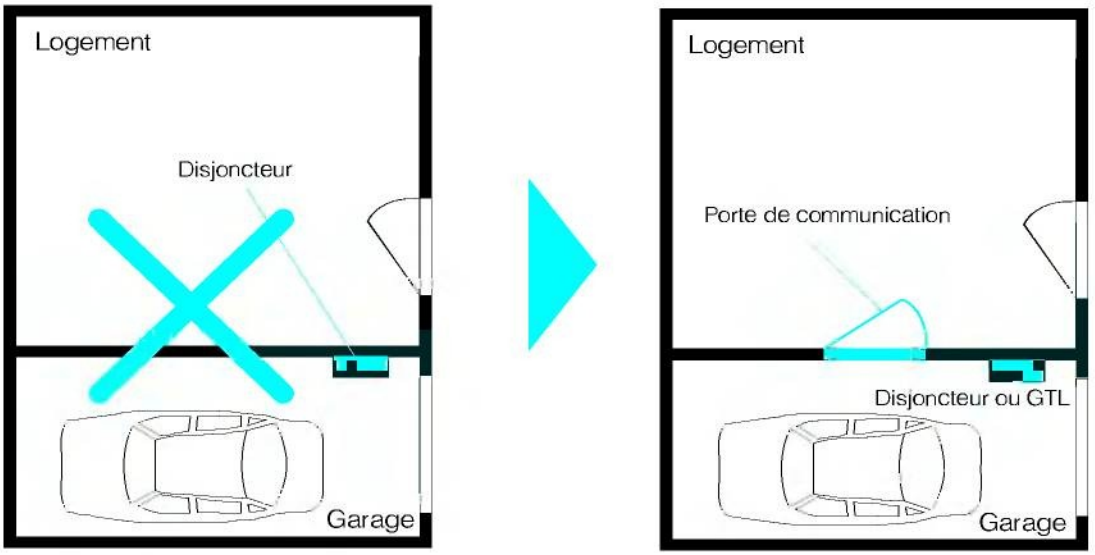
Cas n° 4 :
Le compteur et le disjoncteur sont placés à l'extérieur de l'habitation. Le coffret de branchement extérieur est divisé en deux parties. La première est accessible de la rue. Elle accueille le coupe-circuit de branchement et le compteur. La seconde, accessible du côté privatif, comporte un disjoncteur de branchement non différentiel, un relais de découplage et un découpleur de téléinformation. La canalisation reliant le coffret au panneau de contrôle abrite le câble d'alimentation, le câble de téléinformation et le câble d'asservissement. Le panneau de contrôle est situé à l'intérieur de l'habitation. Il héberge un disjoncteur différentiel. Ce cas est adapté aux branchements longs soit une distance supérieure à 30 m entre l'habitation et le coffret de branchement.

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 page suivante indique la section minimale des conducteurs selon ces critères.
Le disjoncteur du panneau de contrôle fait office de dispositif de coupure d'urgence comme l'exige la norme NF C 15-100. Il

Longueur maximale des conducteurs d'alimentation (en m)

Calibre du disjoncteur de branchement (en ampères)	Section des conducteurs en cuivre (en mm²)				
	10	**16**	**25**	**35**	**50**
45 A	22 (1)	36	56	78	111
60 A	_	27	42	58	83
90 A	_	_	28	39	56

(1) La section peut être ramenée à 6 mm² pour les dérivations de locaux non habitables (caves, parkings).
Dans le cas d'une alimentation en triphasé, ces longueurs sont à multiplier par deux.



La pose du disjoncteur dans le garage est possible s'il existe une porte de communication avec l'habitation.

Dans le cas contraire, il est obligatoire de poser un dispositif de coupure supplémentaire (interrupteur, disjoncteur, d'un calibre équivalent à celui du disjoncteur principal) placé dans l'habitation pour assurer une coupure d'urgence.

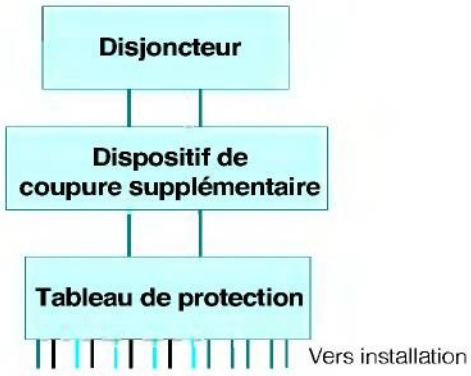


Figure 263 : Emplacements de l'AGCP

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 263).

La gaine technique de logement (GTL)

La GTL (figures 264 et 265) est obligatoire pour tous les locaux d'habitation individuels ou collectifs neufs depuis 1996. Dans les logements existants, elle est exigée en cas de réhabilitation totale avec redistribution des cloisons. Son rôle est de regrouper en un emplacement unique toutes les arrivées et les départs des réseaux de puissance et de communication. Elle doit être située à proximité d'une entrée principale ou de service ou dans un local annexe directement accessible. Elle comporte de nombreux départs vers le haut et vers le bas, c'est pourquoi elle ne doit pas se situer au droit de poutraisons.

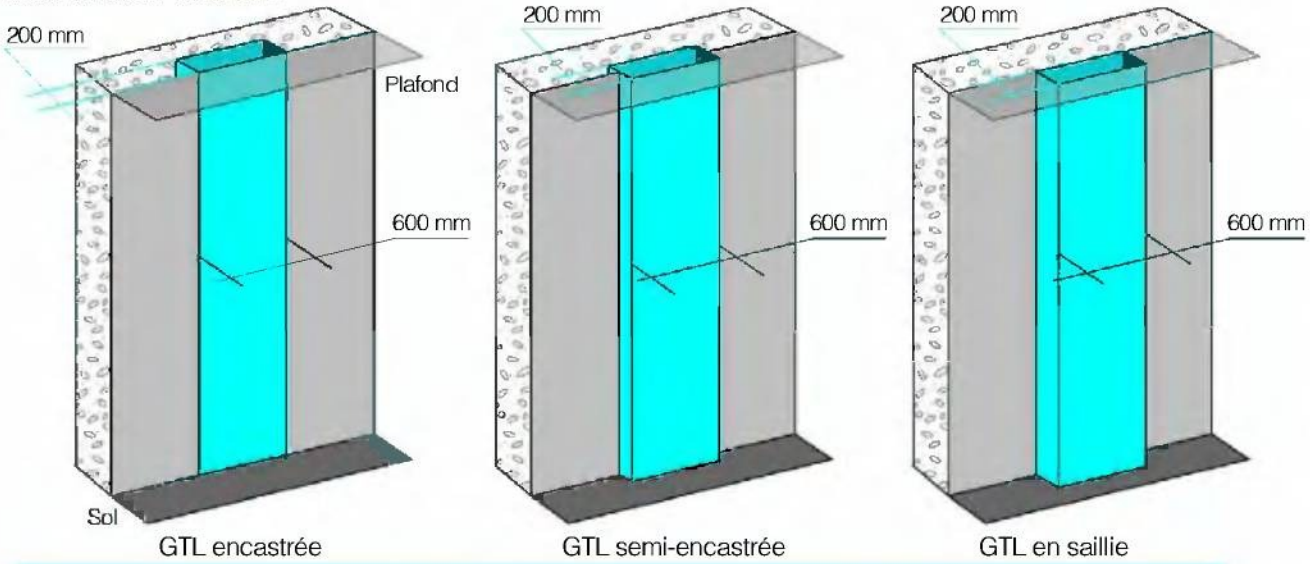
Dans les immeubles d'habitation collectifs, elle doit communiquer avec les gaines des réseaux de puissance et de communication de l'immeuble. Chacune de ces communications doit présenter une section libre minimale de 300 mm².

La GTL doit comporter les éléments suivants :
- le panneau de contrôle ;
- le tableau de répartition principal ;

Figure 264 : Exemple de GTL

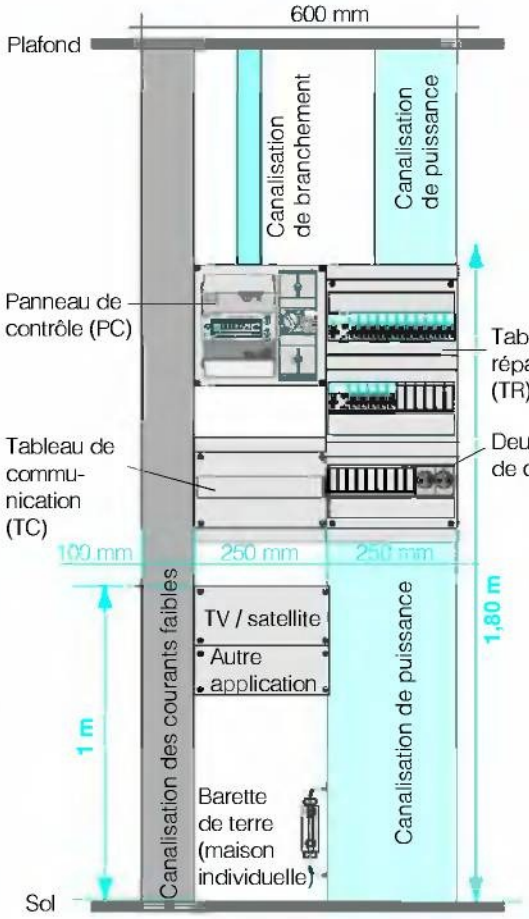
La GTL (Gaine Technique de Logement)

Matérialisation de la GTL



Pour les logements dont la surface est inférieure à 35 m², la largeur peut être réduite à 450 mm et la profondeur à 150 mm.

Composition de la GTL



Autres exemples de GTL encastrées

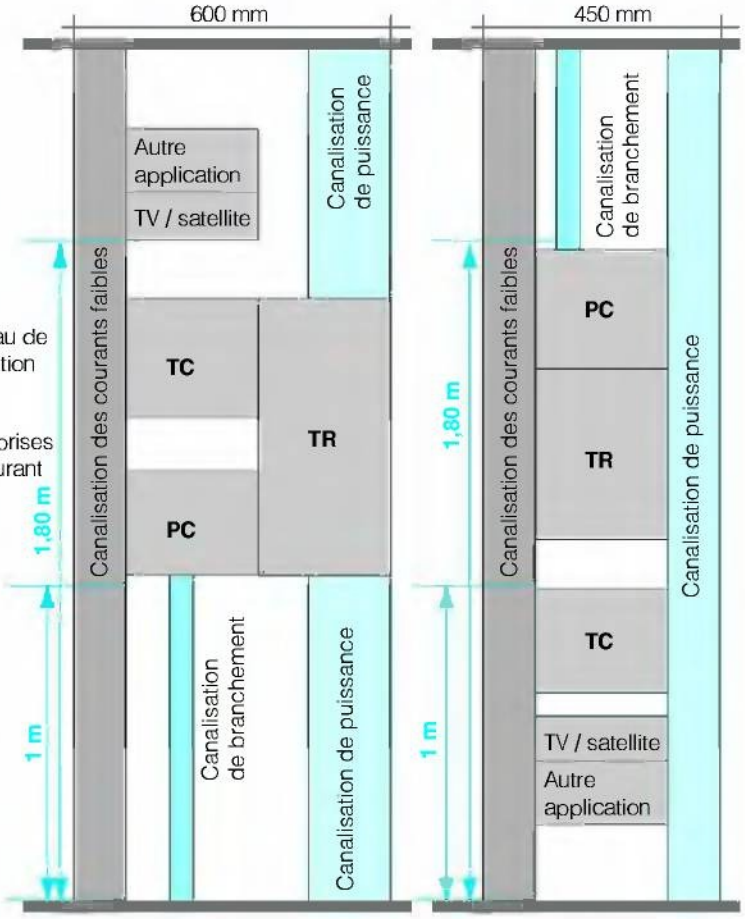
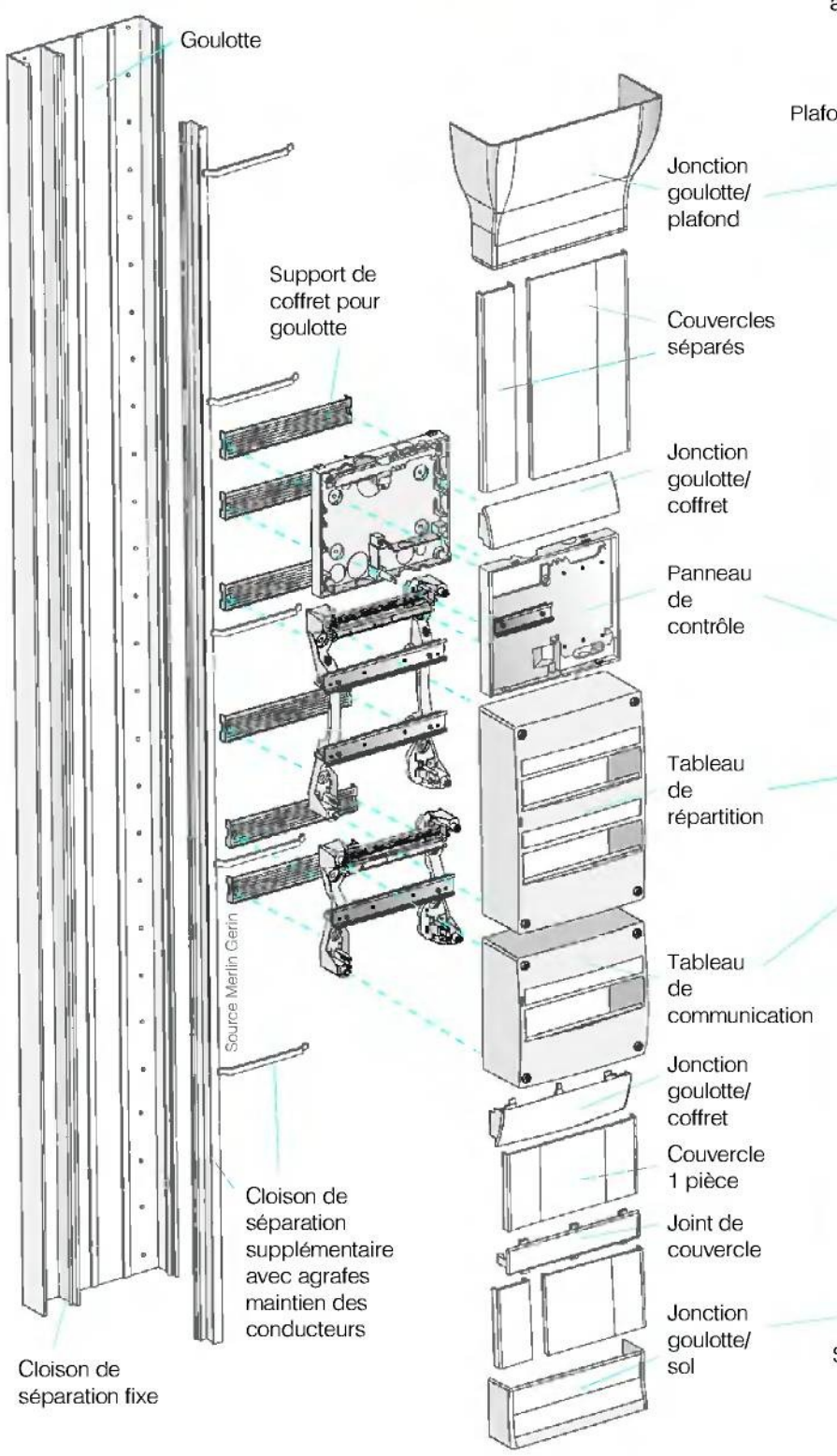


Figure 265 : La gaine technique de logement (GTL)

GTL en saillie matérialisée par une goulotte

Équipements nécessaires



Autre exemple de plus grande capacité avec deux goulottes

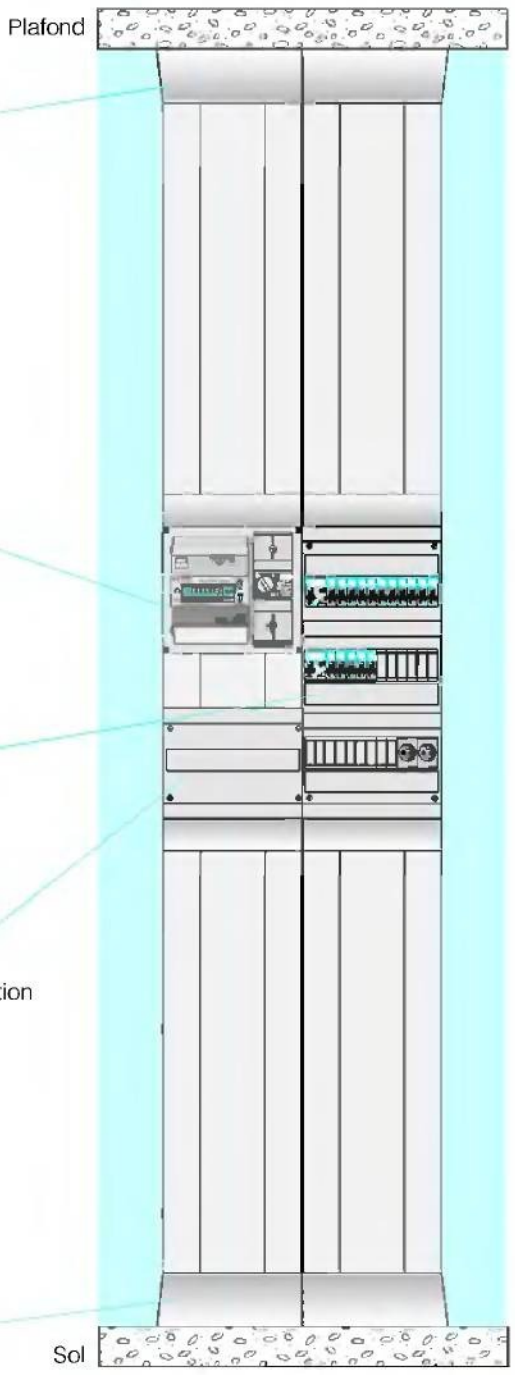


Figure 266 : La goulotte GTL

- le tableau de communication ;
- deux socles de prise de courant 10/16 A + terre sur un circuit spécialisé ;
- les autres applications de communication (TV, satellite) ;
- les canalisations de puissance, de communication et de branchement ;
- éventuellement, un équipement domotique ou une protection anti-intrusion.

La GTL peut être réalisée au moyen de tout matériau de construction (bois, PVC, maçonnerie). Elle ne doit pas être équipée d'une fermeture à clé. Ses dimensions minimales sont 600 mm de largeur et 200 mm de profondeur. La hauteur doit être celle comprise entre le sol et le plafond. Pour les logements de moins de 35 m², la largeur peut être réduite à 450 mm et la profondeur à 150 mm. Ces dimensions doivent être respectées sur toute la hauteur. Aucune autre canalisation n'est admise à l'intérieur de la GTL.

La GTL peut être en saillie, encastrée, semi-encastrée ou préfabriquée. Dans le cas d'une installation en saillie, elle peut se limiter à une goulotte accessible allant du sol au plafond. Sa section extérieure est alors au minimum de 150 cm² pour une profondeur d'au moins 60 mm. Elle doit pouvoir recevoir les coffrets sur le dessus ou sur les côtés. La plupart des fabricants proposent des systèmes de goulottes avec tableaux (figure 266).

Le cheminement des canalisations de courants forts et faibles doit s'effectuer dans des conduits distincts ou dans des goulottes compartimentées. Les croisements entre ces canalisations doivent être réduits au maximum et respecter un angle de 90°.

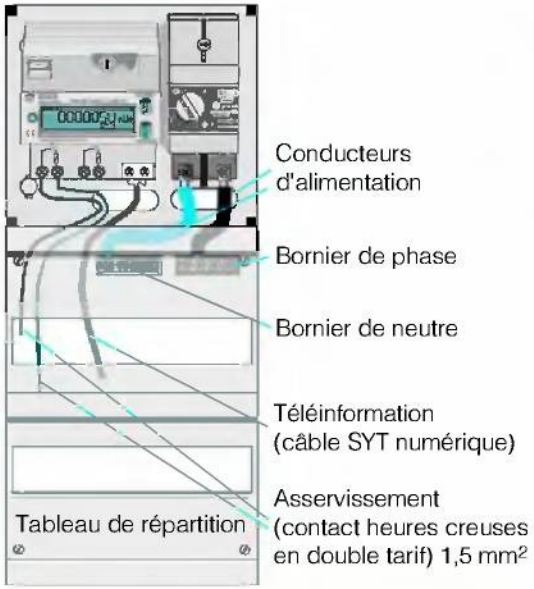
La disposition des différents éléments de la GTL est libre si les contraintes réglementaires sont respectées :

- 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 mm² ;
- 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.
La section minimale des câbles d'alimentation du tableau principal ou des tableaux divisionnaires est indiquée à la figure 267.

Alimentation du tableau de répartition

❶ Tableau de répartiton accolé au panneau de contrôle



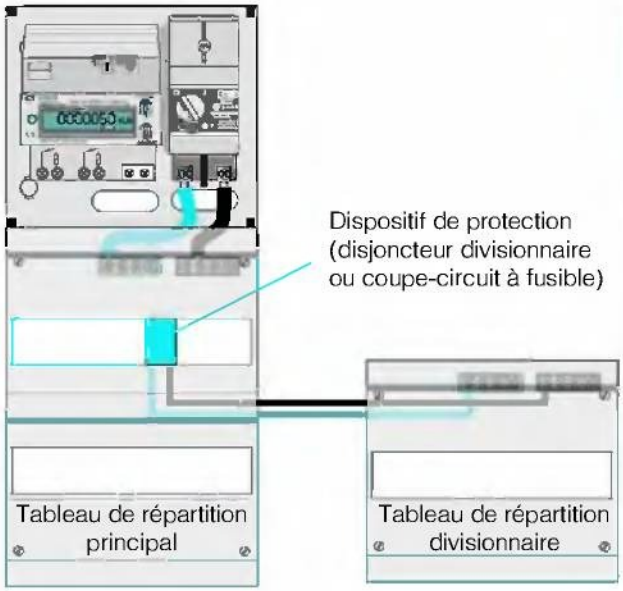
Réglage du disjoncteur de branchement	Section minimale des conducteurs d'alimentation (cuivre)
30 A	**10 mm²**
45 A	**10 mm²**
60 A	**16 mm²**
90 A	**25 mm²**

❷ 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.

❸ Tableau de répartiton divisionnaire



Longueur maximale (en m) et section minimale des conducteurs d'alimentation du tableau divisionnaire selon le calibre du dispositif de protection								
Section en mm²	Calibre du dispositif de protection en A							
	Fusible				Disjoncteur			
	10	**16**	**20**	**32**	**16**	**20**	**25**	**32**
2,5	25	16	_	_	16	12	_	_
4	40	25	20	_	25	20	16	_
6	60	37	30	19	37	30	24	19
10	100	62	50	31	62	50	40	31

Pour des sections et des calibres plus importants, reportez-vous en 2.
Les longueurs sont à diviser par deux si le tableau de répartition n'est pas accolé au panneau de comptage.
Les longueurs sont à multiplier par deux en cas d'alimentation en triphasé.

Figure 267 : Section des conducteurs d'alimentation d'un tableau de répartition

Les tableaux de répartition divisionnaires

L'installation d'un tableau de répartition divisionnaire (figure 268) est interdite dans les volumes 0 à 2 de la salle de bains et déconseillée dans le reste de la salle d'eau. Elle est également interdite au-dessus ou au-dessous d'un évier, lavabo ou tout poste d'eau, appareil de cuisson ou de chauffage. 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 269 et 270).

Les organes de manœuvre des dispositifs de protection du tableau de répartition doivent être situés à une hauteur comprise entre 1 et 1,80 m. Dans une GTL fermée, l'axe de la rangée la plus basse des coffrets à plus de trois rangées ne doit pas être située à moins de 50 cm du sol fini.

Figure 268 : Exemple de tableau de répartition divisionnaire

Le tableau de répartition

Les appareillages destinés à être installés dans les tableaux de répartition (coupe-circuits à fusibles, 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 271). Elle est comprise entre 17,5 et 18 mm.

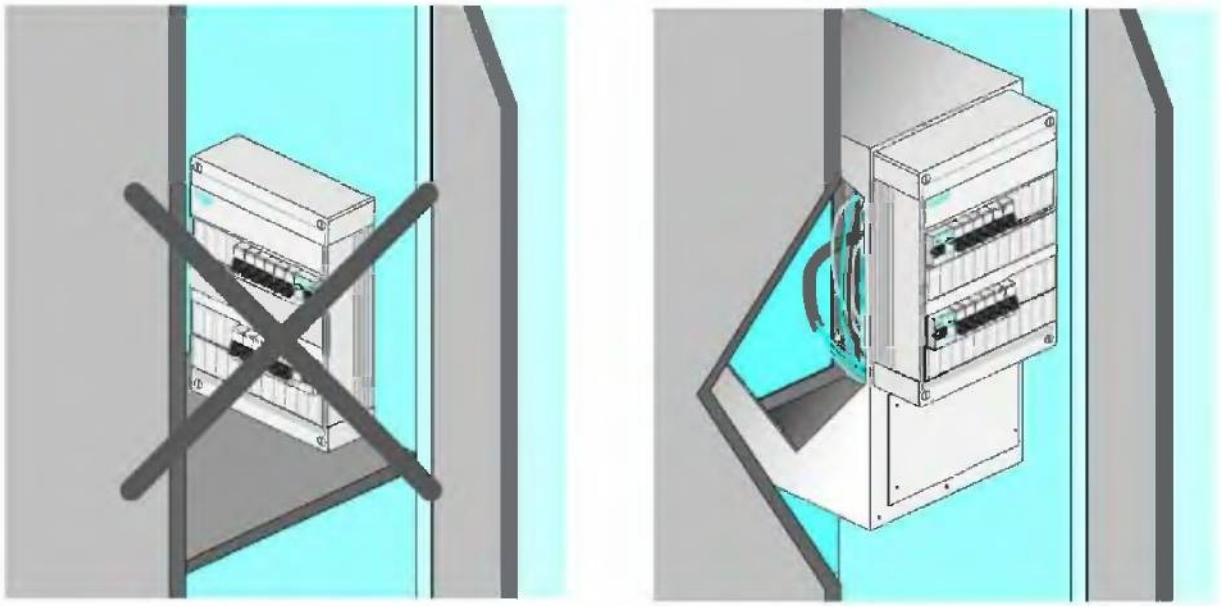
Les tableaux de répartition sont prévus pour recevoir un certain nombre de modules. On trouve des tableaux pour deux, quatre, six, neuf, treize modules et plus selon la largeur et le nombre de rangées.

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. Les dispositifs de protection sont alimentés par l'intermédiaire de peignes de raccordement en cuivre (figure 272).

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

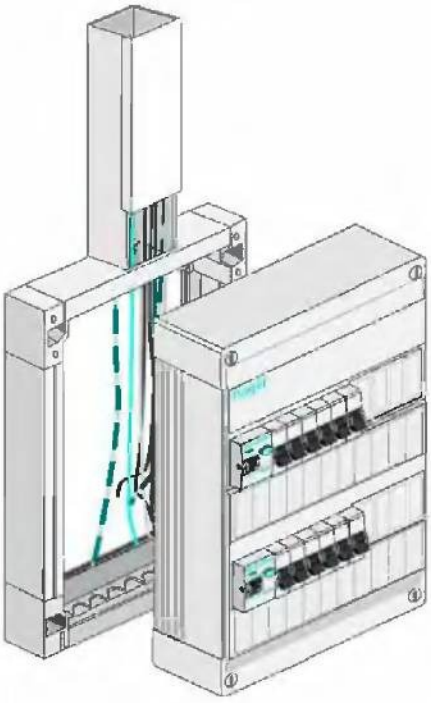
Cas particuliers pour les tableaux divisionnaires

Tableau dans un placard



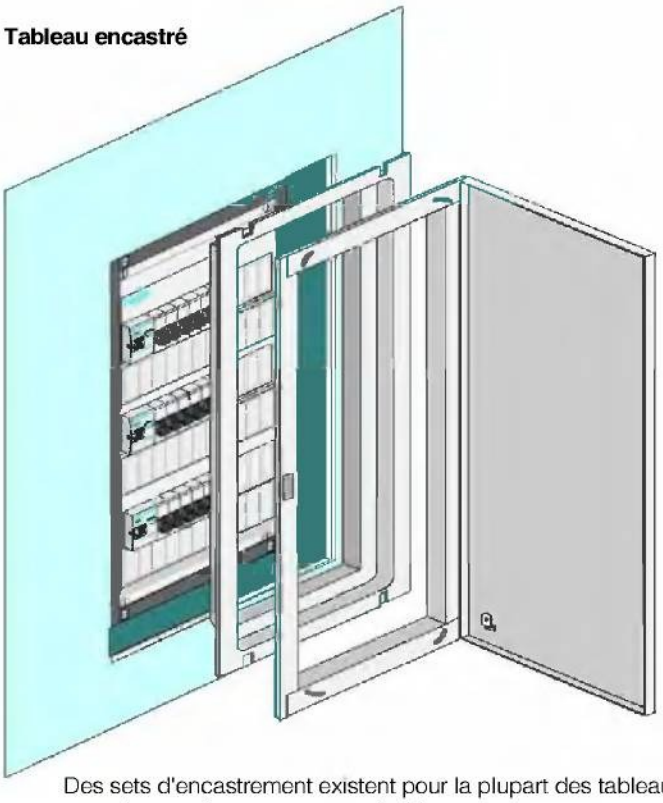
Utilisez un set de placard pour que le tableau reste accessible.

Tableau sur rehausse



Un set de rehausse peut être utilisé pour disposer de plus d'espace de câblage dans le tableau.

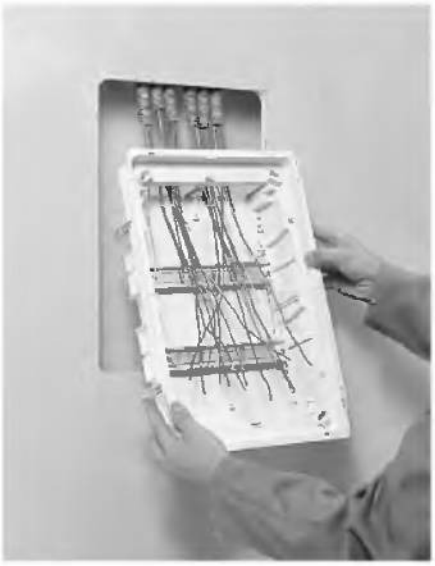
Tableau encastré



Des sets d'encastrement existent pour la plupart des tableaux pour des parois avec ou sans doublage.

Figure 269 : Règles d'implantation des tableaux divisionnaires

Les tableaux à sceller se composent d'une cuve isolante, d'un châssis avec rail, d'un plastron et d'une porte.



Certains modèles sont prévus pour être fixés sur des plaques de plâtre (cloisons sèches ou doublage).

L'extrémité des gaines est fixée sur une plaque passe-câble au moyen de colliers de serrage.

Les appareillages s'installent sur les rails prévus à cet effet. Les fileries seront masquées par le plastron.

Les tableaux encastrés recoivent une porte de fermeture pleine ou transparente fixée sur une platine réglable en profondeur.

Figure 270 : Montage d'un tableau divisionnaire encastré

Le choix du tableau de répartition

L'appareillage modulaire

1 module
ou « pas »

2 modules

Les dispositifs de protection sont alimentés par des peignes de raccordement en cuivre isolé (1 pour le neutre et 1 pour la phase). Utilisez les peignes et protections de la même marque.

1 module représente 17,5 à 18 mm selon les fabricants

Les tableaux

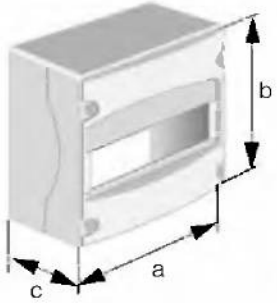


Tableau de 1 rangée de 13 modules

Tableau de 2 rangées de 13 modules (soit 26 modules)

Tableau de 3 rangées de 13 modules (soit 39 modules)

Il est possible d'associer plusieurs tableaux.

Tableau	a	b	c
	250	235	100
	250	360	100
	250	485	100
	250	610	100

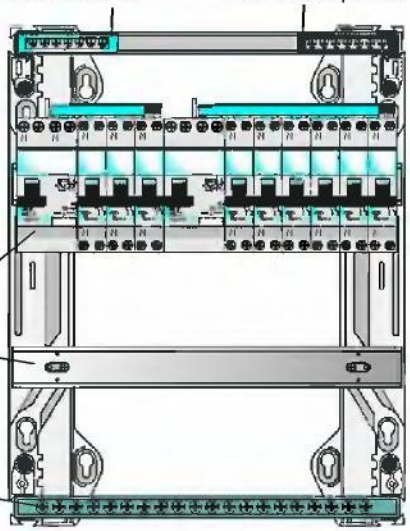
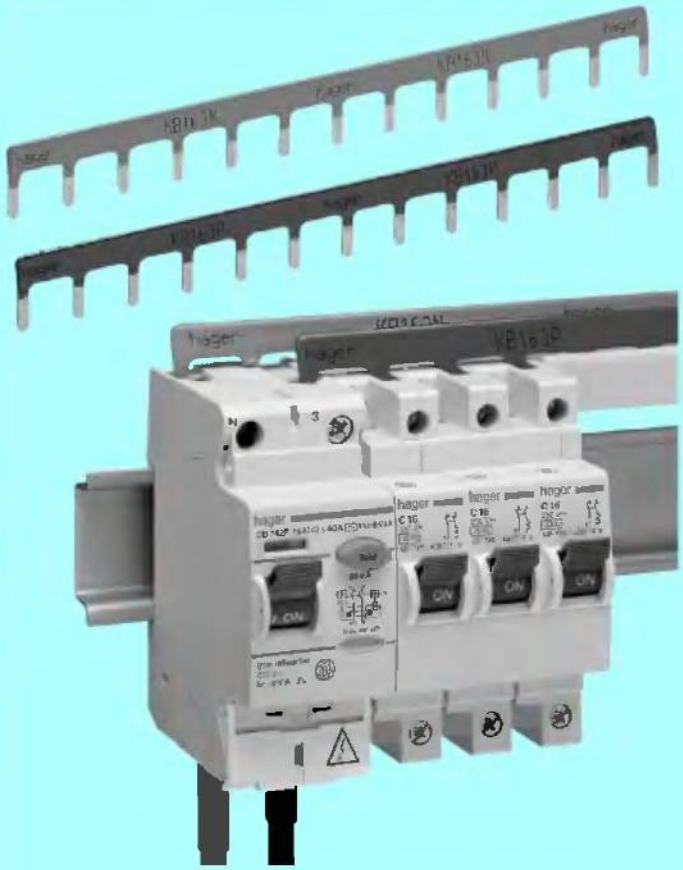
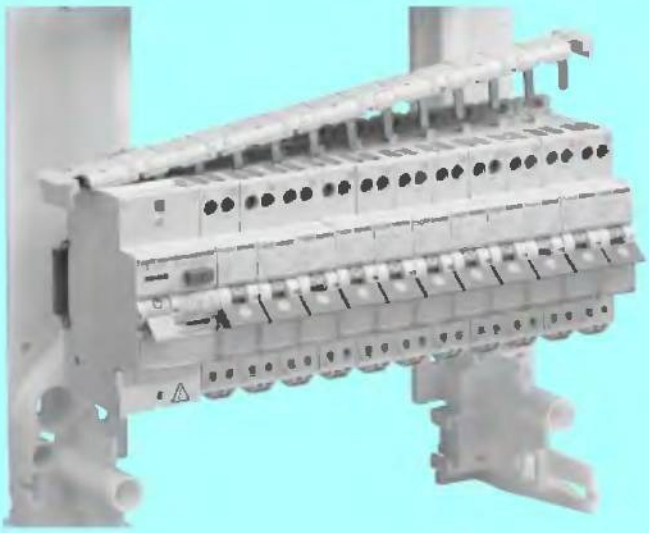


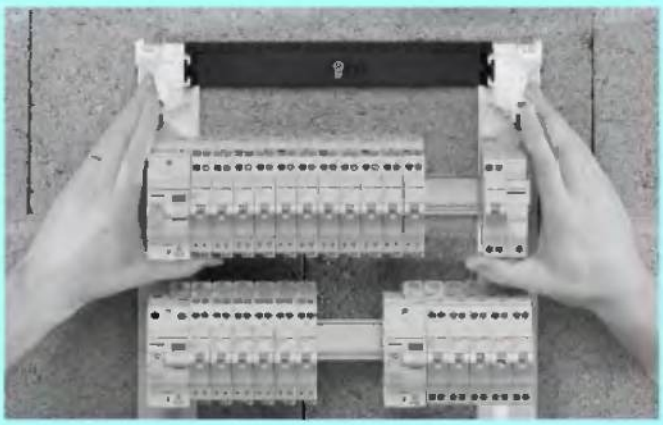
Figure 271 : Le tableau de répartition



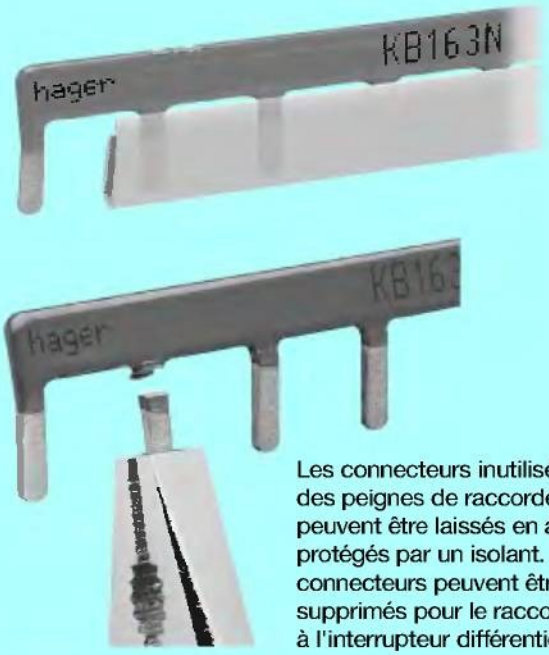
Les peignes de raccordement permettent de distribuer l'alimentation entre l'interrupteur différentiel et les disjoncteurs divisionnaires.



Il existe des peignes de raccordement qui permettent d'alimenter phase et neutre en même temps.



La platine du tableau est fixée à la paroi au moyen de vis et de chevilles.



Les connecteurs inutilisés des peignes de raccordement peuvent être laissés en attente, protégés par un isolant. Des connecteurs peuvent être supprimés pour le raccordement à l'interrupteur différentiel.

Sur certains modules la connexion des conducteurs se fait par simple clipsage.

Figure 272 : Raccordement des éléments du tableau

d'appareillage et additionnez le tout. Ajoutez 20 % en guise de réservation pour de futures extensions, comme le prescrit la norme.

Le tableau de protection accueille tous les dispositifs de protection des circuits de l'installation, ainsi que les dispositifs de gestion ou de contrôle de certains équipements (figure 273). 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, 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 problème.

Pour plus de confort, la sélectivité des dispositifs de protection est donc nécessaire. Chaque circuit doit avoir à son origine, sur la phase, un dispositif de protection contre les surintensités (surcharges et courts-circuits). Cette protection est assurée par des disjoncteurs divisionnaires magnétothermiques ou des coupe-circuits à cartouche fusible qui détectent ces deux défauts. Mais, il est également obligatoire de protéger les personnes contre les défauts d'isolement (fuites de courant). Il faut donc 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.

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

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 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.

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 l'emploi de dispositifs différentiels à haute sensibilité 30 mA (DRHS 30 mA). La norme les désigne également sous l'appellation DDR 30 mA (Dispositif Différentiel à courant différentiel-Résiduel assigné au plus à 30 mA).

Ces dispositifs doivent désormais être installés en tête de tous les circuits de l'installation. La seule exception autorisée concerne les circuits alimentés par

Figure 273 :
Tableau de protection avec son capot et repérage des circuits

un transformateur de séparation. Cette protection peut être divisionnaire, pour un groupe de circuits, ou individuelle, pour un circuit spécialisé.

Il existe deux catégories de DDR 30 mA : les interrupteurs, pour protéger un groupe de circuits, et les disjoncteurs, plus chers, pour protéger un circuit spécialisé ; réparties en trois types selon leur aptitude à assimiler les courants parasites.

Les DDR 30 mA de type AC sont les plus répandus pour les applications domestiques. Ils sont protégés contre les déclenchements intempestifs provoqués par les courants de fuite transitoires comme les coups de foudre ou les charges capacitives.

Les DDR 30 mA de type A sont utilisés 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 DDR 30 mA de type Hpi ou HI ou Si (selon les fabricants) disposent d'une immunisation complémentaire aux déclenchements intempestifs supérieure aux niveaux exigés par la norme. On les utilise pour la protection 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 DDR à la place d'un disjoncteur DDR 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 DDR 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 incriminé 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.

Les interrupteurs différentiels

Les interrupteurs différentiels 30 mA (figure 274) doivent être installés dans le tableau de répartition entre le disjoncteur de branchement et les dispositifs de protection des circuits (disjoncteur divisionnaire ou fusible). Ils ne détectent que les fuites de courant, donc pas les courts-circuits ni les surcharges. 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.

Ils servent à protéger un groupe de circuits. La norme impose un équipement minimal en fonction de la surface de l'habitation (figure 275). Pour les logements de moins de 35 m², il convient d'installer au minimum un interrupteur différentiel 40 A/30 mA de type A (devant protéger notamment le circuit spécialisé de la cuisinière ou de la plaque de cuisson et le circuit du lave-linge) et un interrupteur différentiel 25 A/30 mA de type AC. Pour les habitations de 35 à 100 m², il faut

L'interrupteur différentiel haute sensibilité

Bouton de test de la protection différentielle, à actionner une fois par mois.

Intensité nominale. C'est l'intensité maximale qui peut traverser l'appareil sans l'endommager. Les principales IN sont 25, 40 et 63 A.

Symbole représentant le type d'interrupteur différentiel.

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. Ils doivent être utilisés pour la protection de la cuisinière ou des plaques de cuisson et pour le lave-linge.

Hpi Type 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...).

Sensibilité de déclenchement de l'appareil (30 mA pour les installations domestiques).

Les différents types de raccordement

Le raccordement de plusieurs dispositifs différentiels

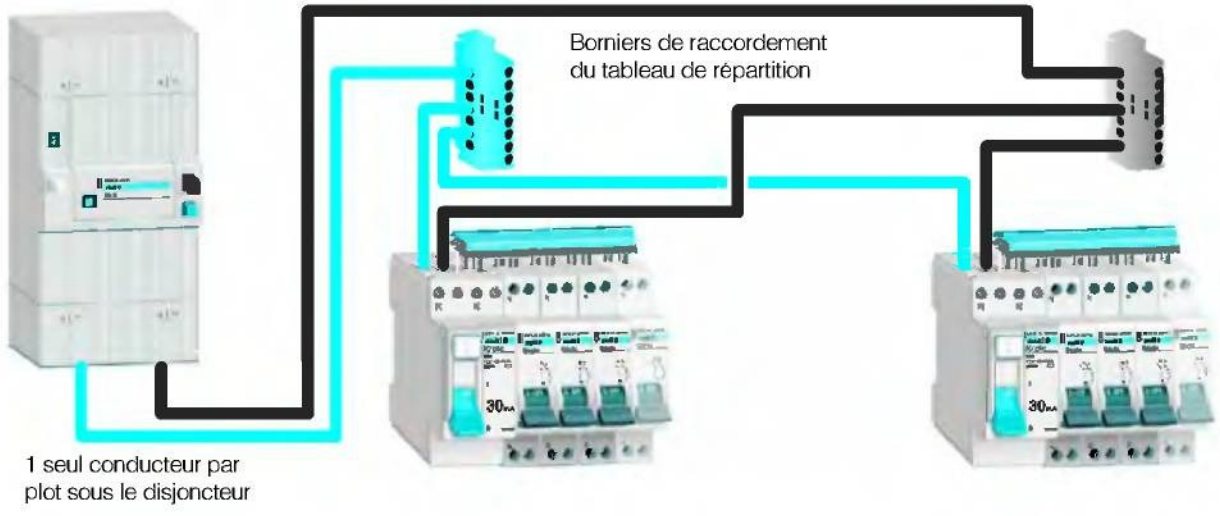


Figure 274 : L'interrupteur différentiel

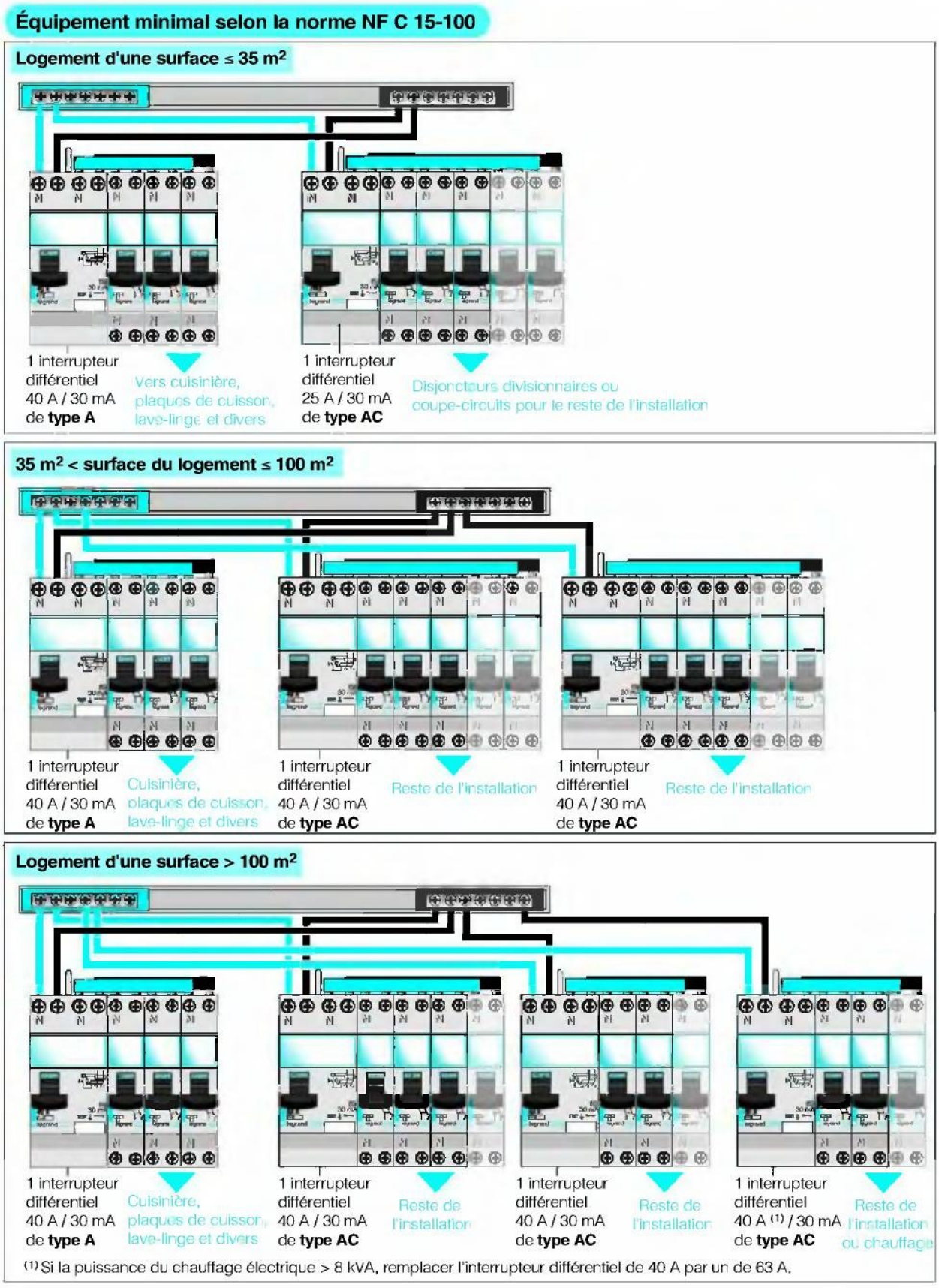


Figure 275 : Équipement minimal en interrupteurs différentiels

utiliser au minimum un interrupteur différentiel 40 A/30 mA de type A et deux interrupteurs différentiels 40 A/30 mA de type AC. Pour les logements de plus de 100 m², l'équipement minimum est un interrupteur différentiel 40 A/30 mA de type A et trois interrupteurs différentiels 40 A/30 mA de type AC. L'un des trois pourra être remplacé par un modèle d'intensité nominale de 63 A si la puissance prévue pour le chauffage électrique est supérieure à 8 kW.

Pour préserver l'utilisation d'au moins un circuit dans une même pièce, il est recommandé de protéger les prises de courant et les circuits d'éclairage avec des DDR différents. Si le chauffage électrique est à fil pilote, l'ensemble des circuits, y compris les fils pilotes, sont placés en aval d'un même DDR.

Les interrupteurs différentiels ont des intensités nominales de 25, 40 ou 63 A. Généralement, leur alimentation s'effectue par le haut. Celle du groupe de protections (fusibles ou 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.

Pour simplifier le raccordement les fabricants proposent diverses solutions comme des interrupteurs différentiels avec alimentation et sortie par le dessus ou une alimentation par le dessous. Dans ce cas, l'appareil porte un signe de sécurité et un capot de protection.

Pour brancher plusieurs interrupteurs différentiels, utilisez les borniers prévus à cet effet dans le tableau de répartition.

Un seul conducteur doit être connecté sous chaque plot du disjoncteur de branchement (figure 276).

Les figures 277 à 279 présentent des schémas développés des équipements minimaux requis pour respecter la norme.

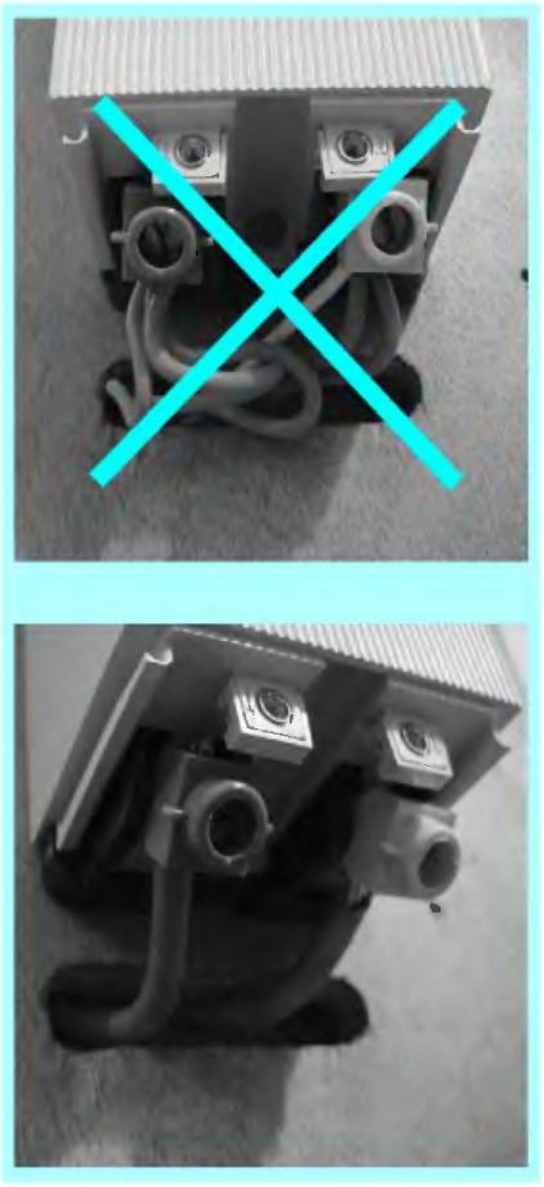
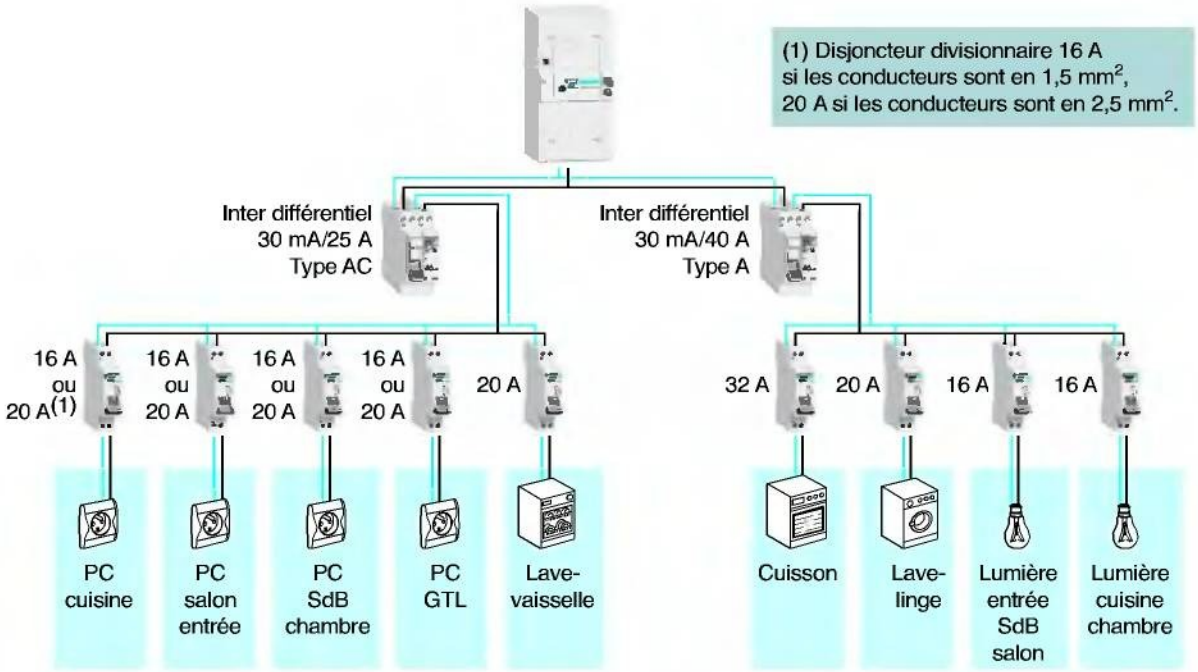


Figure 276 : Raccordement des lignes d'alimentation du tableau sous le disjoncteur de branchement

Exemple de tableau électrique pour une habitation < 35 m² (sans chauffage électrique)



Exemple de tableau électrique pour une habitation < 35 m² (avec chauffage électrique)

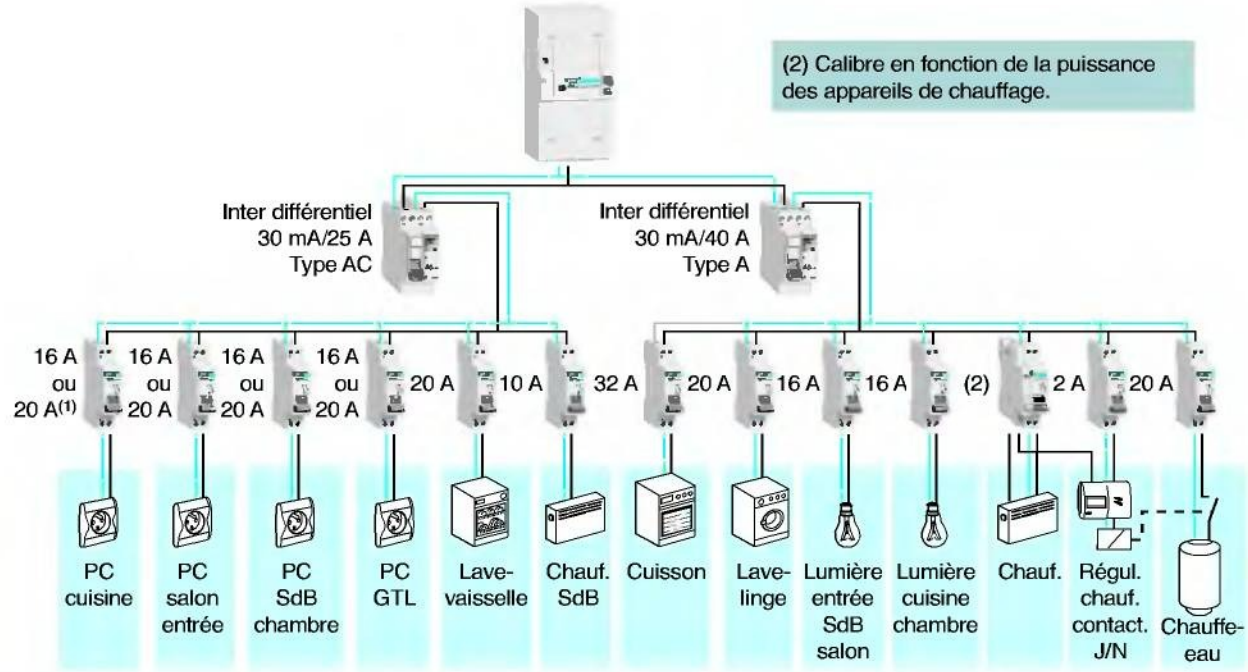


Figure 277 : Tableaux type pour un logement inférieur à 35 m²

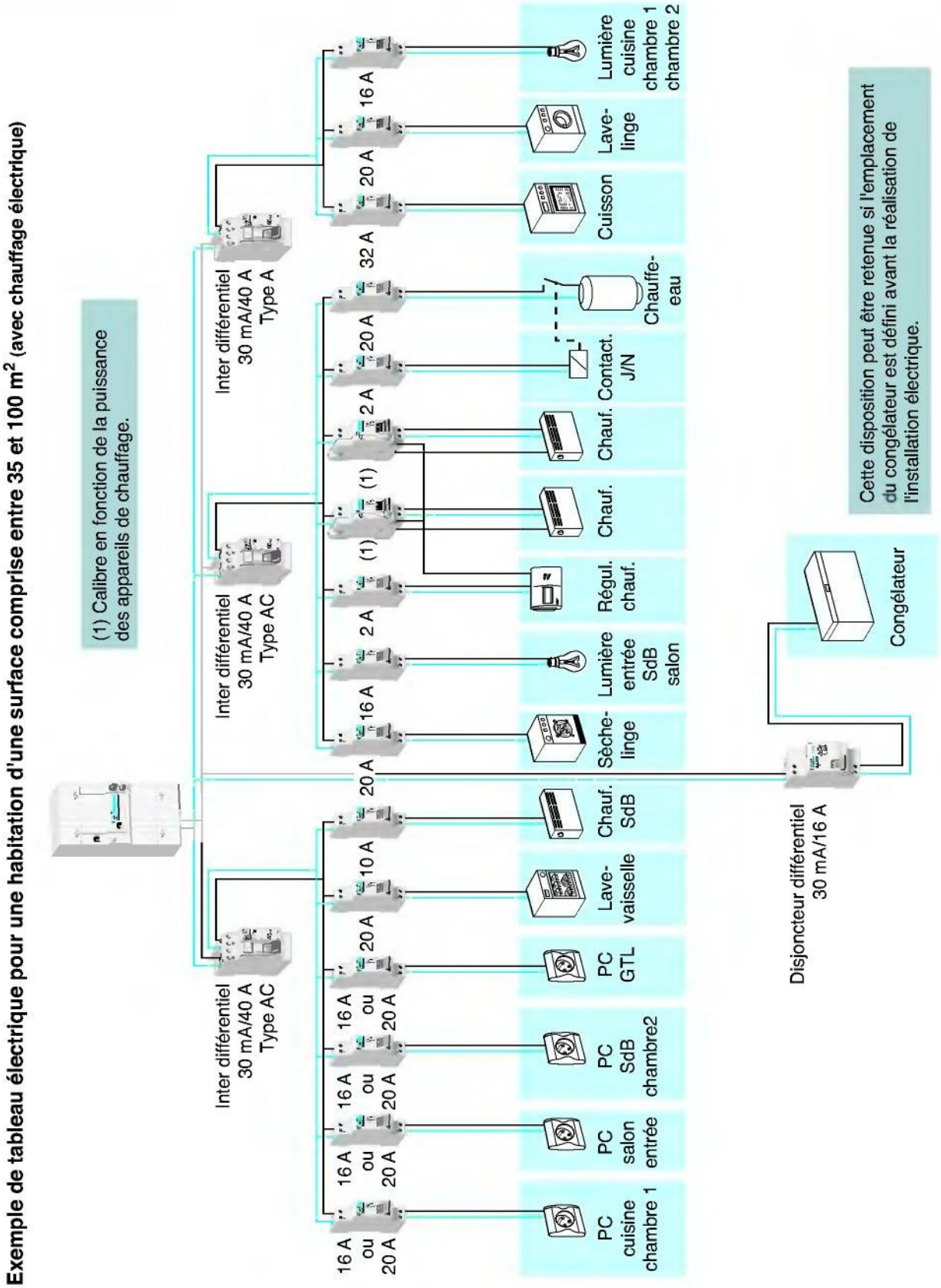


Figure 278 : Tableau type pour un logement d'une surface comprise entre 35 et 100 m²

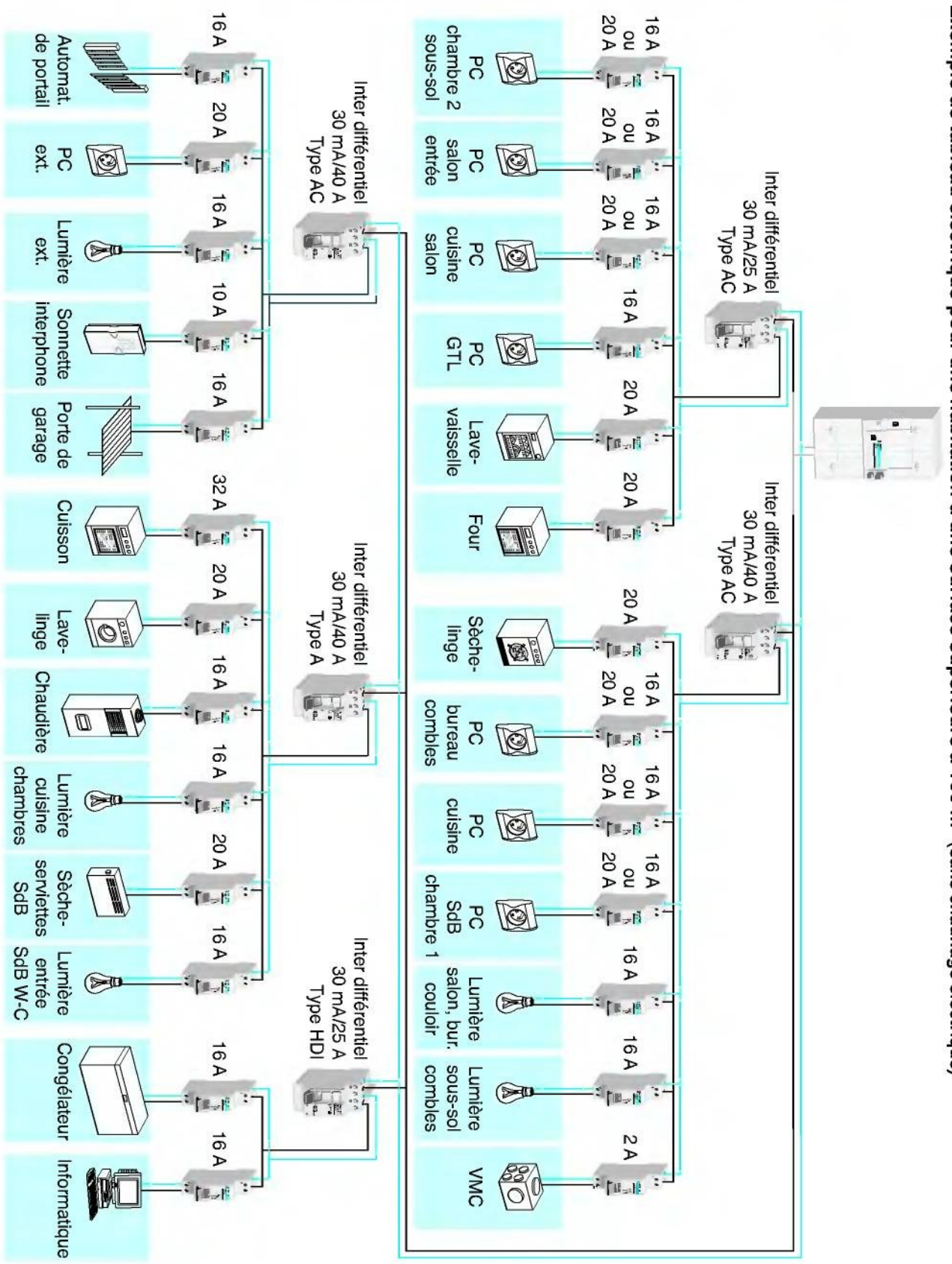


Figure 279 : Tableau type pour un logement d'une surface supérieure à 100 m²

Les disjoncteurs différentiels

Les disjoncteurs différentiels haute sensibilité 30 mA (figure 280) 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 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 (voir paragraphes suivants).

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 ou un fusible, 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. Choisissez un calibre adapté au type de circuit à protéger (le même que pour 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

Ils assurent la protection contre les surcharges et les courts-circuits. On peut les utiliser en tête de chaque circuit, sous l'interrupteur différentiel. Ils ont la même fonction que les disjoncteurs divisionnaires (voir paragraphes suivants), mais ils sont aussi moins chers. Attention, ils ne sont pas autorisés pour assurer la protection de certains circuits (VMC, prises de courant en 1,5 mm²...). De plus, ils ne permettent pas l'obtention des labels Promotelec.

Les coupe-circuits doivent porter l'inscription NF USE. Plusieurs calibres existent (10, 16, 20, 25, 32 A) selon la section des conducteurs et la nature des circuits à protéger (voir tableau de la page 327). Selon leur calibre les coupe-circuits accueillent une cartouche fusible de taille normalisée et non rechargeable (figure 281).

Le problème que pose ce genre de protection peu onéreux est donc l'obligation d'avoir en permanence des cartouches fusibles de remplacement. C'est aussi la difficulté de détecter un fusible fondu. Il est utile dans ce cas de disposer d'un contrôleur électrique.
Heureusement, il existe des coupe-circuits à voyant. Le repérage du fusible détérioré est instantané, car on voit immédiatement lequel est allumé ou éteint (selon les modèles).
Un autre système est intégré aux cartouches. Quand le fusible fond, une pastille

Le disjoncteur différentiel à haute sensibilité

Intensité nominale. C'est le seuil de la protection magnétothermique de l'appareil. Les principaux calibres sont : 10, 16, 20, 25 et 32 A.

Bouton de test de la protection différentielle, à actionner une fois par mois.

Sensibilité de déclenchement de l'appareil (0,003 A = 30 mA).

Symbole représentant le type de disjoncteur différentiel.

Type AC : pour toutes les applications courantes domestiques.

Type A ou Hi ou Hpi : système à haute immunité protégé contre les déclenchements intempestifs. À utiliser pour la protection de l'informatique ou de la ligne du congélateur.

Manette de manœuvre, change de position en cas de déclenchement de l'appareil. Remettre en position ON pour la remise en service.

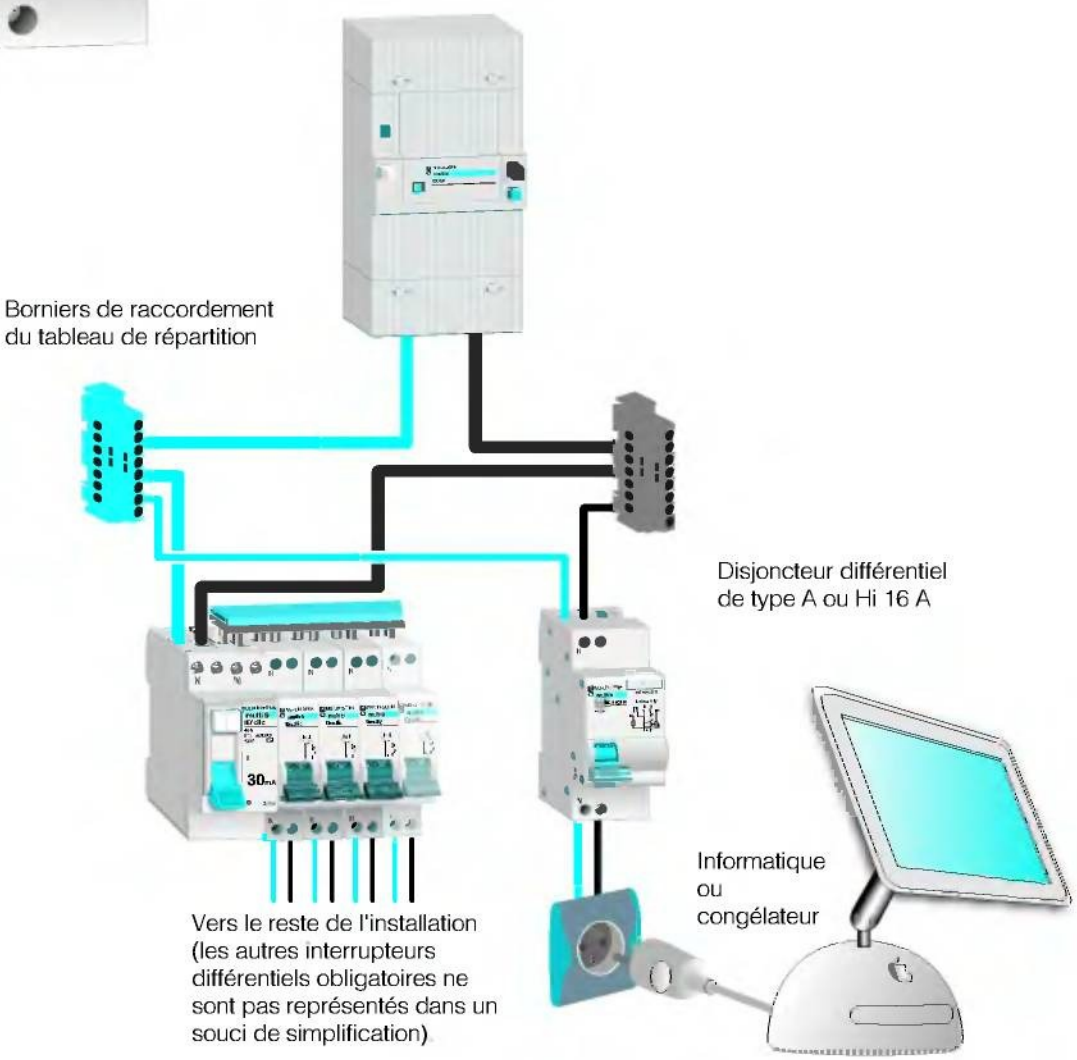
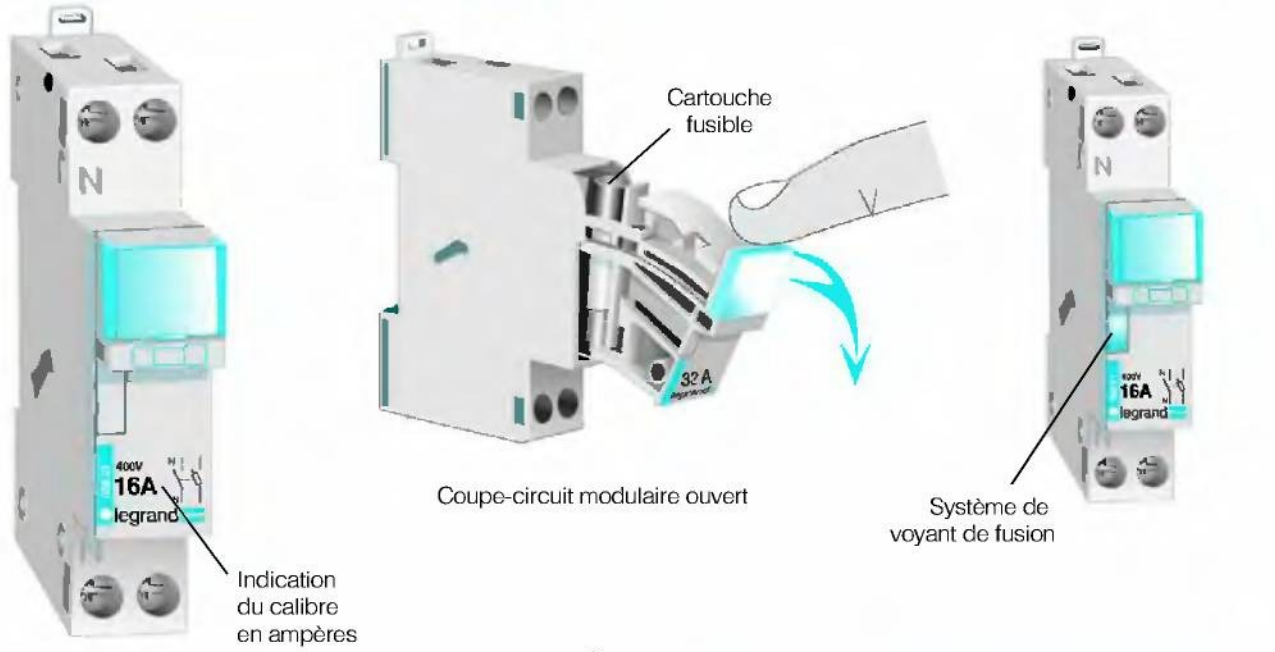
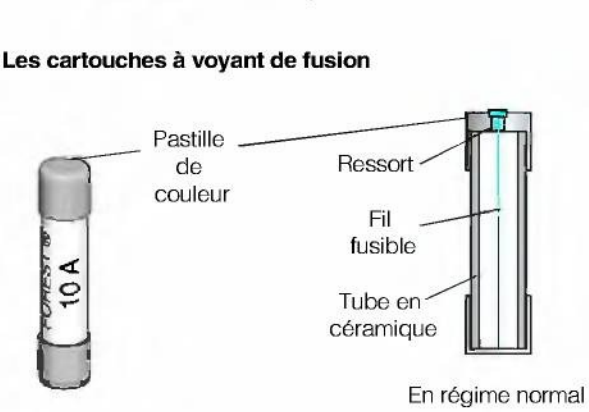


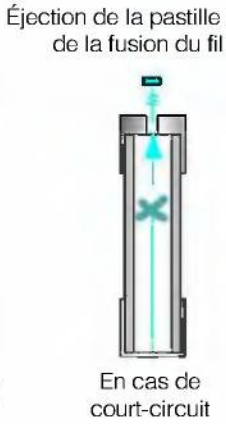
Figure 280 : Le disjoncteur différentiel à haute sensibilité

Le coupe-circuit pour installation domestique



Les cartouches à voyant de fusion





Précautions : n'utilisez que des cartouches domestiques d'un calibre approprié. Les cartouches marquées aM, par exemple, sont destinées à la protection d'un moteur et non d'un circuit électrique.

Les tailles normalisées (en mm)

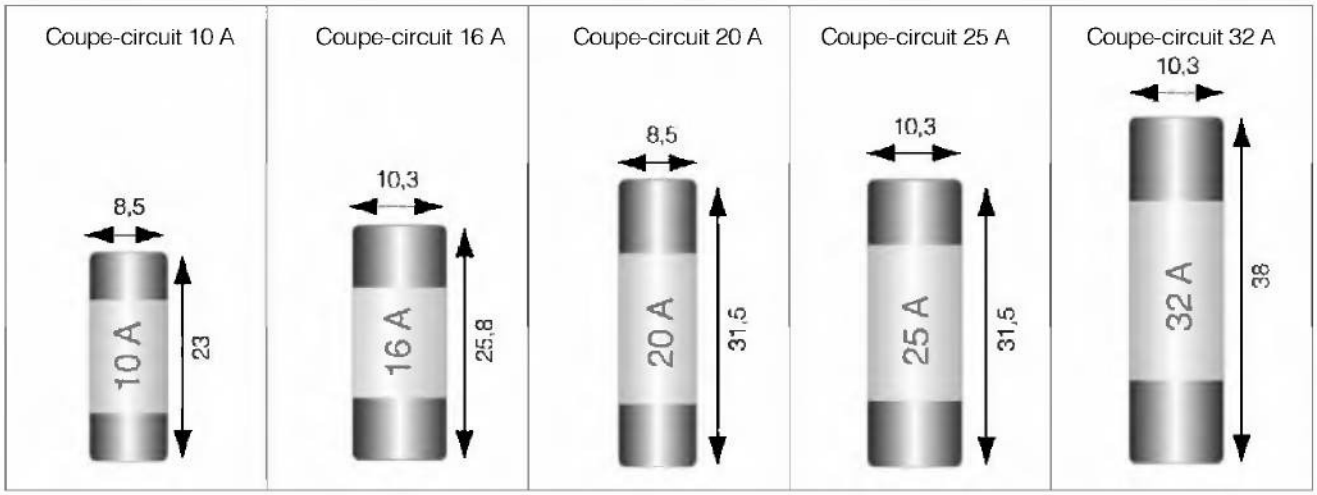


Figure 281 : Les coupe-circuits

Nature du circuit	Nombre de points d'utilisation (norme NF C 15-100)	Section des conducteurs en cuivre (en mm²)	Courant assigné maximal du dispositif de protection (en ampères)	
			Fusible	Disjoncteur
Circuits d'éclairage	8	1,5	10	16
Prises de courant commandées	8	1,5	10	16
Prises de courant 16 A	5	1,5	Interdit	16
	8	2,5	16	20
Circuits spécialisés avec prise de courant (lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge, four, congélateur...)	1	2,5	16	20
Cuisinière, plaque de cuisson en monophasé	1	6	32	32
Cuisinière, plaque de cuisson en triphasé	1	2,5	16	20
Volets roulants	Selon protection	1,5	10	16
VMC, VMR	1	1,5	Non autorisé	2 (1)
Chauffe-eau électrique non instantané	1	2,5	16	20
Circuits d'asservissement tarifaire, fils pilotes, gestionnaire d'énergie...	1 circuit par fonction	1,5	Interdit	2
Autres circuits, y compris un tableau divisionnaire	_	1,5	10	16
	_	2,5	16	20
	_	4	20	25
	_	6	32	32
Convecteurs ou panneaux radiants en monophasé	2 250 W	1,5	10	16
	4 500 W	2,5	16 (3 500 W)	20
	5 750 W	4	20	25
	7 250 W	6	25	32
Plancher chauffant électrique monophasé (direct, à accumulation ou autorégulant)	1 700 W	1,5	Interdit	16
	3 400 W	2,5	Interdit	25
	4 200 W	4	Interdit	32
	5 400 W	6	Interdit	40
	7 250 W	10	Interdit	50

(1) Sauf cas particuliers où cette valeur peut être augmentée jusqu'à 16 A.

de couleur située à une extrémité de celui-ci est éjectée. La cartouche fusible est placée sur le conducteur de phase : lorsque le coupe-circuit est ouvert, phase et neutre sont coupés. Le circuit est alors totalement hors tension. Néanmoins, il est interdit d'utiliser le fusible pour commander directement un circuit.

Les disjoncteurs divisionnaires

Les disjoncteurs divisionnaires (figure 282) servent à protéger les circuits contre les surcharges et les courts-circuits, comme les coupe-circuits. On les installe sur le tableau de répartition à l'origine de chaque circuit, sous l'in-

Intensité nominale. C'est le seuil de la protection magnétothermique de l'appareil. Les principaux calibres sont : 2, 6, 10, 16, 20, 25 et 32 A.

Manette de manœuvre, change de position en cas de déclenchement de l'appareil (défaut). Remettre en position ON pour la remise en service. Si le défaut n'a pas disparu, vous devrez y remédier pour pouvoir réenclencher le disjoncteur.

Figure 282 : Le disjoncteur divisionnaire

terrupteur 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 tableau de la figure 327). La protection est assurée par un dispositif magnétothermique fondé sur un bilame et un électroaimant qui assurent la coupure instantanée du circuit en défaut. Les disjoncteurs divisionnaires sont plus chers que les coupe-circuits. Ils sont aussi plus fiables, plus sûrs et plus rentables à l'usage, puisqu'ils ne contiennent pas de cartouches fusibles à remplacer. 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 division-

naires spéciaux qui assurent la coupure simultanée de l'alimentation et du fil pilote, comme l'exige la norme.

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 ;
- les conducteurs de protection (mise à la terre de chaque circuit) ;
- les liaisons équipotentielles supplémentaires 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

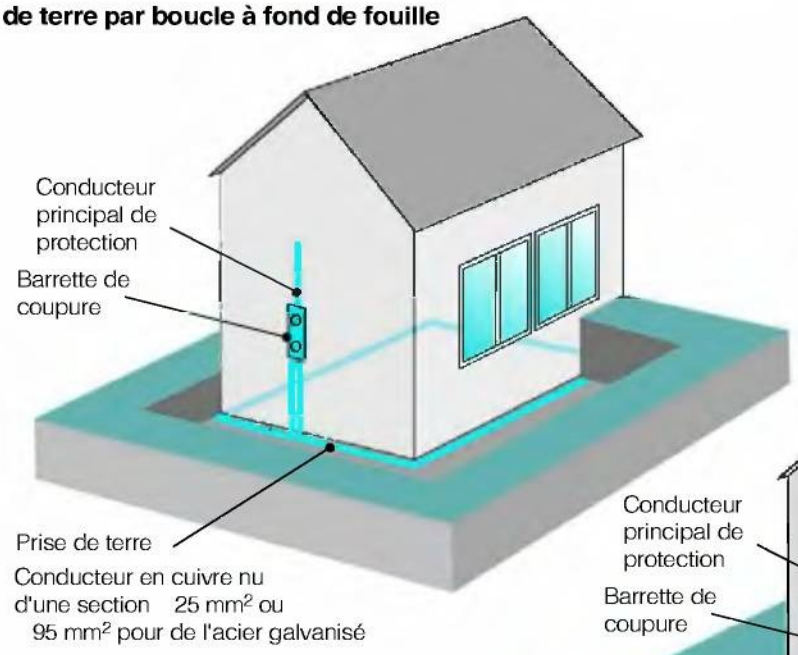
Deux méthodes principales sont possibles pour réaliser une prise de terre. Des conducteurs peuvent être enfouis horizontalement ou un piquet planté verticalement. La première méthode consiste à utiliser des conducteurs enfouis en boucle à fond de fouille ou en tranchée horizontale (figure 283).

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.

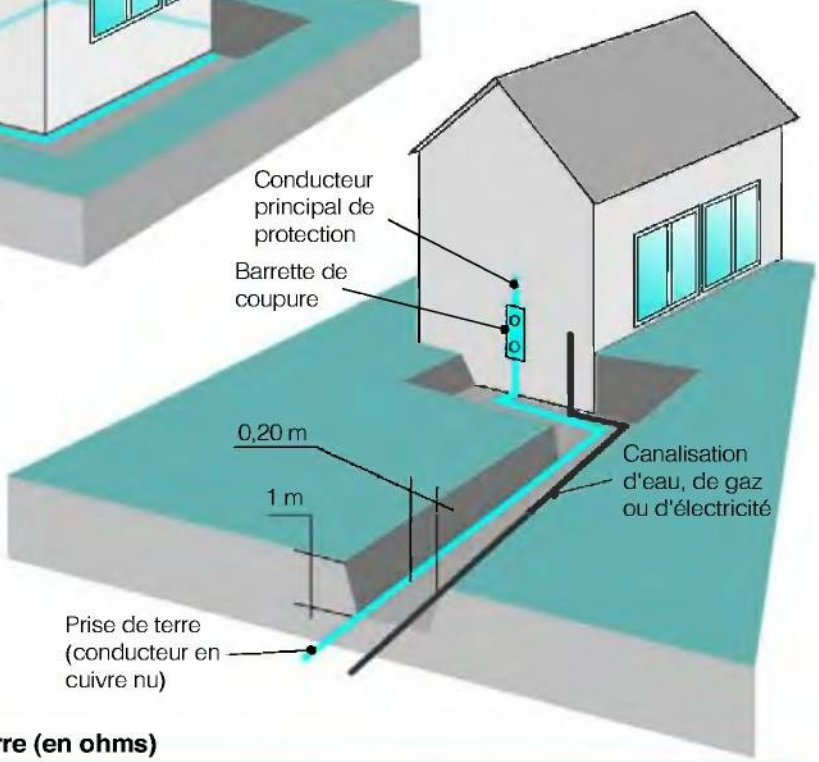
Les conducteurs utilisables dans les deux cas sont massifs ou câblés en cuivre nu ou recouverts d'une gaine de plomb. La section minimale est de 25 mm². Pour les boucles à fond de fouille, on peut utiliser également des feuillards en acier doux galvanisé d'au moins 100 mm² de section et 3 mm d'épaisseur ou des câbles en acier galvanisé d'au moins 95 mm² de section.

La seconde méthode consiste à planter un ou plusieurs piquets de terre en acier galvanisé et d'un diamètre de 25 mm et d'une longueur minimale de 1,5 m (figure 284). 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 côtés. 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

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 283 : Les prises de terre à fond de fouille et en tranchée

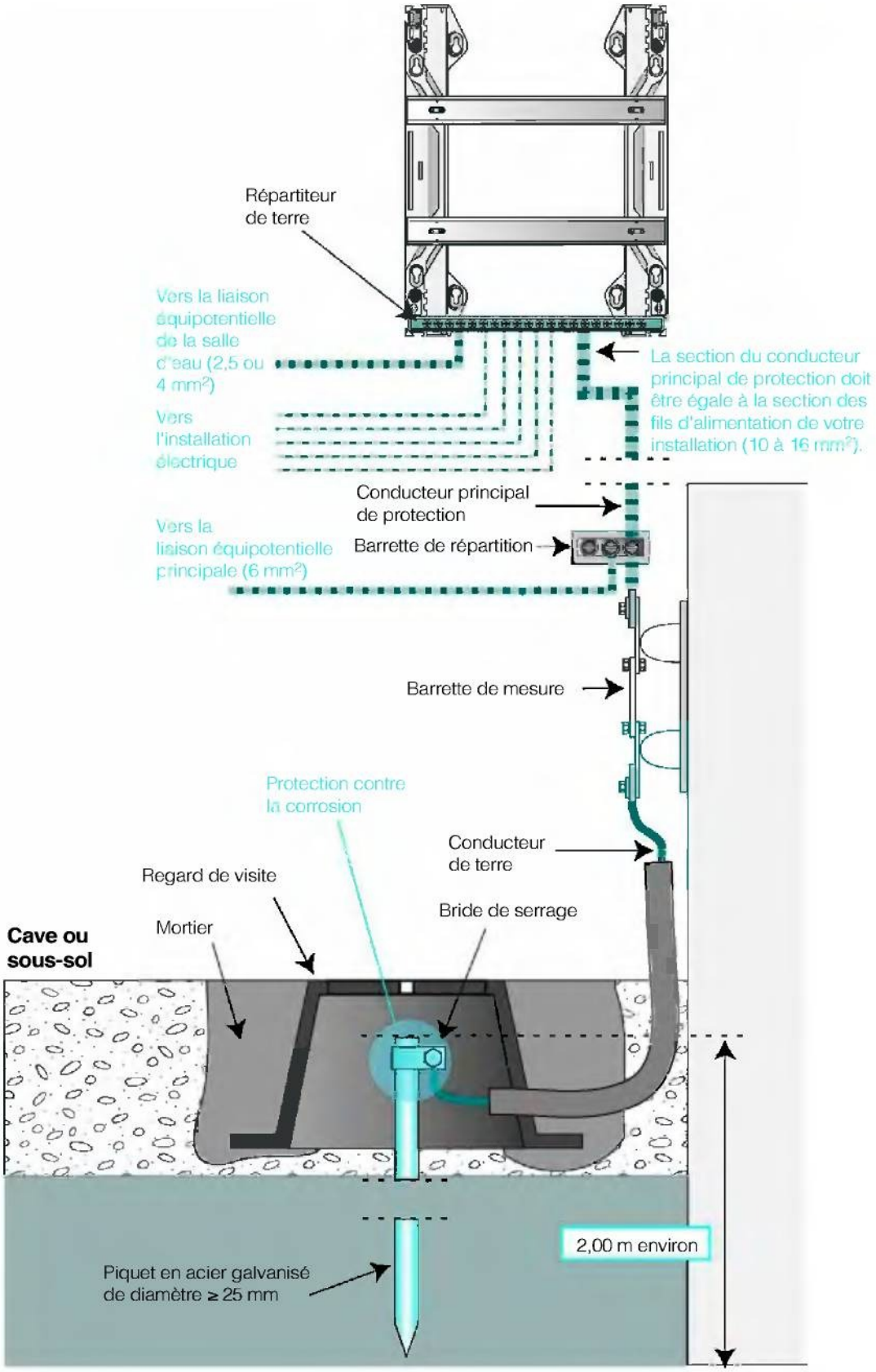


Figure 284 : Le piquet de terre

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 interconnectés entre eux et enterrés à une certaine profondeur dans le sol. Le tableau de la figure 283 présente des exemples de valeurs de prises de terre selon la méthode employée.

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 à votre cas. 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. Le tableau page suivante 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 mm² s'il est en cuivre isolé, 25 mm² s'il est en cuivre nu ou 50 mm² s'il est en acier galvanisé. Ce conducteur 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 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 285). 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 (si le stockage est 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 son dénudement. Les conducteurs de la liaison équipotentielle principale doivent avoir une section minimale de 6 mm².

Résistivité du sol selon sa nature

Nature des terrains	Résistivité en ohms.m
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

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 (Ω)
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 (Ω)
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 (Ω)
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 Ω.m : $R = \frac{200}{1{,}5} = 133{,}33\ \Omega$

La valeur minimale de 100 Ω ne peut être atteinte qu'avec un piquet d'au moins 2 m.

Le conducteur principal de protection

Il relie la borne principale de terre au répartiteur de terre du tableau de répartition. Sa section dépend de celle des conducteurs de l'alimentation de l'installation :

- 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

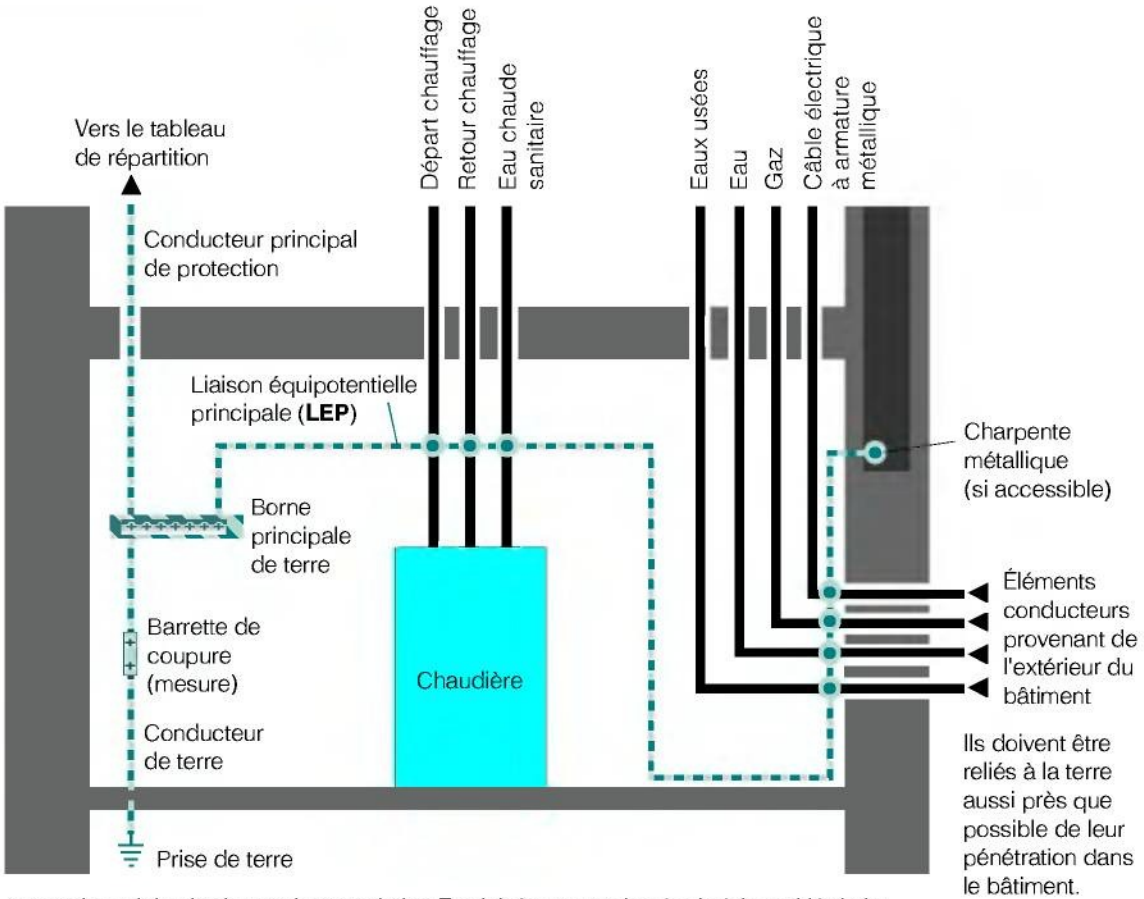


Figure 285 : La liaison équipotentielle principale

ont une section de 25 ou 35 mm², le conducteur de protection aura une section de 16 mm² ;

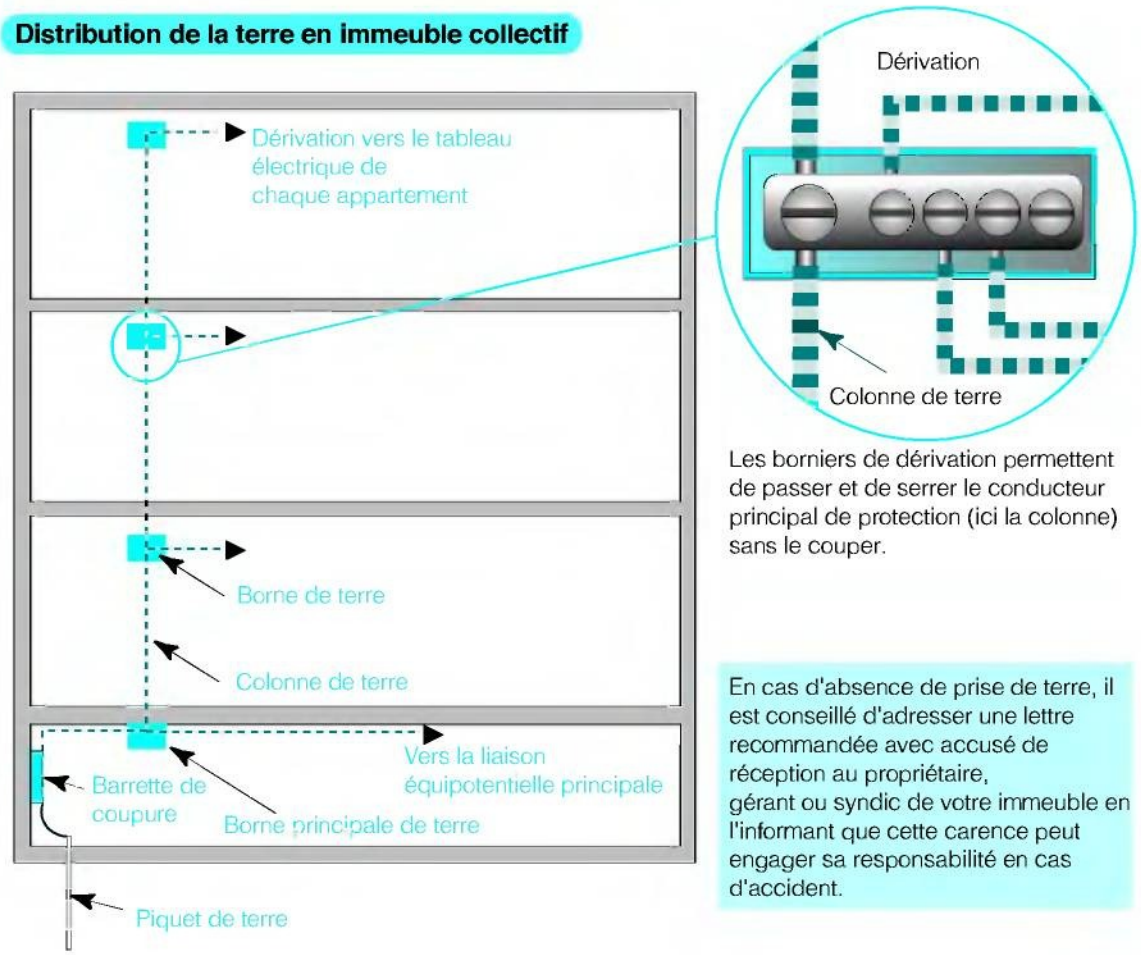
- si les conducteurs d'alimentation ont une section supérieure à 35 mm², le conducteur principal de protection doit avoir une section minimale égale à la moitié de celle du conducteur d'alimentation.

Il est interdit d'utiliser les canalisations métalliques comme conducteur principal de protection ou colonne de terre, même dans les immeubles anciens.

Généralement, pour raccorder un appartement (figure 286), il suffit d'effectuer la connexion du 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 votre immeuble ne dispose toujours pas de la prise de terre, écrivez à votre syndic pour lui demander de procéder aux travaux. Adressez un courrier recommandé afin de mettre en jeu sa responsabilité. Dans ce cas, dans l'attente de la réalisation de la prise de terre, il est obligatoire

Distribution de la terre en immeuble collectif



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.

Si vous rénovez l'installation électrique d'un appartement et que l'immeuble ne dispose pas encore d'une prise de terrre, prévoyez un conducteur de protection en attente sur le palier pour son raccordement futur à la borne de terre.

Figure 286 : La prise de terre en immeuble collectif

de réaliser une liaison équipotentielle supplémentaire dans la cuisine (comme pour les salles d'eau), de protéger l'ensemble de l'installation avec des DDR 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 de répartition

Il s'agit d'un bornier fourni généralement avec le tableau de répartition (figure 287). 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.

La liaison équipotentielle de la salle d'eau

Elle est réalisée avec 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 185.

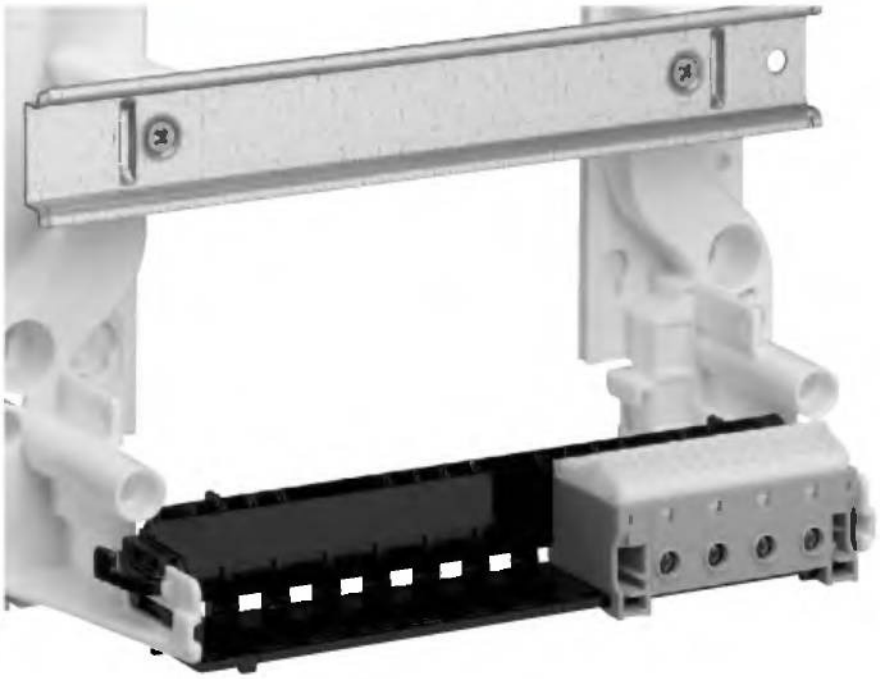


Figure 287 : Bornier de terre sur un tableau de répartition

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 et 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.

Mesure de la terre et contrôle de l'installation

Lorsque votre installation électrique sera 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 DDR et des mesures à l'aide d'un contrôleur spécifique.

Des appareils spécifiques permettent d'effectuer toutes ces mesures (figure 288). Il incombe à l'installateur de les réaliser et de relever les résultats obtenus. La résistance de la prise de terre doit être inscrite sur la demande de certificat de conformité du Consuel.

Mesure de la terre

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 proposons la procédure suivante (figure 288). 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 votre prise de terre. Si elle est inférieure à 100 Ω, votre 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 (figure 288).

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 votre prise de terre est correcte. En cas de doute, renseignez-vous auprès de votre distributeur.

Contrôle des installations électriques

❶ Les appareils

Appareil de mesure de terre (mesure en ligne)

Appareil de mesure de terre (mesure de boucle)

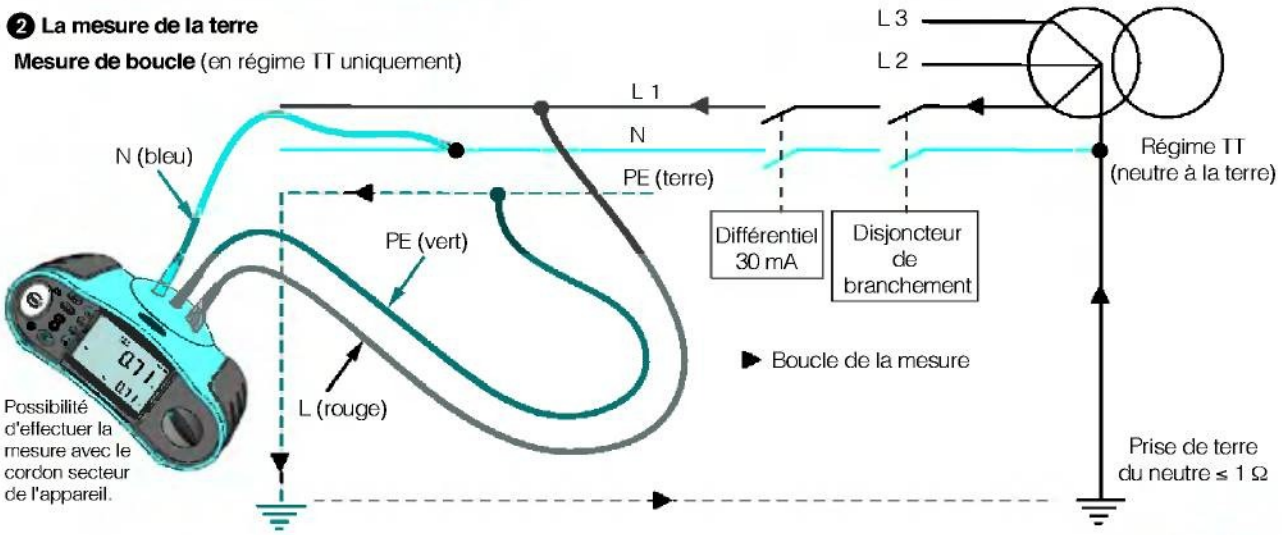
Appareils de test des dispositifs différentiels

Appareil de test des installations électriques (mesures de terre toutes méthodes, test des différentiels…)

Transformateur MT / BT

❷ La mesure de la terre

Mesure de boucle (en régime TT uniquement)



Mesure en ligne dite des 62 %

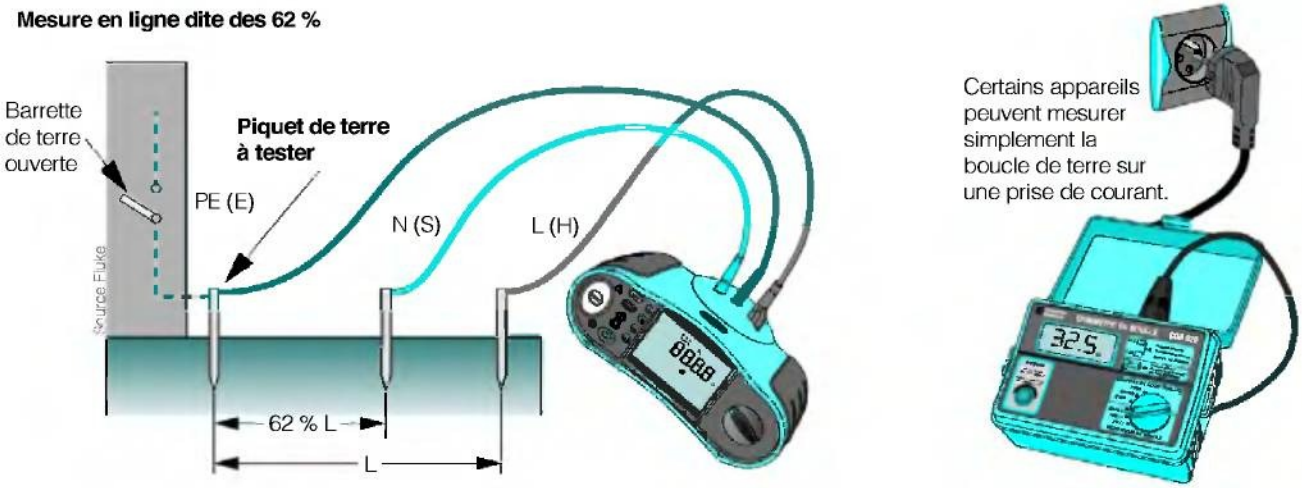


Figure 288 : La mesure de la prise de terre

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 votre installation, il peut se créer une forte surtension : c'est la conduction. Si la foudre frappe un arbre 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 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 289 indique les zones subissant le plus d'impacts de foudre.

Le parafoudre basse tension

Pour lutter contre les phénomènes de surtensions dues à la foudre, vous pouvez 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 votre installation électrique est alimentée par un réseau public de distribution intégralement ou partiellement aérien. Pour pouvoir installer un parafoudre, vous devez disposer d'un disjoncteur de branchement différentiel, de préférence sélectif. Le parafoudre doit être installé avec un dispositif de déconnexion tel qu'un disjoncteur divisionnaire bipolaire. Après un coup de foudre, il peut être nécessaire de remplacer la cartouche du parafoudre. Généralement, un voyant indique quand le parafoudre est hors d'usage.

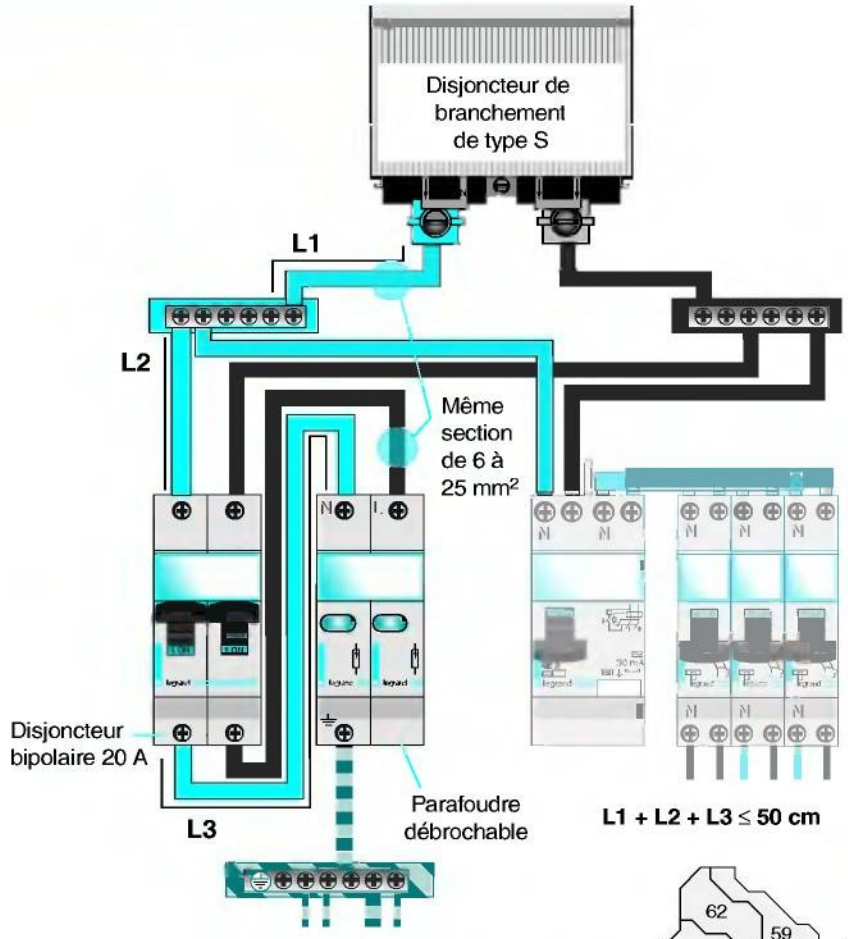
La longueur du conducteur reliant le parafoudre au disjoncteur de branchement, ou à l'AGCP, ne doit pas dépasser 50 cm.

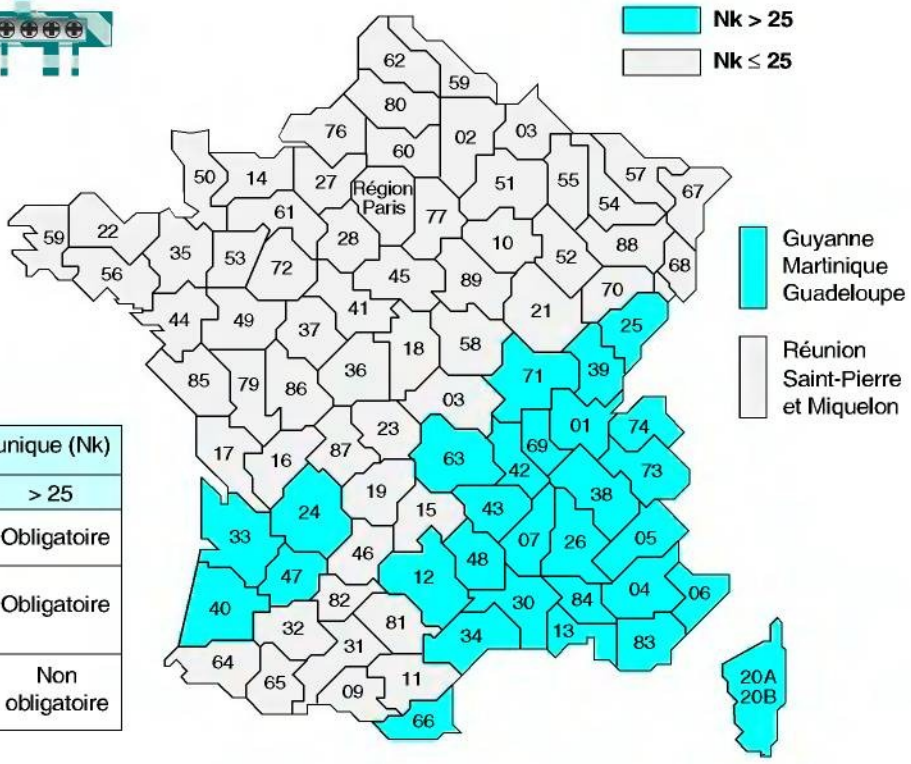
Pour une sécurité accrue, il est également possible de protéger individuellement les matériels sensibles comme les ordinateurs, les télévisions ou la hi-fi. Utilisez des prises de courant équipées d'un bloc parafoudre, des blocs multiprises ou des adaptateurs pourvus d'un parasurtenseur (figure 290). Ces dispositifs ne dispensent pas d'installer un parafoudre en tête de l'installation dans les régions exposées.

Le parafoudre téléphonique

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 ou ordinateur par le biais d'un modem. Pour compléter la protection du parafoudre basse tension, il est possible d'installer un parafoudre pour ligne téléphonique. 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.

Installation d'un parafoudre de tableau





Installation d'un parafoudre

Alimentation du bâtiment	Niveau kéraunique (Nk)	
	≤ 25	> 25
Bâtiment équipé d'un paratonnerre	Obligatoire	Obligatoire
Ligne entièrement ou partiellement aérienne	Non obligatoire	Obligatoire
Ligne entièrement souterraine	Non obligatoire	Non obligatoire

Figure 289 : Le parafoudre basse tension

La protection des équipements sensibles

Les prises et les blocs parafoudre

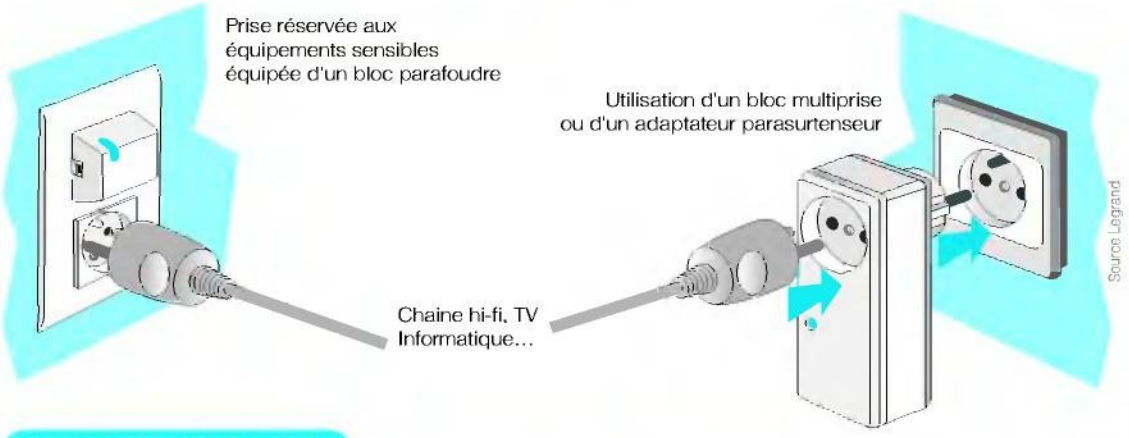


Figure 290 :
Les prises parafoudre

Parafoudre téléphonique

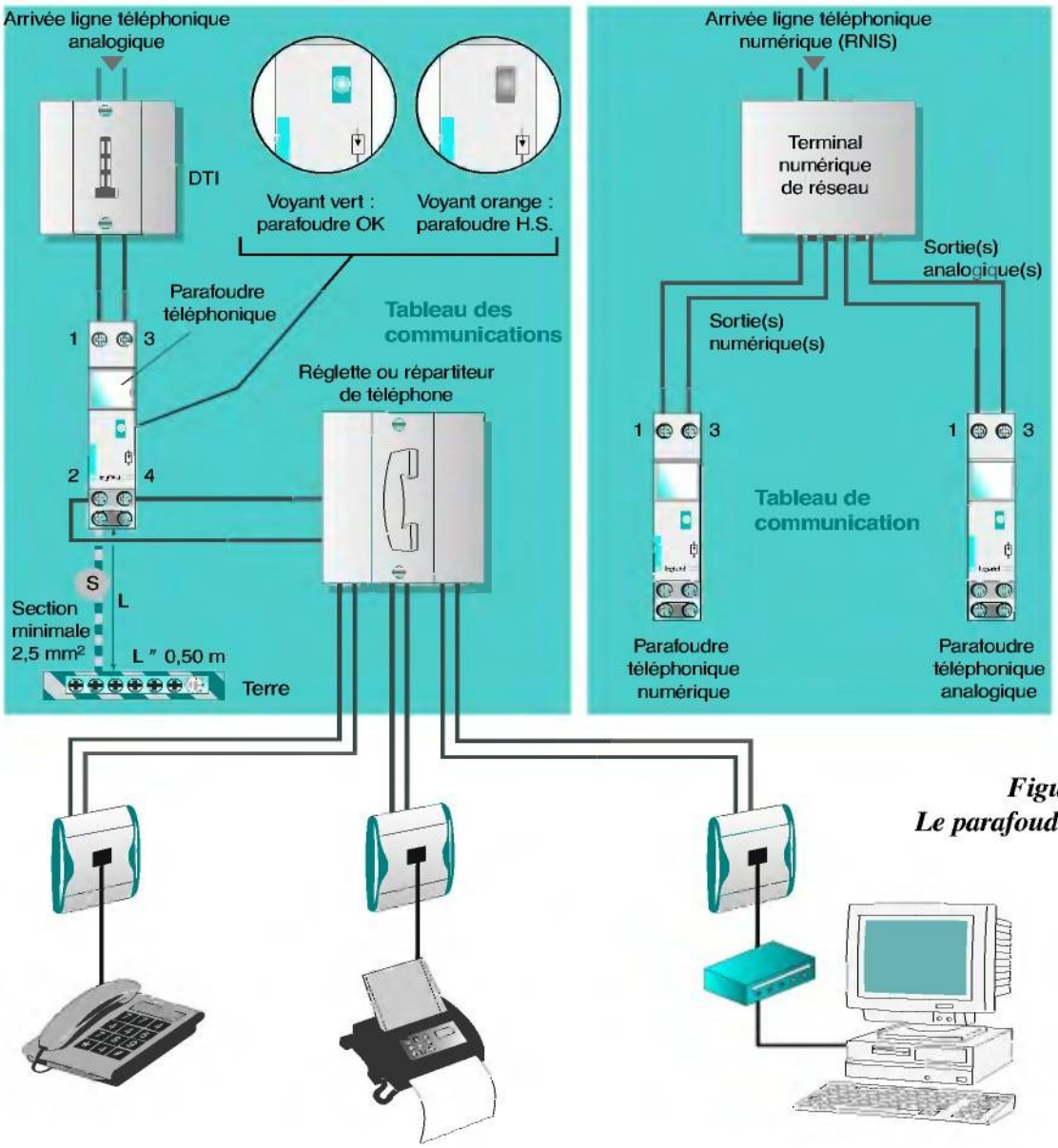


Figure 291:
Le parafoudre téléphonique

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.

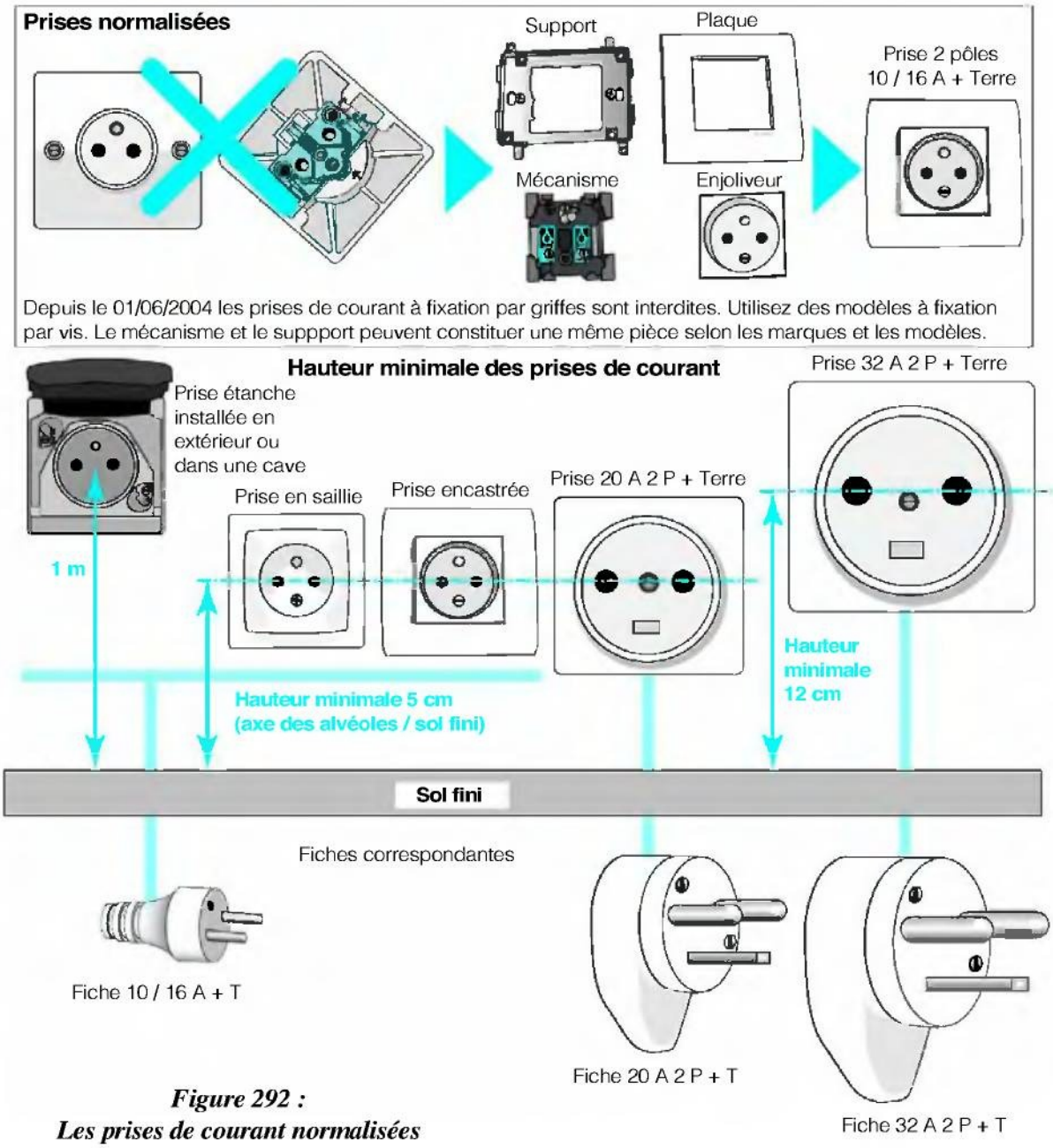


Figure 292 :
Les prises de courant normalisées

Les prises de courant

Seules les prises disposant d'un contact pour le conducteur de protection (terre) sont autorisées (figure 292). 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. Depuis 2004, la norme exige ce type de prises avec obturation. Seules les prises de type rasoir avec transformateur de séparation sont dispensées de cette obligation.
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 juin 2004, les prises de courant à fixation par griffe 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, rien ne vous empêche de les installer plus haut. Dans une installation encastrée, installer les prises à 25 ou 30 cm du sol facilite leur utilisation.
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 prise de courant 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 179 et suivantes).

La norme prévoit un nombre minimal de socles de prises de courant pour chaque pièce. Pour connaître ce nombre, reportez-vous aux paragraphes consacrés à chaque pièce.
Lorsque les prises de courant sont fixées sur des goulottes ou des plinthes, elles doivent être solidaires de leur socle.
Au moins un socle de prise de courant doit être installé près de chaque prise de communication (télévision, téléphone). De même, la GTL doit comporter au minimum deux prises de courant pour pouvoir alimenter des appareils 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.

Prises directes non spécialisées

Prises de courant 16 A - 2 P + T

Chaque circuit de prises 16 A (figure 293) peut alimenter au maximum :

- cinq socles ou points d'utilisation si la section d'alimentation des conducteurs est de 1,5 mm^2 ;
- huit socles ou points d'utilisation au maximum lorsque la section des conducteurs est de 2,5 mm^2.

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. Dans ce cas, la protection par fusibles est interdite.
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 coupe-circuit à cartouche fusible de 16 A ou un disjoncteur divisionnaire de 20 A.

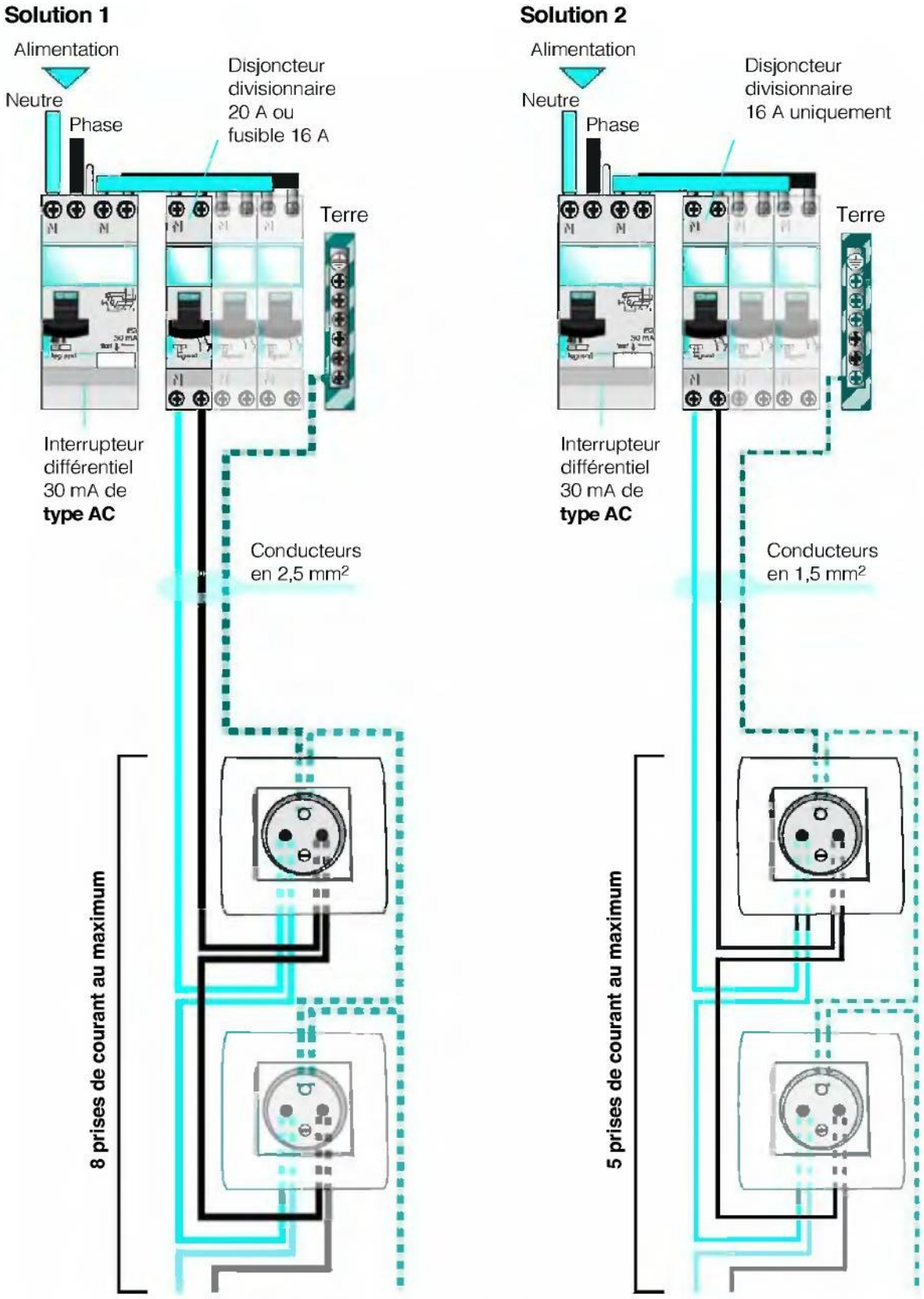


Figure 293 : Raccordement des prises directes

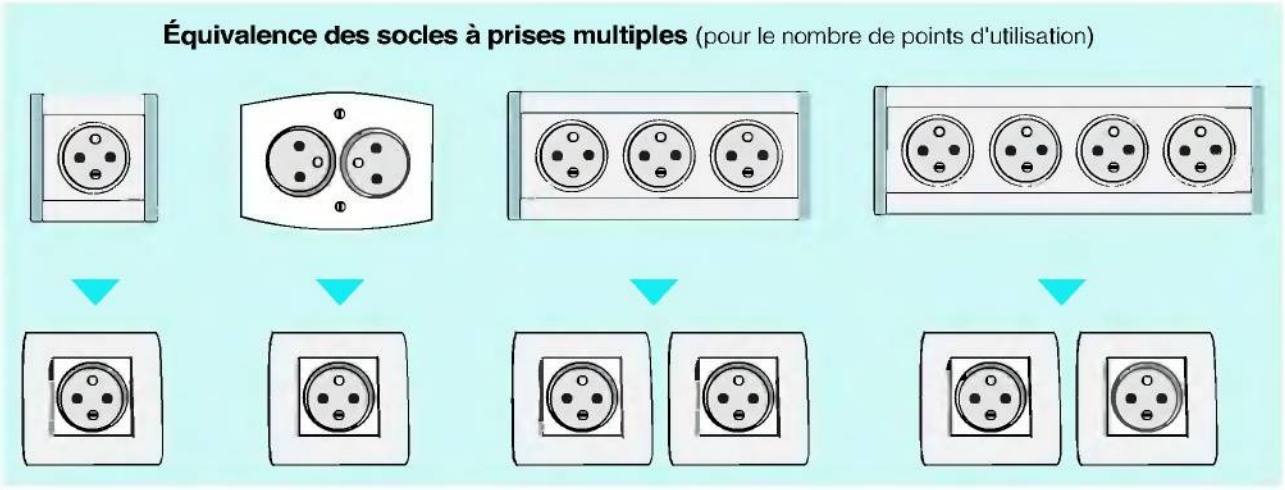


Figure 294 : Équivalence des socles à prises multiples

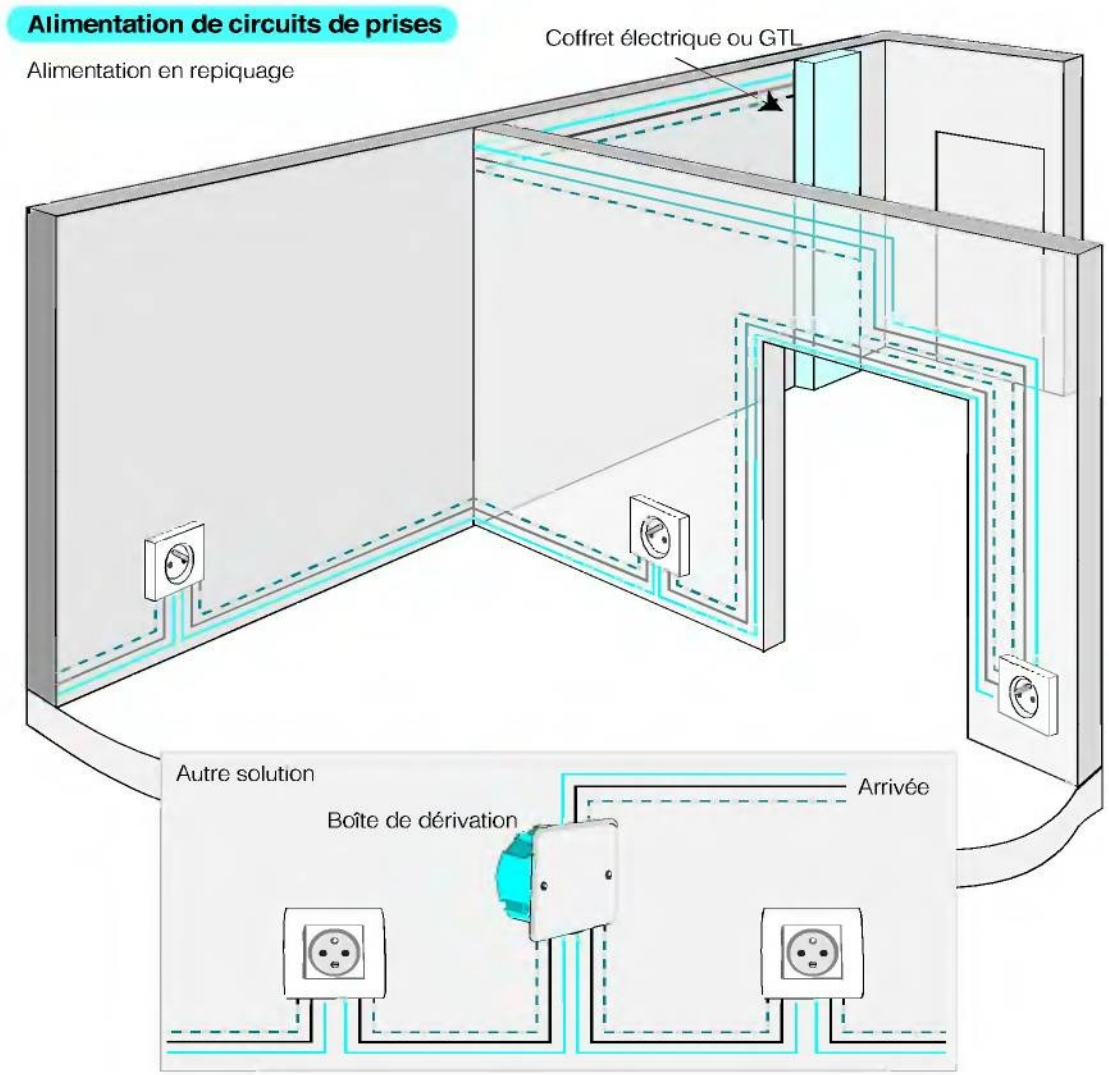


Figure 295 : Distribution type d'un circuit de prises

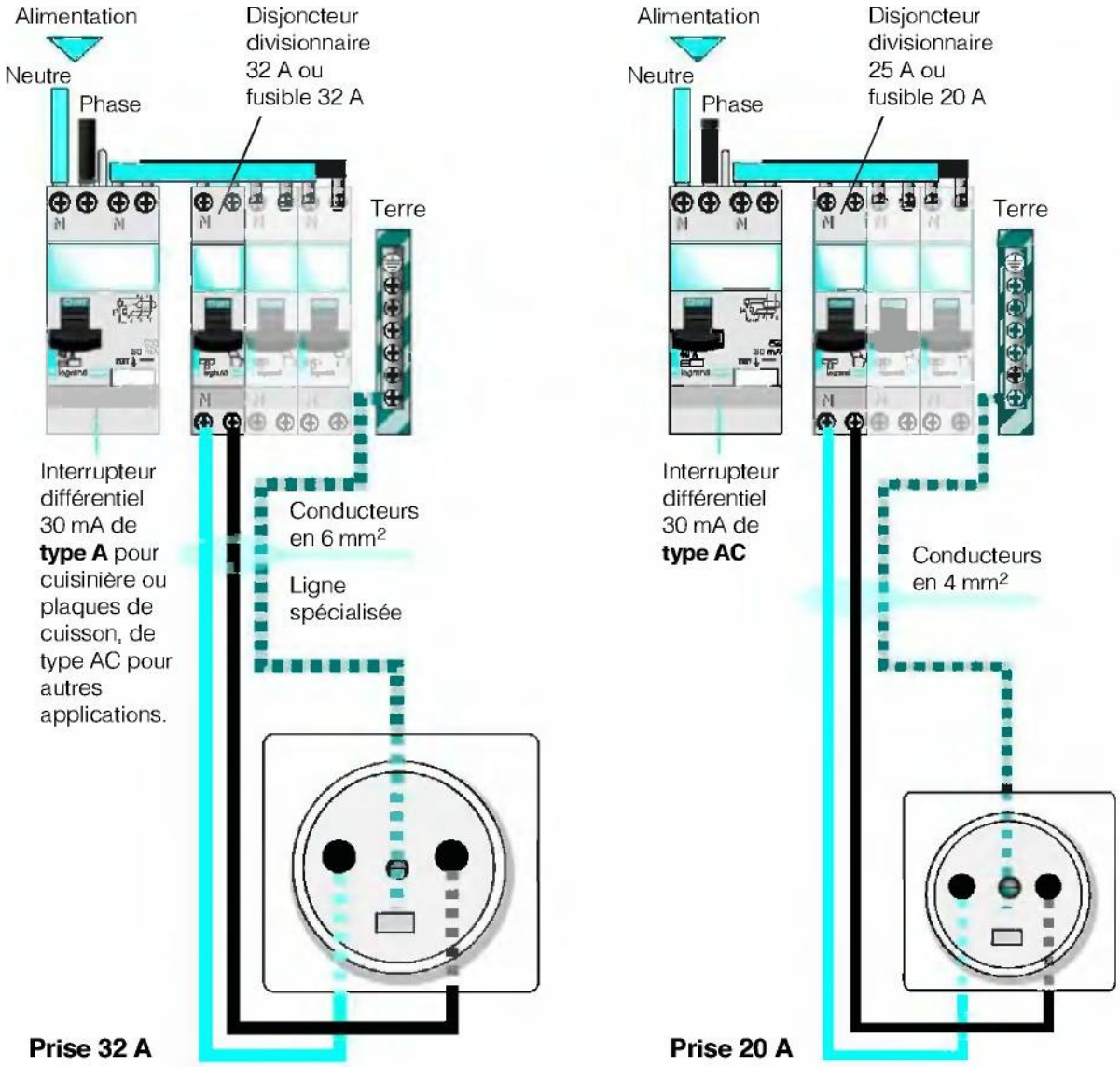


Figure 296 : Raccordement des prises 20 et 32 A en monophasé

Respectez le code des couleurs 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.

Un socle à prise double compte pour un point d'utilisation. Si vous installez trois ou quatre socles de prises de courant dans une même boîte, cela équivaut à deux points d'utilisation (figure 294).

Les prises peuvent être reprises les unes sur les autres : c'est la technique du repiquage (figure 295).

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

On n'alimentera qu'une seule prise par circuit (figure 296).

Prise 20 A + terre :

- la protection est assurée (en plus du DDR 30 mA) par un coupe-circuit à fusible de 20 A ou un disjoncteur divisionnaire de 25 A ;
- les conducteurs ont une section de 4 mm^2.

Prise 32 A + terre :

- la protection est assurée par un coupe-circuit à fusible de 32 A ou un disjoncteur divisionnaire de 32 A ;
- les conducteurs ont une section de 6 mm^2 ;
- si 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 doit être de type AC.

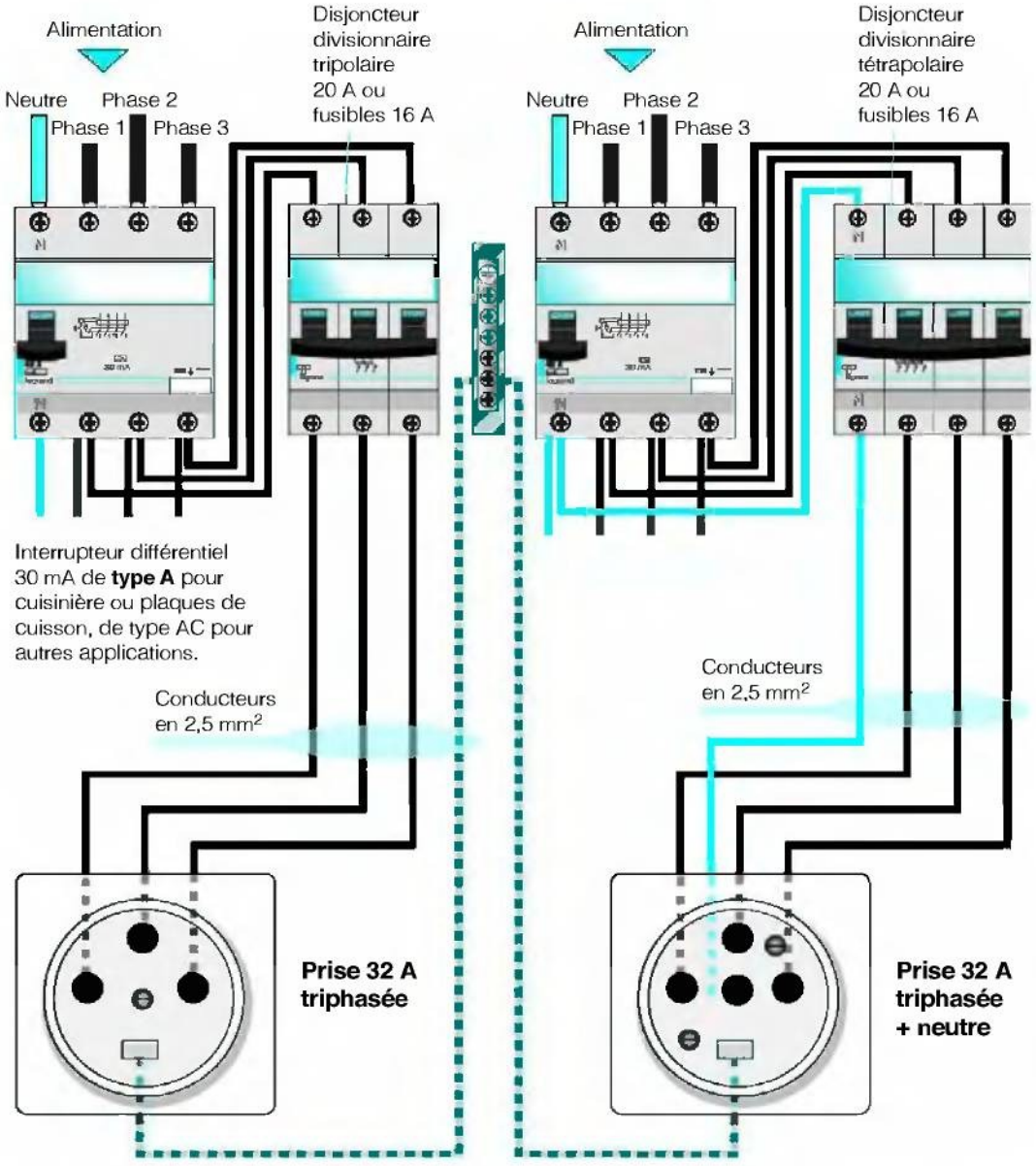


Figure 297 : Raccordement des prises 32 A en triphasé

Les prises 32 A en triphasé

Bien que le triphasé ne soit plus très utilisé dans les installations domestiques, la figure 297 illustre le raccordement d'une prise 32 A en triphasé et en triphasé plus neutre. En effet, certains appareils peuvent nécessiter la présence du neutre.

La protection des personnes est assurée par un DDR 30 mA tripolaire et une protection contre les surintensités et les courts-circuits assurée par un coupe-circuit à fusible tripolaire de 16 A ou 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 coupe-circuit à fusible tétrapolaire (quatre pôles) de 16 A ou un disjoncteur divisionnaire tétrapolaire de 20 A.

Les conducteurs d'alimentation ont une section de 2,5 mm^2.

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 298).

En complément du DDR 30 mA, la protection contre les surintensités et les courts-circuits est assurée par un coupe-circuit à fusible de 10A ou un disjoncteur divisionnaire de 16 A.

Les conducteurs doivent avoir une section de 1,5 mm^2. Les socles de prise de courant commandée 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

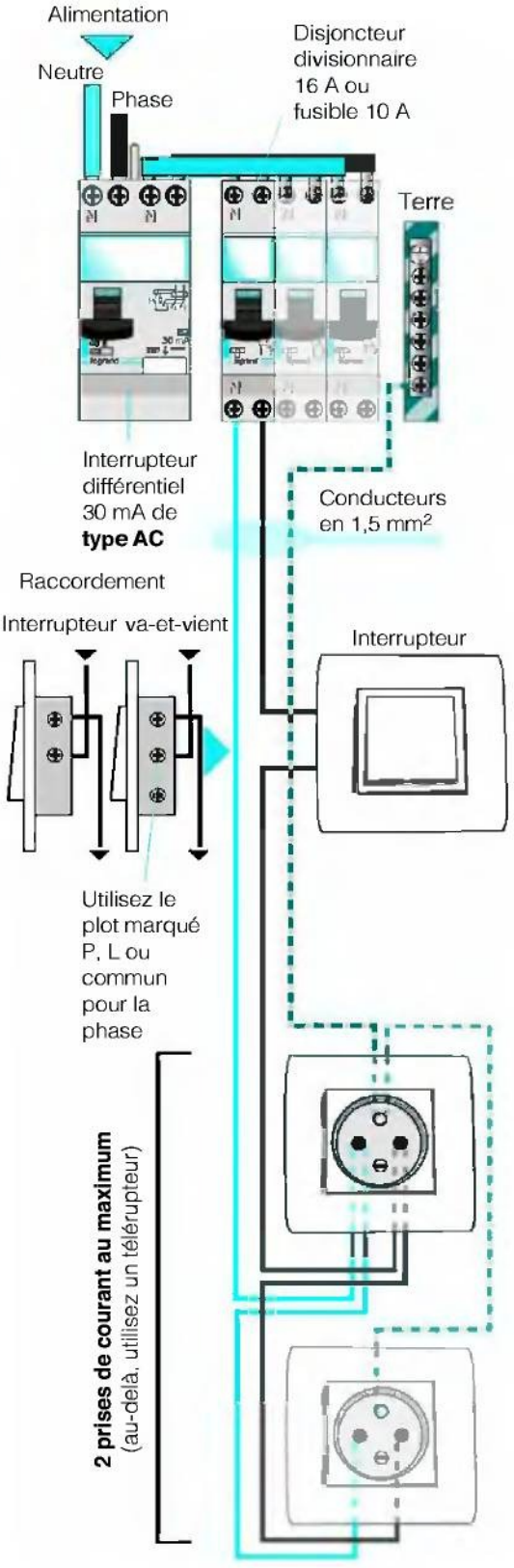


Figure 298 : Raccordement d'une prise commandée

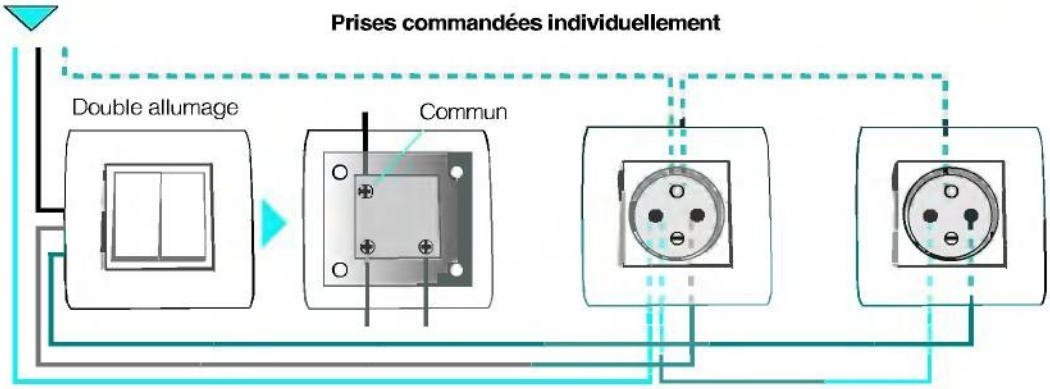


Figure 299 : Commande séparée de deux prises commandées

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 (figure 299). De même, ils peuvent être commandés par un va-et-vient.

Il est recommandé de repérer les socles de prise de courant commandée avec une étiquette spéciale. La figure 300 présente un exemple d'implantation de prise commandée.

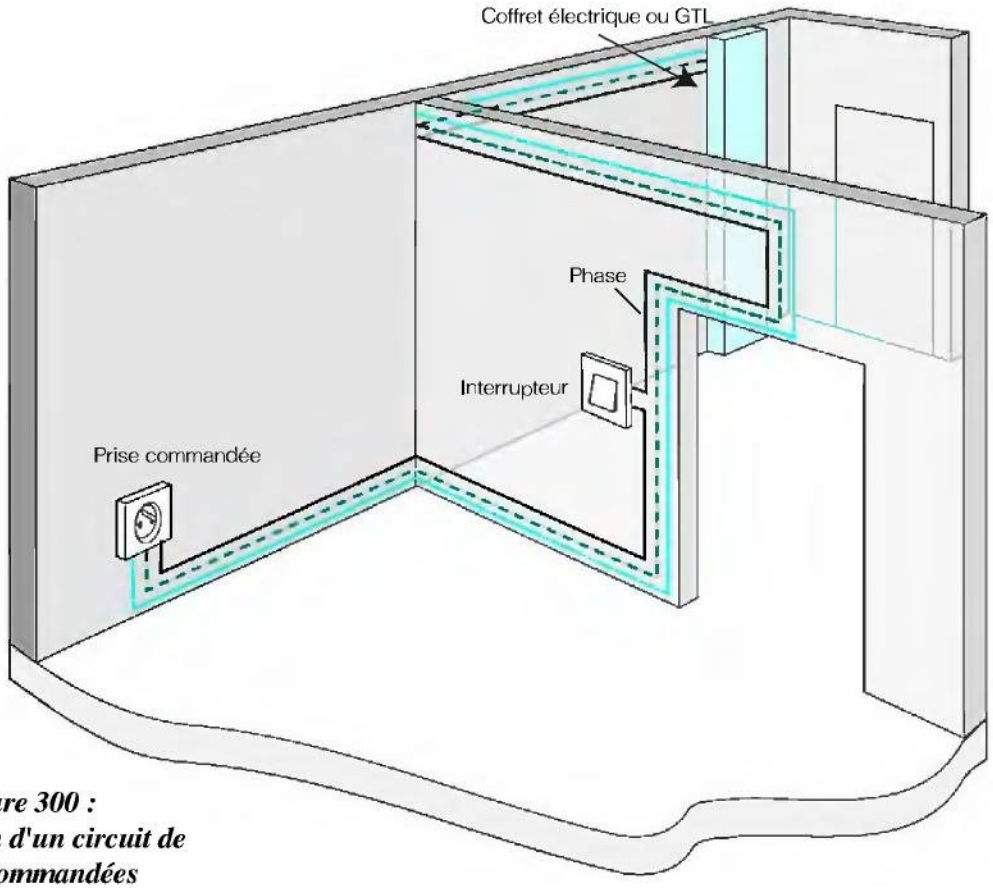


Figure 300 : Distribution d'un circuit de prises commandées

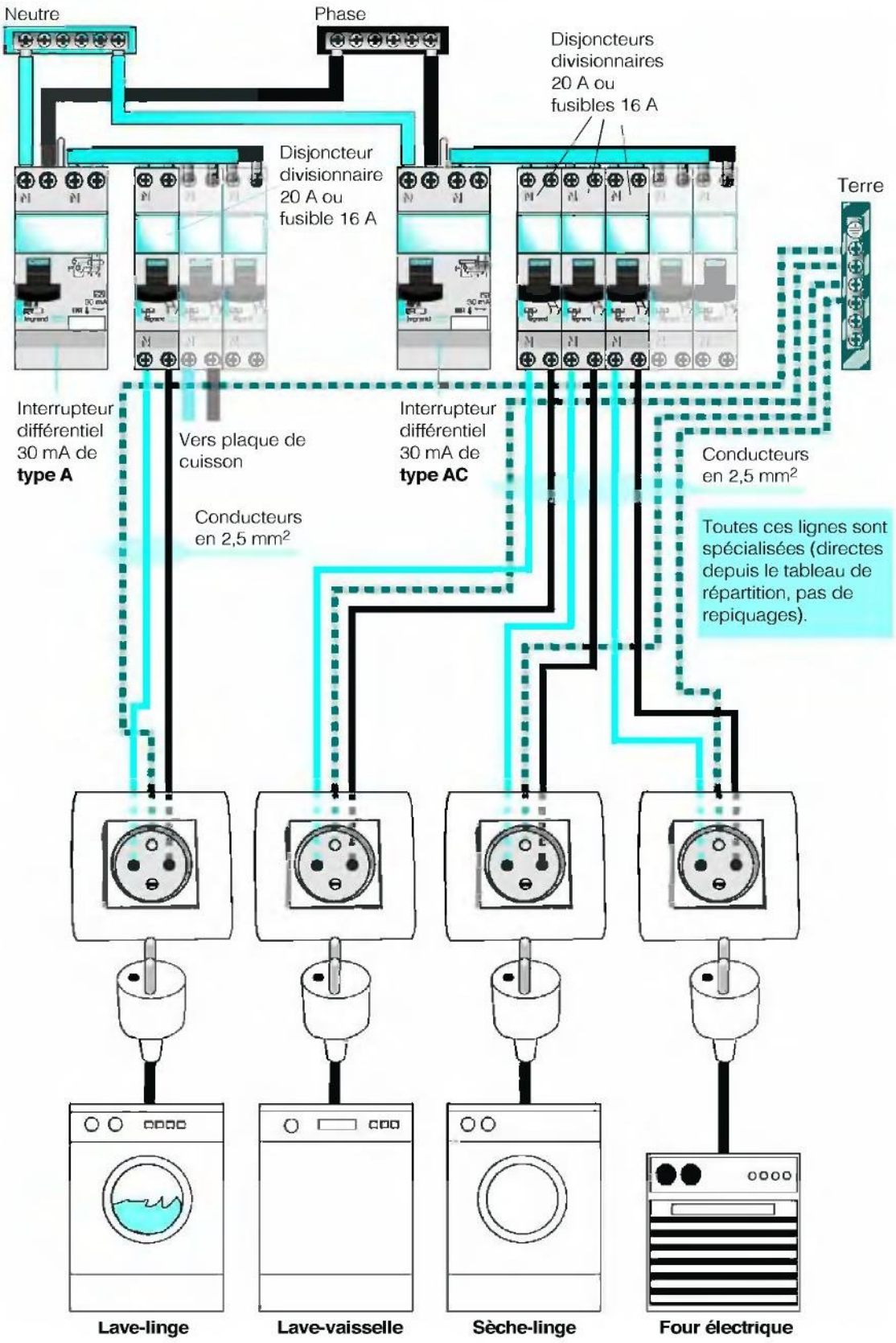


Figure 301 : Les circuits spécialisés pour appareils ménagers

Les prises et les circuits spécialisés

Chaque appareil électroménager de forte puissance doit être alimenté par un circuit spécialisé. La norme prévoit un minimum de quatre de ces circuits : 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.

D'autres applications requièrent également des circuits spécialisés :
- les chauffe-eau électriques ;
- la chaudière et ses auxiliaires ;
- la pompe à chaleur ;
- la climatisation ;
- l'appareil de chauffage des salles d'eau ;
- la piscine ;
- la VMC ;
- les automatismes domestiques (alarme, etc.) ;
- les circuits extérieurs (éclairage, portail automatique, etc.).

Lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge, four

Chacun de ces circuits indépendants (figure 301) 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 DDR 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 coupe-circuit à fusible de 16 A ou un disjoncteur divisionnaire de 20 A.

Une solution plus confortable, mais plus chère, consiste à prévoir un dispositif différentiel par ligne. Dans ce cas, utilisez un disjoncteur différentiel haute sensibilité de 20 A par appareil.

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 (figure 302) 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.

Plaques de cuisson, cuisinières

L'alimentation d'une plaque de cuisson tout électrique ou d'une cuisinière (figure 303) 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.
Le raccordement à l'installation est effectué soit :

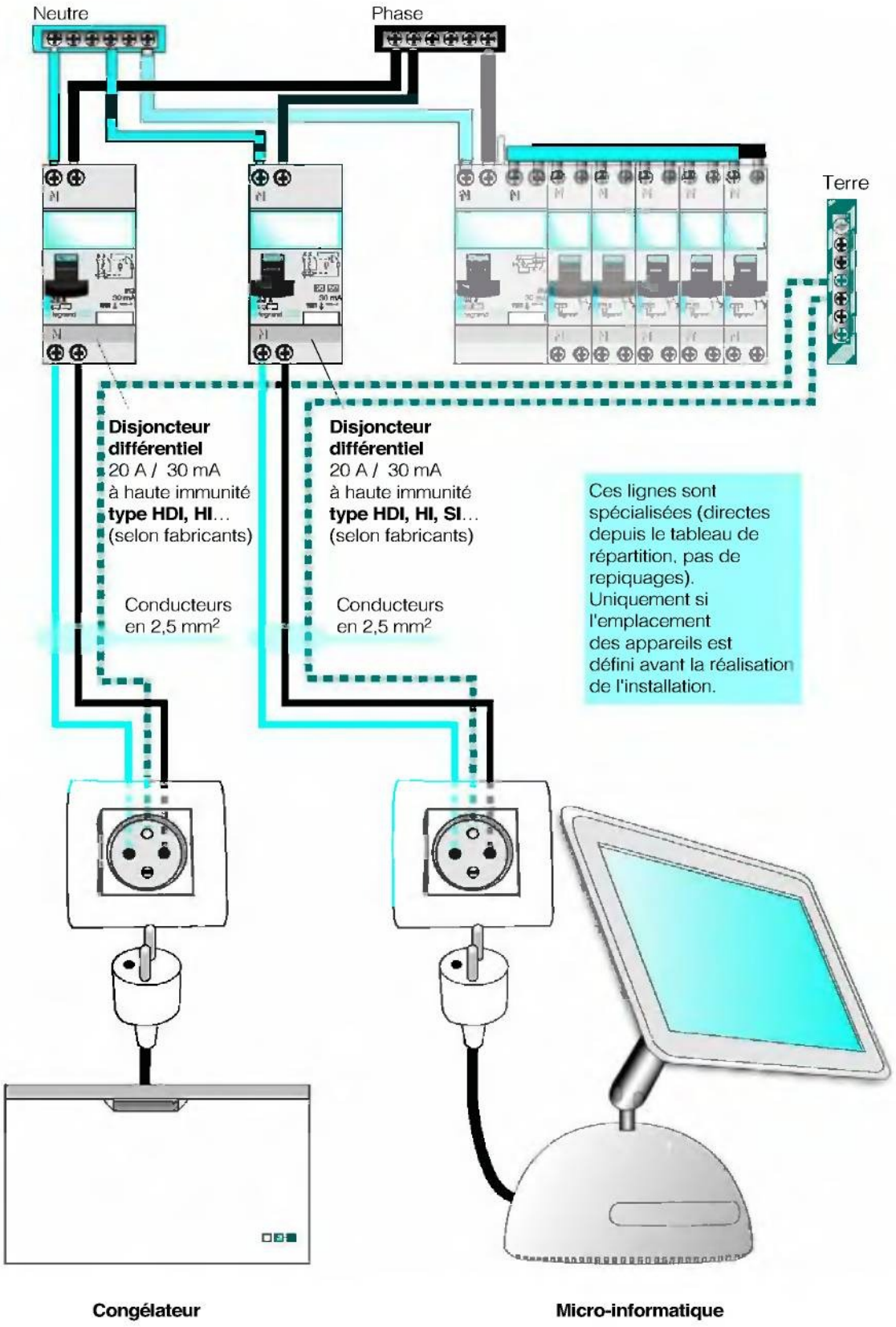


Figure 302 : Alimentation d'un congélateur ou ligne sensible

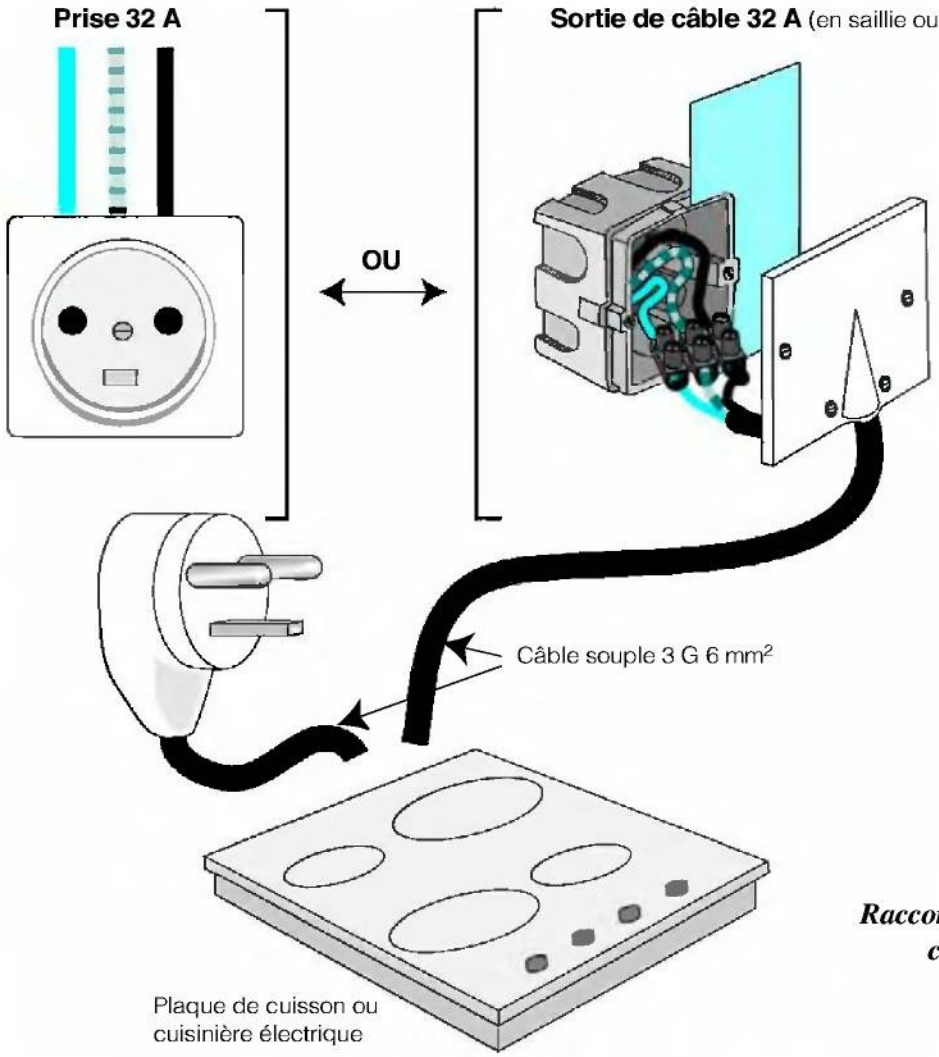


Figure 303 : Raccordement d'une table de cuisson électrique

- 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.

Chaudière

L'alimentation d'une chaudière à gaz (figure 304) ou d'une pompe à chaleur est réalisée 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.

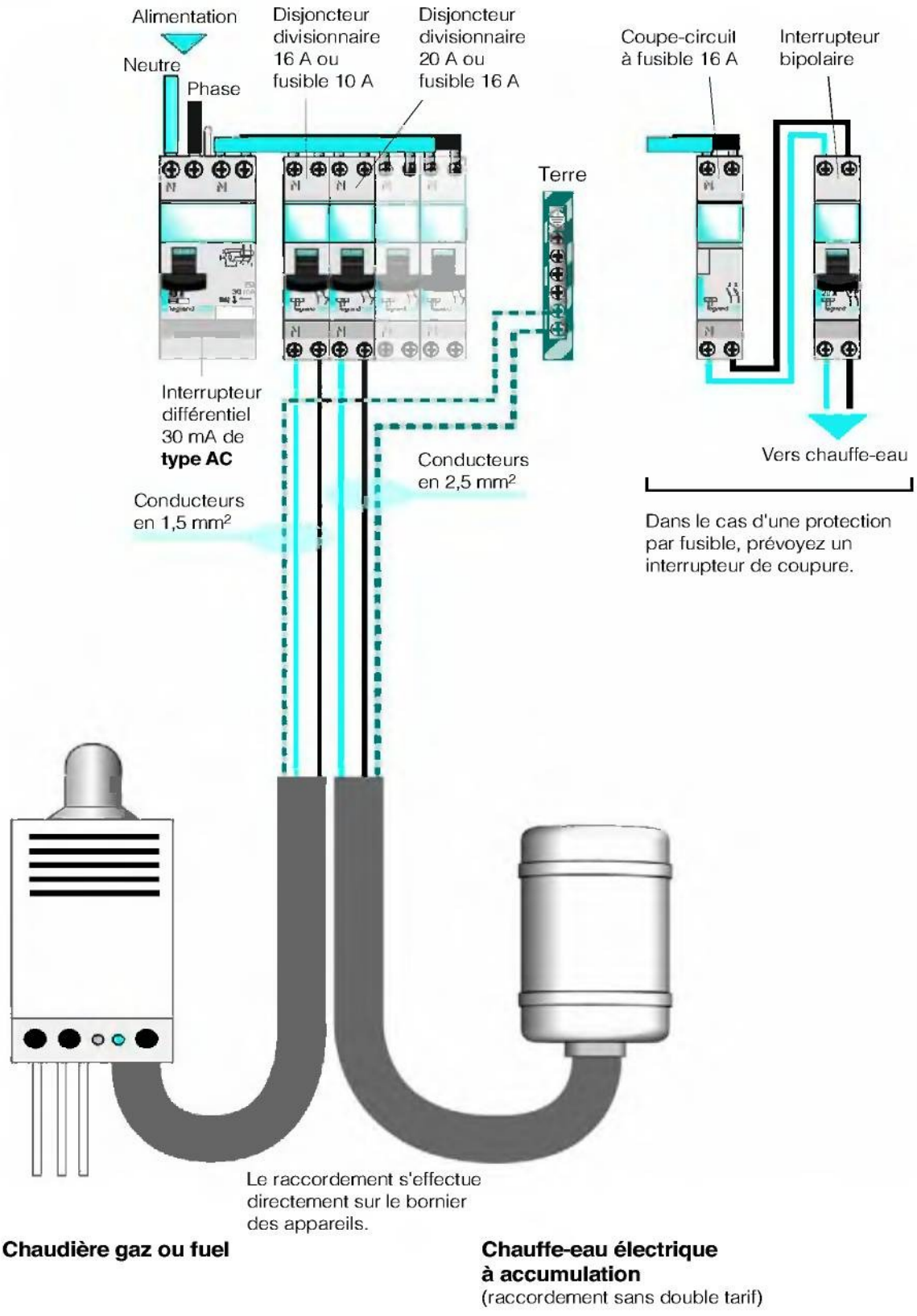


Figure 304 : Alimentation en direct d'un appareil de production d'eau chaude

Chauffe-eau électrique

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 (dans le cas de l'utilisation d'un coupe-circuit à fusible, prévoir un interrupteur de coupure).
Dans ce cas également, le raccordement de l'alimentation doit se réaliser dans l'appareil (figure 304).

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 305 illustre le principe de fonctionnement du contacteur.

Le distributeur met à votre 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. Il peut se trouver à divers endroits : dans la partie inférieure des compteurs électroniques, 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 votre 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.

Le contact d'asservissement ne supporte pas de fortes intensités : c'est pourquoi on doit utiliser un contacteur. Le circuit de commande du contacteur (bobine) ne consomme qu'une faible intensité et peut donc être commandé directement par le contact d'asservissement. En revanche, le circuit de puissance du contacteur permet le passage de la puissance nécessaire au chauffe-eau.

La bobine du contacteur doit être protégée. Pour ce faire, on utilise uniquement un disjoncteur divisionnaire de 2 A. Les coupe-circuits sont désormais interdits dans ce cas.

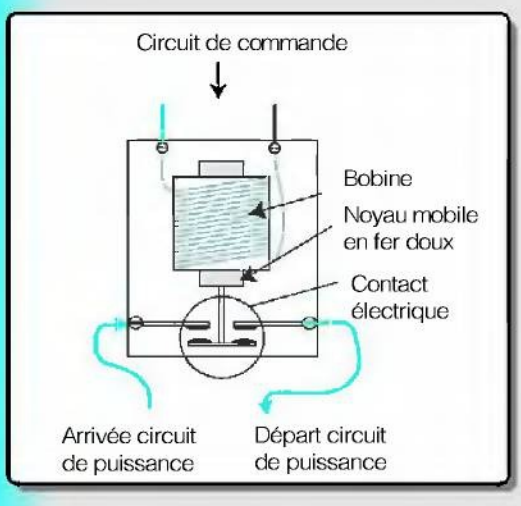
Le contacteur se place entre la sortie du disjoncteur divisionnaire et le chauffe-eau.

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 (figure 306).

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 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.

Qu'est-ce qu'un contacteur ?



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.

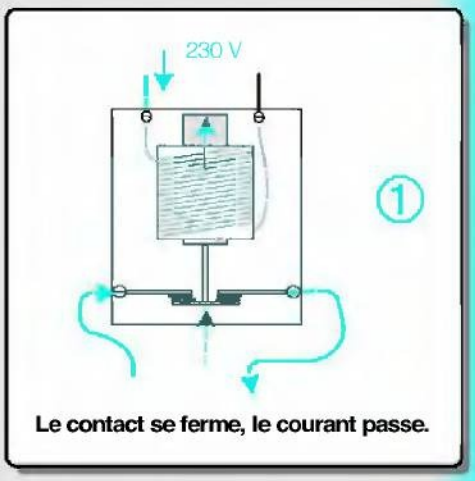
Ces contacts peuvent être à fermeture (ils ferment le circuit et le courant passe) ou à ouverture (ils ouvrent le circuit et le courant ne passe plus).

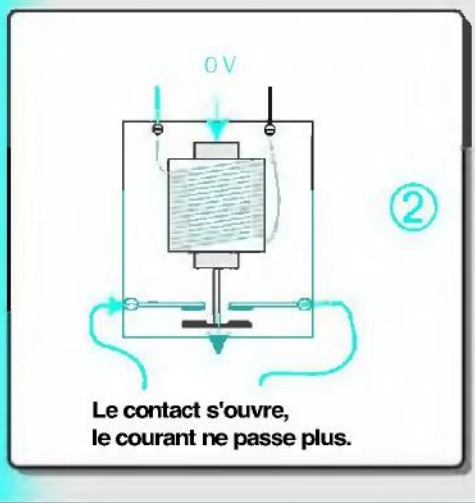
Un même contacteur peut posséder plusieurs contacts à ouverture et à fermeture.

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 garages 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 305 : Principe de fonctionnement d'un contacteur

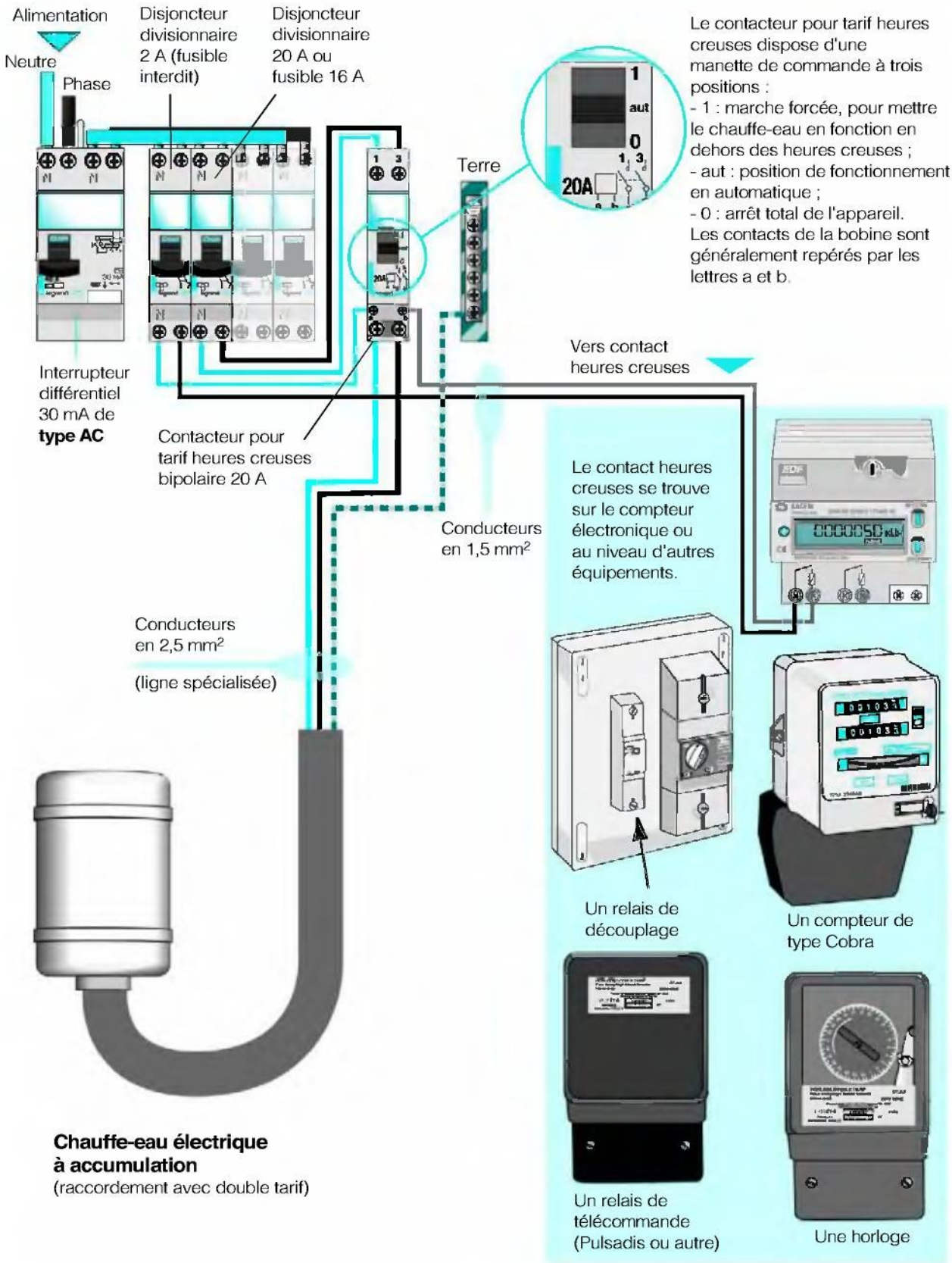


Figure 306 : Alimentation d'un chauffe-eau électrique en double tarif

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, catégorie B.
Les appareils les plus performants sont munis d'un thermostat électronique et d'une sécurité thermique.

La règle principale à respecter est d'alimenter chaque convecteur par un circuit indépendant (figure 307) ou, éventuellement, par un circuit 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 une puissance maximale de 2 250 W).

Pour une ligne alimentant plus d'un convecteur, le tableau de la figure 308 indique la section des conducteurs à utiliser et les protections correspondantes.
Le conducteur de protection (terre) sera toujours amené jusqu'à la boîte de connexion. Si l'appareil est de classe I, le

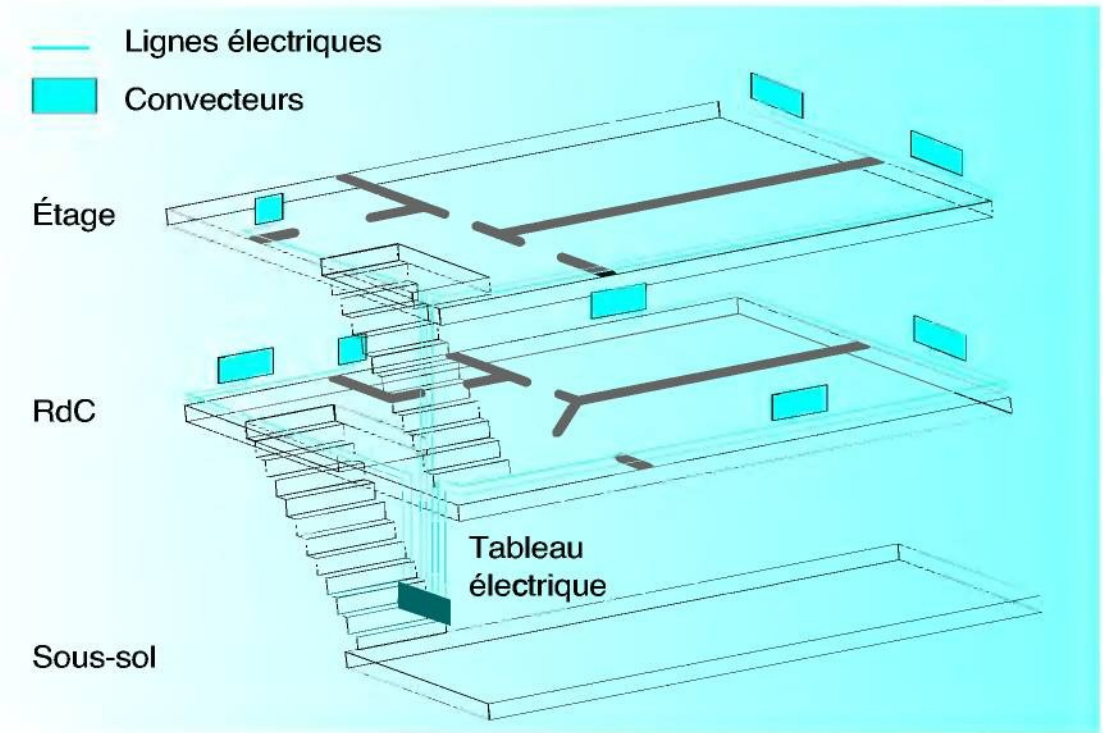
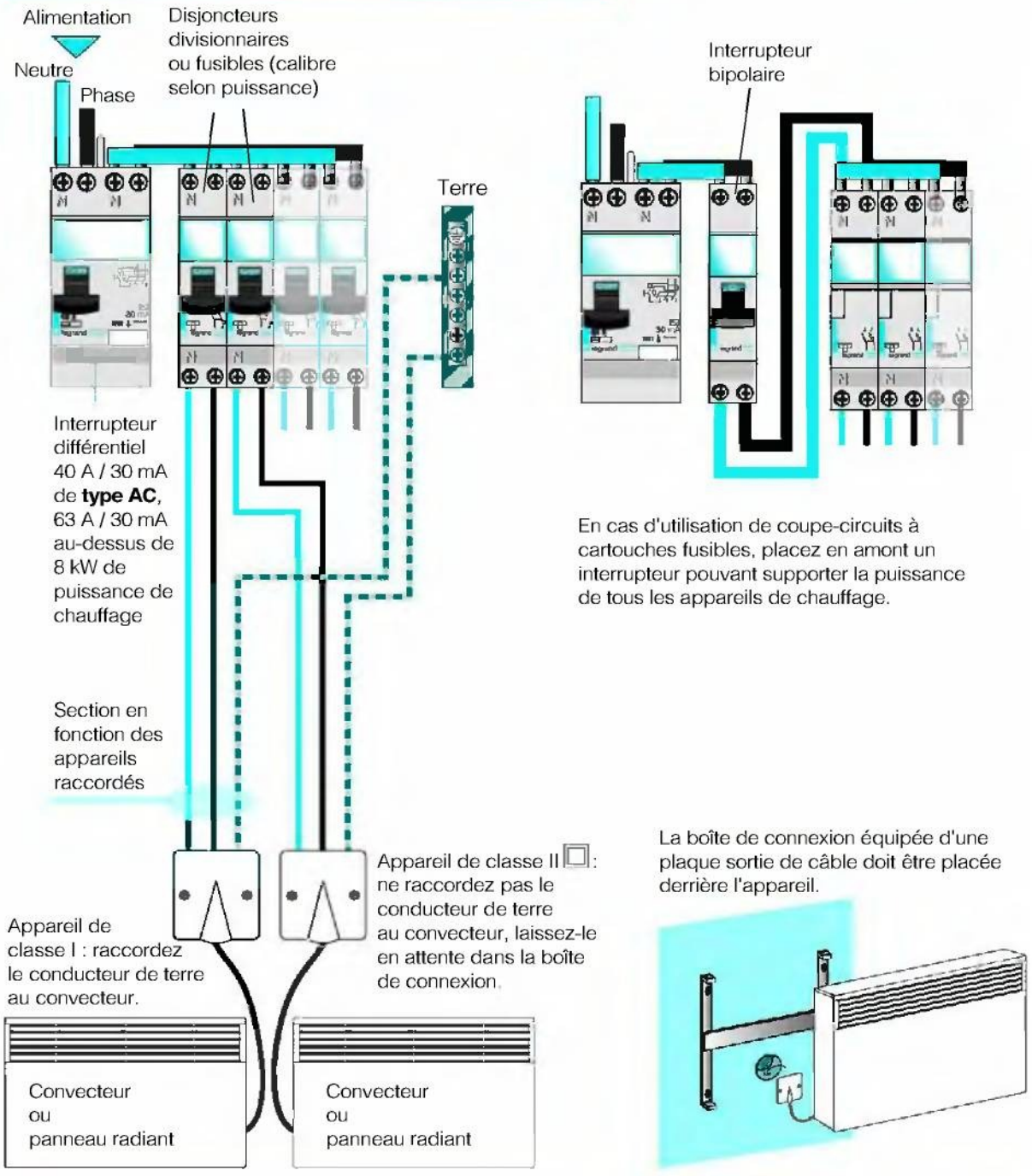


Figure 307 : Distribution des lignes de chauffage

Alimentation de convecteurs sans fil pilote ni régulation

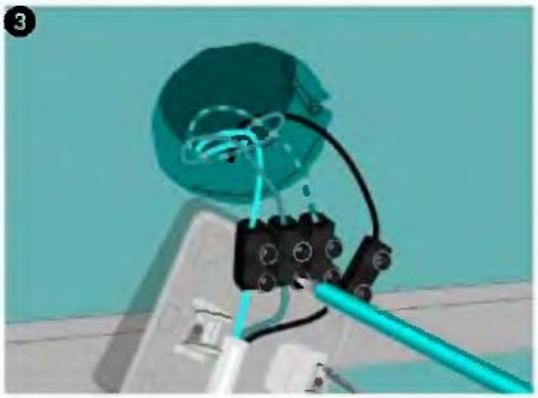


Puissance maximale (W) 230 V	2 250	3 500	4 500	7 250
Section des conducteurs (mm²)	1,5	2,5	4	6
Calibre des fusibles (A)	10	16	20	25
Calibre des disjoncteurs (A)	16	20	25	32

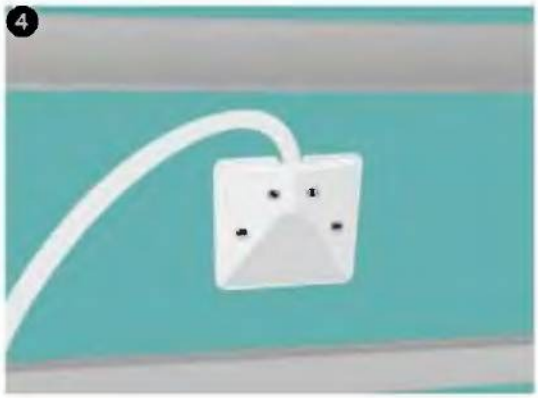
Figure 308 : Alimentation des convecteurs sans fil pilote

L'arrivée électrique doit se situer derrière l'appareil. Fixez le dosseret selon les recommandations du fabricant, en ce qui concerne la hauteur.

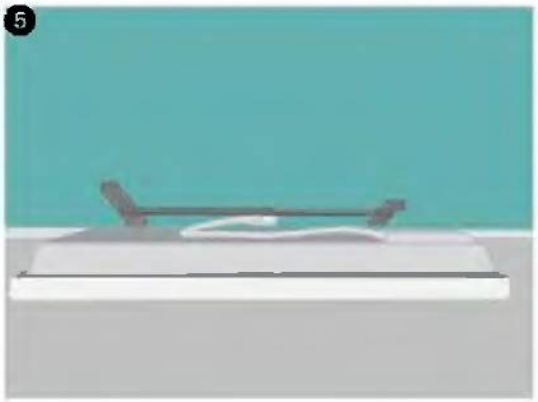
Serrez le câble issu du convecteur dans la bride de la sortie de câble.



Raccordez le convecteur (en position arrêt) sur les conducteurs de la boîte de connexion. La terre arrive dans la boîte mais n'est pas raccordée si l'appareil est de classe II.



Fixez la plaque sortie de câble sur la boîte de connexion.



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.

Généralement, le convecteur se fixe par clipsage sur le dosseret. Une ou deux sécurités de fixation sont ensuite verrouillées à l'aide d'un tournevis.

Figure 309 : Installation d'un convecteur

conducteur sera raccordé ; si le convecteur est de classe II, le conducteur de protection sera laissé en attente dans la boîte de connexion.
Le raccordement à l'installation se fait toujours par l'intermédiaire d'une boîte de connexion que l'on place derrière l'appareil (figure 309). Il est interdit 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 doit être placée derrière le convecteur.

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.
La protection est assurée par :

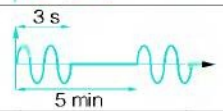
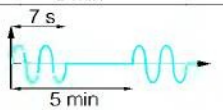
- un DDR 30 mA de type AC (pour les défauts d'isolement) ;
- un coupe-circuit à fusible de 10 A ou un disjoncteur divisionnaire 10 A

(contre les surcharges et les courts-circuits), pour une puissance maximale de 2 250 W. Pour des puissances supérieures, reportez-vous à la figure 308.
Si l'on choisit une protection par coupe-circuit à fusible, il est recommandé de placer un interrupteur de coupure générale du chauffage. 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 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, qui sert à transmettre des ordres à l'appareil de chauffage. Il doit être raccordé uniquement à un conducteur spécial issu d'un programmateur. 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 ci-dessous présente les différentes consignes transmises.

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			Température de confort réduite de 1 °C
Éco - 2 °C			Température de confort réduite de 2 °C
Hors gel			Maintien d'une température de 7 à 8 °C
Arrêt			Arrêt total du chauffage

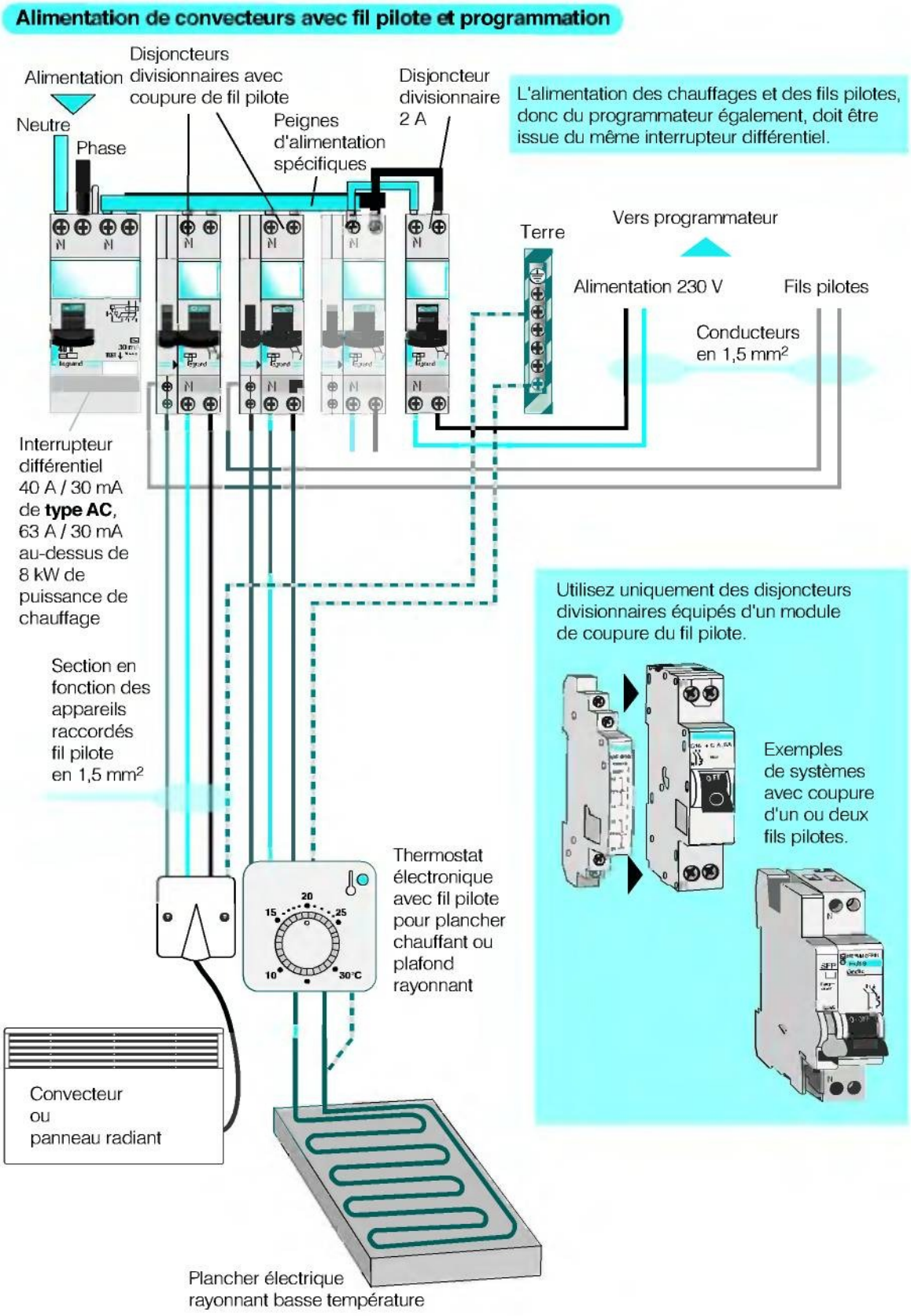
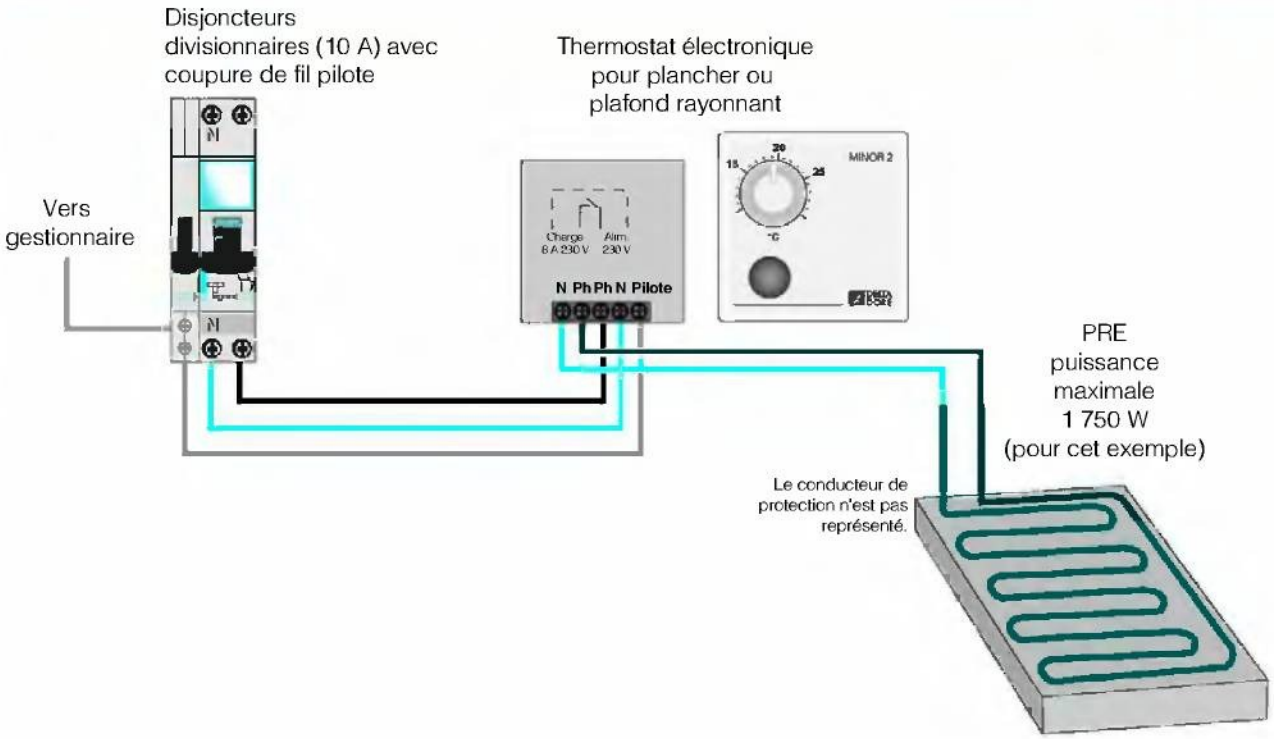


Figure 310 : Alimentation de chauffages à fil pilote

Utilisation d'un thermostat électronique à fil pilote avec un plancher ou un plafond rayonnant

Cas n 1 : la puissance de l'élément chauffant est inférieure au pouvoir de coupure du thermostat



Cas n 2 : la puissance de l'élément chauffant est supérieure au pouvoir de coupure du thermostat

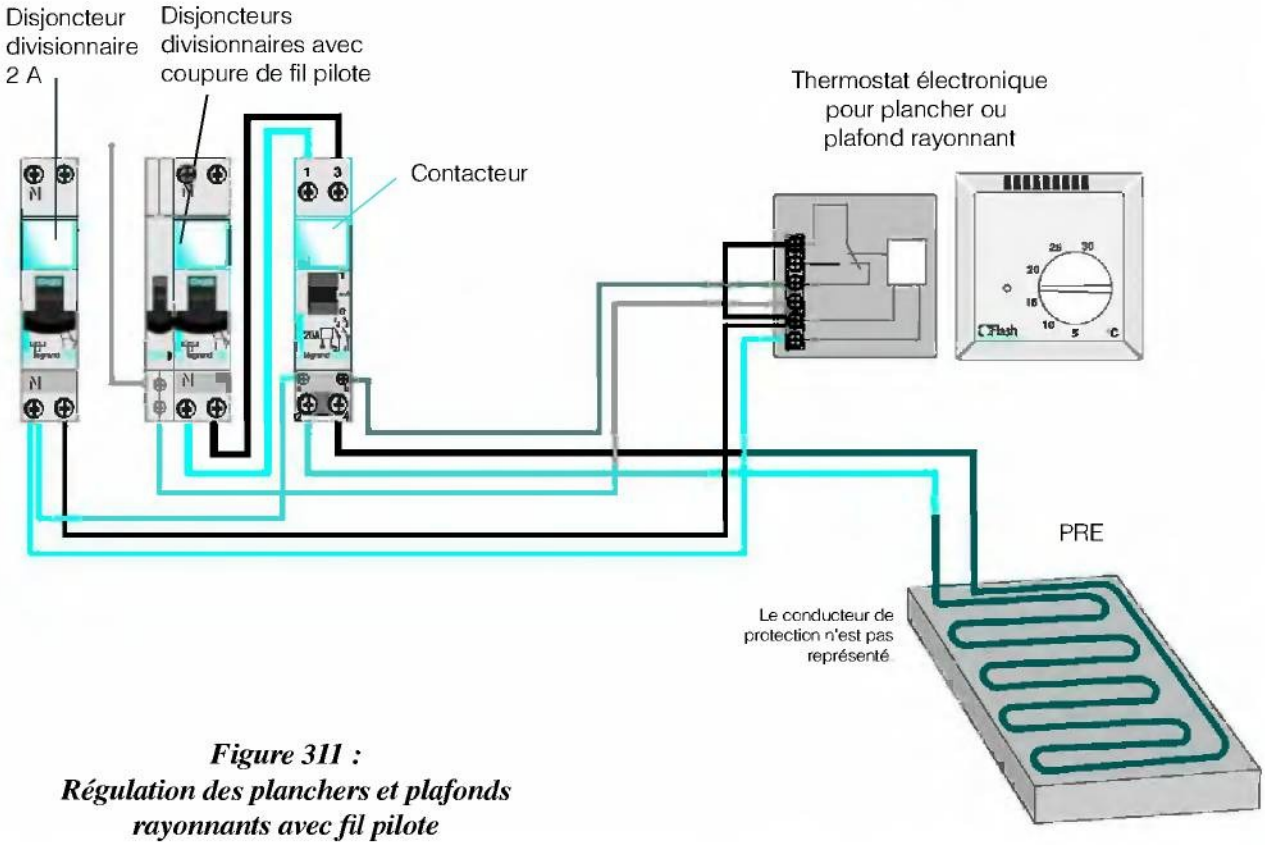


Figure 311 :
Régulation des planchers et plafonds rayonnants avec fil pilote

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 310). 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. L'intensité nominale des disjoncteurs divisionnaires dépend de la puissance des appareils, comme indiqué dans le tableau de la figure 308.
Dans le cas d'un chauffage électrique à fil pilote, l'ensemble des circuits de chauffage, y compris le fil pilote, est placé en aval du même DDR 30 mA.

Le fil pilote sert également à réguler les planchers rayonnants électriques et les plafonds rayonnants plâtre. 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 311). 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.

La régulation du chauffage

Les délesteurs

Dans les installations avec convecteurs sans fil pilote, le délesteur permet d'optimiser l'abonnement électrique en gérant au mieux les circuits de puissance.
Réglez son calibre 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 :

- circuits prioritaires (éclairages, prises, appareils ménagers, etc.) ;
- 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.
Il existe deux types de délesteurs : à tore intégré et à tore séparé. Le tore est un détecteur qui permet de mesurer la quantité de courant (figure 312). Les délesteurs possèdent des circuits de délestage directs, mais l'intensité pouvant les traverser est souvent très limitée, d'où l'emploi de contacteurs.

La figure 312 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.

Exemple de raccordement d'un délesteur à capteur séparé

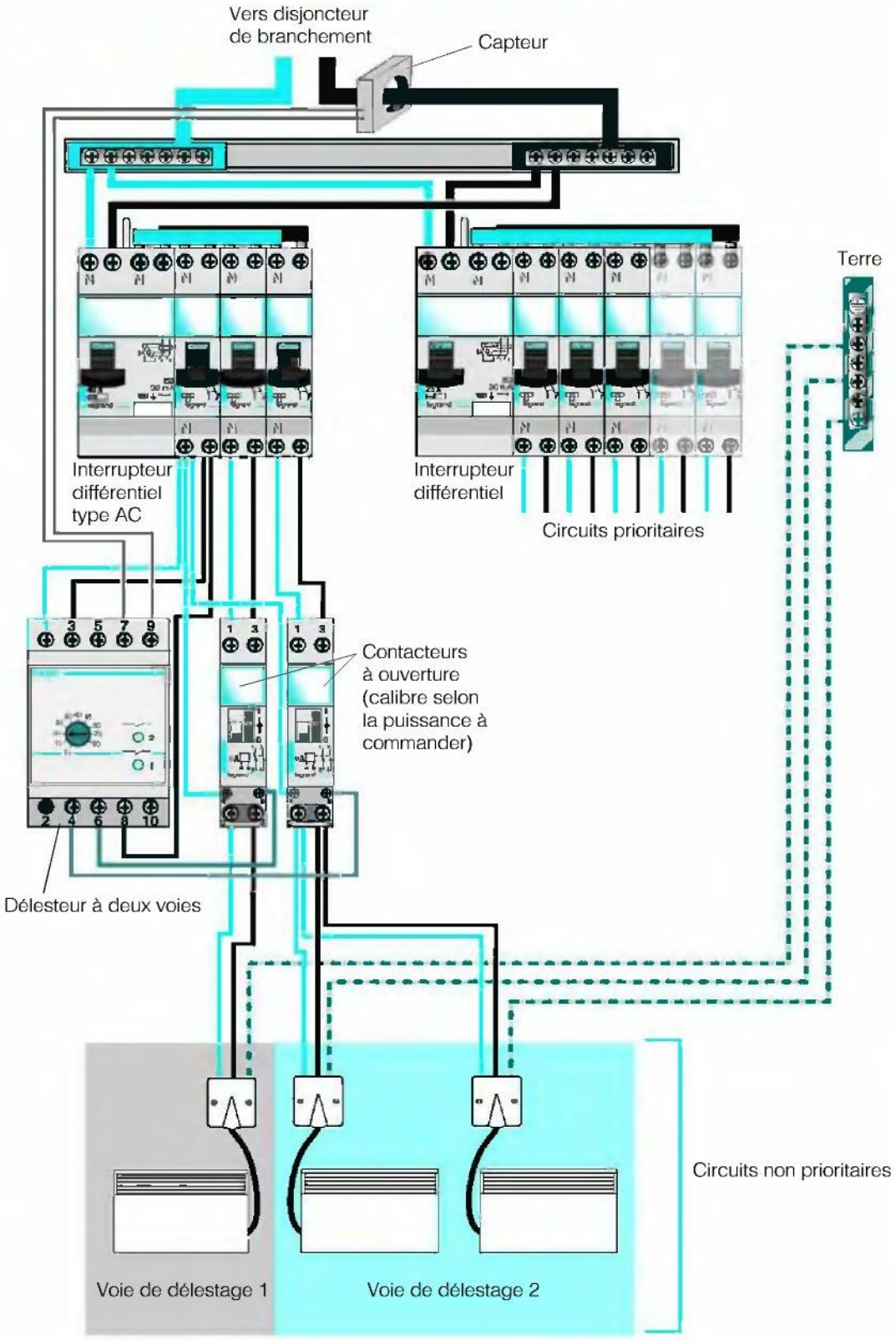


Figure 312 : Raccordement d'un délesteur à tore séparé

Délesteur à deux voies à capteur intégré

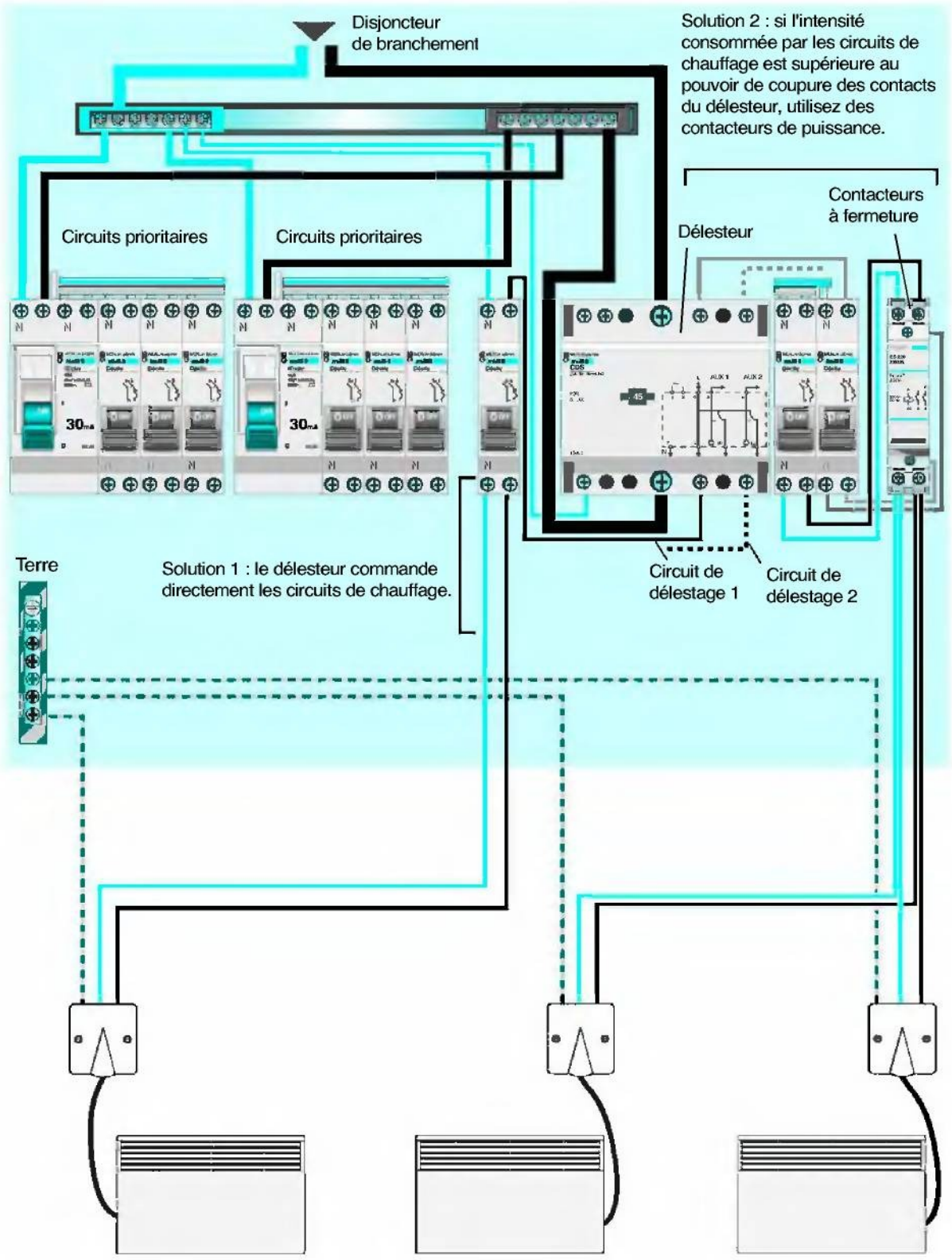


Figure 313 : Raccordement d'un délesteur à tore intégré

Le délesteur à tore intégré est placé en amont de l'installation électrique. Il est traversé par la phase en provenance du disjoncteur. Ce conducteur de phase alimente ensuite le tableau électrique. Les contacts de délestage sont alimentés par la phase traversant le délesteur et alimentent à leur tour, sur ordre de délestage, la bobine de contacteurs de puissance qui agissent sur l'alimentation des appareils de chauffage. Ces appareils seraient alimentés directement par le contact du délesteur si leur puissance ne dépassait pas la puissance maximale supportée par le délesteur. Un exemple de raccordement est proposé figure 313. Cet exemple n'est qu'indicatif, car il existe de nombreux modèles de délesteurs qui peuvent se raccorder différemment.

Les thermostats programmables

Ils se composent d'une horloge de programmation, d'un thermostat et de contacts électriques (figure 314). Ils servent principalement à commander et à réguler les chaudières à gaz ou au fioul. On les installe dans la zone de vie, par exemple sur un mur du salon. Plusieurs températures (confort, réduite) peuvent être programmées sur une base horaire ou hebdomadaire, selon vos habitudes de vie.

On utilise aussi des thermostats programmables pour le chauffage électrique des petits logements (une seule zone).
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 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.

Certains modèles permettent également de raccorder une commande téléphonique pour le pilotage à distance de l'installation de chauffage.

Programmateur 2 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 (figure 315). La zone de jour regroupe les pièces occupées le jour (salon, cuisine, entrée). La zone de nuit regroupe principalement les chambres. Une troisième zone regroupant les pièces devant être constamment chauffées (salle d'eau, WC) ne sera pas prise en compte par la régulation, mais seulement par les thermostats incorporés aux appareils. Certains modèles permettent de gérer trois 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.

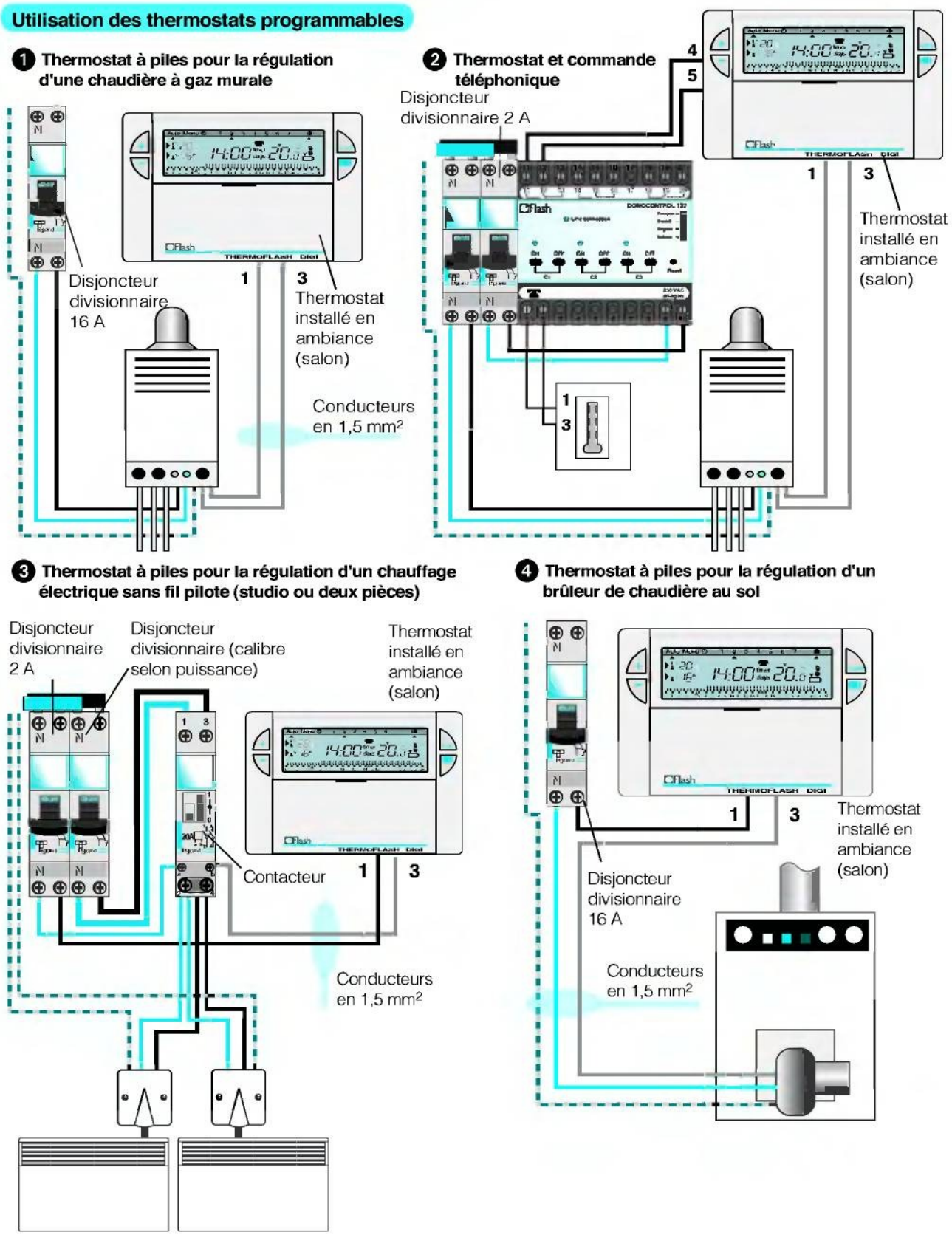


Figure 314 : Raccordement d'un thermostat programmable

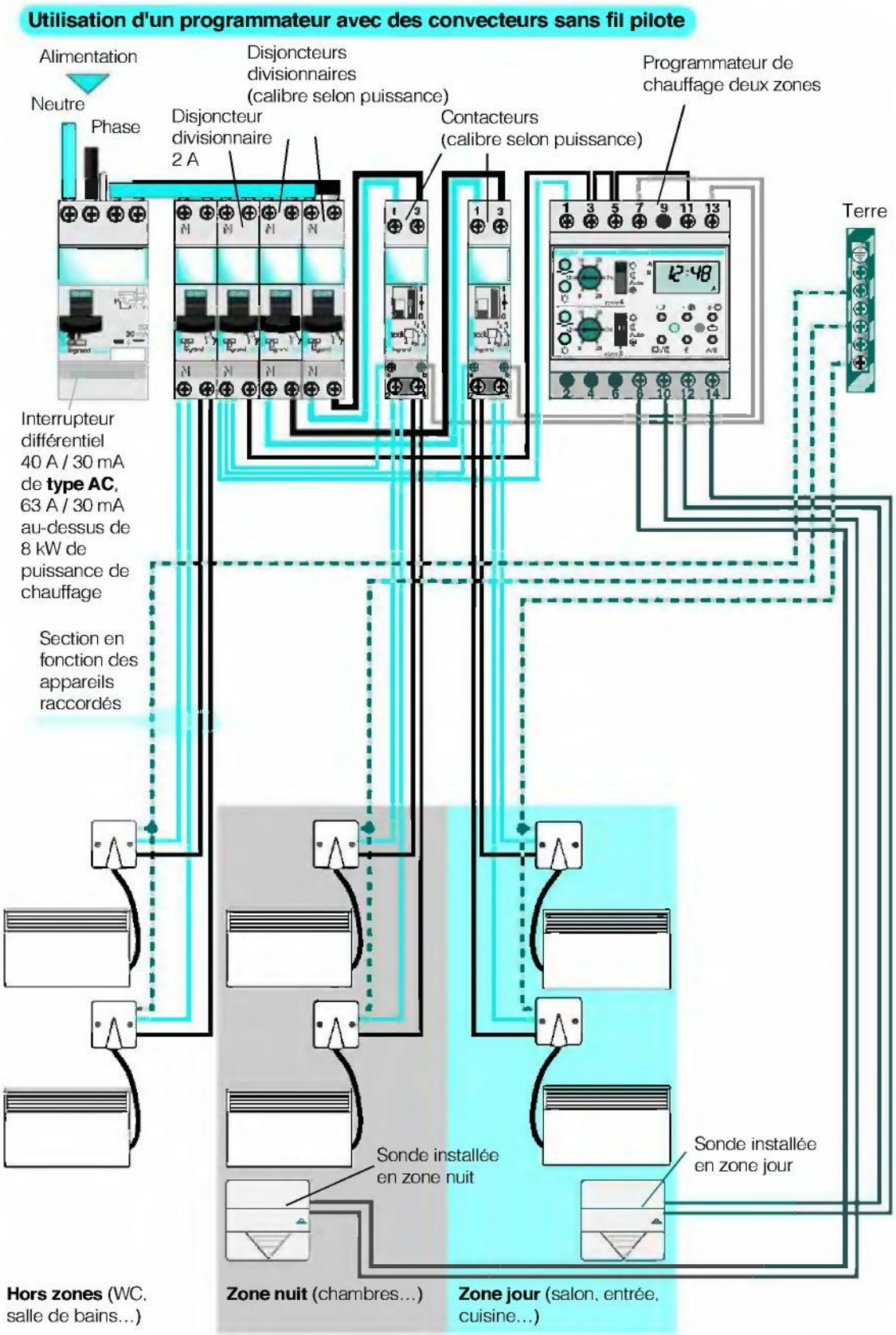


Figure 315 : Programmateur pour chauffages sans fil pilote

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 2 zones pour émetteurs à fil pilote

La programmation des émetteurs s'opère de la même manière que pour des émetteurs sans fil pilote, mais les ordres sont transmis différemment (figure 316). Il n'est plus nécessaire d'utiliser des contacteurs pour commander les appareils. Les ordres leur sont transmis directement par les fils pilotes. Il est inutile de placer des sondes dans les zones. La température de confort est réglée sur chaque appareil. Les ordres d'abaissement 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.

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.

La protection des différents émetteurs est assurée par des disjoncteurs divisionnaires avec coupure du fil pilote. Leur intensité nominale dépend de la puissance et du type d'émetteur. Par exemple pour un convecteur et un PRE, à puissances égales, le calibre de la protection nécessaire est différent. Le tableau page 327 indique les valeurs nécessaires. Attention, les fusibles sont interdits pour la protection des planchers chauffants. Le programmateur est protégé par un disjoncteur divisionnaire de 2 A.

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).

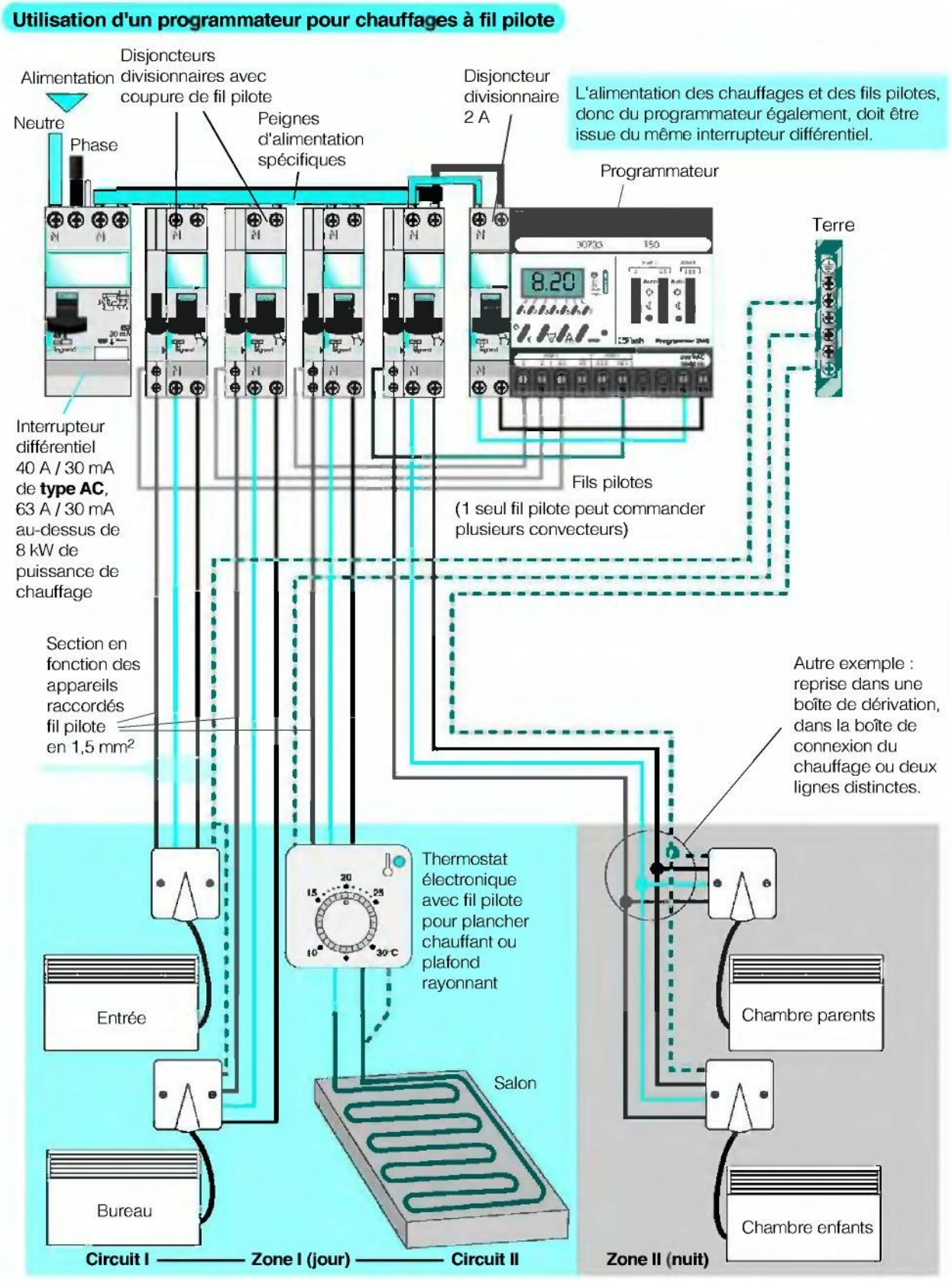


Figure 316 : Programmateur pour chauffage à fil pilote

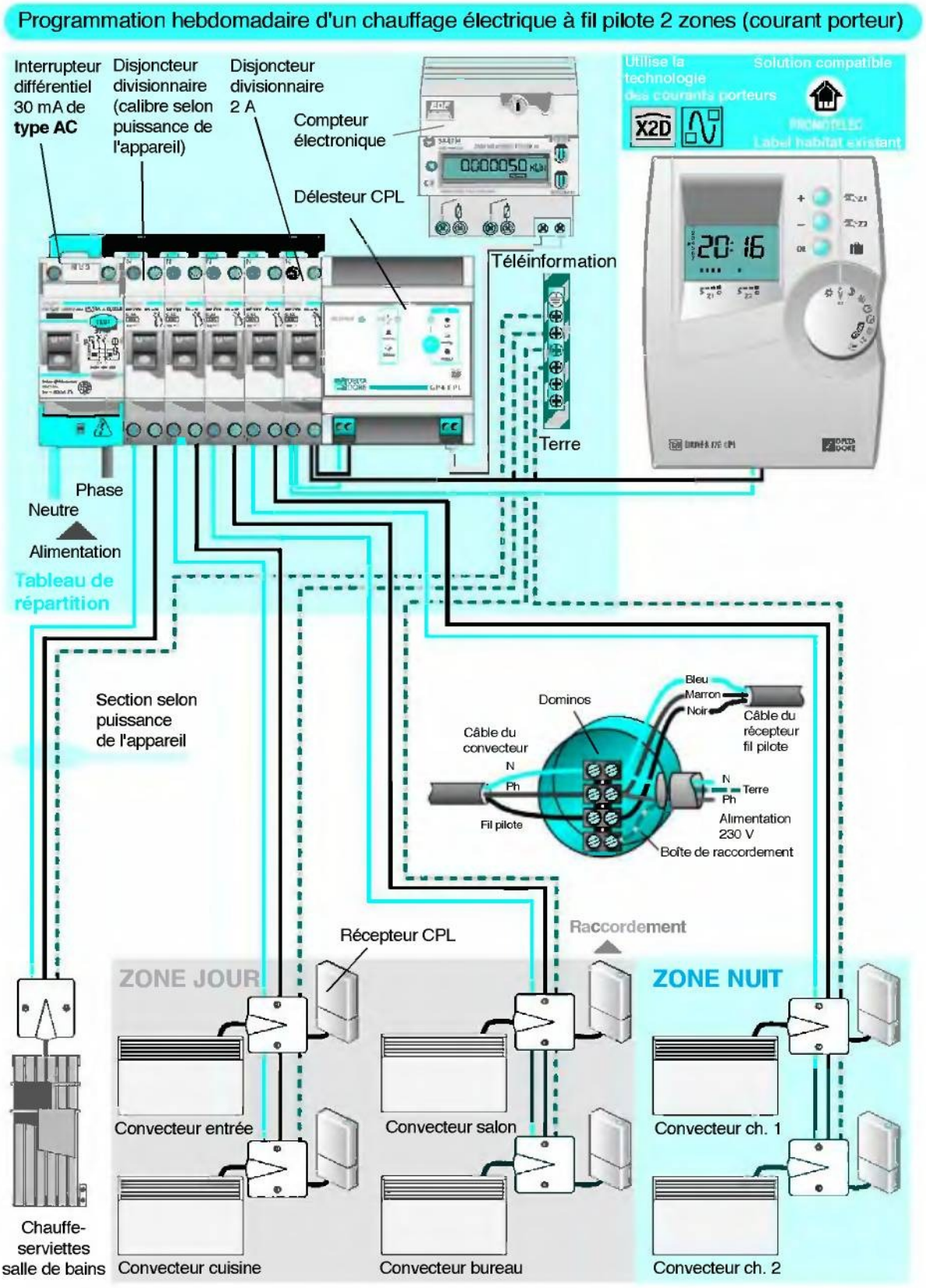


Figure 317 : Programmation d'un chauffage par courant porteur

Les fabricants proposent des kits composés d'un délesteur, d'une interface de programmation et de récepteurs (voir figure 317).

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.

Les gestionnaires d'énergie

Un gestionnaire d'énergie (figure 318) 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.

Le gestionnaire d'énergie pour option tarifaire Tempo®

Les fabricants proposent des gestionnaires d'énergie spécialement adaptés aux abonnements Tempo pour compteurs électroniques (figure 319).
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 trois zones :
- la zone jour (salon, cuisine) ;
- la zone nuit (chambres) ;
- la zone grand confort (salle d'eau, chambre d'enfant).

Pour chaque zone, l'utilisateur aura 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 peut également piloter un plancher électrique à accumulation. Dans ce cas, il est nécessaire d'installer une sonde de température à l'extérieur.

Une télécommande téléphonique en option permet de piloter le gestionnaire à distance.

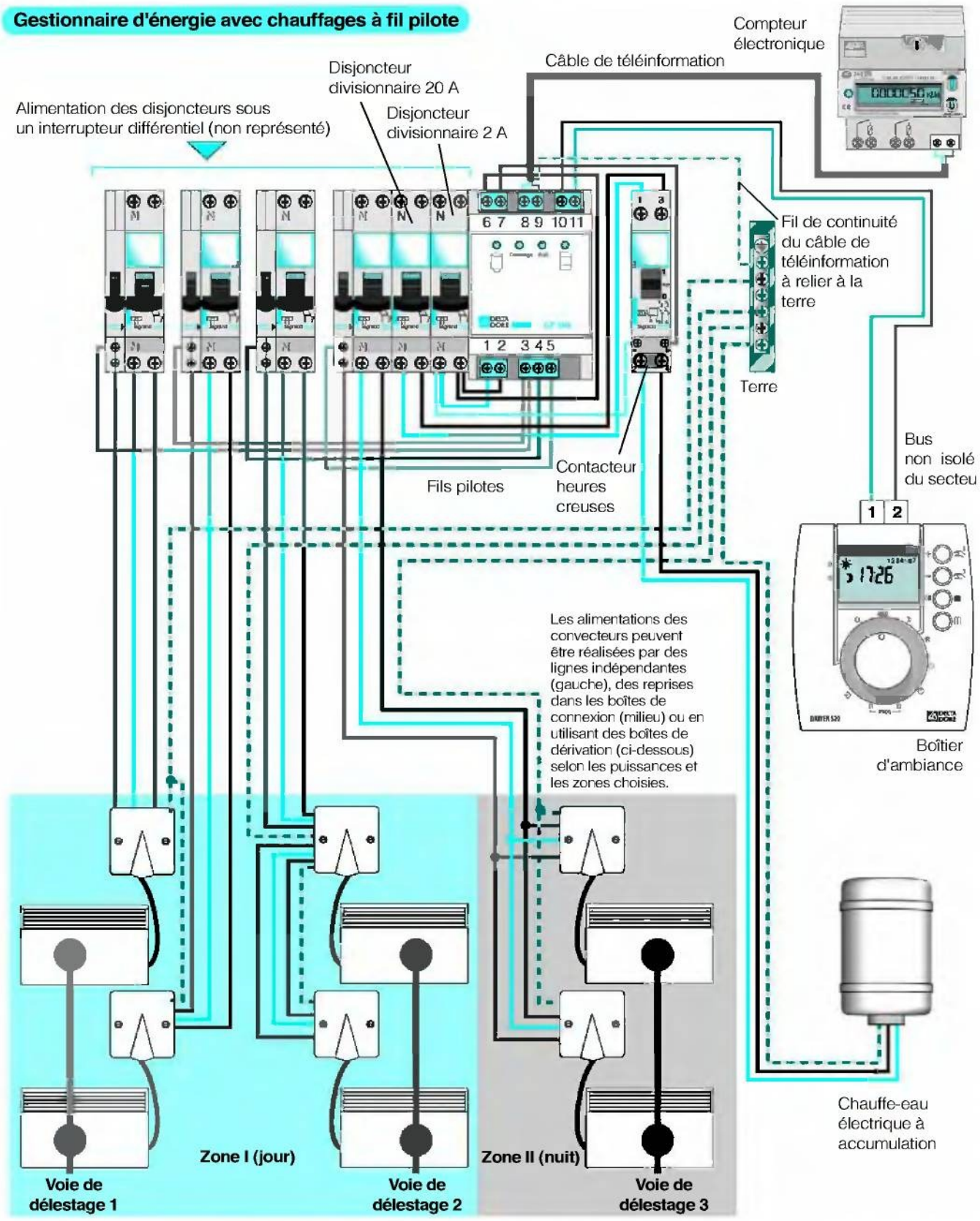


Figure 318 : Le gestionnaire d'énergie

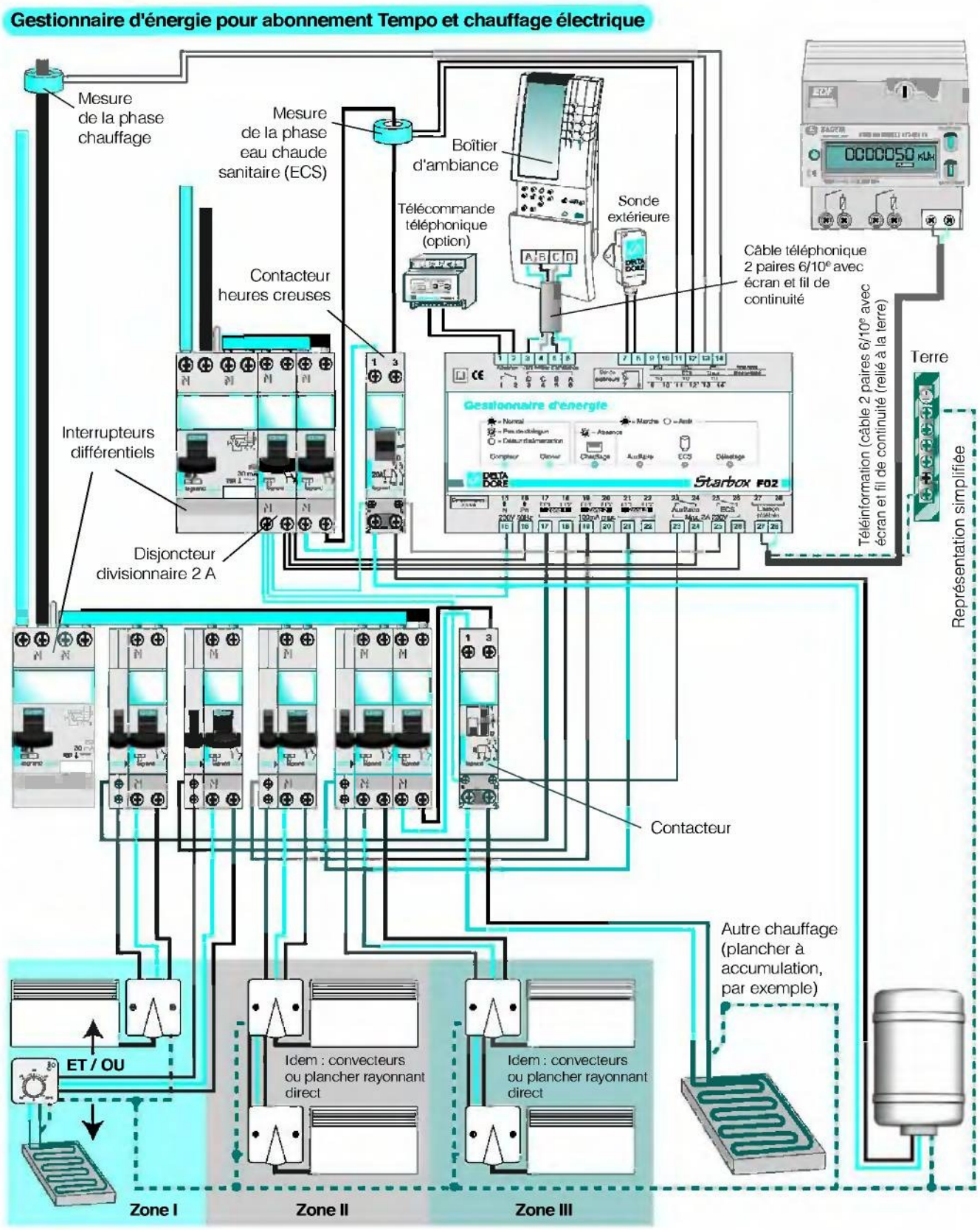


Figure 319 : Le gestionnaire d'énergie pour l'abonnement Tempo®

La gestion du chauffage par zones

Après avoir traité les différents systèmes de régulation possibles pour le chauffage électrique, cette section présente plusieurs solutions pratiques de programmation sur une à trois 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 petites surfaces, comme un studio ou un deux pièces, une seule zone de programmation suffit (figure 320). 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. Le thermostat peut être un appareil seul ou consister en une horloge de programmation pour fil pilote reliée à un boîtier d'ambiance placé dans la zone de vie qui permet de visualiser l'état du chauffage et de déroger à une consigne en cours. Généralement, l'appareil de chauffage de la salle de bains est raccordé sur une ligne à part, puisqu'il n'est utilisé que ponctuellement.

Les figures 321 à 323 présentent des exemples de solutions pour la gestion sur une zone.

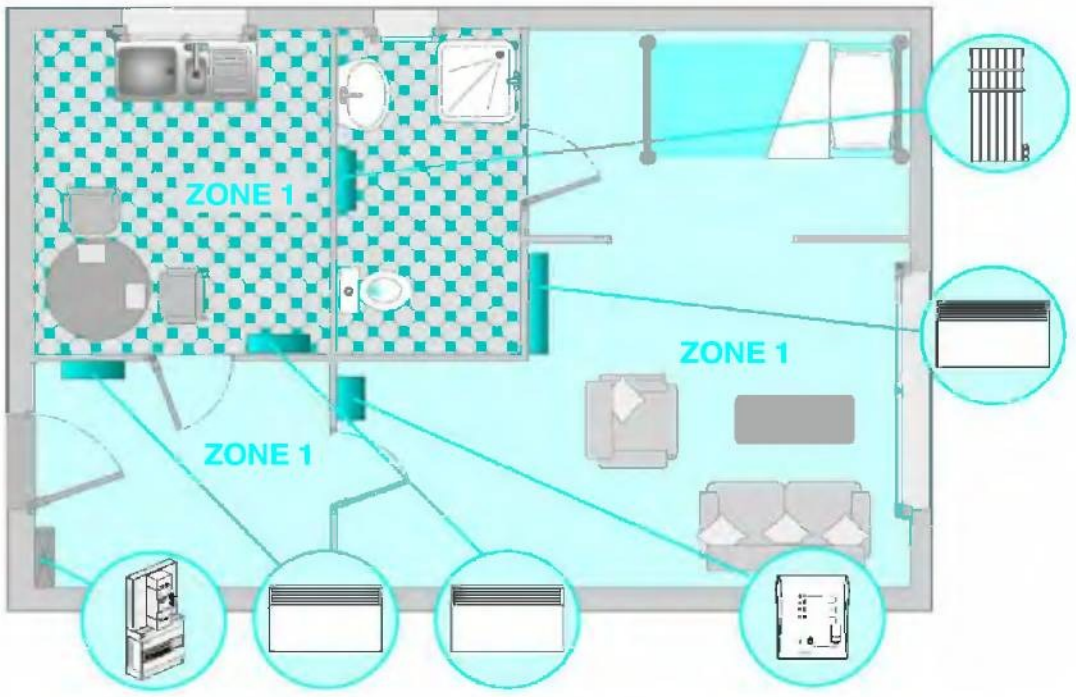


Figure 320 : La programmation du chauffage sur une zone

Programmation hebdomadaire d'un chauffage électrique à fil pilote 1 zone (exemple 1)

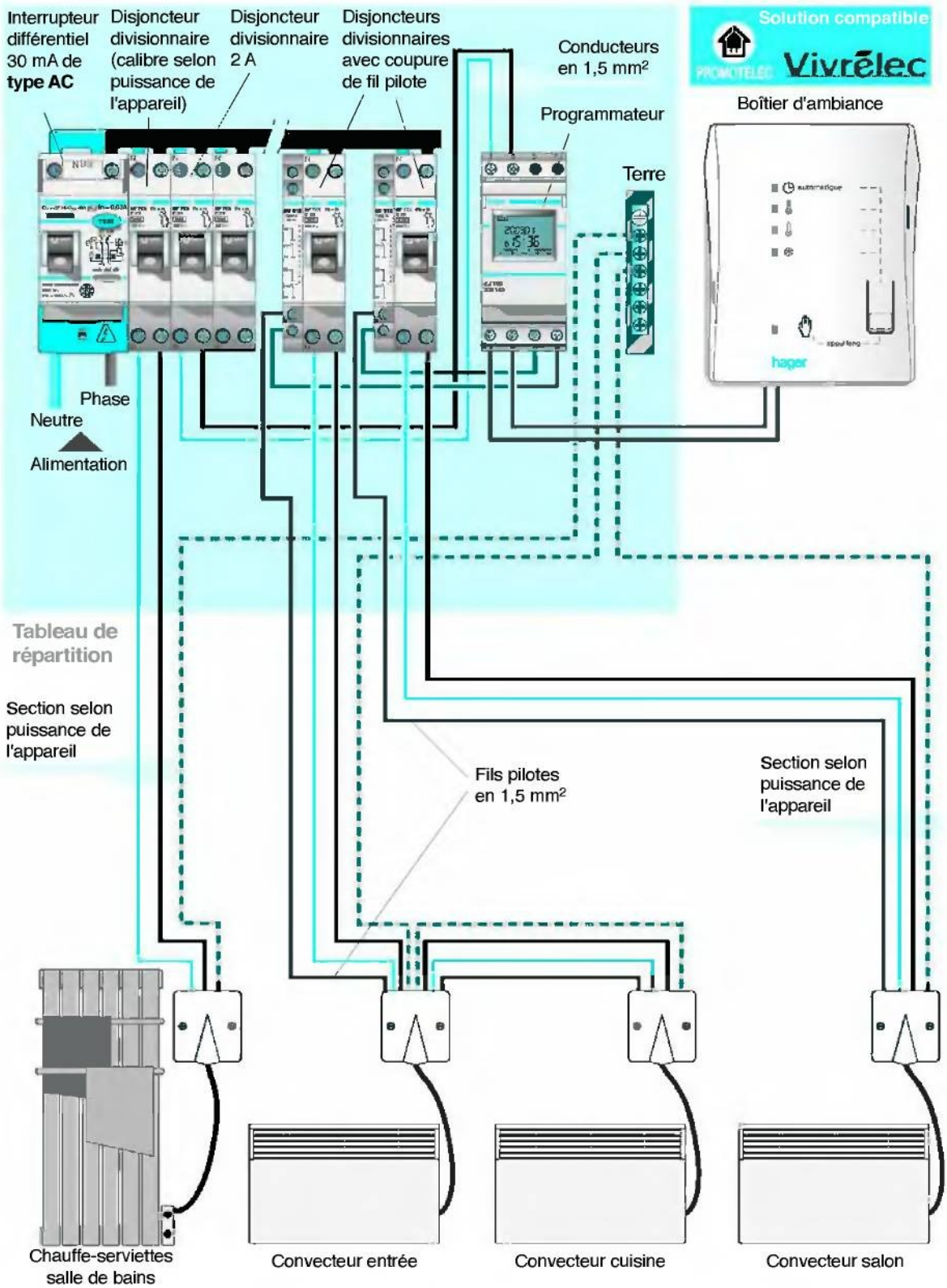


Figure 321 : Programmation hebdomadaire d'un chauffage à fil pilote sur une zone

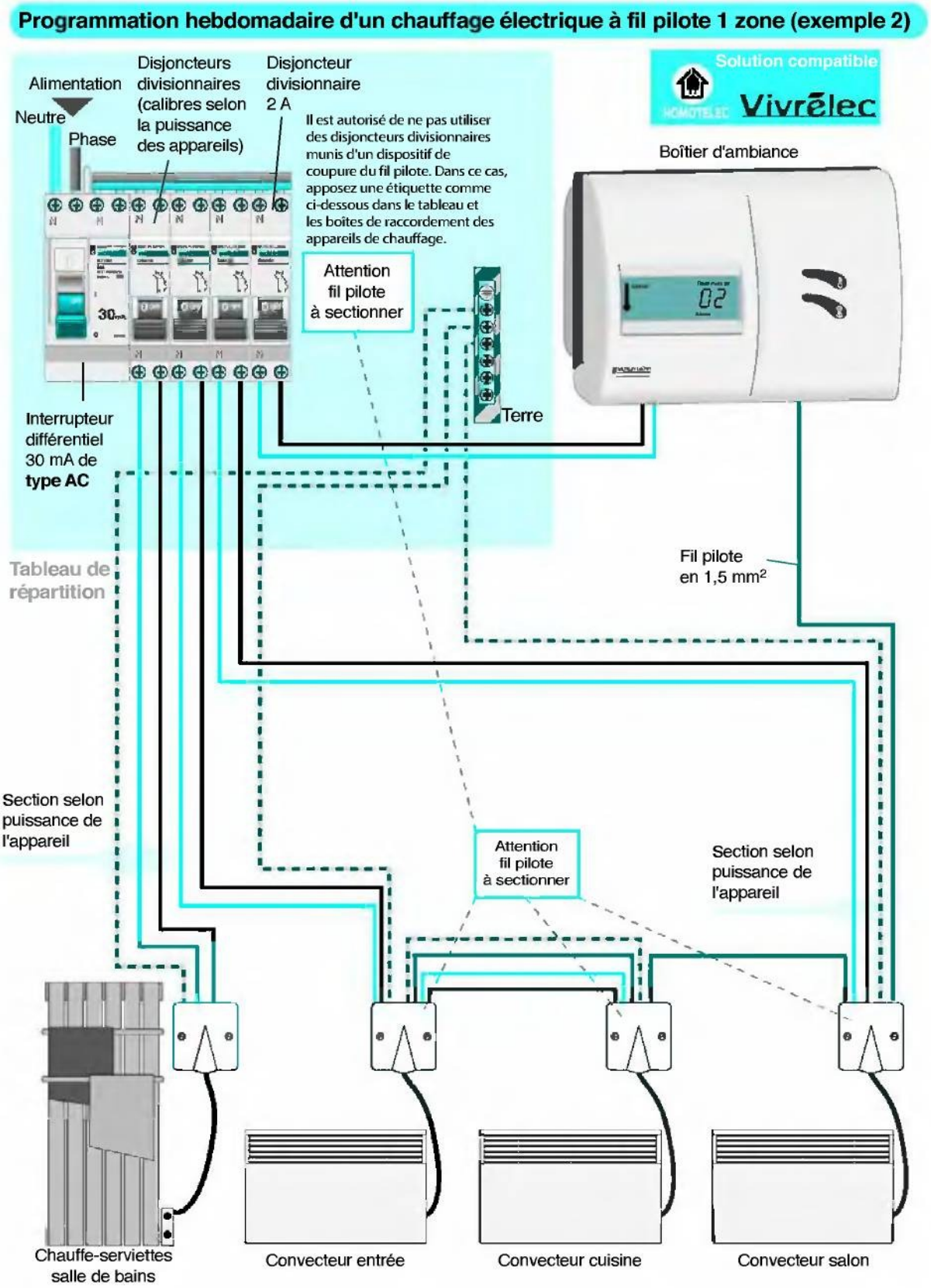


Figure 322 : Autre exemple de programmation hebdomadaire de chauffage à fil pilote

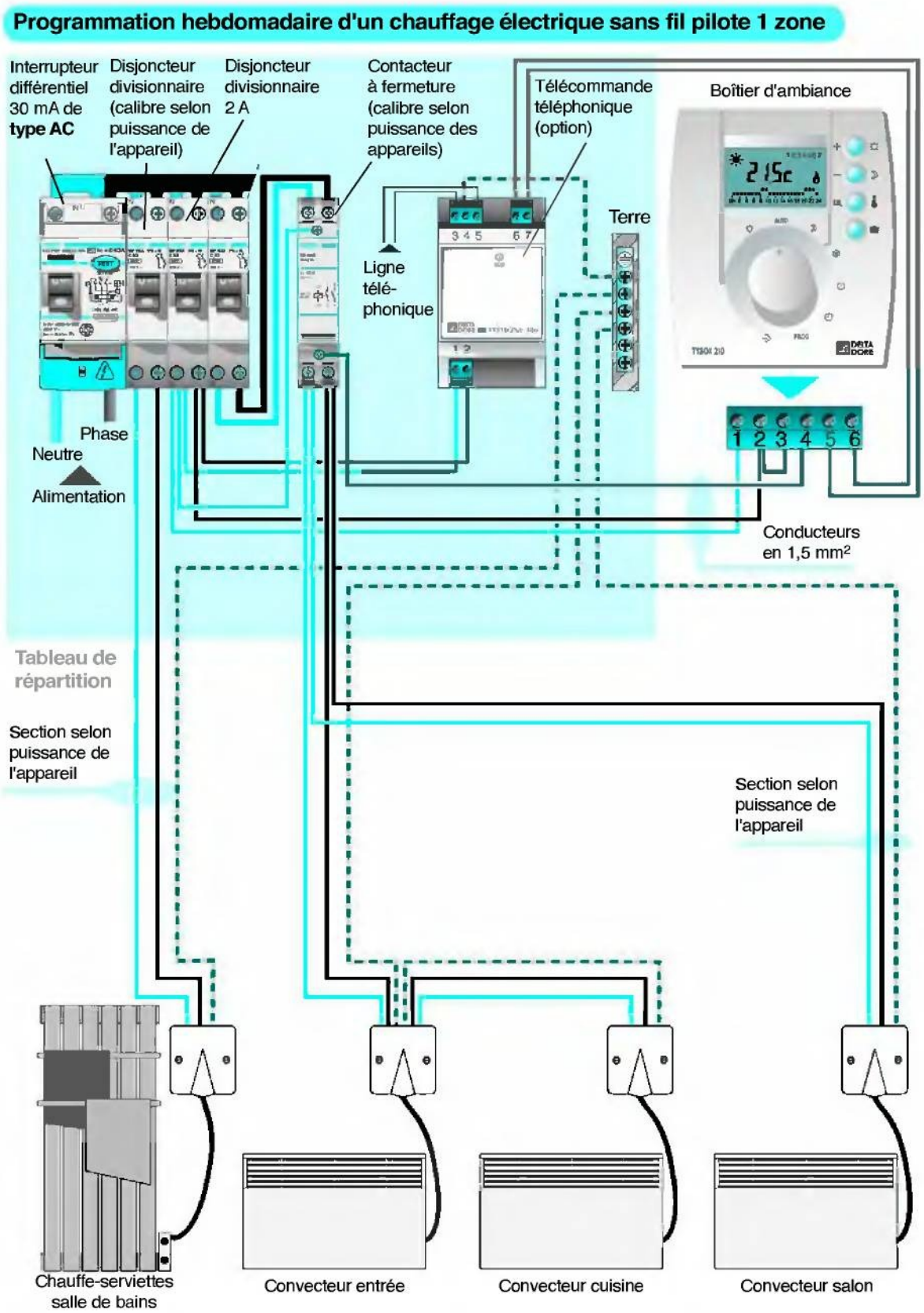


Figure 323 : Programmation hebdomadaire d'un chauffage sans fil pilote

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 324). 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 donc 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 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.

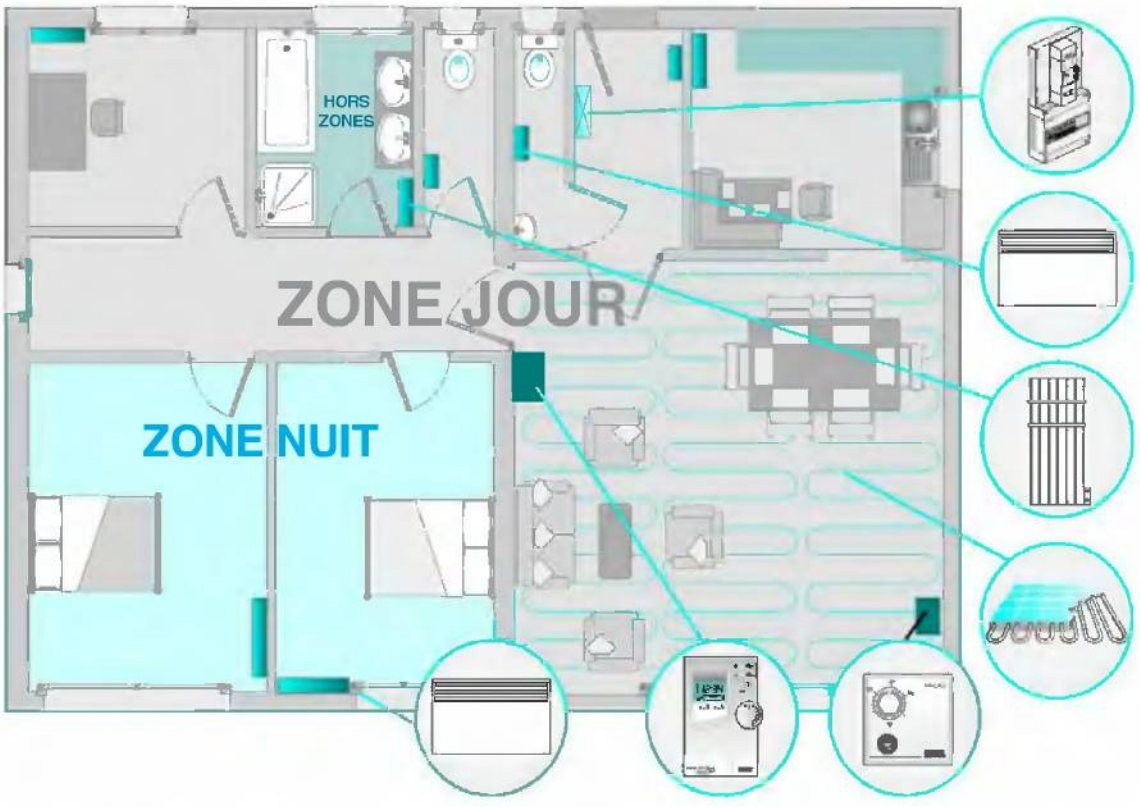


Figure 324 : La programmation du chauffage sur deux zones

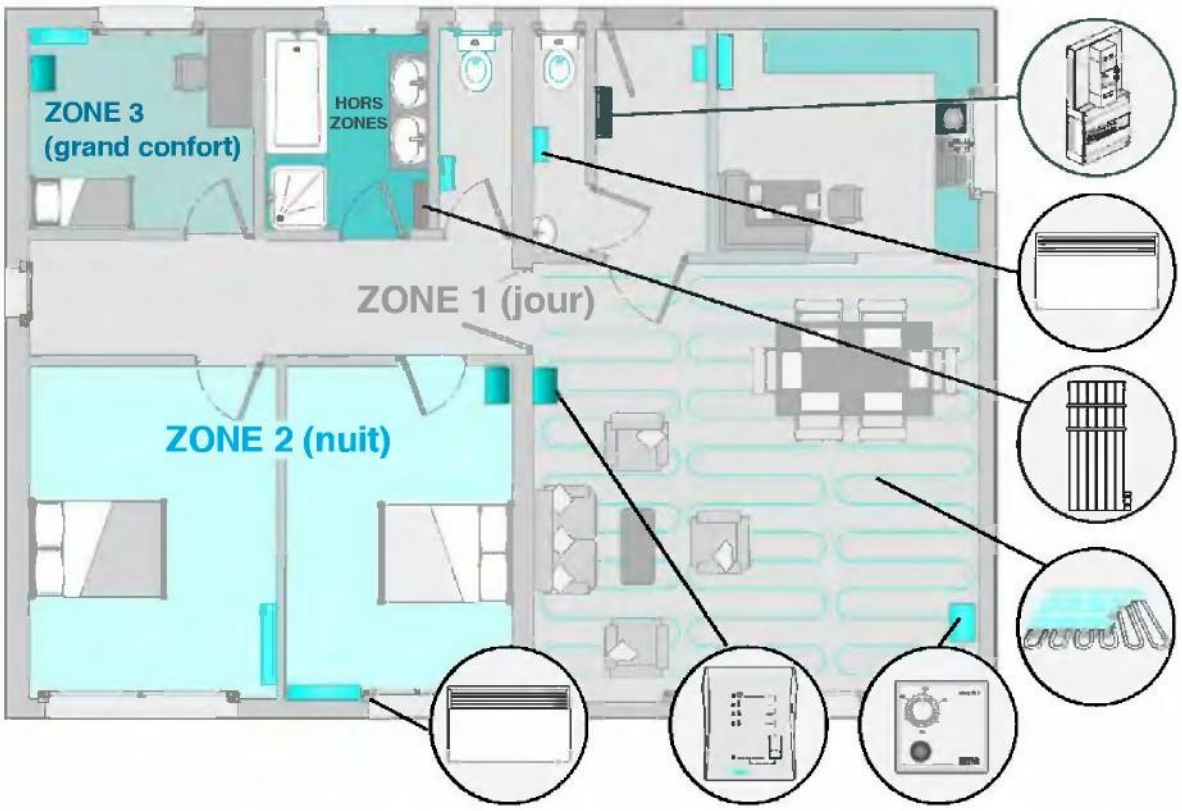


Figure 325 : La programmation du chauffage sur trois zones

Gestion sur trois zones

Dans certains cas, il est intéressant de pouvoir créer trois zones de chauffage (figure 325) 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 de bébé. Les autres zones peuvent être régulées au niveau confort moins un ou deux degrés, pour diminuer au maximum la consommation électrique en période rouge. La gestion s'effectue au moyen d'un gestionnaire d'énergie, intégrant un délesteur, relié 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.

D'autres exemples de régulation pour la gestion sur deux ou trois zones sont proposés dans les figures 326 à 329.

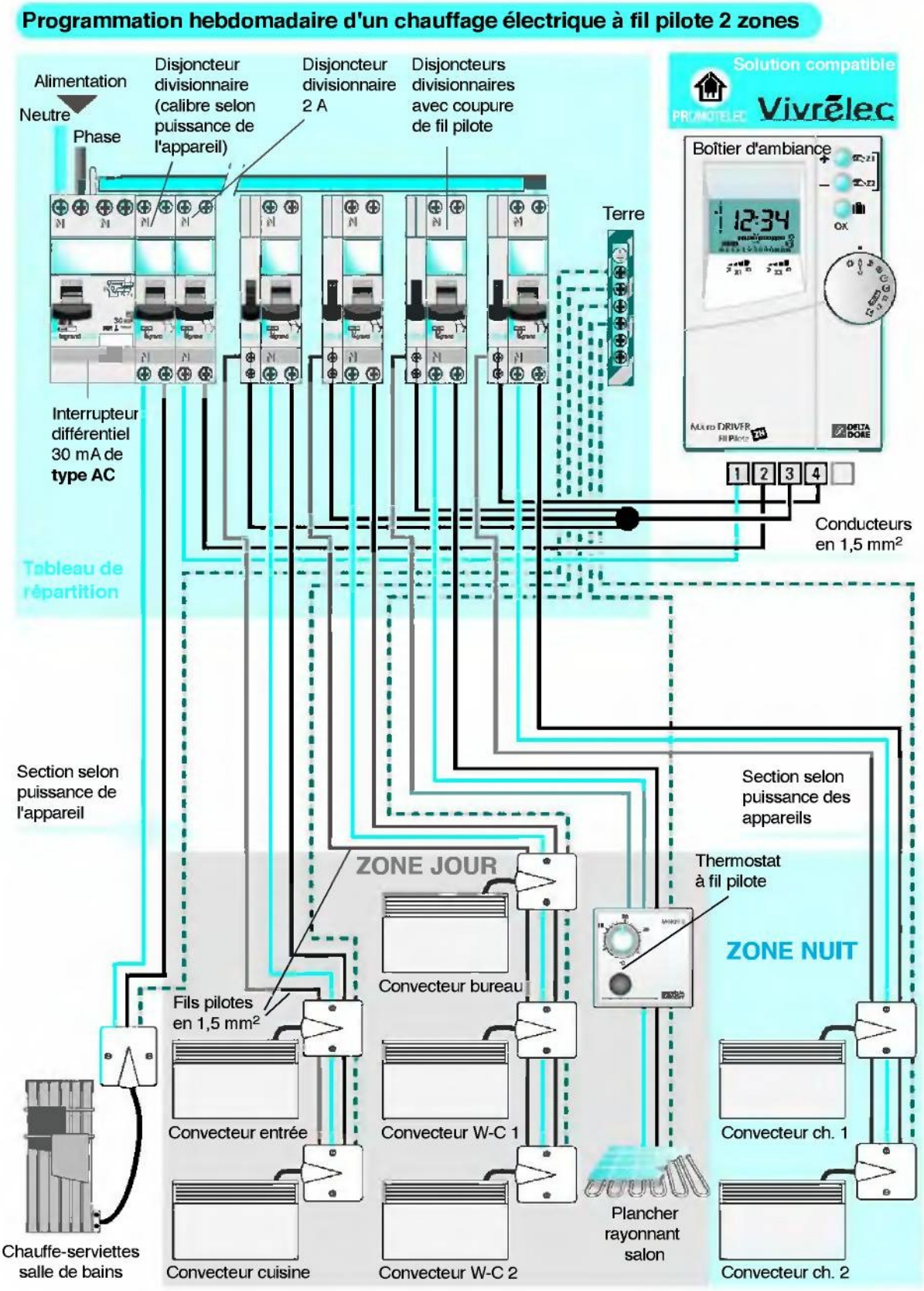


Figure 326 : Programmation hebdomadaire d'un chauffage sur deux zones

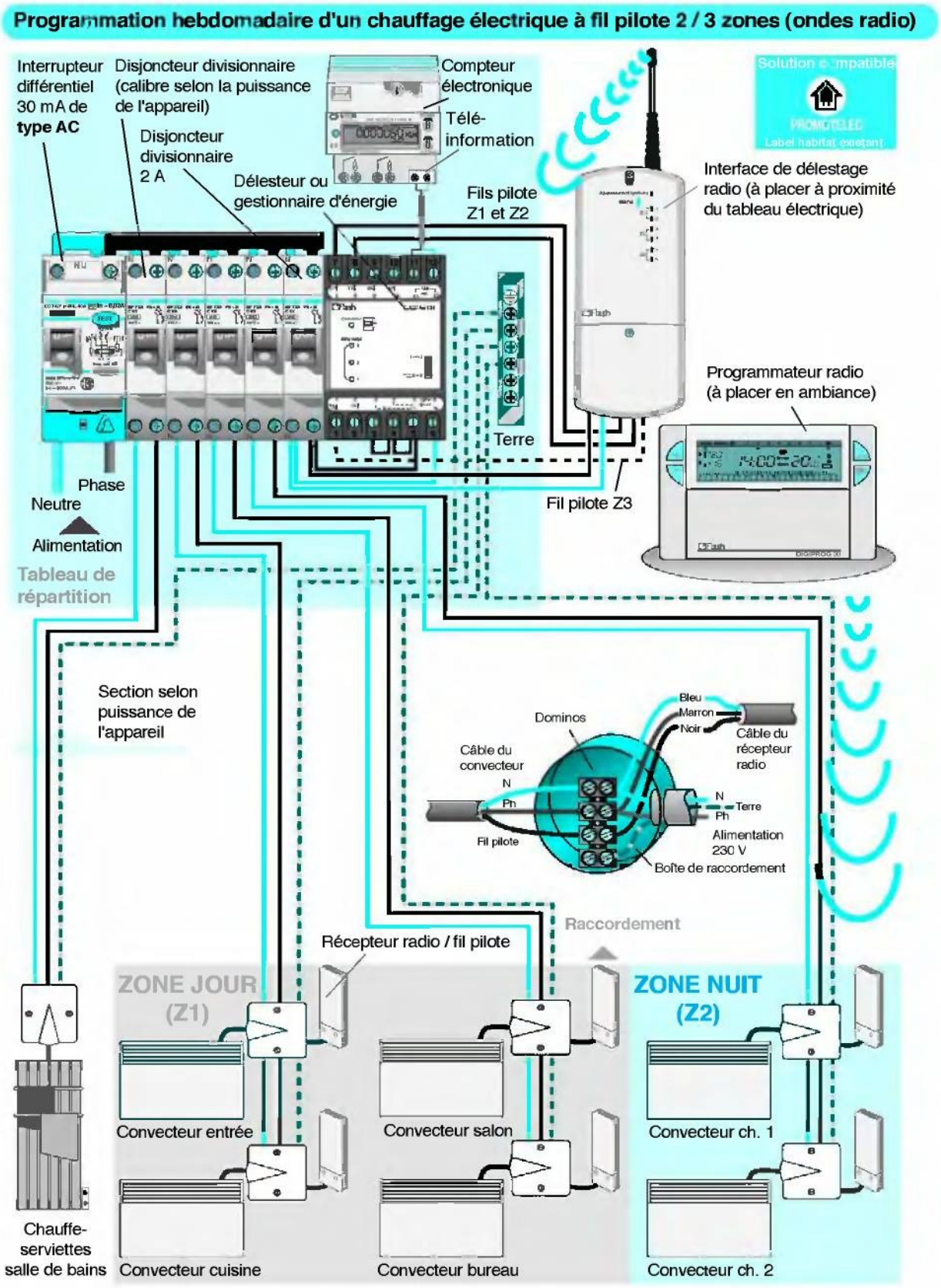


Figure 327 : Programmation hebdomadaire sur deux zones ou trois zones par radio

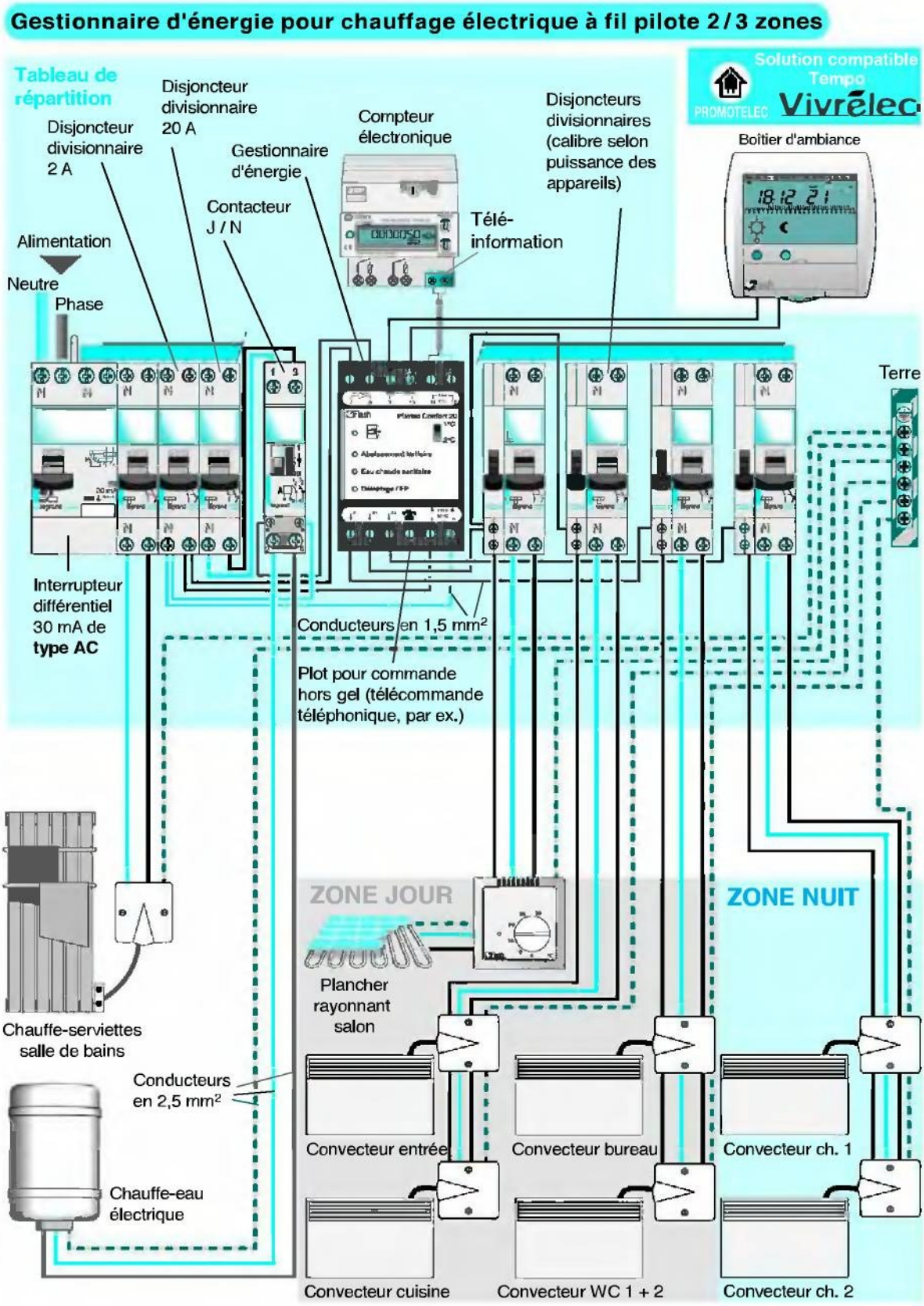


Figure 328 : Gestionnaire d'énergie pour chauffage à fil pilote deux ou trois zones

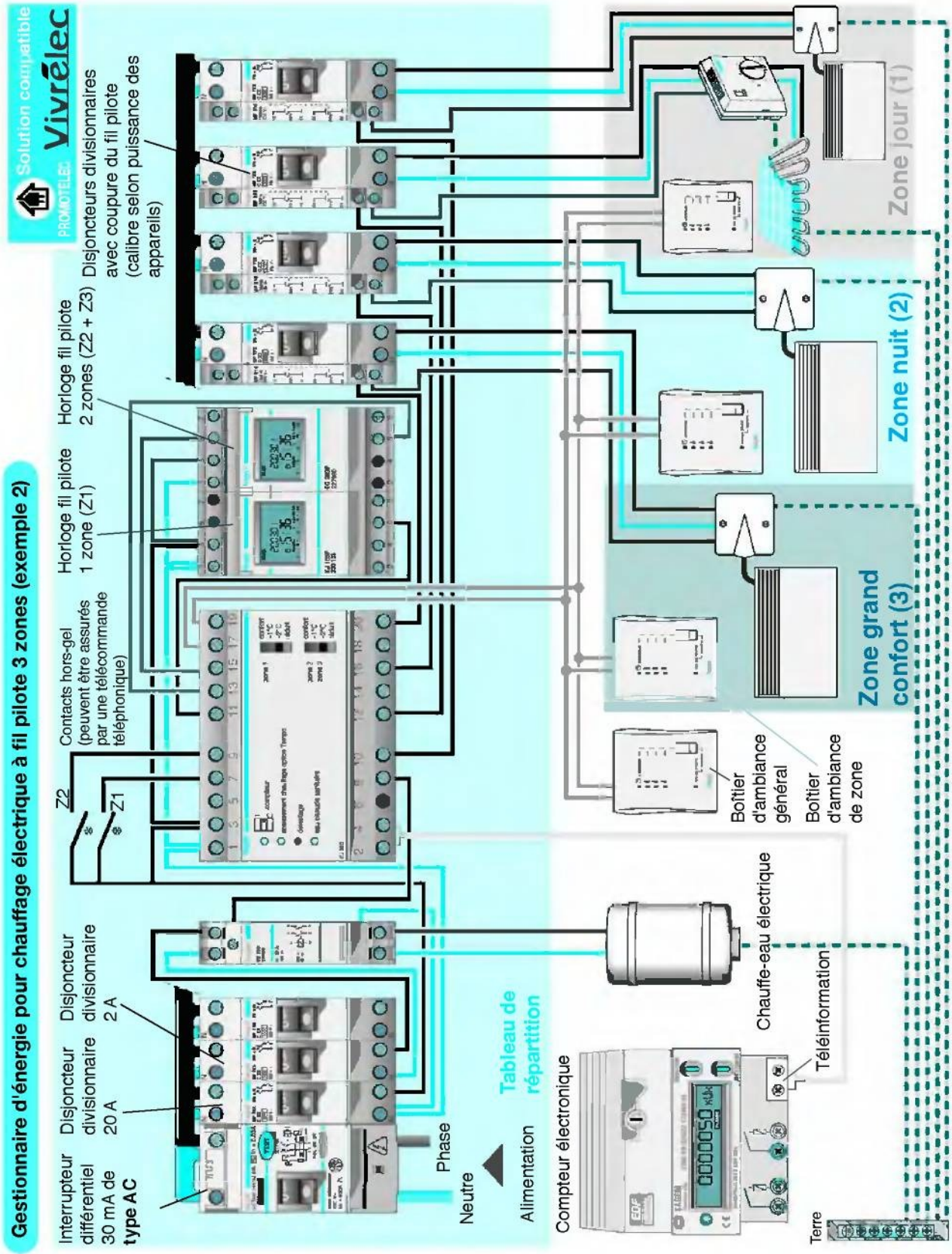


Figure 329 : Gestionnaire d'énergie pour chauffage à fil pilote trois zones

Les indicateurs de consommation

Ils affichent la consommation électrique d'une installation ou d'une partie d'installation, par exemple la climatisation, en kilowattheures, francs ou euros (figures 330 et 331). Ce sont des auxiliaires très utiles pour connaître la consommation de certains postes et pour prévoir les factures à venir. Les consommations totales et détaillées apparaissent sur leur afficheur, par exemple celle de l'eau chaude sanitaire et celle du chauffage électrique. D'autres informations sont généralement disponibles comme le prix du kWh, la période tarifaire en cours, la puissance maximale par usage ou le cumul des consommations. Il existe des modèles adaptables à tous les compteurs, qu'ils soient électromécaniques ou électroniques.

Les indicateurs de consommation sont fournis avec des capteurs à placer autour de la phase des circuits dont on souhaite mesurer la consommation. Dans le cas d'un compteur électronique (modèle ci-dessus), un câble de téléinformation relie l'appareil au compteur.

Les accumulateurs

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). L'énergie est ensuite restituée pendant la journée par une turbine commandée par un thermostat d'ambiance. Ce principe présente quelques inconvénients :

Figure 330 : Indicateur de consommation pour tableau électrique

Indicateur de consommation

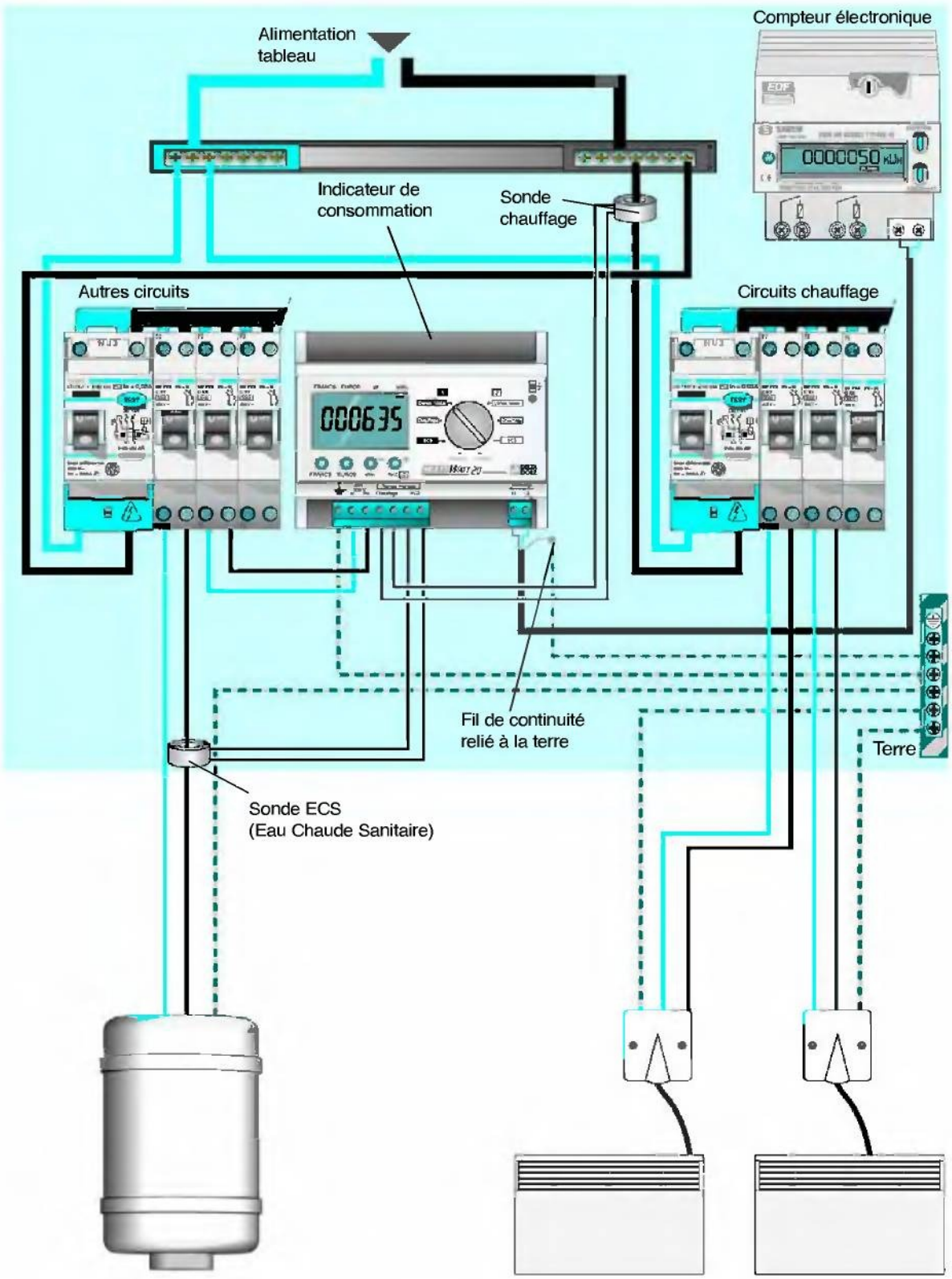


Figure 331 : Raccordement d'un indicateur de consommation

- l'appareil est généralement de taille imposante ;
- 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 332 illustre l'ancien système de raccordement encore utilisé par certaines marques. 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 dépendra elle aussi de la puissance de l'appareil (voir les correspondances dans le tableau de la figure 308).
Le circuit de jour, ou restitution, est alimenté en permanence. La section des conducteurs du circuit de jour est de 2,5 mm^2 avec une protection par coupe-circuit à fusible de 16 A ou par disjoncteur divisionnaire de 20 A.

Le raccordement de l'appareil au réseau est effectué 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 332 présente un deuxième type de raccordement correspondant aux derniers modèles d'appareils à accumulation. Il n'y a plus recours à un contacteur, tout étant intégré dans l'appareil. Pour la commande, on passe un fil de phase par le contact heures creuses puis directement à l'appareil (fil de section 1,5 mm^2).
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. Il existe également des accumulateurs équipés d'une sonde extérieure permettant de doser la charge.
Ces appareils à régulation électronique peuvent être raccordés à une sonde extérieure pour moduler la charge en fonction de la température, à une régulation externe ou à un système de gestion centralisée. Ils permettent plusieurs modes de fonctionnement et sont adaptés à un raccordement sous diverses tensions d'alimentation.

Les planchers rayonnants

Un plancher rayonnant se compose d'un câble électrique chauffant installé dans le sol. Il en existe trois types (figure 185) :
- le plancher rayonnant à accumulation ;
- le plancher rayonnant direct appelé aussi PRE ;
- les câbles chauffants sous carrelage.

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 de 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 hausser la température de quelques degrés afin

Alimentation de chauffages électriques à accumulation

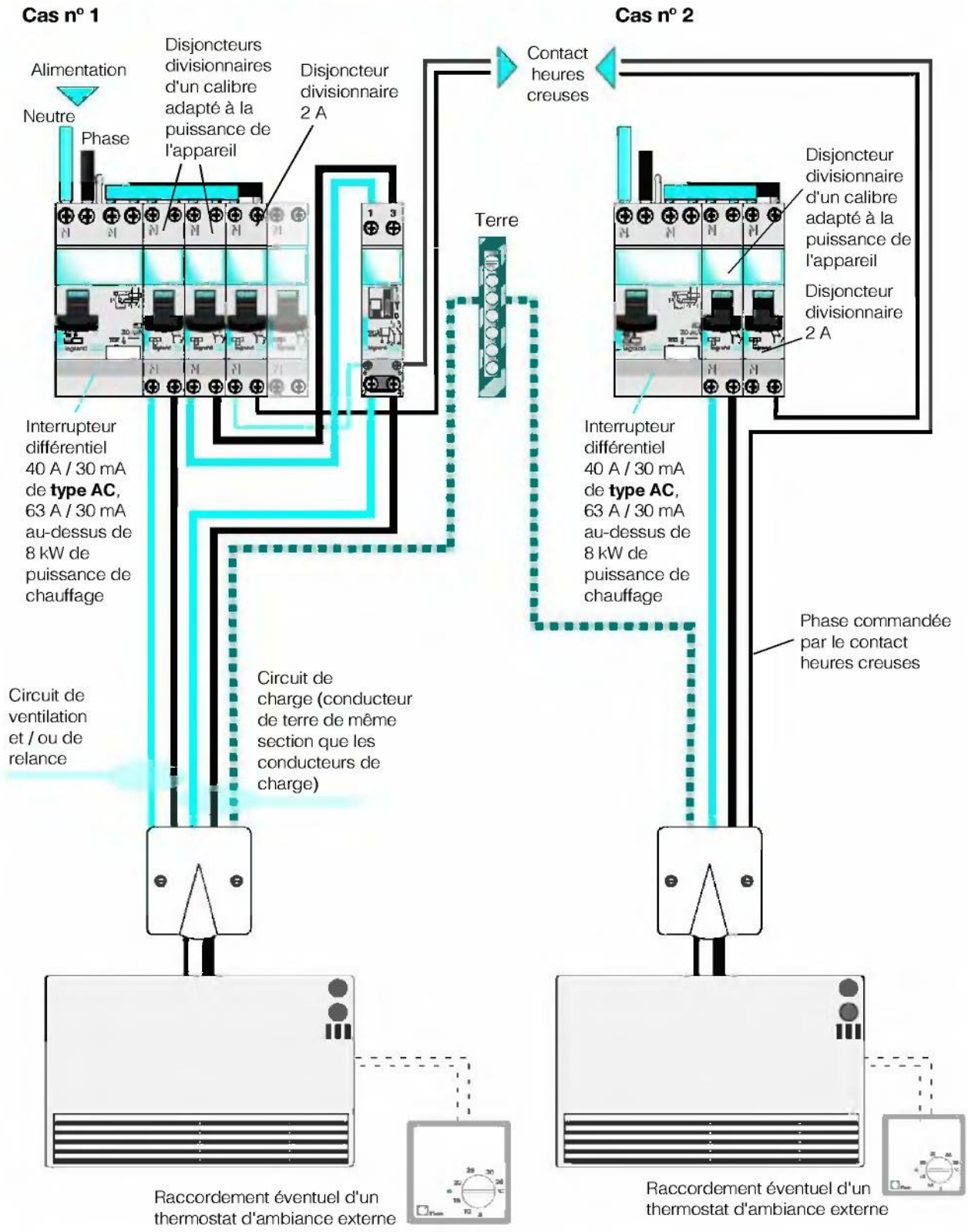


Figure 332 : Raccordement d'un chauffage électrique à accumulation

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).

L'installation d'un plancher chauffant à accumulation

Un plancher chauffant à accumulation est délicat à mettre en œuvre. N'hésitez pas à faire appel à un professionnel si vous doutez de vos capacités. En effet, le non-respect des mesures énoncées ci-après provoquerait des dégradations irréversibles du câble chauffant, le rendant inutilisable. Une fois que la chape de béton a pris, il n'est plus possible d'intervenir sur l'élément chauffant.

Ce type de câble chauffant est proposé en couronnes ou en trames préformées (figure 333). Si le câble vous est livré en couronnes, vous devrez respecter une mise en place en spires régulières de façon que la chaleur soit bien répartie. Le rayon de courbure minimale des spires doit être au moins de 6 fois le diamètre extérieur du câble. La figure 334 indique ce qu'il faut faire et ne pas faire.

Pour les câbles en trames préformées, un choix de tailles de spires vous est proposé par les fabricants. Vous devrez,

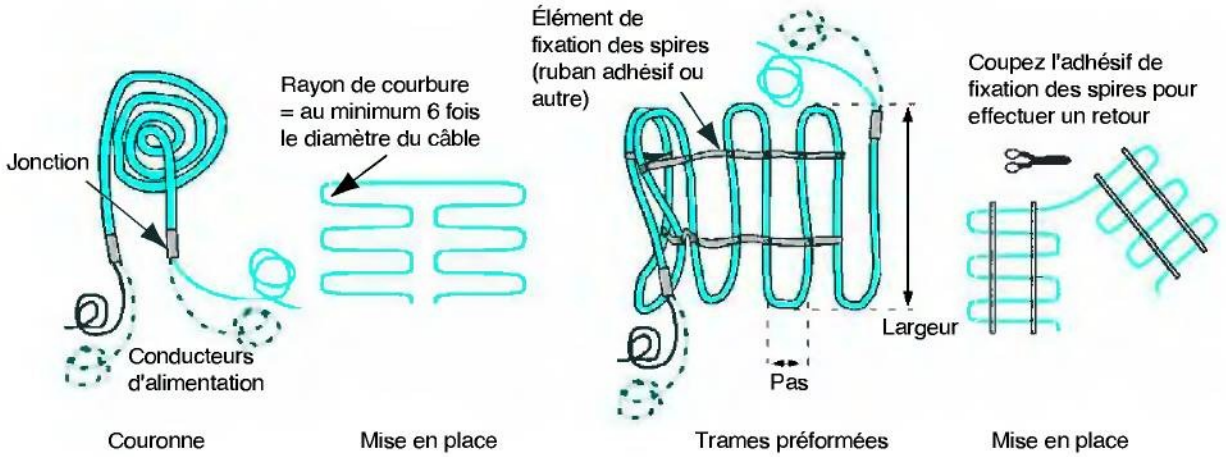


Figure 333 : Câble chauffant en trames préformées

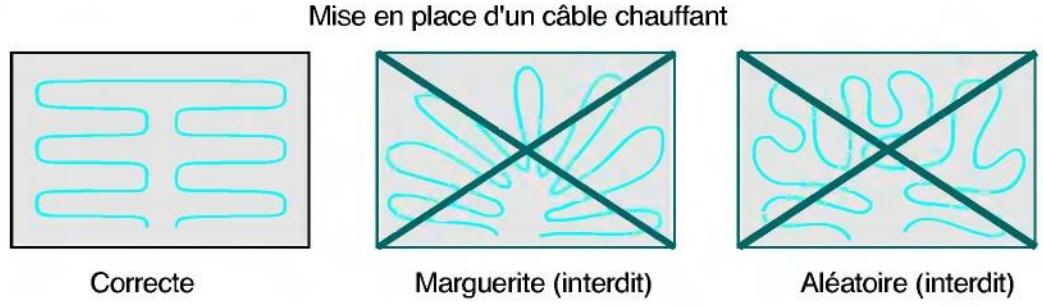


Figure 334 : Disposition du câble

à l'aide du plan de la pièce à équiper, définir la taille des trames de votre câble. Les largeurs proposées généralement par les fabricants sont de 0,80 à 1,50 m avec un pas de 0,11 à 0,20 m.

Le câble doit être disposé à 40 cm du nu des murs extérieurs et des sols des foyers à feu ouvert. Il doit respecter une distance minimale de 20 cm des bords des autres murs ni des conduits de fumée. Le câble ne doit pas passer sous les éléments de cuisine, les baignoires, les receveurs de douche et dans les placards. Il est interdit de franchir un joint de dilatation.
Fixez le câble sur le ferraillage de la dalle à l'aide des attaches fournies ou avec des chutes de conducteur électrique H O7 V-U.
L'enrobage du câble, destiné à être installé dans divers types de sols, doit respecter les cotes minimales indiquées à la figure 335 (DTU 65-7).

Une fois le câble fixé sur le ferraillage, pour obtenir les cotes d'enrobage inférieures énoncées figure 334, il peut être nécessaire de surélever le treillis métallique à l'aide de cales en béton ou fibre-ciment — et exclusivement ces deux matériaux. Ce problème ne se présente pas dans le cas d'une dalle pleine sur prédalle en béton ou d'une chape rapportée sur prédalle en béton puisque le câble et le ferraillage reposent directement sur la prédalle.
Dans le cas d'une chape flottante rapportée, vous obtiendrez une accumulation optimale si son épaisseur totale est au minimum de 90 mm.

Attention : si les canalisations de l'installation électrique passent dans le sol, elles doivent être éloignées le plus pos-

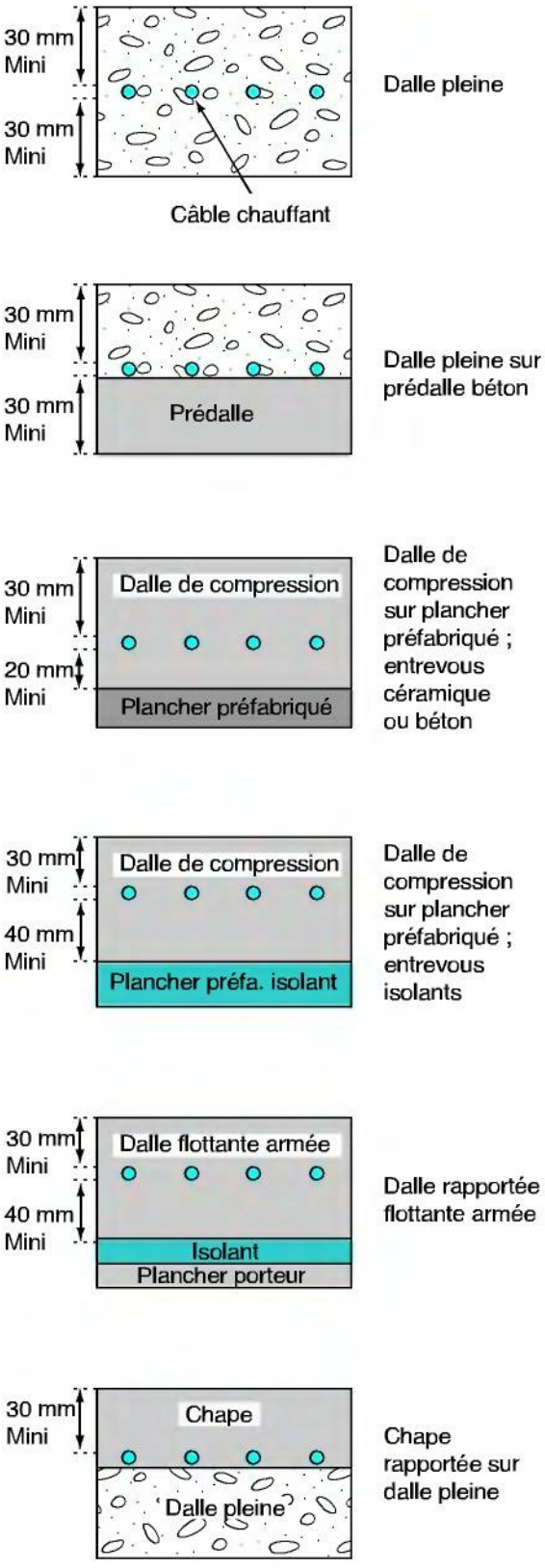


Figure 335 :
Enrobage d'un câble chauffant

sible des éléments chauffants. Éléments chauffants et lignes électriques ne peuvent être parallèles que si la distance les séparant est supérieure, en tout point, à 30 mm. Tout croisement, même avec une canalisation non électrique, s'effectue en respectant également une distance de 30 mm. Pour les canalisations électriques, la solution la plus simple consiste à les noyer dans la prédalle, le plus loin possible du câble chauffant, ou de les passer sous l'isolant dans le cas d'une chape flottante rapportée.

Le ciment utilisé pour le béton de la chape doit être de type CPA, CPJ, CHF, CLK ou CLC et posséder une classe de résistance de 45, 55 ou HP (ces indications sont portées sur le sac du produit). Le béton doit être assez compact. Sa masse volumique sera au moins égale à 2 200 kg/m^3. Afin de permettre un bon enrobage des éléments chauffants, il est recommandé de vibrer le béton.

Les câbles disposent à chaque extrémité d'une jonction (raccord entre l'élément chauffant et les conducteurs d'alimentation) destinée au raccordement du câble à l'installation électrique. À l'une des extrémités se trouve le conducteur de phase et un conducteur de terre, à l'autre extrémité se trouvent les conducteurs de neutre et de terre. Ces liaisons, dont une partie sera encastrée dans le sol, doivent être protégées par une gaine électrique de type ICT ou ICD. Il faut enfoncer la gaine sur le manchon de la jonction et assurer l'étanchéité de l'ensemble à l'aide de ruban adhésif d'électricien. La jonction ainsi protégée sera noyée dans le béton sur une distance minimale de 50 cm (figure 336). Cette partie du câble est appelée liaison froide. Les conducteurs des liaisons froides sont raccordés à l'installation électrique par l'intermédiaire de boîtes de connexion. Si le tableau de protection est proche de cette liaison, il est possible de raccorder directement le conducteur du câble dans le tableau de protection.

Dans les salles d'eau (zones 1, 2 et 3), le câble chauffant sera recouvert d'un treillis métallique (maille carrée inférieure ou égale à 5 cm), relié à la terre de l'installation et à la liaison équipotentielle de la salle d'eau.

En vue d'informer les futurs occupants, vous devez apposer dans un endroit visible (au niveau du tableau de protection, par exemple) une plaque sur laquelle est inscrite de façon indélébile la mention suivante :

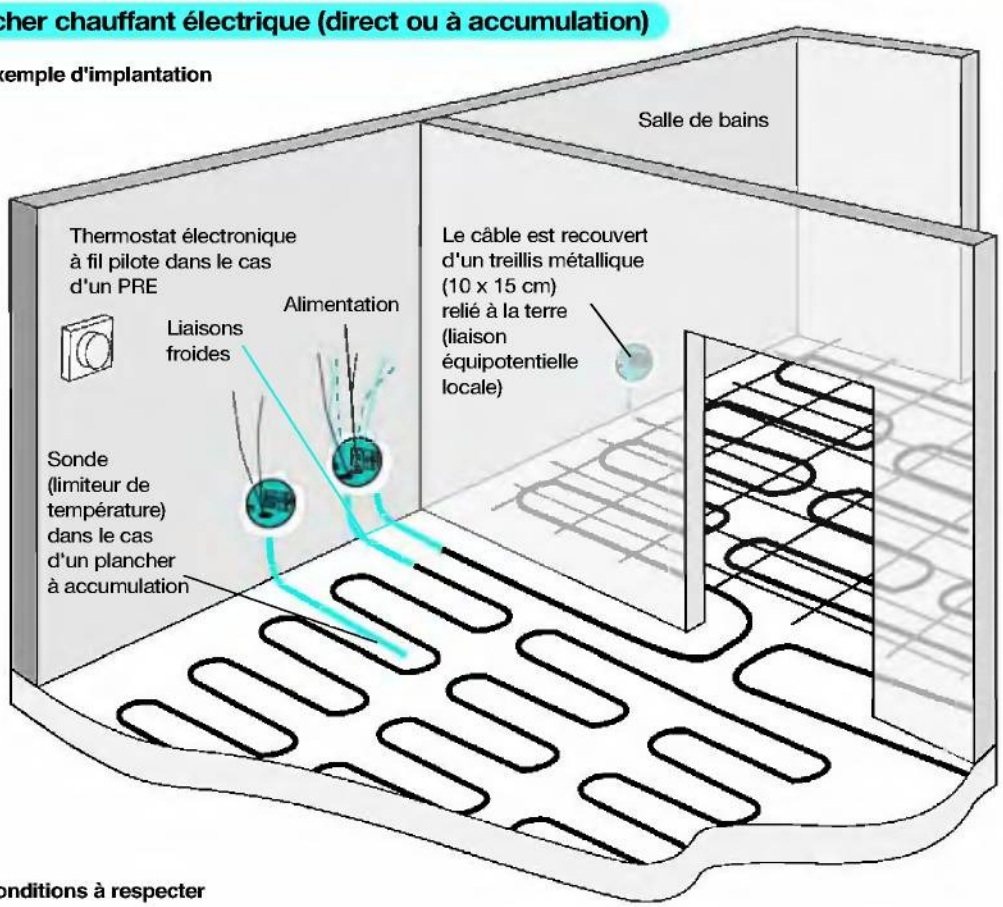
Attention : chauffage électrique par plancher - Ne pas percer - Ne pas recouvrir de tapis épais - Laisser un espace libre de 5 cm au moins entre le sol et tout élément mobilier.

Mode de pose d'un câble chauffant à accumulation

Avant de mettre le câble chauffant en place, assurez-vous qu'il ne présente aucun défaut. Pour cela, vous devez mesurer la continuité électrique du câble ainsi que son isolement. Vous devez donc disposer d'un appareil de mesure des grandeurs électriques que vous réglerez sur la fonction ohmmètre. Cette fonction sert à mesurer les résistances. Pour vérifier la continuité électrique, mesurez la résistance entre les conducteurs de phase et de neutre du câble chauffant : vous obtenez la résistance du câble. Si vous obtenez 0, le câble est en court-circuit ; si vous obtenez une valeur infinie, le câble est coupé. Pour vérifier l'isolement, mesurez

Plancher chauffant électrique (direct ou à accumulation)

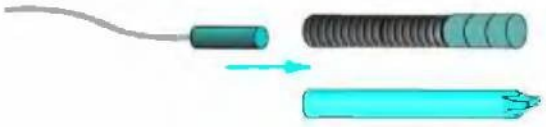
1 Exemple d'implantation



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

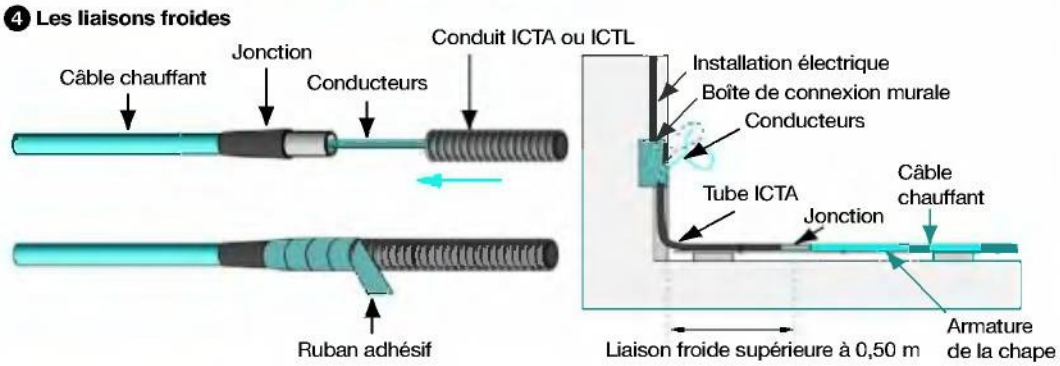
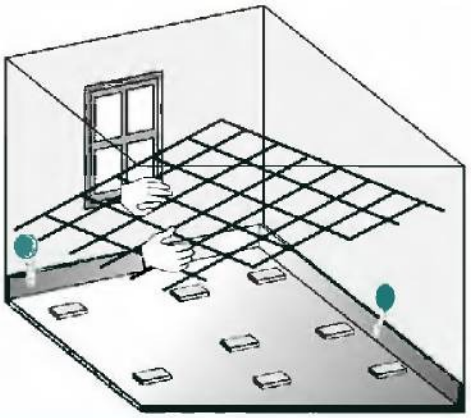


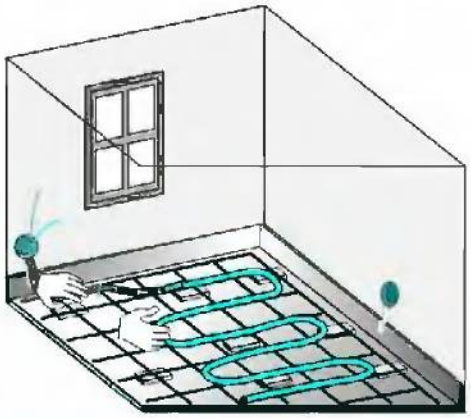
Figure 336 : Règles d'installation d'un plancher chauffant

❶



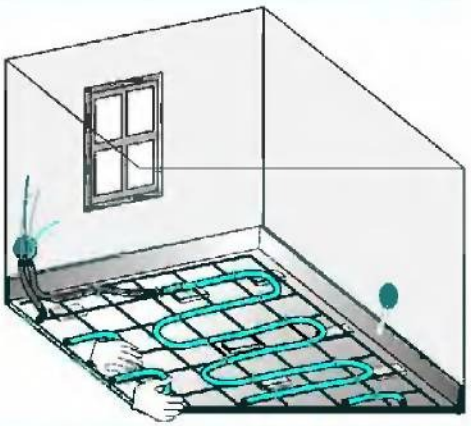
Après la pose de l'isolant, placez des cales de béton pour respecter les cotes de mise en place. Posez l'armature de la chape.

❷



Vérifiez le bon état du câble chauffant. Placez la première liaison froide et fixez-la. Installez le câble sur toute la surface.

❸

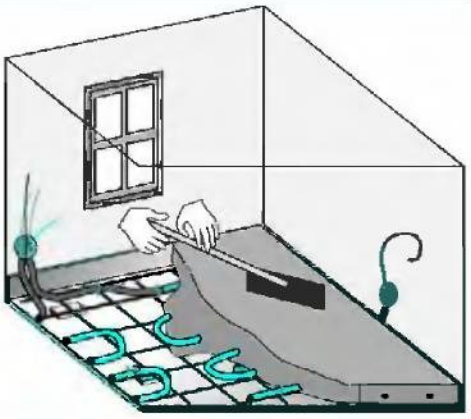


Fixez le câble sur l'armature de la chape. Placez et fixez la deuxième liaison froide jusqu'à sa boîte de connexion.

❹

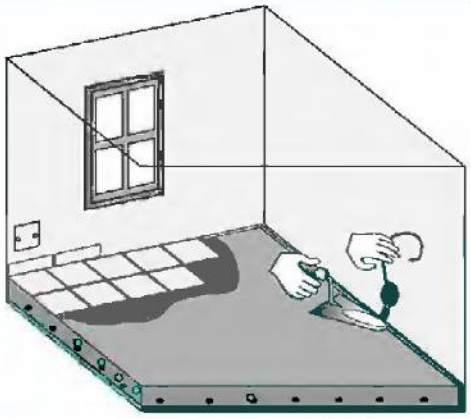
Placez la sonde de sol dans un fourreau, installez-la au centre d'une spire de câble et fixez-la à l'armature.

❺



Coulez la chape flottante. Utilisez des outils qui ne risquent pas d'endommager le câble.Vérifiez constamment son bon état.

❻



Procédez aux raccordements électriques et au rebouchage des saignées. Après séchage et essais, posez le revêtement de sol.

Figure 337 : Pose d'un câble chauffant à accumulation

la valeur entre le conducteur de phase et la terre ainsi qu'entre le conducteur de neutre et la terre. L'appareil doit indiquer une résistance infinie. Cela signifie que le câble est correctement isolé.
Dès que le ferraillage est mis en place, vous pouvez commencer la pose du câble. Placez la première sortie froide et fixez-la sur le ferraillage.
Déployez le câble ou la trame préformée sur toute la surface à équiper et assurez sa fixation.

Protégez les liaisons froides comme expliqué précédemment avec une gaine électrique et amenez les liaisons jusqu'à la boîte de raccordement.
La régulation des câbles chauffants à accumulation est assurée par une sonde placée dans le sol. Cette sonde doit être disposée sur le même plan que le câble, à égale distance entre deux spires. La sonde sera placée :
— soit dans un tube de cuivre de 12 mm de diamètre dont une extrémité est aplatie (pour l'étanchéité) ;
— soit dans une gaine ICT dont une extrémité sera obturée par un ruban adhésif.

L'autre extrémité de la gaine ou du tube aboutira dans une boîte de connexion où la sonde, qui fait office de limiteur de dalle, sera raccordée par l'intermédiaire de conducteurs classiques jusqu'à la régulation dans le tableau de protection. Veillez à ce que la sonde puisse éventuellement être remplacée (elle doit coulisser facilement dans la gaine).
Dans les salles d'eau, posez un treillis métallique sur le câble et reliez-le à la terre de l'installation.
Une fois tous ces travaux de mise en place terminés, procédez au coulage de la chape.

Vérifiez constamment les mesures pendant le coulage de la chape. Si une détérioration arrivait lors du coulage (sectionnement ou endommagement de l'enveloppe du câble), placez immédiatement une réservation (un morceau de polystyrène, par exemple) à cet endroit afin de procéder à la réparation dès que la chape sera solidifiée.
Par la suite, procédez aux raccordements dans les boîtes de connexion.

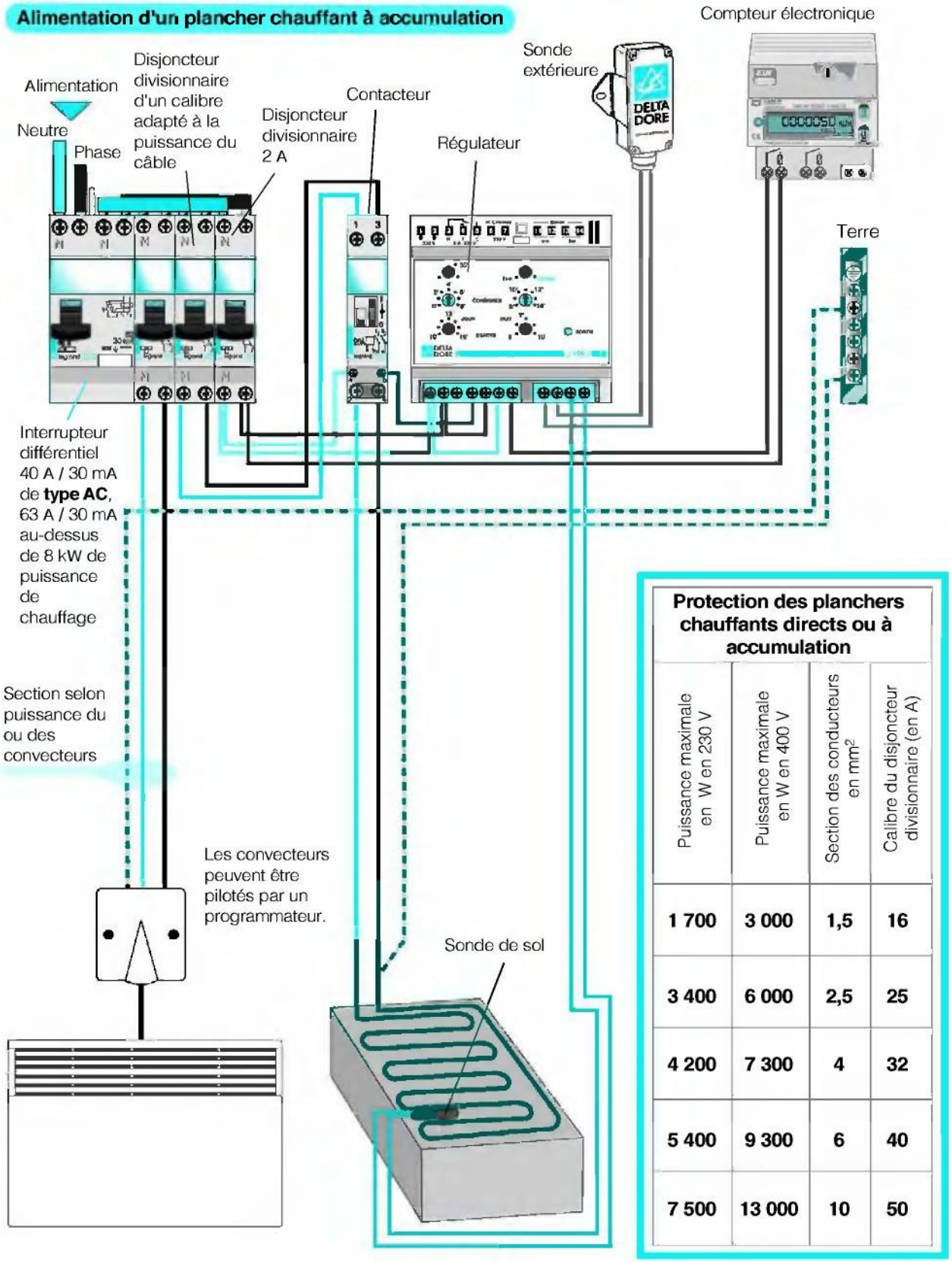
Attention : ne mettez jamais en chauffe le câble tant qu'il n'est pas noyé dans la chape. La mise en chauffe sera effectuée trois semaines après le coulage de la chape et progressivement.

La figure 337 présente la chronologie de l'installation d'un câble chauffant à accumulation dans une chape flottante armée sur isolant.
Après séchage de la chape, vous poserez un revêtement de sol compatible avec ce mode de chauffage.

Raccordement électrique d'un plancher chauffant à accumulation

Le plancher à accumulation ne peut fonctionner qu'avec une régulation spécifique (figure 338).
Cette régulation possède deux capteurs :
- une sonde de sol qui régule l'accumulation et évite une surchauffe ;
- 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



Protection des planchers chauffants directs ou à accumulation

Puissance maximale en W en 230 V	Puissance maximale en W en 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 338 : Raccordement d'un plancher à accumulation

un disjoncteur divisionnaire de 2 A. La protection du circuit du câble chauffant est assurée par un disjoncteur divisionnaire (fusible interdit). Son calibre est choisi en fonction de la puissance de l'élément chauffant selon le tableau de la figure 338. 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 l'intermédiaire d'une régulation.

La sonde extérieure est placée de préférence sur un mur exposé au nord, à une hauteur de 1,50 m. La sonde de sol est placée sur le même plan que la résistance de sol, centrée dans une spire. Cette sonde de sol est glissée dans un conduit ICTA fermé par un ruban adhésif ou dans un tube de cuivre. Elle est raccordée à l'installation par l'intermédiaire d'une boîte de connexion murale (vérifiez que son remplacement soit possible).

Si vous utilisez plusieurs câbles, ils doivent être raccordés à l'installation par l'intermédiaire de boîtes de connexion murales.

Le calcul exact des puissances à installer nécessite une étude thermique de l'habitation.
Dans le cas d'une installation triphasée, les câbles chauffants doivent être répartis équitablement sur les trois phases.

Le PRE

Dans ce cas, le câble chauffant est noyé dans une chape flottante et fonctionne de jour comme de nuit. Il est régulé par un thermostat électronique à fil pilote et sonde de sol.

Installation d'un PRE

Les règles d'installation des planchers chauffants directs sont identiques à celles des planchers à accumulation, à quelques exceptions près.
Les câbles du PRE sont destinés à être installés dans une chape flottante armée de faible épaisseur (5 cm au maximum). Il n'est donc pas envisageable d'inclure d'autres canalisations (électriques ou non) dans cette chape. Pour remédier à ce problème, il y a lieu de prévoir un ravoirage sur le sol brut afin d'y inclure les canalisations. Ce ravoirage, réalisé en mortier maigre (dosé à 150 kg de liant par m^3), servira aussi à parfaire l'état de surface du sol avant la pose des isolants de la dalle flottante.
L'isolant est destiné à limiter les émissions de chaleur par la face inférieure du plancher. Vous choisirez des isolants possédant au moins une résistance thermique (R) de :

— 2,00 m^2.°C/W pour un plancher en contact avec l'extérieur, un vide sanitaire, un local non chauffé ou un terre-plein ;
— 1,00 m^2.°C/W pour un plancher en contact avec un local chauffé.

Les isolants à utiliser doivent bénéficier d'un certificat ACERMI. Ceux à base de matières plastiques alvéolaires (polystyrène expansé de forte densité, polystyrènes extrudés et panneaux en mousse rigide de polyuréthane) doivent posséder un classement ACERMI conforme aux indications du tableau page suivante. Ce tableau indique également la taille de l'armature métallique de la chape.

Les éléments constituant une chape avec isolant à base de laine minérale (de forte densité) doivent respecter les spécifications du tableau page suivante.

Caractéristiques de la chape avec isolant plastique alvéolaire							
Isolant sous dalle						Dalle béton à base de liants hydrauliques	
Classe de compressibilité	Classement ACERMI					Épaisseur mini. en cm	Armature
	I	S	O	L	E		
Non compressible	5	1	2	2	1/4	4	0,9 × 0,9 / 50 × 50
I	4	1	2	2	1/4	4	1,4 × 1,8 / 100 × 100

Caractéristiques de la chape avec isolant à base de laine minérale							
Isolant sous dalle						Dalle béton à base de liants hydrauliques	
Classe de compressibilité	Classement ACERMI					Épaisseur mini. en cm	Armature
	I	S	O	L	E		
Non compressible	5	1	2	2	1/4	4	0,9 × 0,9 / 50 × 50
I	4	1	2	2	1/4	4	
II	3	1	2	2	1/4	4	
III	2	1	1	1	1/4	4	1.4 × 1,8 / 100 × 100

Le béton utilisé pour le coulage de la chape possédera une masse volumique sèche supérieure ou égale à 1 700 kg/m³. Le vibrage du béton n'étant pas envisageable, vu sa faible épaisseur, l'emploi de fluidifiants est recommandé. La dalle ne présentera pas une épaisseur de plus de 5 cm en tous points. Le béton doit recouvrir l'élément chauffant d'au moins 30 mm en tous points.
Les recommandations d'installations sont identiques à celles du câble chauffant à accumulation (voir paragraphe précédent). Toutefois, il est admis de ne respecter qu'une distance de 20 cm par rapport au nu intérieur fini des murs extérieurs au lieu de 40 cm.

Les vérifications électriques (continuité et isolement) sont les mêmes que pour le câble chauffant à accumulation.

Seuls certains revêtements de sol sont autorisés pour les planchers chauffants directs. Pour les revêtements de sol collés, choisissez une colle spéciale pour planchers chauffants.
Posez une pancarte informant de la présence d'un élément chauffant dans le sol comme indiqué plus haut pour le câble chauffant à accumulation.

Mode de pose d'un câble chauffant direct

Préparez le support afin d'obtenir un état de surface satisfaisant (ravoirage). Mettez en place les panneaux isolants selon la technique de la chape flottante, avec des bandes de désolidarisation le long des murs. Jointoyez les plaques d'isolant avec du ruban adhésif. Si un isolant (rigide) ne présente pas une bonne planéité, ne l'utilisez pas, car il pourrait créer une lame d'air sous la chape.

Placez éventuellement une couche de film en polyane pour éviter la pénétration des laitances de béton dans l'isolant et pour désolidariser la chape de l'isolant.
Si l'isolant est en plastique (polystyrènes), placez le film en polyane sous celui-ci et non au-dessus.
Mettez en place l'élément chauffant (figure 339).

Protégez les liaisons froides par un conduit au niveau de la remontée murale à la boîte de connexion. Dans le sol, si la liaison froide est en câble blindé, elle ne nécessite pas de fourreau. Dans les autres cas, prévoyez-en un.
Placez l'armature métallique de la chape et coulez le béton.

Dans les pièces humides, le câble doit être recouvert d'un treillis métallique raccordé à la terre de l'installation et à la liaison équipotentielle.
N'effectuez la mise en chauffe qu'après trois semaines de séchage, puis la pose du revêtement de sol dès le séchage complet.

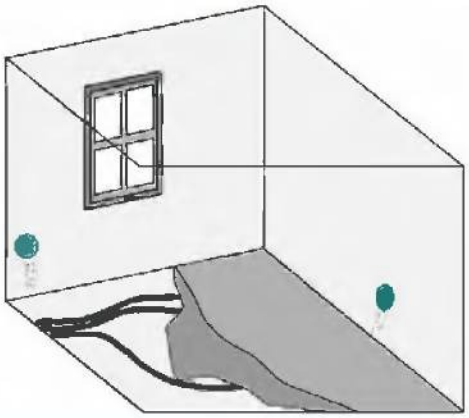
La figure 340 présente la chronologie de la mise en œuvre d'un câble chauffant direct.

Raccordement électrique d'un câble chauffant direct

Le raccordement électrique du chauffage direct est différent de celui à accumulation. La faible inertie du chauffage

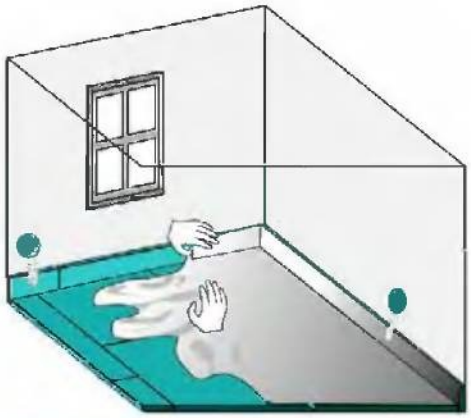
Figure 339 : Installation d'une trame de PRE

❶



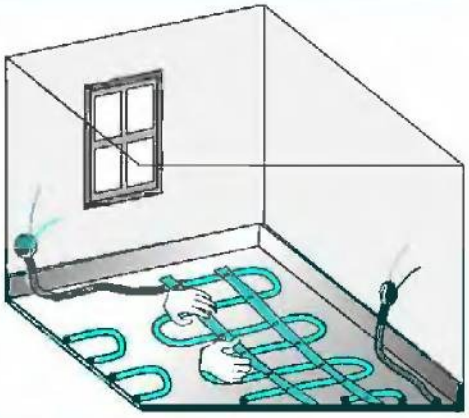
Réalisez une chape de propreté en y incorporant les gaines de l'installation électrique. Veillez à obtenir une surface plane.

❷



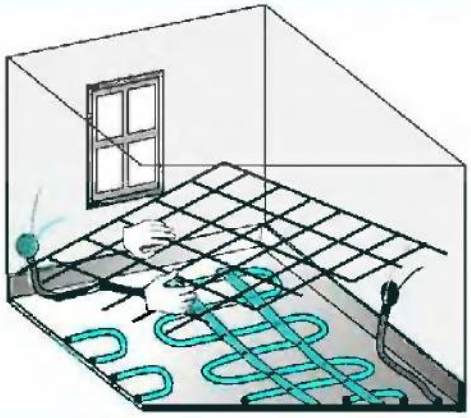
Placez les panneaux d'isolant et un film polyane (pour le détail de la mise en œuvre, reportez-vous à la page 133).

❸



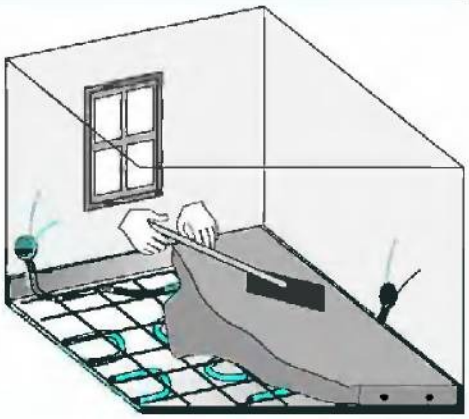
Placez le câble directement sur le polyane ou sur un treillis (selon les recommandations du fabricant) et fixez-le.

❹



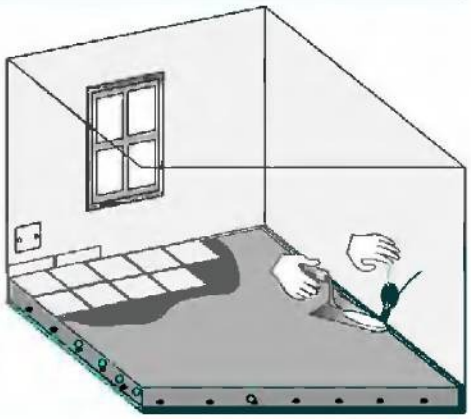
Mettez en place l'armature de la chape. N'oubliez pas de constamment vérifier le bon état du câble chauffant.

❺



Coulez la chape flottante. Utilisez des outils qui ne risquent pas d'endommager le câble.

❻



Procédez aux raccordements électriques et au rebouchage des saignées. Après séchage et essais, posez le revêtement de sol.

Figure 340 : Mise en œuvre d'un PRE

direct par le sol permet une régulation beaucoup plus fine.
Le câble est régulé par un thermostat d'ambiance électronique avec sonde résultante, régulation chronoproportionnelle et possibilité de commande par fil pilote. La présence d'un contact pour un fil pilote permet de l'associer à une horloge de programmation (une ou deux zones) et de piloter ainsi plusieurs régimes de chauffe : de confort, réduit, hors gel ou même arrêt et délestage selon le programmateur. Si vous prévoyez des câbles chauffants directs dans certaines pièces et des convecteurs dans d'autres, la même horloge de programmation pourra être utilisée pour les planchers et les convecteurs (à fil pilote).

Le câble chauffant est raccordé directement au contact du thermostat si le calibre du contact le permet ou à l'aide d'un contacteur dans le cas contraire.
Le thermostat doit être placé dans la même pièce que le câble qu'il régule.
Prévoyez un dispositif différentiel haute sensibilité (30 mA) en tête de l'installation. La protection du câble sera assurée obligatoirement par un disjoncteur divisionnaire.

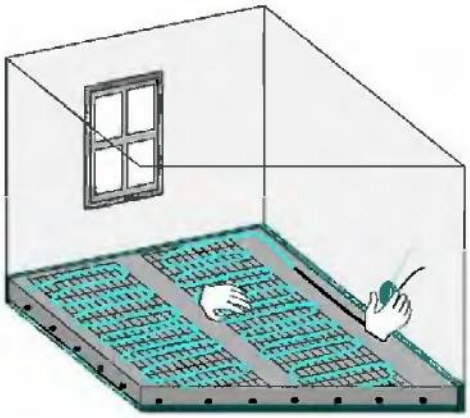
Les PRE sont de plus en plus commercialisés avec une seule liaison froide. Il n'est donc plus nécessaire de faire revenir l'extrémité du câble à son début, vers la boîte de connexion. Si le câble chauffant est composé de conducteurs sans revêtement métalliques, un DDR de 30 mA peut protéger au maximum 7 500 W de PRE sous 230 V. Dans le cas d'un revêtement métallique, il suffit de le relier à la terre.

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 ensoleillée, ce qui évite de chauffer des espaces qui n'en ont pas besoin.

Les câbles chauffants sous carrelage
Ils ne sont pas reconnus pleinement comme système de chauffage, mais plutôt comme un élément 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.

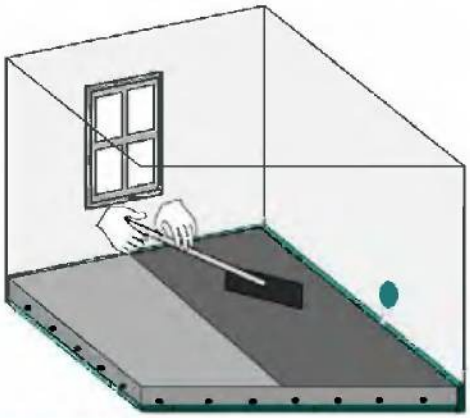
La régulation est la même que celle des PRE, avec un thermostat électronique et éventuellement une sonde de sol. Les protections sont les mêmes que pour le PRE.
L'installation est relativement simple (figures 341 et 342). Présentez les trames et découpez le treillis pour les retours de façon qu'il soit prêt à poser.
Enduisez le sol, sur la largeur d'un lé, avec un mortier-colle souple à carrelage, sur une couche de 5 mm d'épaisseur au plus, à l'aide d'une spatule crantée.
Posez le lé sur la première couche de colle, puis mettez en place la liaison froide.
Recouvrez la trame d'une deuxième couche de mortier-colle de 5 mm d'épaisseur. Lissez à l'aide d'une spatule en matière plastique. Enrobez bien régulièrement le câble chauffant. Procédez ainsi pour la pose de tous les lés.
Dans la salle d'eau, vous prendrez les mêmes dispositions que pour un câble direct ou à accumulation, sachant qu'un grillage en fil galvanisé de maille

❶



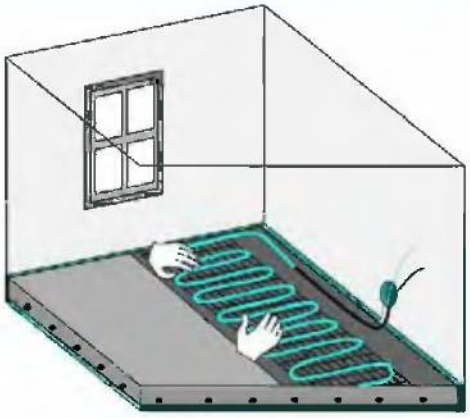
La pose s'effectue sur une chape flottante propre et sèche. Présentez les trames et découpez-les aux mesures de la pièce.

❷



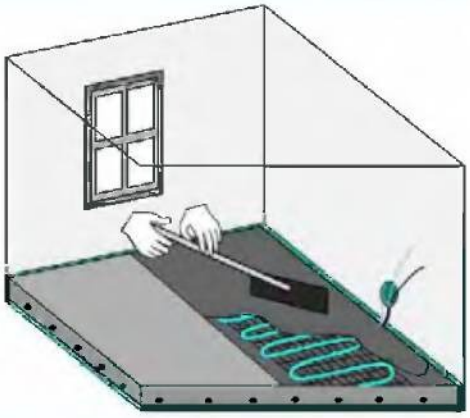
Enduisez le sol d'une couche de 5 mm de colle (avec une spatule crantée) sur la largeur du premier lé.

❸



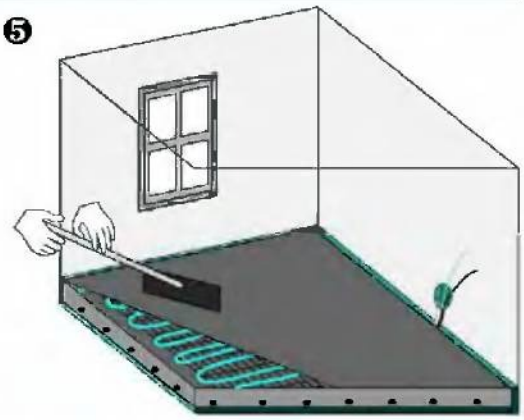
Placez le câble sur la colle et la liaison froide jusqu'à la boîte de connexion.

❹



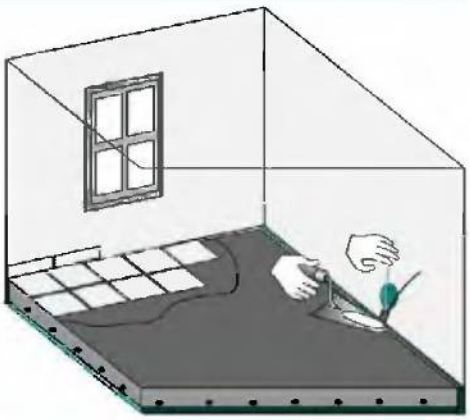
Recouvrez le câble d'une deuxième couche de colle de 5 mm de manière à bien le recouvrir.

❺



Procédez ainsi pour tous les lés. Si l'état de surface final n'est pas satisfaisant, prévoyez un ragréage.

❻

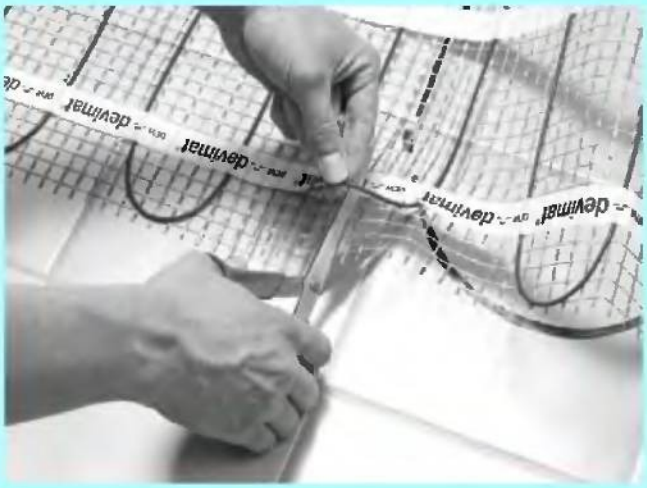


Procédez aux raccordements électriques et au rebouchage des saignées. Posez le carrelage avec la même colle.

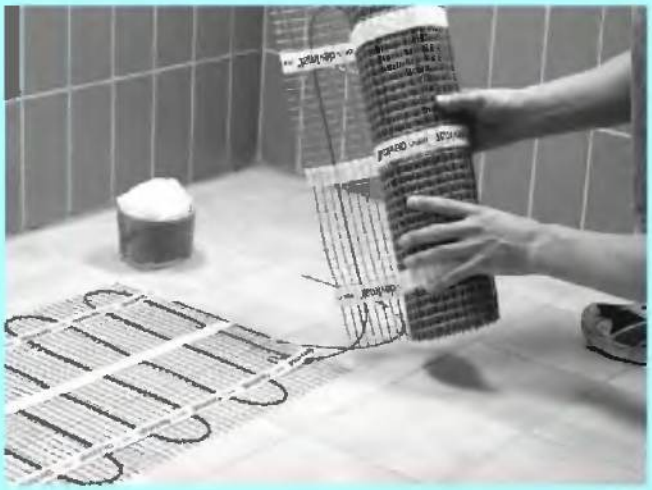
Figure 341 : Pose d'un câble chauffant sous carrelage

1 - Procurez-vous un kit de câble chauffant.

2 - Déroulez et collez la trame sur le sol.



3 - Pour changer de direction, coupez la trame...



4 - ... puis tournez le rouleau pour continuer la pose.

5 - Le câble est réparti sur la surface à chauffer.

6 - Posez ensuite le revêtement de sol.

Figure 342 : Autre technique de pose d'un câble chauffant sous carrelage

2,5 × 2,5 cm d'un diamètre de 1 mm sera suffisant. Ce treillis posé sur le câble (et raccordé à la terre) sera recouvert de la deuxième couche de mortier-colle.
Le câble chauffant sera donc enrobé dans 10 mm de mortier colle.
Prévoyez éventuellement un réagréage de la surface avant la pose du revêtement de sol.
La pose du revêtement de sol sera réalisée avec le même mortier-colle que celui utilisé pour la pose de l'élément chauffant.

Le PRP

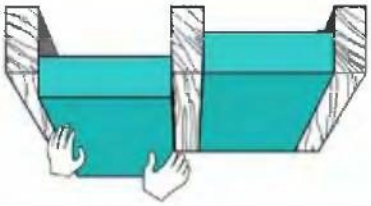
Les plafonds rayonnants plâtre consistent en des films ou des modules destinés à être installés sur les ossatures des faux plafonds en plâtre (avec des plaques spéciales). Ils sont régulés par un thermostat électronique installé dans la même pièce.
Il est nécessaire d'effectuer au préalable une étude thermique pour connaître la puissance nécessaire et pour réaliser un plan de calepinage afin de déterminer les meilleurs emplacements possibles pour les émetteurs.
Les films chauffants sont destinés à être installés sur un solivage ou une armature de plancher rapporté, entre un isolant et un plafond rapporté.
L'entraxe de solivage ou des profilés d'armature doit être adapté aux largeurs de films existants. Si le solivage est à créer, prenez en compte ces entraxes.
Sur un solivage existant, vous vérifierez la possibilité de pose avant de prévoir ce type d'émetteur de chauffage, en effet la zone active du film doit être inférieure à l'espace entre solives.
La longueur des films sera choisie en fonction de la longueur de la pièce et des tailles proposées par le fabricant.
Pour obtenir de bonnes performances et dans un souci de sécurité, la partie active des films (partie chauffante) ne doit pas être placée au-dessus d'obstacles (fausses poutres, par exemple).
Cette partie active ne doit pas être placée entre les solives et elle ne doit pas non plus les chevaucher.

La mise en œuvre de ce type d'éléments peut être réalisée de deux façons différentes :
— fixation des films avant la pose du plafond rapporté ;
— déroulage des éléments sur un plafond en place. Dans ce deuxième cas de figure, le plafond doit être compatible avec le film chauffant.

Dans le premier cas, la pose débute par la mise en place de l'isolant entre les solives. Les films chauffants doivent ensuite être agrafés sur le solivage dans leur partie neutre (une agrafe tous les 25 cm) ou fixés à l'aide de ruban adhésif double face dans le cas de profilés métalliques.
Amenez les liaisons froides jusqu'à une boîte de connexion accessible et raccordez-les au tableau électrique.
Vous procéderez ensuite à la pose des plaques de plâtre du plafond rapporté.
Dans le deuxième cas (plafond existant), les films doivent être déroulés au-dessus du plafond existant. Agrafez-les sur la partie inactive, en remontée sur les poutres.
Procédez au raccordement électrique des liaisons froides, puis à la pose de l'isolant.
Ces deux types de pose sont représentés figure 343.

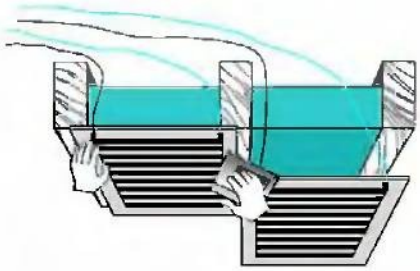
La figure 344 illustre la mise en œuvre d'un PRP avec modules composés d'un film chauffant fixé sur un support en

❶ Montage par le bas ▼



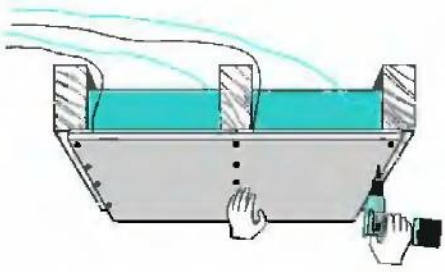
Placez l'isolant entre les solives.

❷



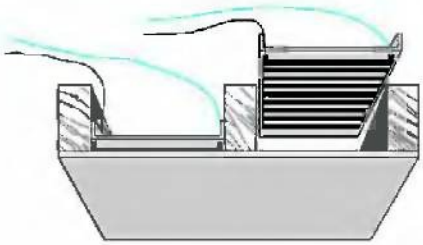
Agrafez les films sur les solives (dans leur partie inerte) et réalisez les raccordements électriques.

❸



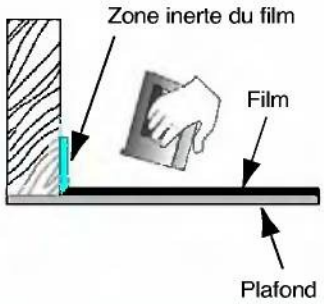
Vissez les plaques de plâtre sur les solives. Réalisez ensuite les joints entre plaques.

❶ Montage par le haut ▼



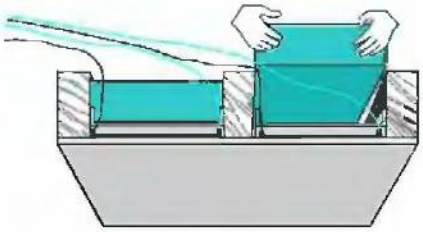
Placez les films entre les solives en courbant vers le haut les parties inertes des films chauffants.

❷



Agrafez le film sur les solives dans la partie inerte repliée du film.

❸



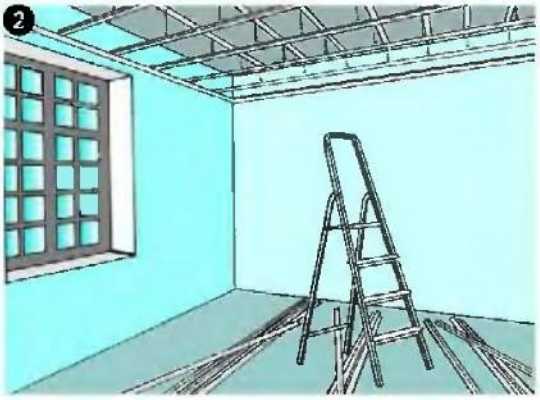
Procédez aux raccordements électriques. Posez l'isolant sur les films entre les solives.

Figure 343 : Pose de films chauffants

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).

2

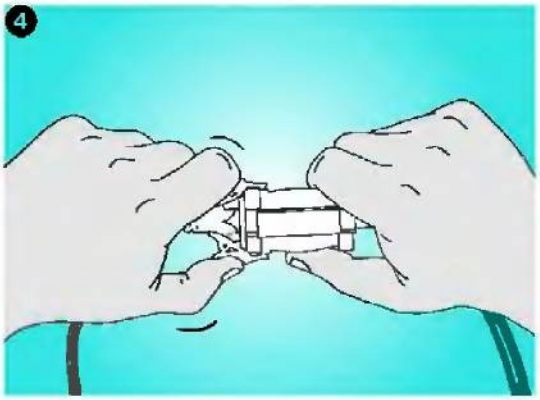


Montez l'ossature du faux plafond dans les règles de l'art. L'espace entre les rails doit être de 0,60 m afin de pouvoir recevoir les éléments chauffants.

3

En fonction du plan de calepinage préétabli, placez les panneaux chauffants et les panneaux neutres. Les panneaux neutres peuvent accueillir des luminaires encastrés.

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 en chauffe.

5

Posez des plaques de plâtre spécialement dédiées aux plafonds rayonnants.

6

Réalisez les joints entre les plaques de façon traditionnelle.

Figure 344 : Installation d'un PRP avec modules

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.

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 345 à 347), installé en zone jour, permet de régler différentes températures selon les heures ou les jours. Novateurs, les gestionnaires radio (figures 348 à 350) 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 351).

Figure 345 : Thermostats programmables

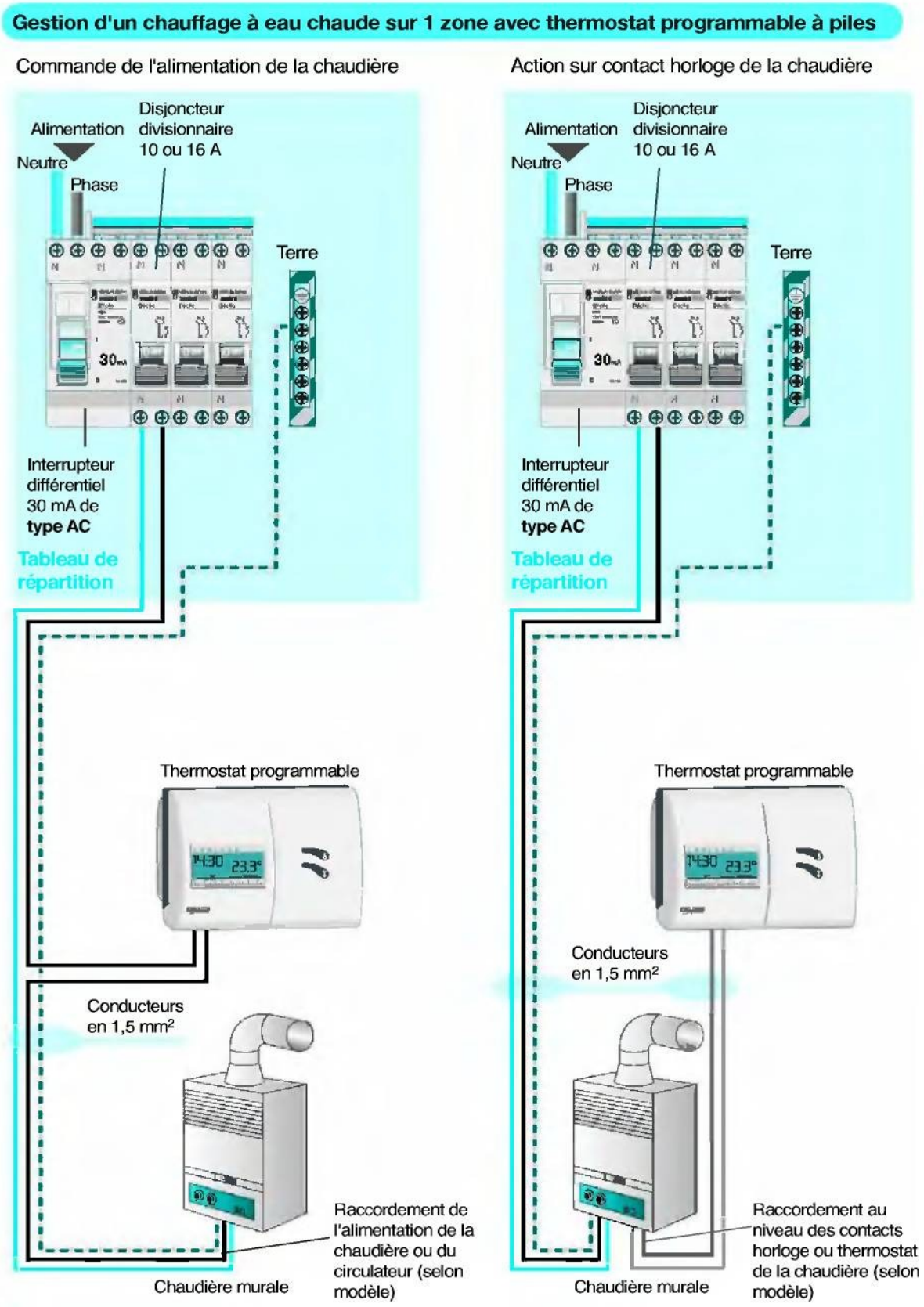


Figure 346 : Raccordement d'un thermostat programmable à piles

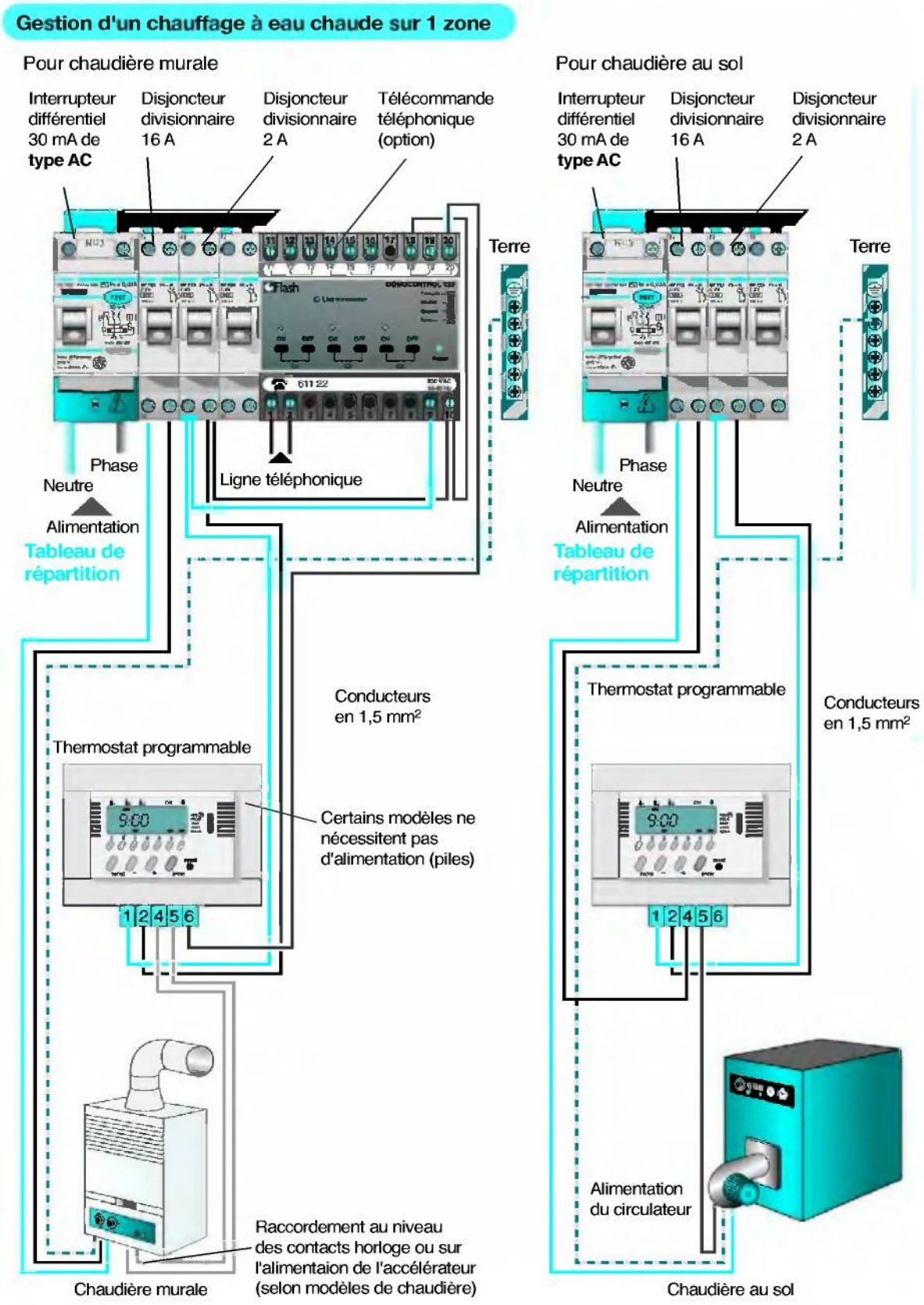


Figure 347 : Raccordement d'un thermostat programmable secteur

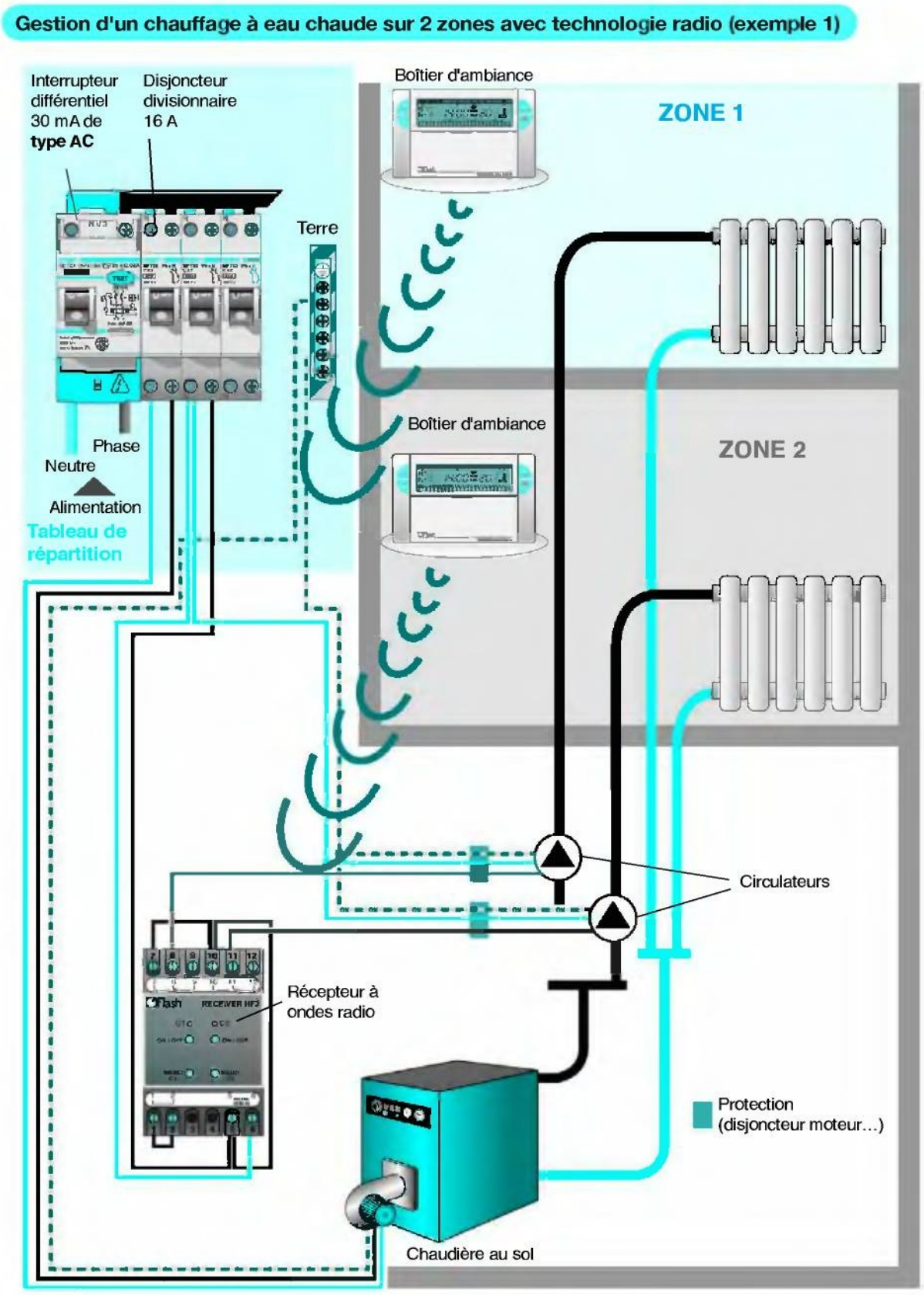


Figure 348 : Gestion d'un chauffage à eau chaude par ondes radio (exemple 1)

Gestion d'un chauffage à eau chaude sur 2 zones avec technologie radio (exemple 2)

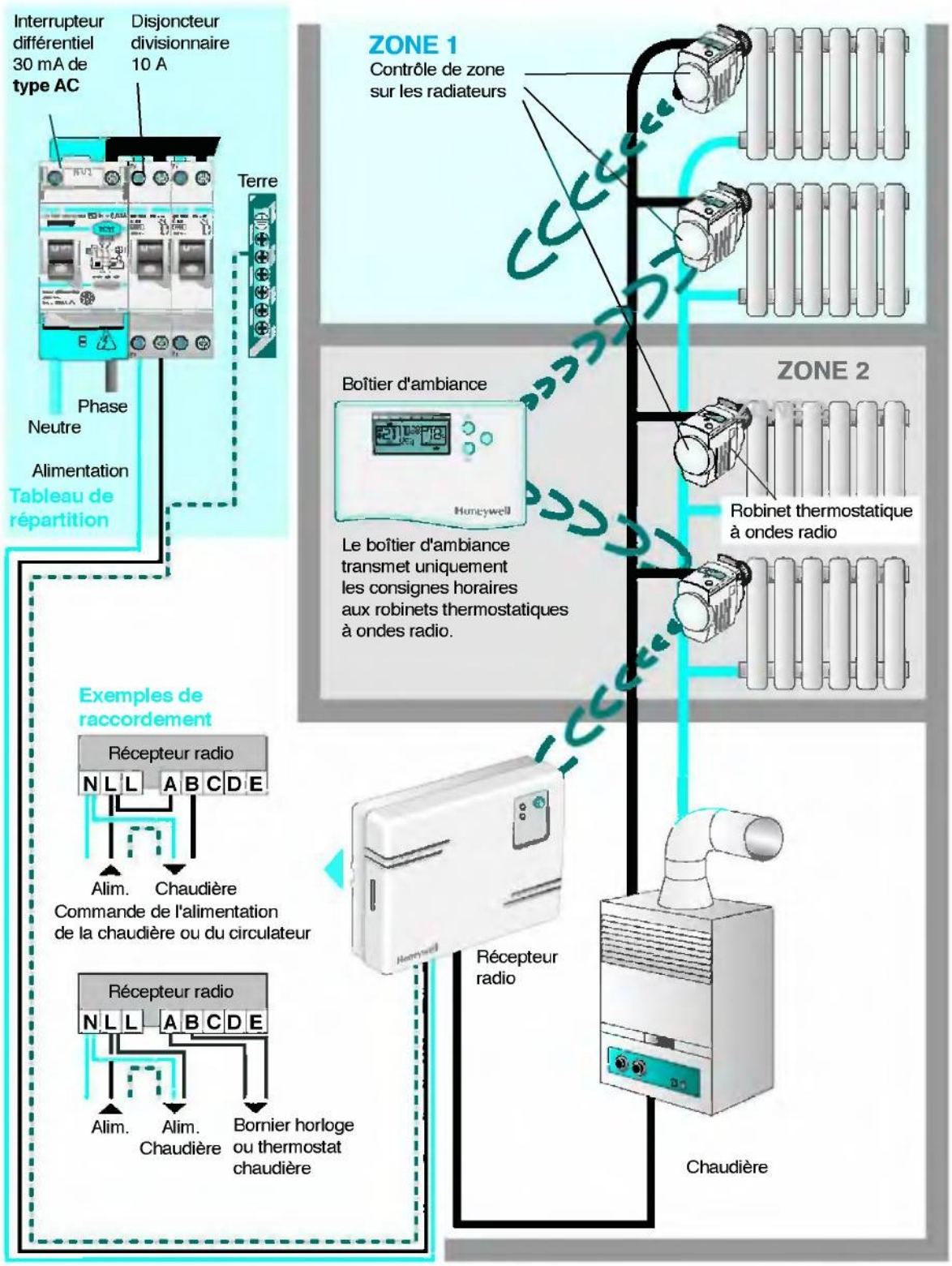


Figure 349 : Gestion d'un chauffage à eau chaude par ondes radio (exemple 2)

Gestion d'un chauffage à eau chaude sur 2 zones avec technologie radio (exemple 3)

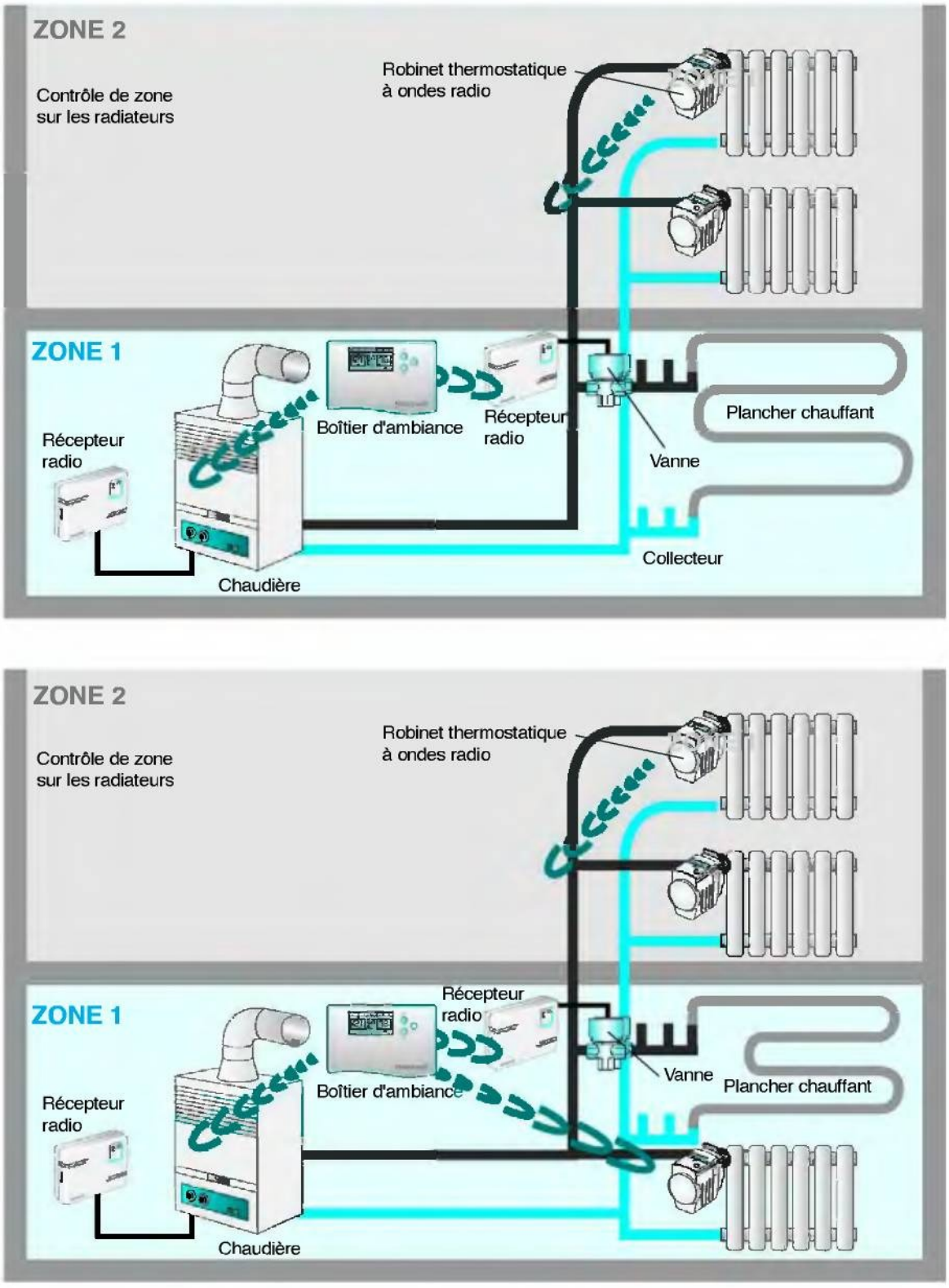


Figure 350 : Gestion d'un chauffage à eau chaude par ondes radio (exemple 3)

Régulation d'une installation de chauffage à eau chaude (schéma de principe 1)

Action sur vanne motorisée et circulateur

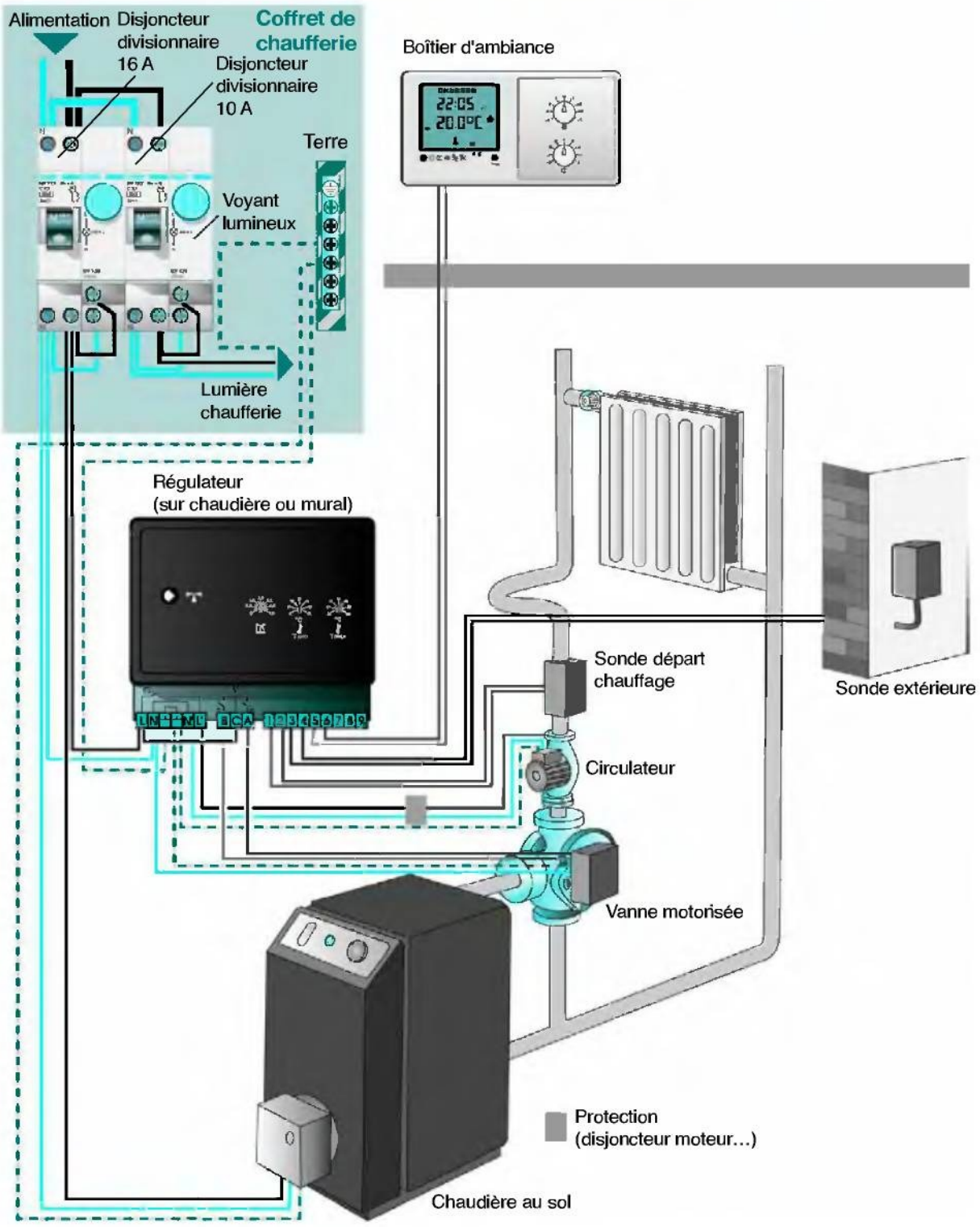


Figure 351 : Schéma de principe de raccordement d'une chaudière au sol

Les circuits d'éclairage

Les circuits d'éclairage doivent être alimentés avec des conducteurs de 1,5 mm^2 de section. La protection est assurée par :

- un dispositif différentiel de sensibilité 30 mA ;
- un coupe-circuit à fusible de 10 A ou un disjoncteur divisionnaire de 16 A.

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 des couleurs 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-poussoir des télérupteurs. Attribuez les mêmes couleurs pour les mêmes fonctions dans toute votre 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 et la figure 152).
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 commandes doivent être placés près d'une porte, à portée de main, du côté de l'ouvrant, à une hauteur comprise entre 0,80 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 (figure 153).

Pour faciliter l'installation future d'appareil 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).

Le simple allumage

C'est le principe le plus simple pour commander un point d'éclairage (figure 352). 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 généralement un fil de couleur différente de celle de la phase d'arrivée. On appelle ce fil le retour lampe. Dans les installations, nous vous conseillons d'utiliser un conducteur orange pour ce retour lampe.

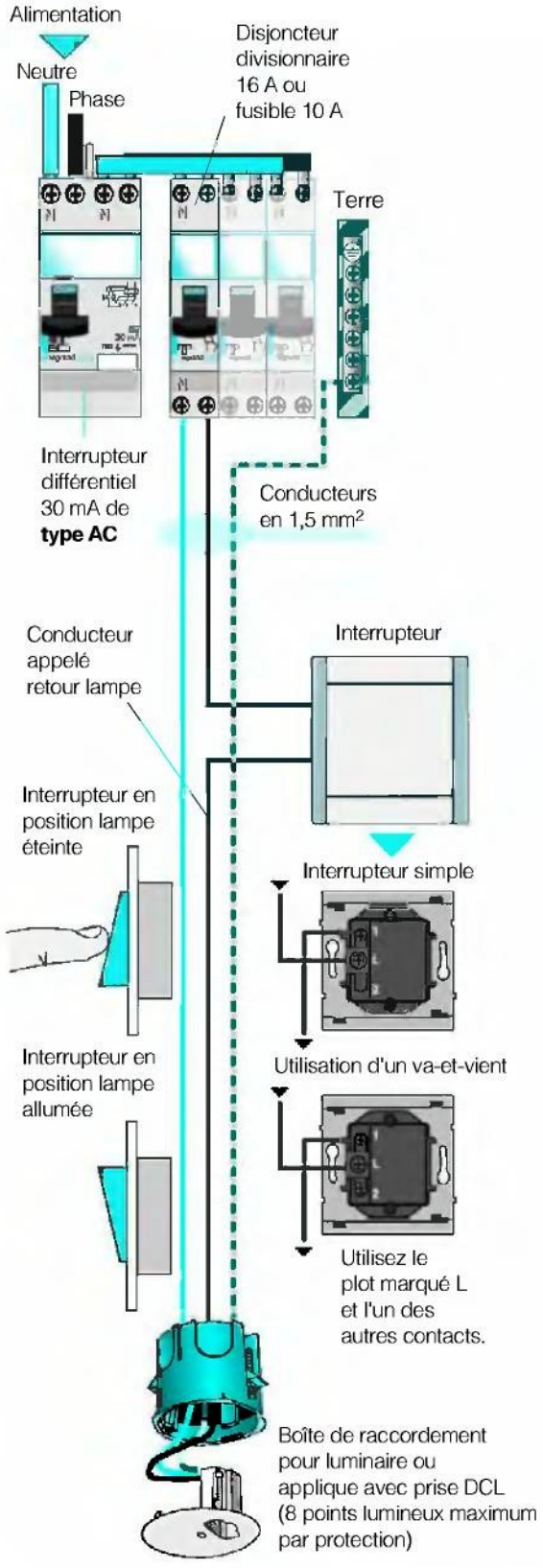


Figure 352 : Le simple allumage

La connexion dans l'interrupteur est très simple, puisqu'il n'y a que deux plots de raccordement.

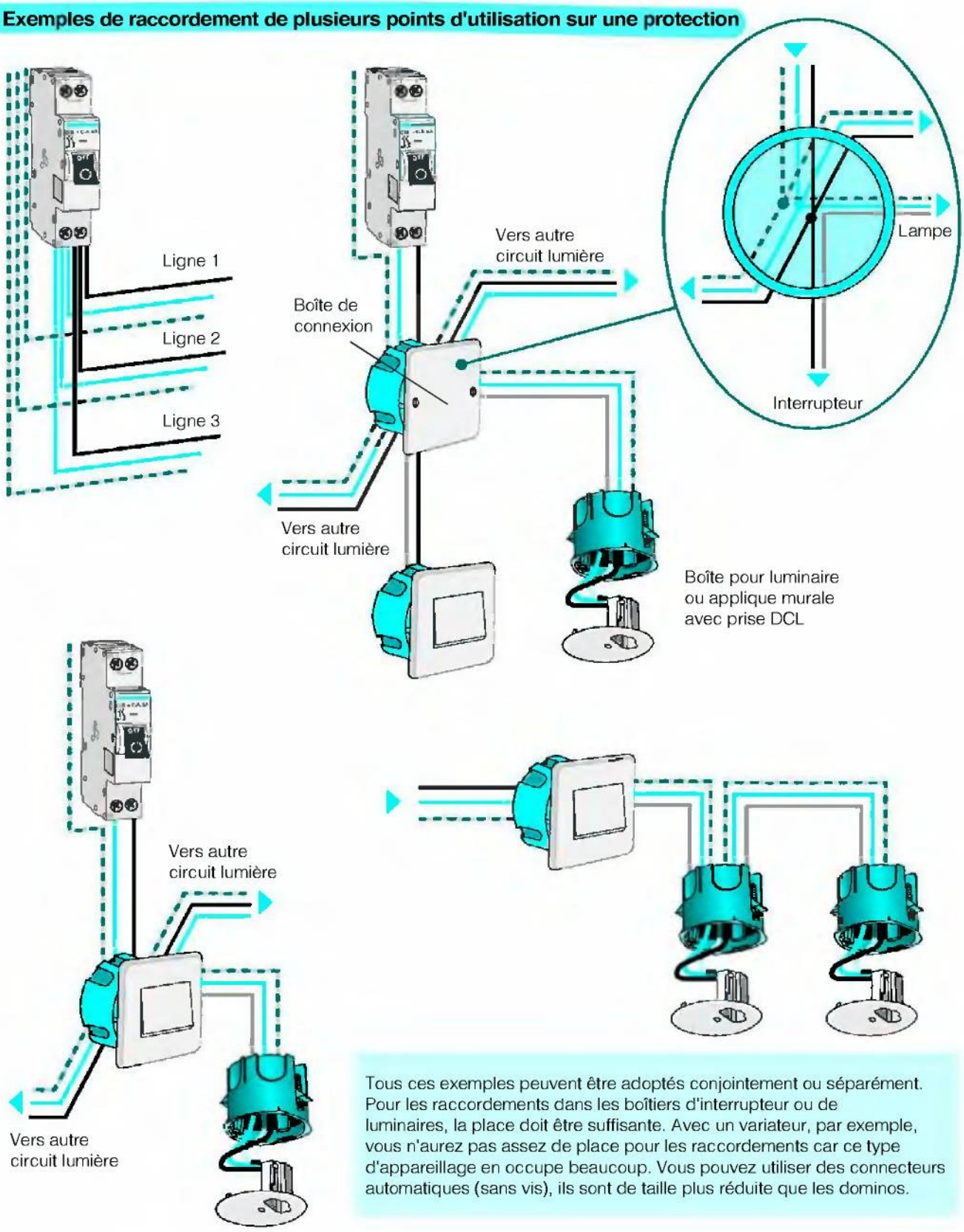
Lors de la mise en place, faites en sorte que tous les interrupteurs soient positionnés de la même manière. Par convention, on appuie vers le bas de la touche pour allumer et vers le haut pour éteindre.
Un commutateur va-et-vient peut très bien être utilisé en lieu et place d'un interrupteur ; il suffit 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'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 353. 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. Plusieurs points d'éclairage commandés par un même interrupteur peuvent être pontés dans les boîtes de connexion DCL si elle est pourvue 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 (figure 354). Généralement, le voyant lumineux s'adapte sur des interrupteurs classiques. S'il est branché entre la phase et le retour lampe sur un circuit simple

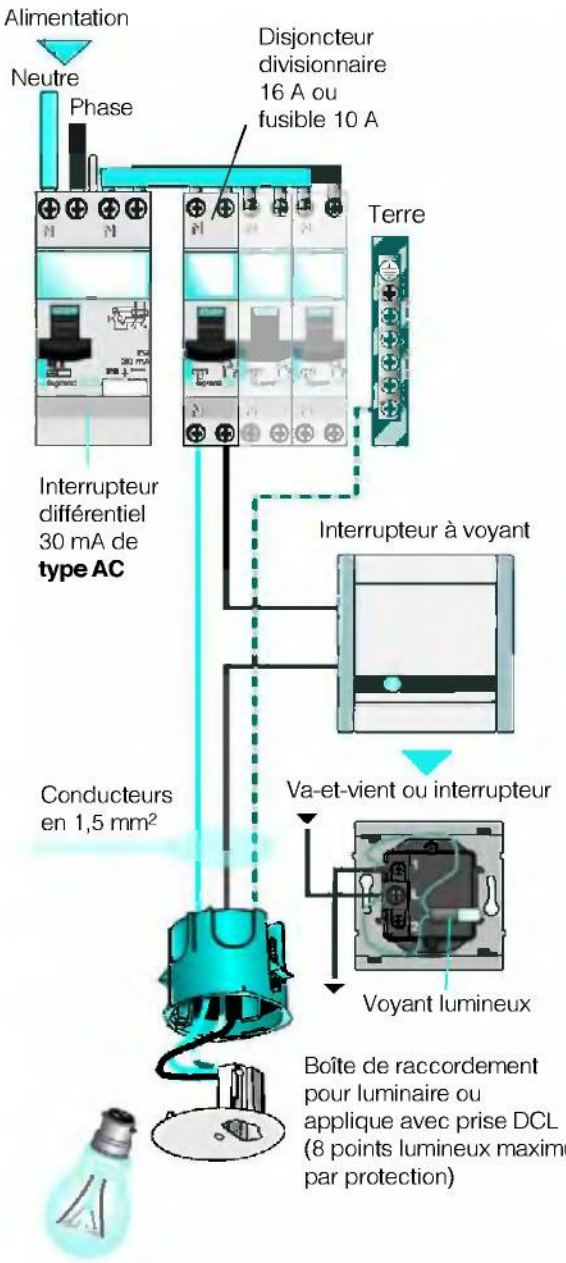
Exemples de raccordement de plusieurs points d'utilisation sur une protection



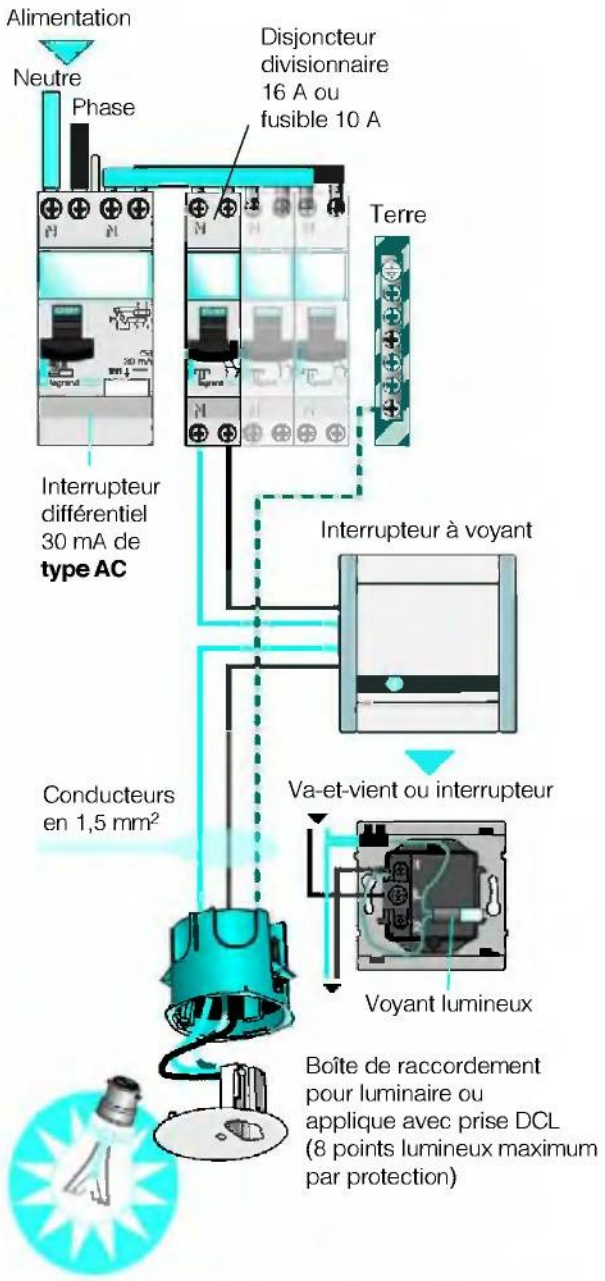
Tous ces exemples peuvent être adoptés conjointement ou séparément. Pour les raccordements dans les boîtiers d'interrupteur ou de luminaires, la place doit être suffisante. Avec un variateur, par exemple, vous n'aurez pas assez de place pour les raccordements car ce type d'appareillage en occupe beaucoup. Vous pouvez utiliser des connecteurs automatiques (sans vis), ils sont de taille plus réduite que les dominos.

Figure 353 : Raccordement de plusieurs points d'utilisation

1 Le voyant est allumé quand la lampe est éteinte



2 Le voyant est allumé quand la lampe est allumée



3 Alternative à la solution 1

Il est possible avec un schéma conforme à la solution 1 d'obtenir un fonctionnement comme la solution 2. Il faut utiliser un interrupteur ou va-et-vient à témoin sans neutre. La lampe doit avoir une puissance minimale de 60 W. Certaines gammes d'appareillage permettent également de placer des voyants de balisage ou informatifs (avec pictogrammes) en fonctionnement permanent.

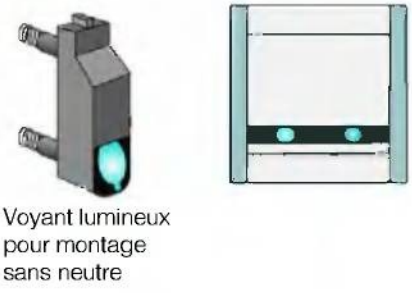
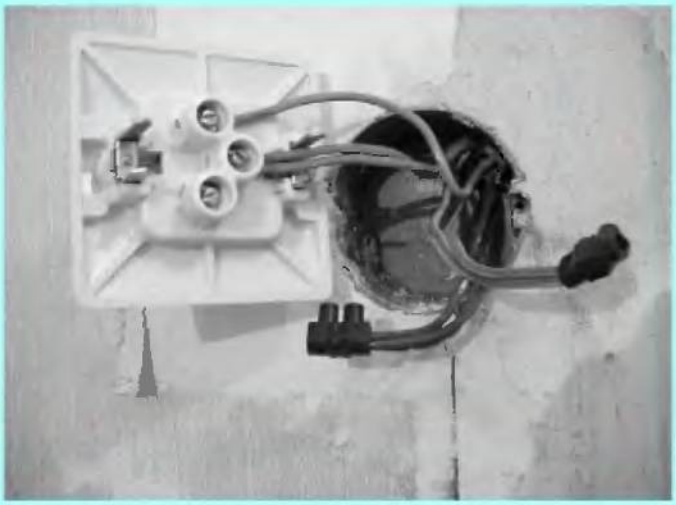


Figure 353 : Raccordement de plusieurs points d'utilisation



Connexion dans un boîtier avec des dominos

Mise en place des connexions dans le boîtier

Connecteur sans vis gain de place

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. La première n'est envisageable qu'en cas de rénovation. 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.
Avec des connexions dans les boîtes des interrupteurs, tous les conducteurs seront disponibles pour raccorder un système à voyant lumineux (figure 355).

L'interrupteur automatique

Il s'agit d'un interrupteur pourvu d'un détecteur infrarouge (figure 356). Au moindre mouvement, il allume le point d'éclairage pour une durée réglable de quelques secondes à plusieurs minutes. Tant qu'un mouvement est détecté, le point d'éclairage reste allumé. La distance de détection peut atteindre jusqu'à 8 m avec un seuil de luminosité réglable. Il est possible de coupler un interrupteur automatique avec un bouton-poussoir à ouverture pour une commande manuelle. Selon les modèles, le raccordement s'effectue comme celui d'un interrupteur à simple allumage ou avec un conducteur de neutre. Les puissances commandées peuvent atteindre 1 000 W.

◀ ***Figure 355 :***
Les connexions dans les boîtes d'encastrement

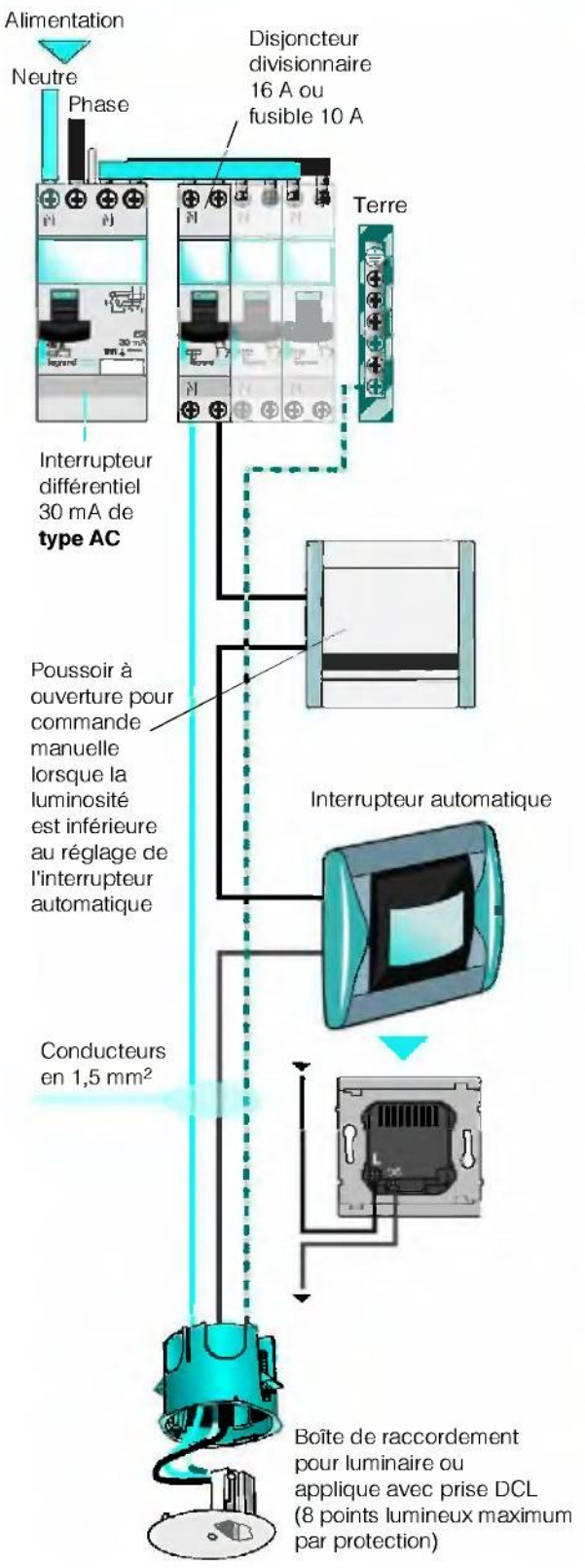


Figure 356 : Raccordement d'un interrupteur automatique

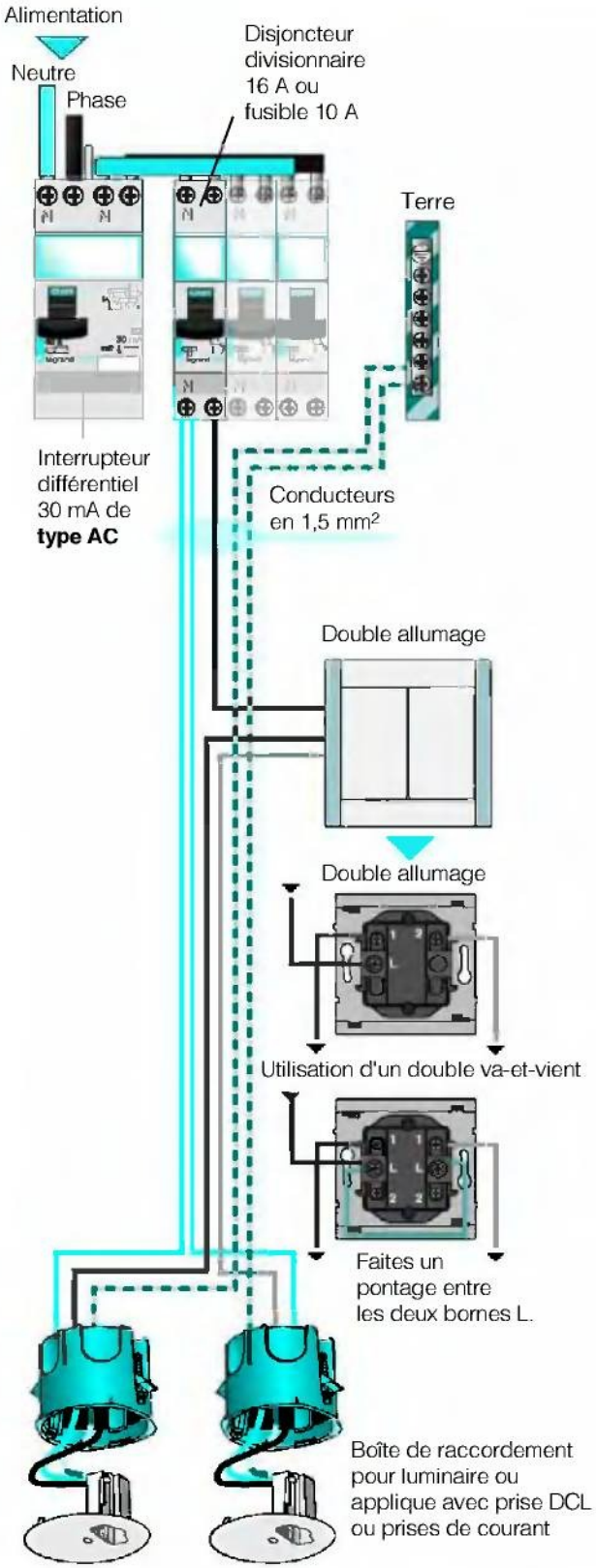


Figure 357 : Raccordement d'un double allumage

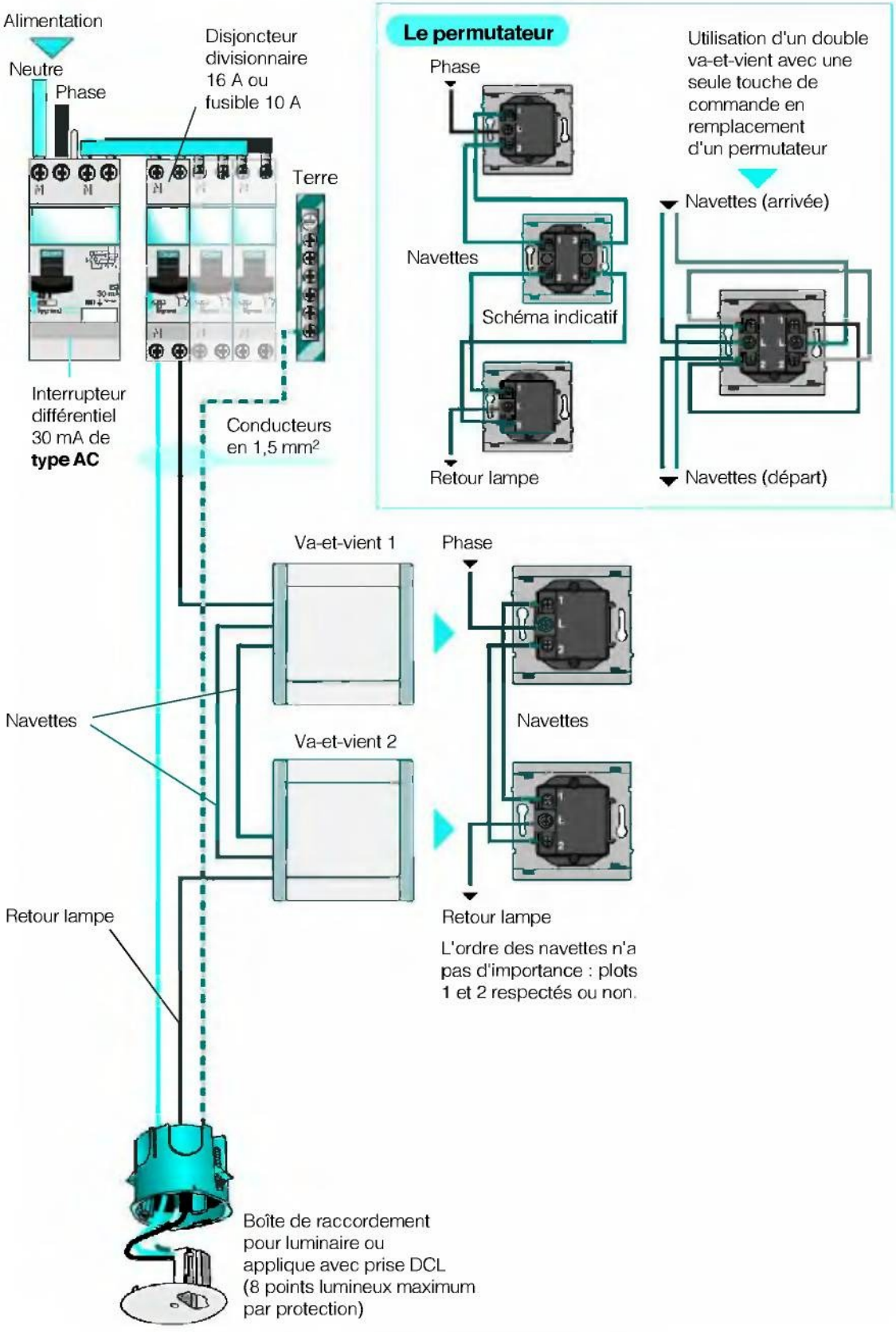


Figure 358 : Raccordement d'un va-et-vient

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 357).
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 chaque 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 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 358). La figure 359 présente un exemple d'implantation du va-et-vient.
Il est également possible de commander

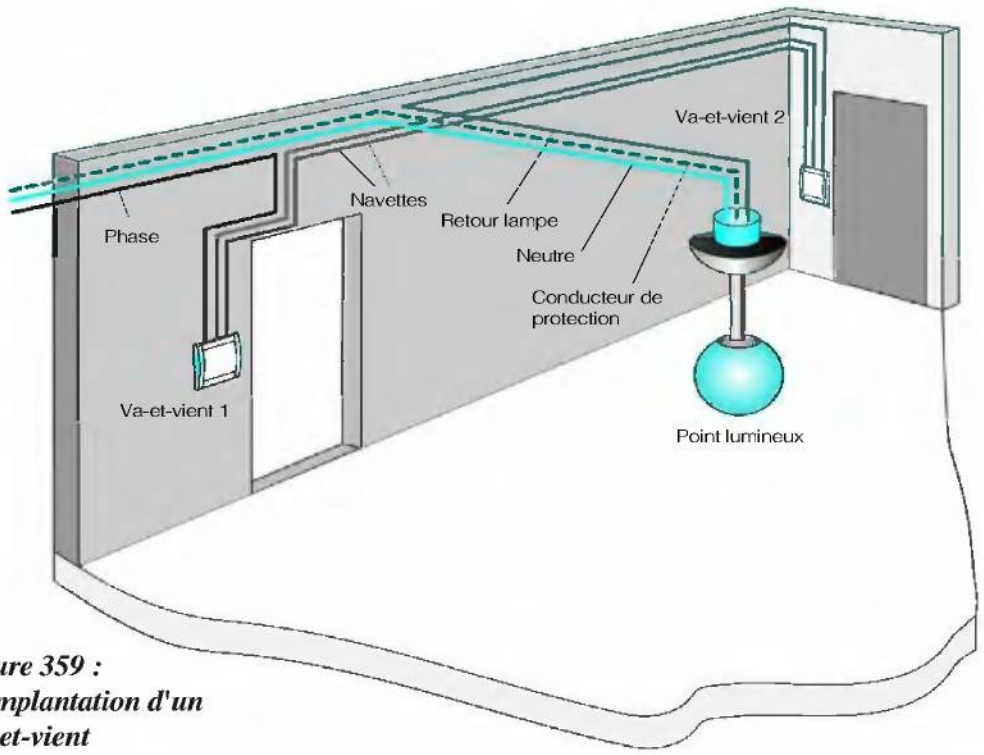


Figure 359 : Exemple d'implantation d'un va-et-vient

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 358 présente les pontages à réaliser.

Au-dessus de deux points de commandes, la norme recommande 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 boutons-poussoir peuvent commander un télérupteur. Des interrupteurs le détruiraient.

Pour réaliser ce montage, on utilise un appareil spécifique (figure 360).

La figure 361 présente le raccordement d'un télérupteur unipolaire, le plus utilisé, qui ne coupe que le conducteur de phase.

Le télérupteur est généralement placé dans le tableau de répartition. En sortie de la protection (disjoncteur divisionnaire dans notre exemple), la phase est raccordée sur le contact du télérupteur et sur les boutons-poussoir. Le retour lampe est raccordé sur la sortie du contact du télérupteur. Le retour lampe, la terre et le neutre alimentent le ou les points d'éclairage.

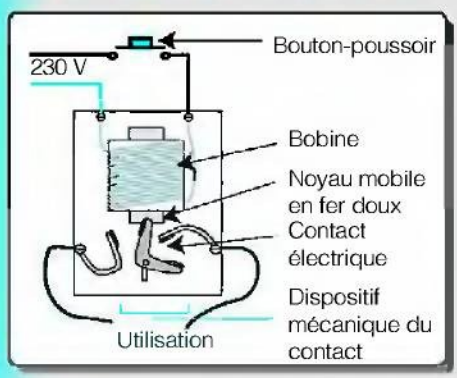
Le neutre est raccordé à l'entrée de la bobine du télérupteur. Les retours bouton sont raccordés sur la sortie de la bobine du télérupteur.

Les circuits de commande et de puissance ont une protection commune ; mais elle peut être indépendante, comme dans l'exemple de la commande en TBT (figure 361). 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 boutons-poussoir. 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 unipolaire.
Il est également possible d'utiliser des télérupteurs bipolaires qui permettent de couper simultanément la phase et le neutre. Cette solution est plus sécurisante, par exemple pour commander des éclairages extérieurs.

Certains télérupteurs sont prévus pour être installés ailleurs que dans le tableau de répartition (figure 362), 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. Il existe également des boutons-poussoir à télérupteur intégré à installer avec des boutons-poussoir classiques. Ils sont appréciés en rénovation pour créer une commande par télérupteur sur un circuit existant. De taille réduite, ils s'intègrent dans une boîte classique pour appareillage de 60 mm de diamètre.

La figure 363 présente un exemple d'implantation d'un circuit d'éclairage commandé par un télérupteur.

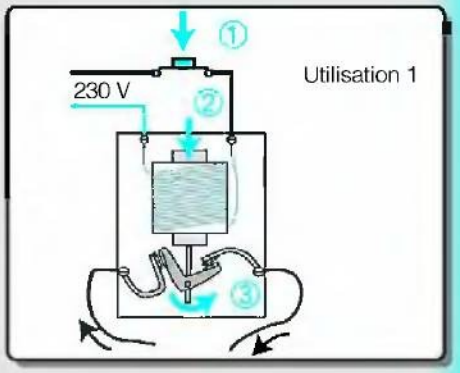
Qu'est-ce qu'un télérupteur ?

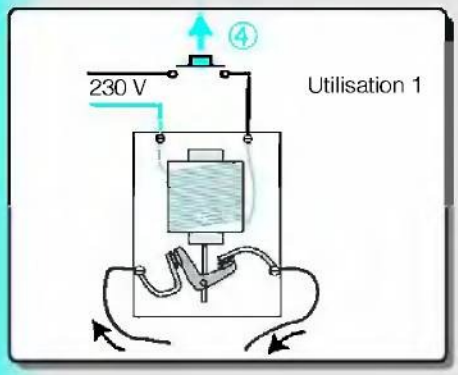


Un télérupteur est un appareil électromécanique. Il dispose d'un circuit de commande et d'un circuit de puissance. En revanche, le circuit de puissance ne permet pas le passage de fortes intensités (16 A) et l'utilisation du télérupteur est plus spécialement réservée aux circuits d'éclairage. Il est 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 un bouton-poussoir.

Quand on appuie sur le bouton-poussoir du circuit de commande (1), 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 d'utilisation est sous tension.

Remarque : le circuit de commande existe en d'autres tensions que 220 V.





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 boutons-poussoirs est illimité. 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 bouton-poussoir provoquerait la destruction du télérupteur.

Lorsqu'on appuie à nouveau sur le bouton-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 d'utilisation (7).
Au relâchement du bouton, le contact électrique reste dans cet état.

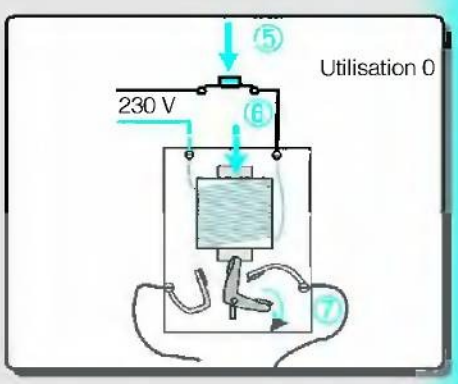


Figure 360 : Principe de fonctionnement d'un télérupteur

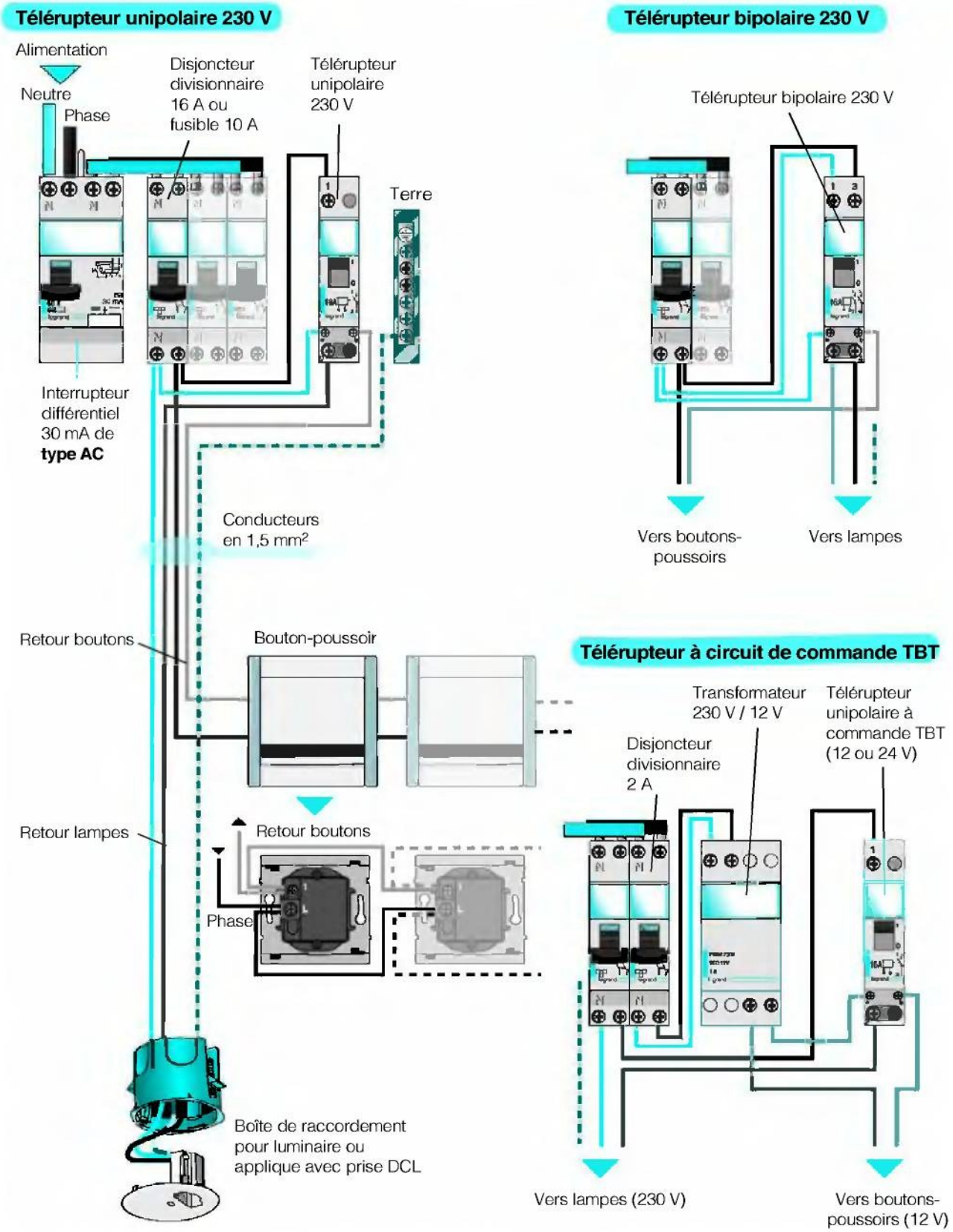


Figure 361 : Raccordement d'un télérupteur modulaire

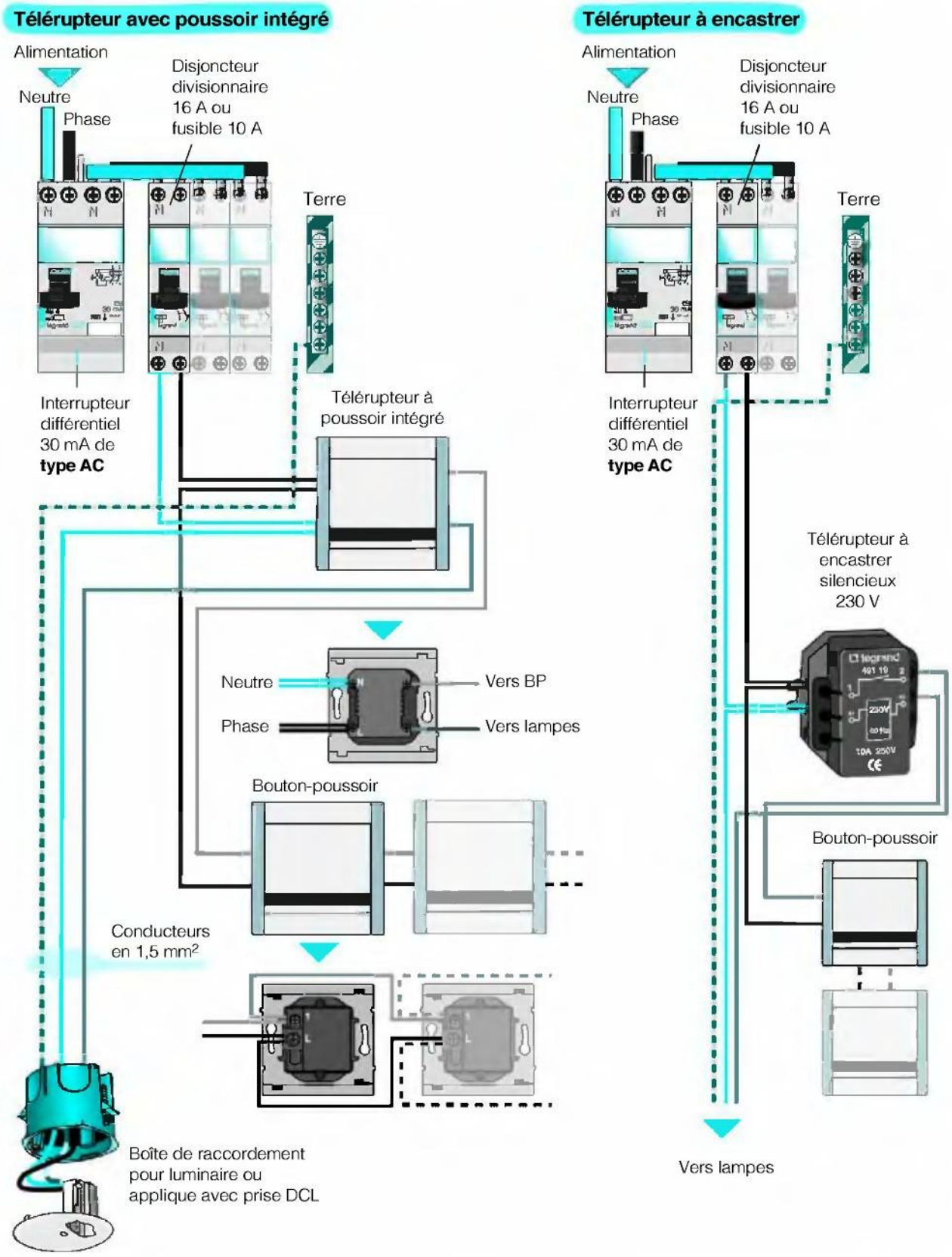


Figure 362 : Autres systèmes de télérupteurs

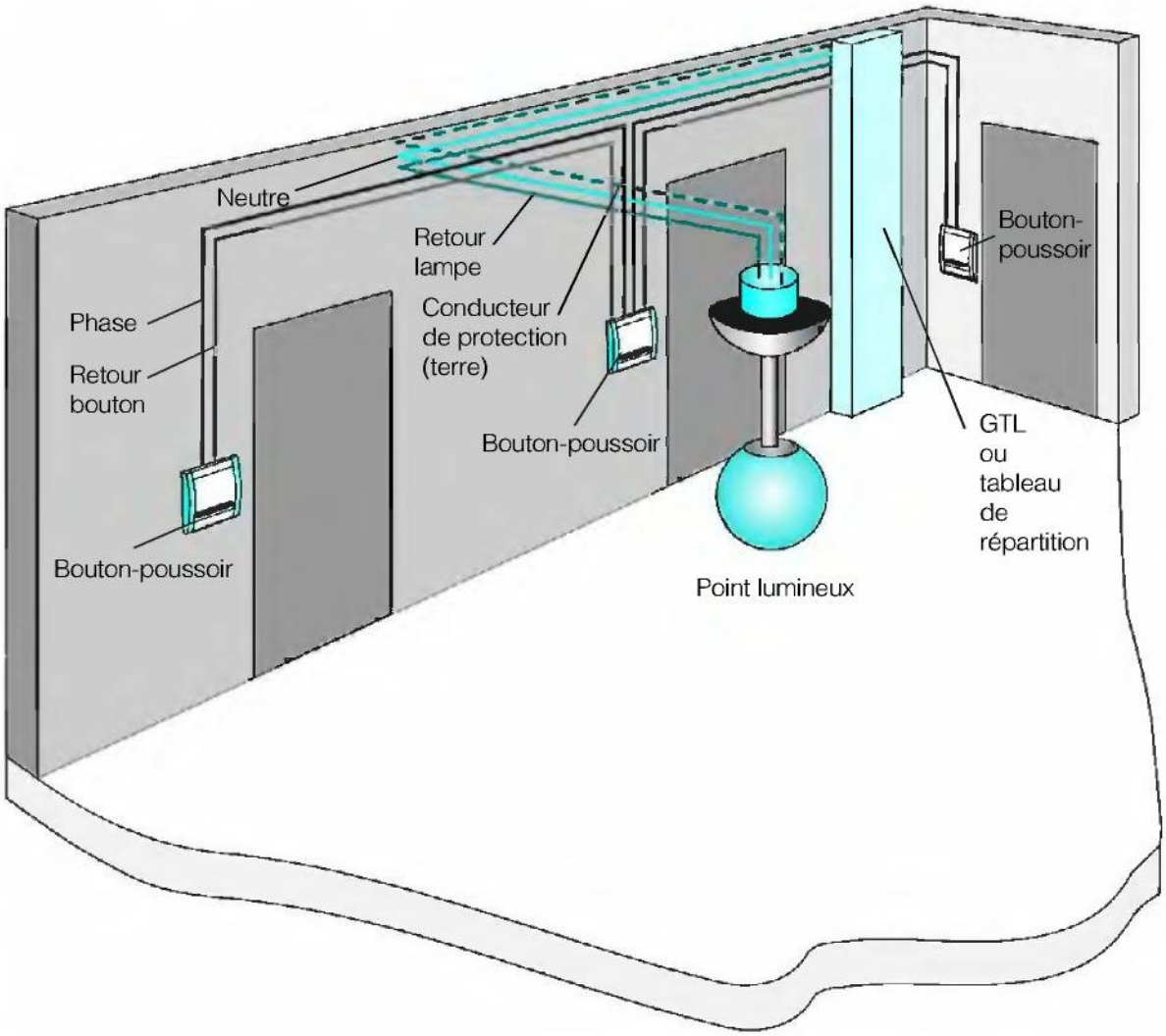


Figure 363 : Implantation d'un circuit d'éclairage commandé par un télérupteur

La minuterie

Les minuteries sont utilisées en habitat collectif pour commander les éclairages des cages d'escalier et des couloirs. On peut les utiliser également en maison individuelle, par exemple dans les circulations. 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 boutons-poussoir 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 364 présente les deux modes de raccordement autorisés par la norme.

Il existe également des minuteries avec préavis d'extinction (figure 365). La lumière décroît progressivement avant son extinction complète.

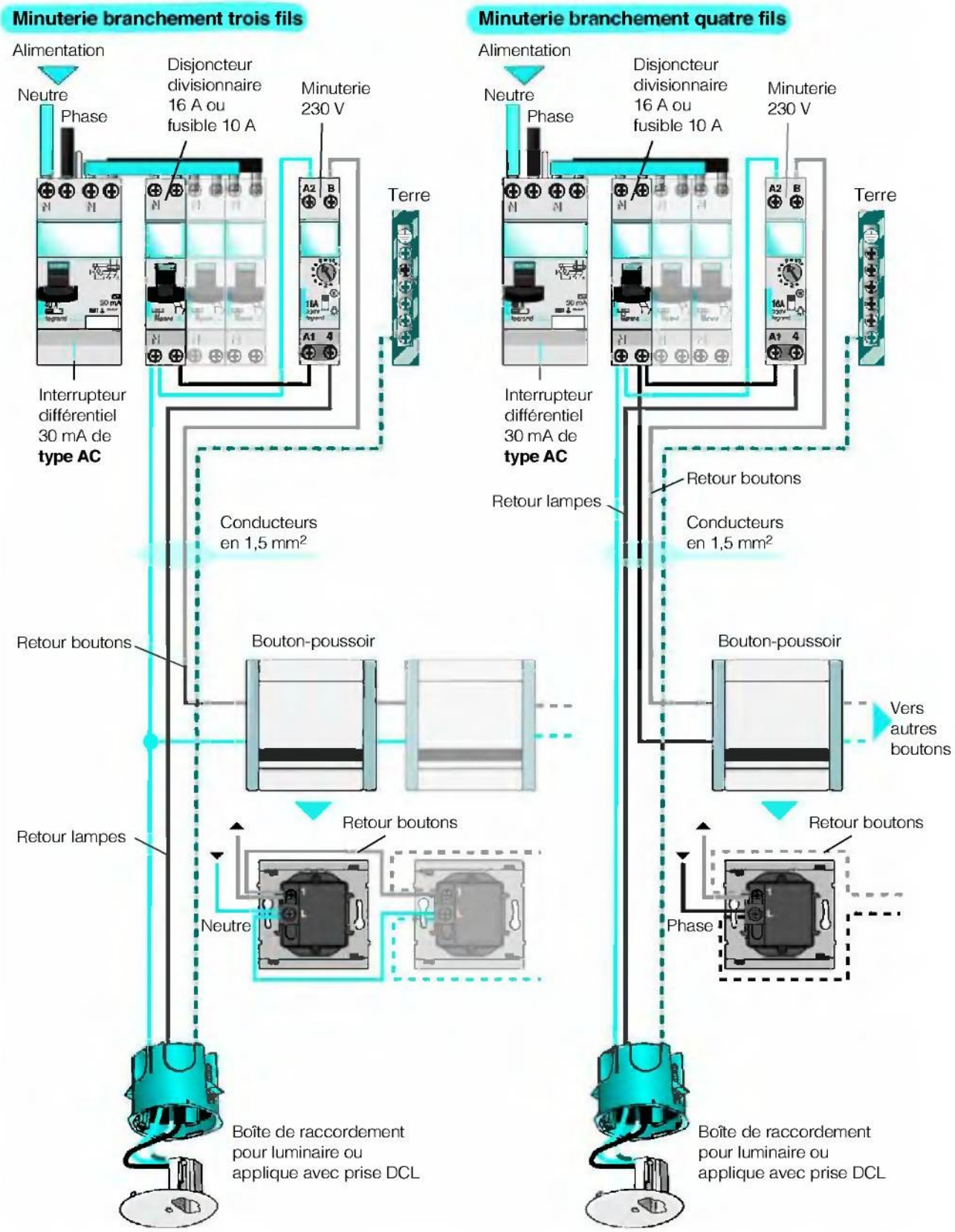


Figure 364 : Raccordement d'une minuterie

Minuterie avec préavis d'extinction

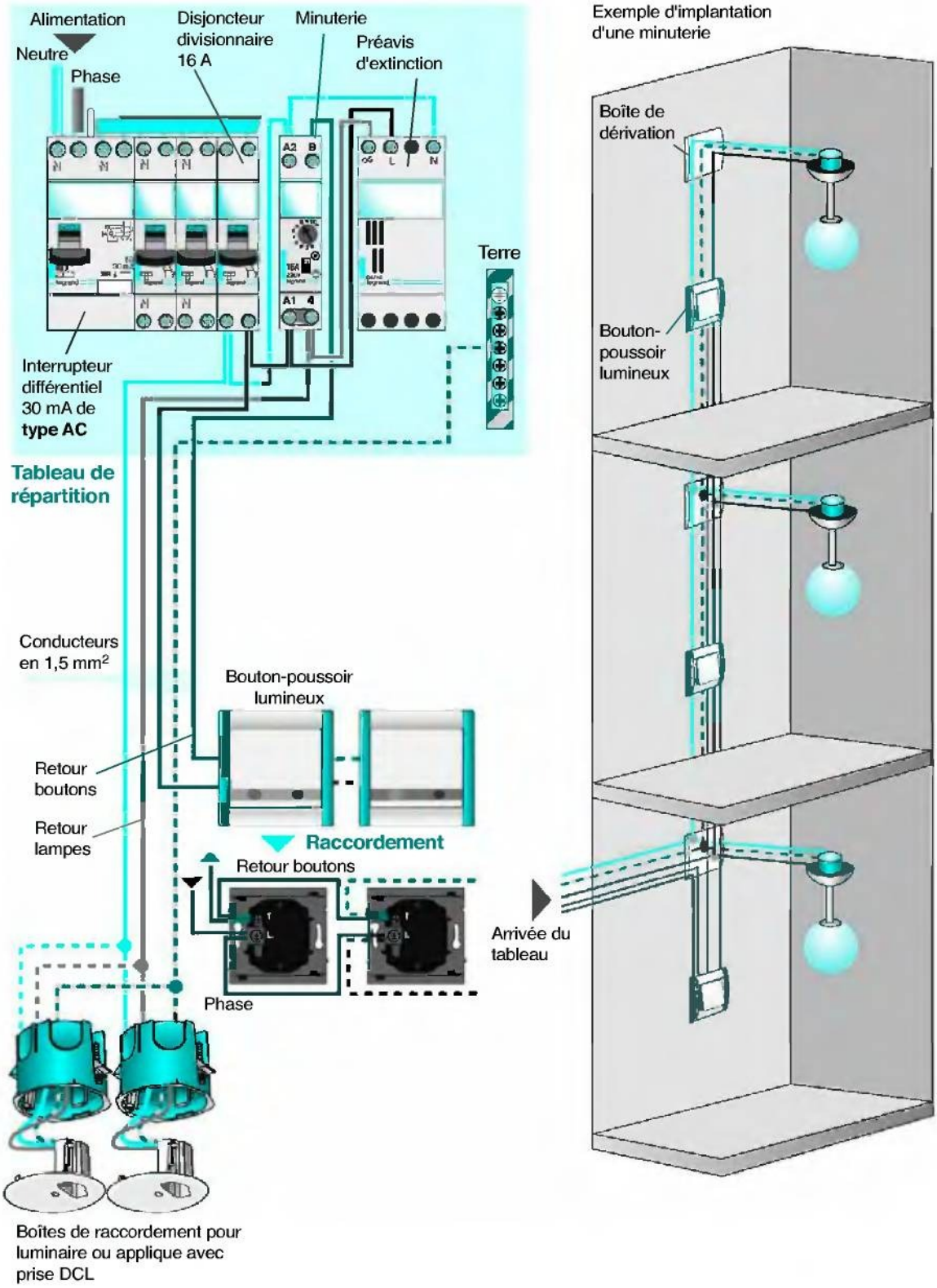


Figure 365 : Raccordement d'une minuterie avec préavis d'extinction

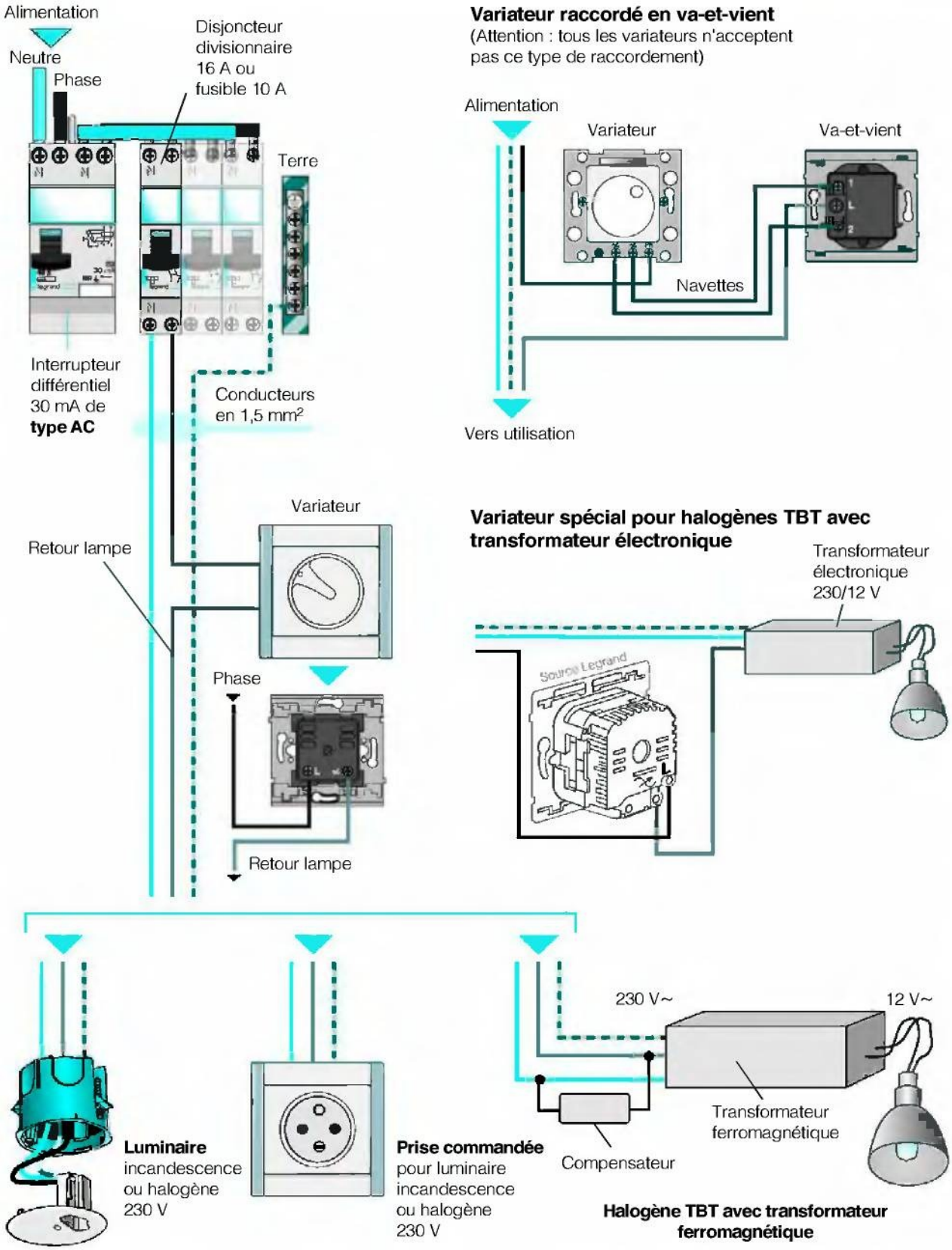


Figure 366 : Raccordement des variateurs

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 366).

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.
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.

Il est également 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, aussi faites attention à ce point avant d'effectuer votre choix.
Les variateurs classiques permettent de faire varier également les lampes à incandescence ou halogènes 230 V, ou de commander une prise de courant destinée à recevoir un luminaire. Attention, les ampoules fluocompactes ne sont pas compatibles avec les variateurs. Il faut

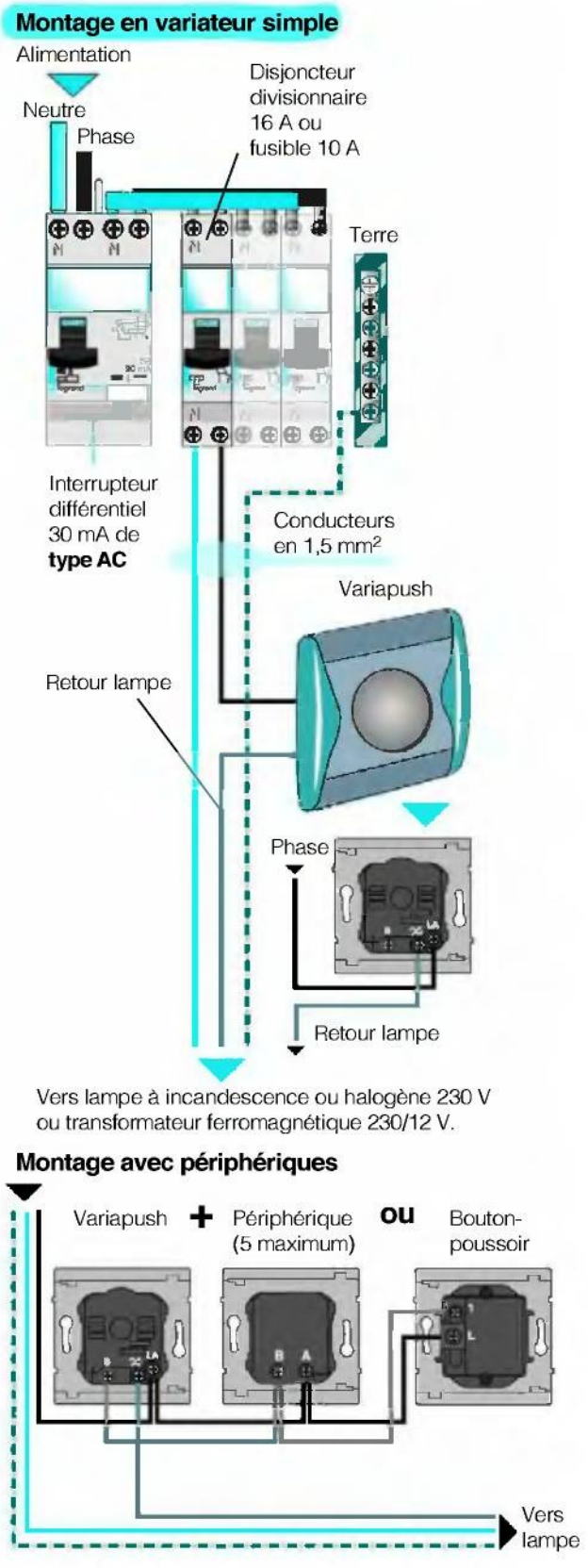


Figure 367 : Raccordement d'un Variapush

une ampoule fluocompacte spécialement conçue pour cet usage. Il est possible, cependant, de faire varier des tubes fluorescents classiques en utilisant des ballasts spéciaux (voir plus bas le paragraphe sur le télévariateur).

Il existe un autre type de variateur : c'est le système Variapush électronique pouvant fonctionner seul, avec des périphériques ou des boutons-poussoir (figure 367).
Le variateur maître est raccordé comme un simple allumage, et les périphériques y sont raccordés. Ce système permet l'allumage, l'extinction et la variation du point d'éclairage à partir de n'importe quelle commande.

Le télévariateur

Le télévariateur est un compromis entre le variateur et le télérupteur. Le schéma de raccordement de la figure 368 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. Le télévariateur est commandé par de simples boutons-poussoir 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 boutons-poussoir et des sources d'éclairage s'effectue sur des plots séparés. Les boutons-poussoir 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 spécial. Un exemple de raccordement est proposé à la figure 368. Attention, les réglettes fluorescentes doivent être équipées de ballasts électroniques spéciaux et compatibles avec le type de télévariateur choisi.
Pour des 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 type.

L'avantage de ces systèmes est de permettre le pilotage d'une partie de l'installation par une simple télécommande ou la possibilité 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.

Les télévariateurs

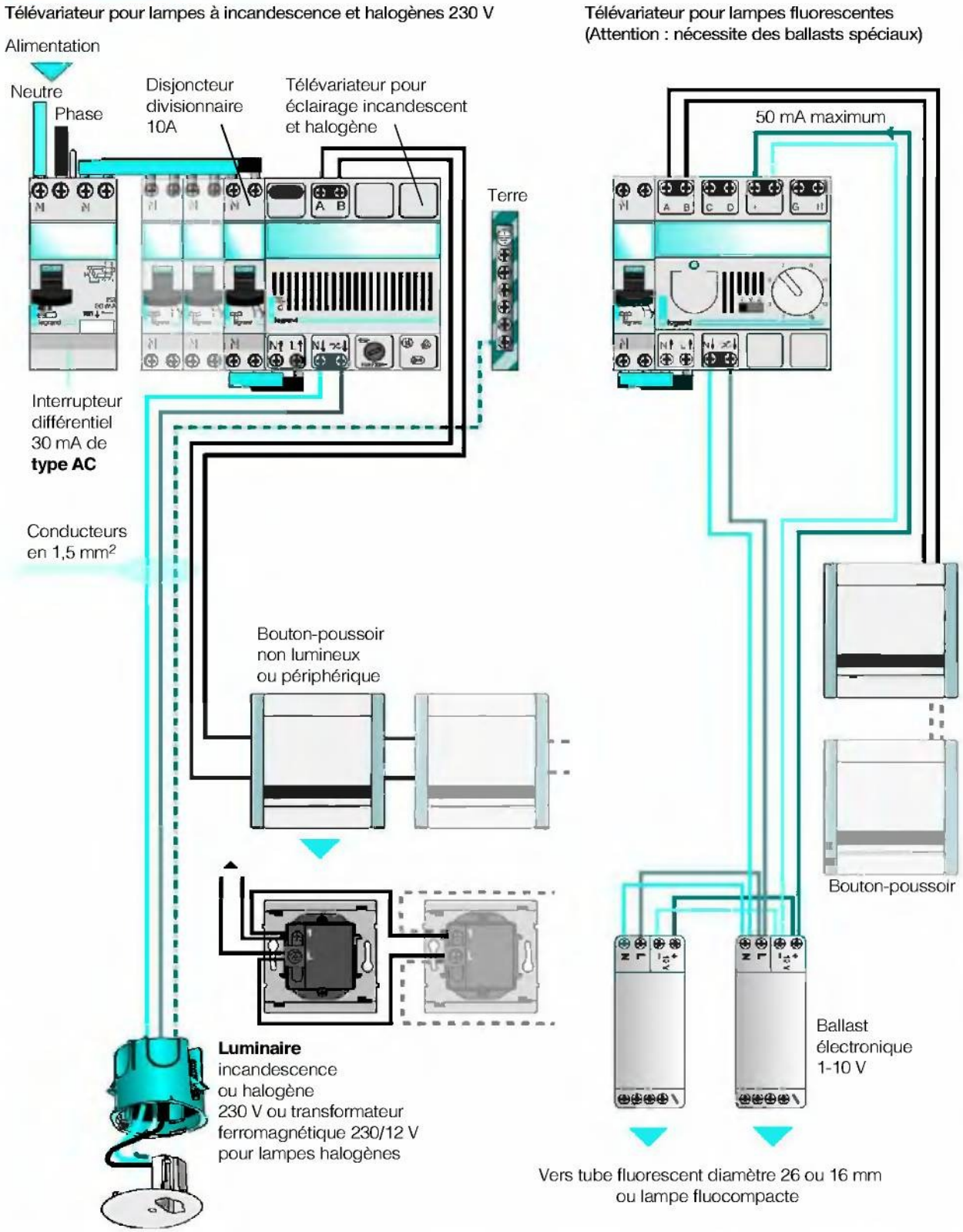


Figure 368 : Raccordement des télévariateurs

La commande par ondes radio

La figure 369 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 universels qui permettent la commande à distance de n'importe quel appareil (éclairage extérieur, ouverture de porte, etc.).

La commande à distance par courant porteur

Dans ce type de commande à distance, l'installation est pilotée par une télécommande (émetteur) directement raccordée sur une prise de courant ou un appareillage raccordé à l'installation.
Ils 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 touche de la télécommande avec un appareil choisi.

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 370 illustre le raccordement type de ces systèmes.
La protection est identique à celle de tout circuit d'éclairage. 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.
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 de ne pas prendre 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.

Il est possible de grouper plusieurs détecteurs sur un même circuit pour le commander à partir de plusieurs accès. N'achetez que des modèles NF. Des luminaires peuvent être équipés d'un détecteur de mouvement.

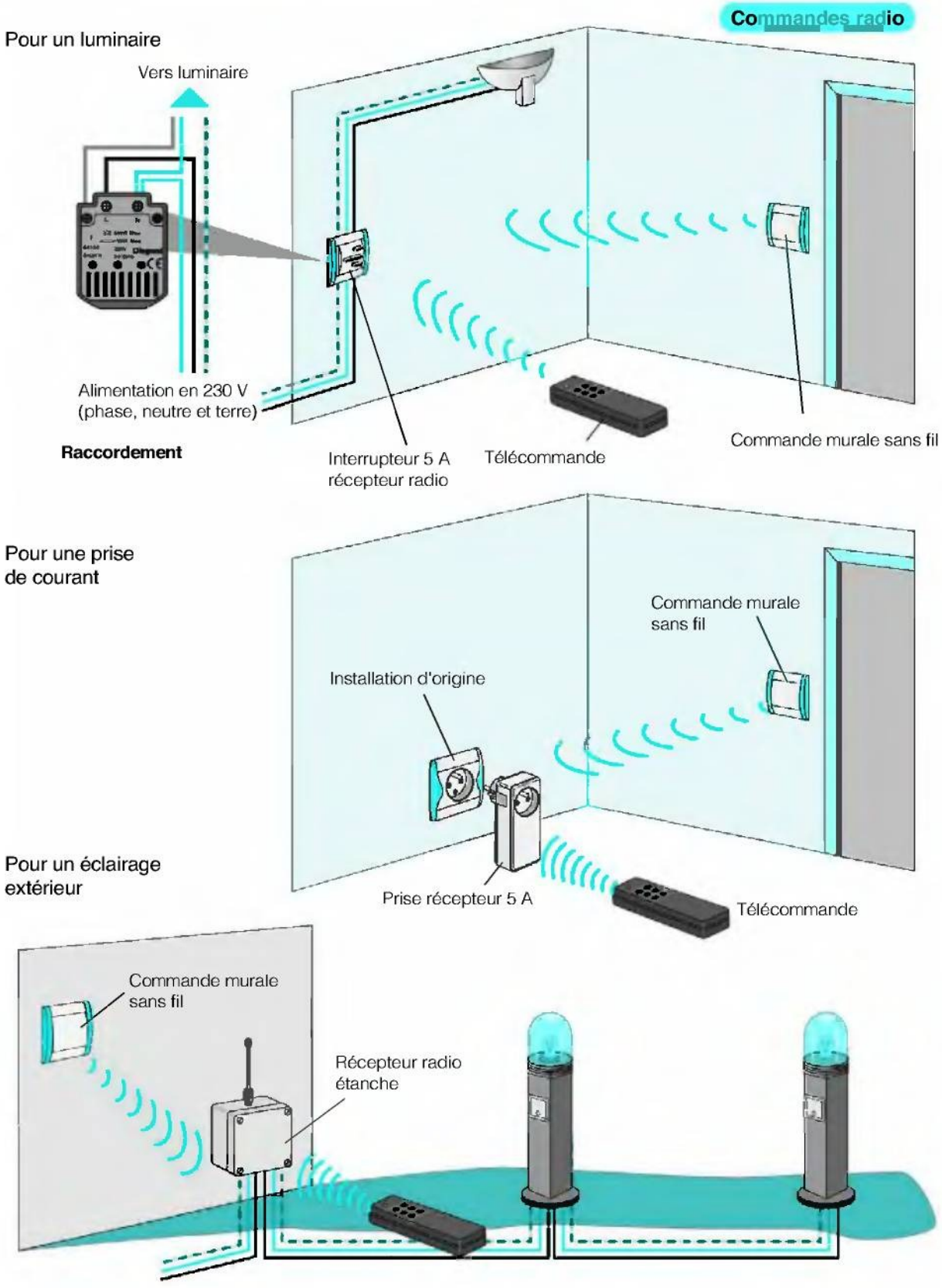


Figure 369 : Les commandes par ondes radio

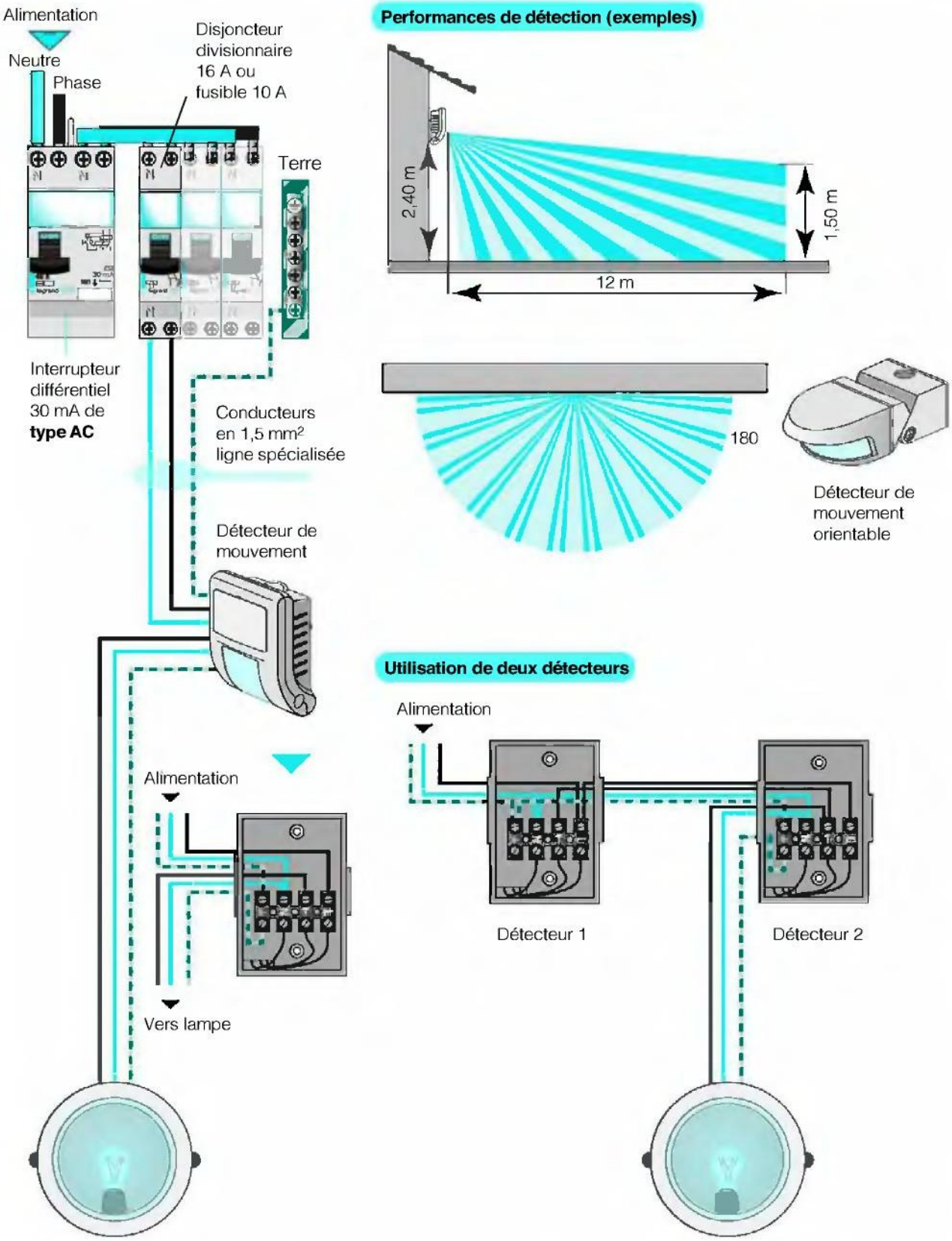


Figure 370 : Raccordement des détecteurs de mouvement en extérieur

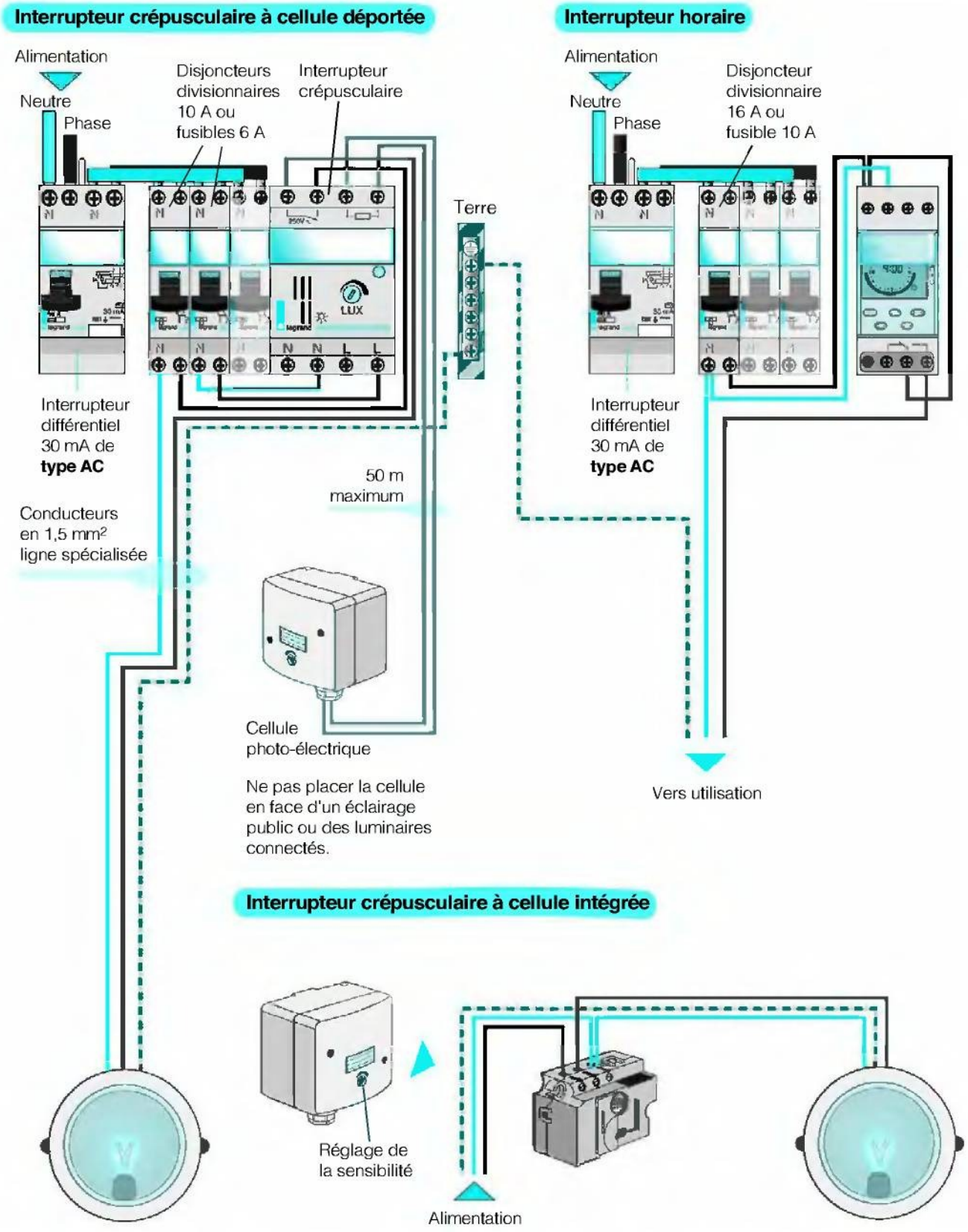


Figure 371 : Raccordement d'un interrupteur crépusculaire ou horaire

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 371). 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.

L'interrupteur horaire

Il s'agit d'une horloge électronique ou électromécanique couplée à un contact électrique (figure 371). 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

Plafonniers, appliques

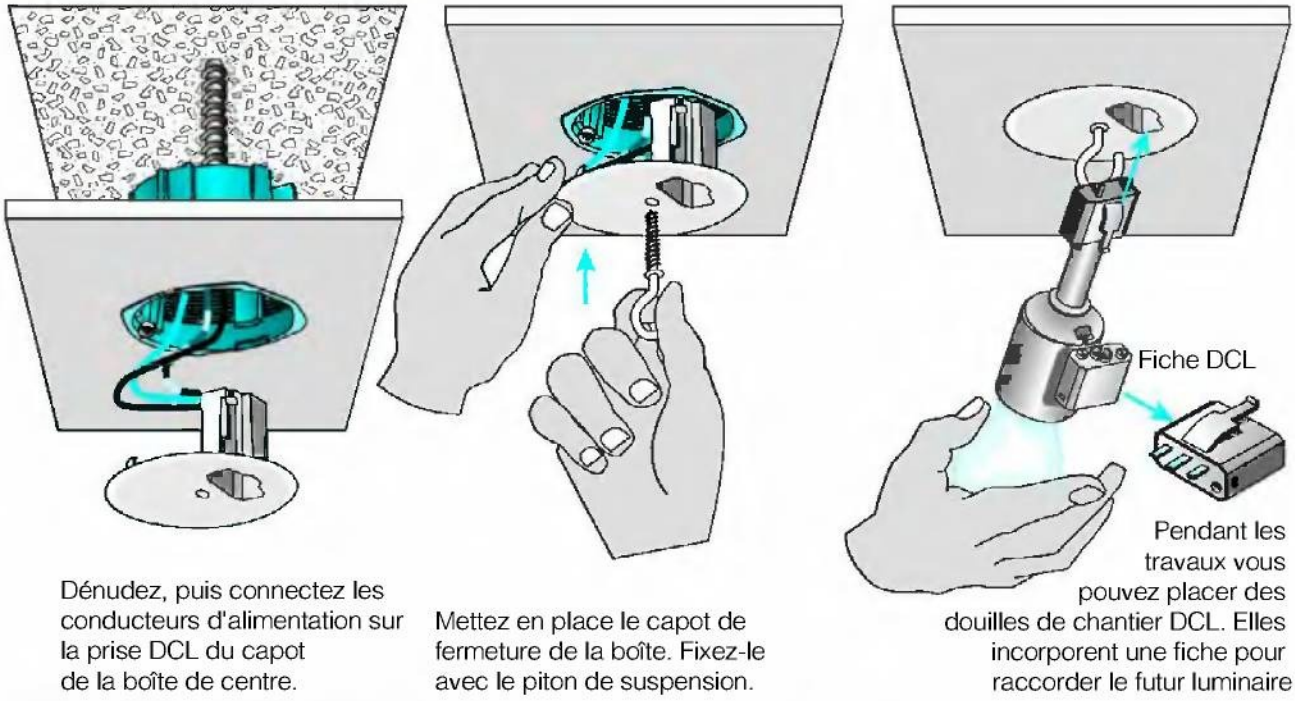
La norme NF C 15-100 exige que toute canalisation encastrée se termine par une boîte de connexion. Cela concerne également le raccordement des luminaires. Pour les luminaires, il existe désormais des boîtes spéciales munies d'un dispositif DCL (figure 372), qui permet de brancher ou débrancher le luminaire 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. Les boîtes DCL ne sont pas autorisées à l'extérieur.

Plafonniers
Les boîtes pour la rénovation existent en deux modèles pour :
- les plafonds creux ;
- les plafonds pleins.

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

Raccordement des luminaires

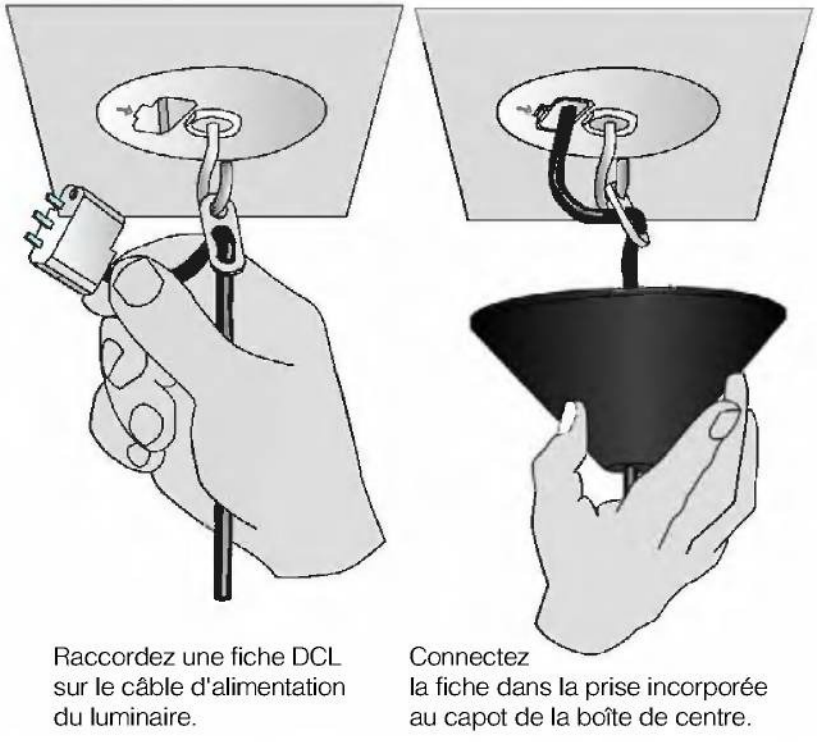
Raccordement d'une suspension



Dénudez, puis connectez les conducteurs d'alimentation sur la prise DCL du capot de la boîte de centre.

Mettez en place le capot de fermeture de la boîte. Fixez-le avec le piton de suspension.

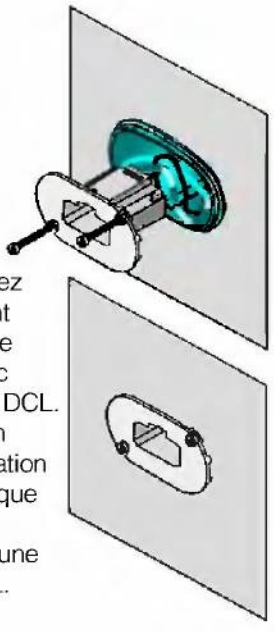
Pendant les travaux vous pouvez placer des douilles de chantier DCL. Elles incorporent une fiche pour raccorder le futur luminaire



Raccordez une fiche DCL sur le câble d'alimentation du luminaire.

Connectez la fiche dans la prise incorporée au capot de la boîte de centre.

Raccordement d'une applique



Vous devez également utiliser une boîte avec une prise DCL. Le cordon d'alimentation de l'applique doit être équipé d'une fiche DCL.

Figure 372 :
Raccordement des plafonniers et des appliques murales avec le système DCL

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, 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.

Appliques

Dans ce cas également, les boîtes doivent être équipées d'un dispositif DCL. Il n'y a pas de contrainte supplémentaire de fixation, car ces boîtes ne supportent pas le luminaire.

Il existe également des modèles pour cloisons pleines et cloisons creuses. La figure 372 présente le raccordement des différents luminaires.

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. Seule la TBTS est autorisée. Les systèmes d'éclairage TBT en kit, conformes au guide UTE C 71-102 ne sont pas admis dans les installations fixes.

Il existe des transformateurs ferromagnétiques (bobinage de cuivre sur un noyau d'acier) ou électroniques (convertisseurs).

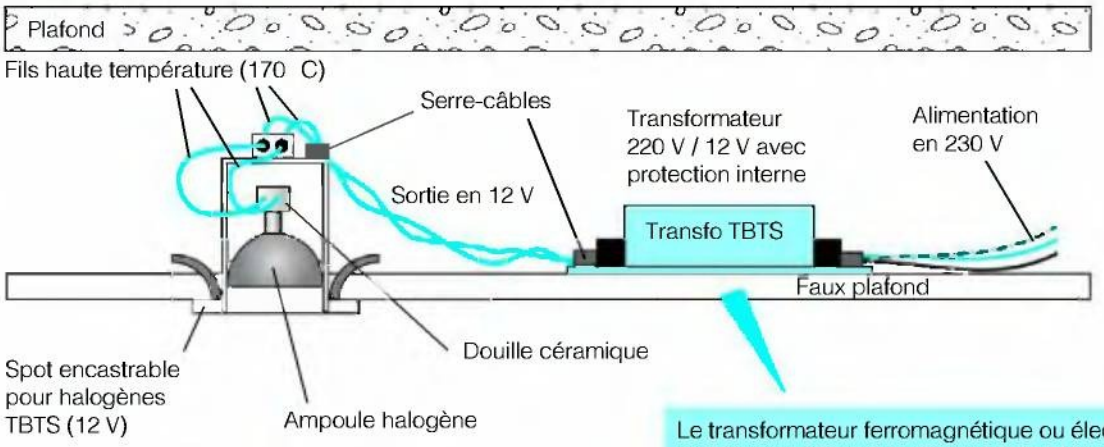
Les transformateurs ferromagnétiques doivent posséder une protection interne contre les courts-circuits (voir les symboles de la figure 373) et être conformes à la norme NF EN 61558-2-6. Les convertisseurs doivent posséder une protection interne contre les courts-circuits, les surcharges, être protégés 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 le plus courts possible et les canalisations primaire et secondaire ne doivent pas être parallèles et ne pas se croiser.

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.

Le câblage interne du luminaire à ses bornes de raccordement et la liaison avec le transformateur doivent être réalisés 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

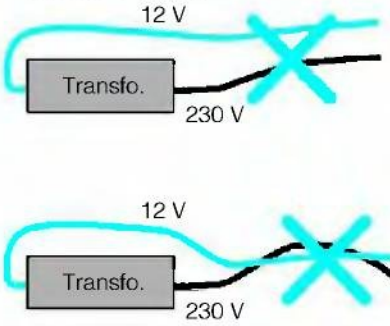
Les spots halogènes TBTS

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 surchages 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 épaisseure inférieure à14 mm, contreplaqués, lattes, 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**

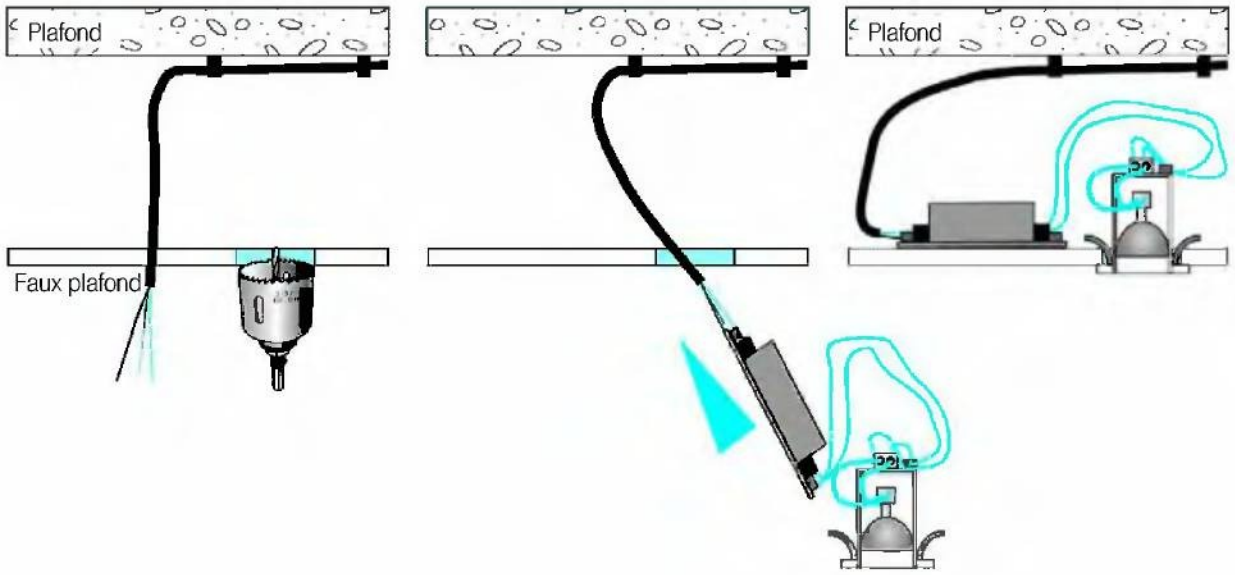
Section des conducteurs du secondaire pour une longueur maximale de 2 m

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 373 : Règles d'installation des spots TBTS

Pose des spots encastrés

Dans un faux plafond existant

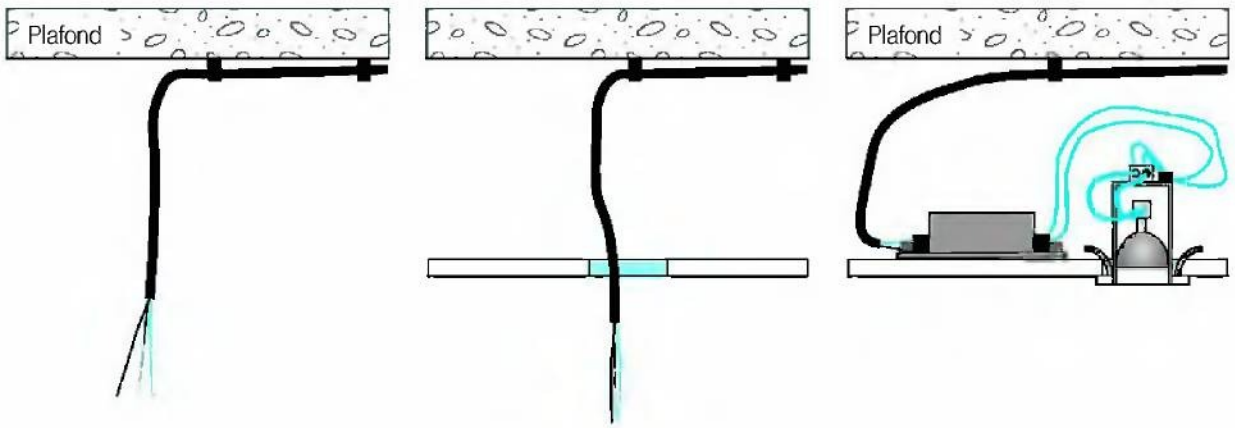


Percez un trou au diamètre du corps du spot à l'aide d'une scie cloche et d'une perceuse.

Récupérez le câble d'alimentation, puis raccordez-le au primaire du transformateur. Raccordez ensuite le secondaire et le spot. Utilisez les serre-câbles pour serrer les conducteurs.

Placez l'ensemble dans le faux plafond.

Dans un faux plafond à créer



Passez les câbles d'alimentation en les laissant pendre à l'emplacement des spots.

Posez ou faites poser le faux plafond. Réalisez les trous aux emplacements des spots avant ou après la pose des plaques de plâtre.

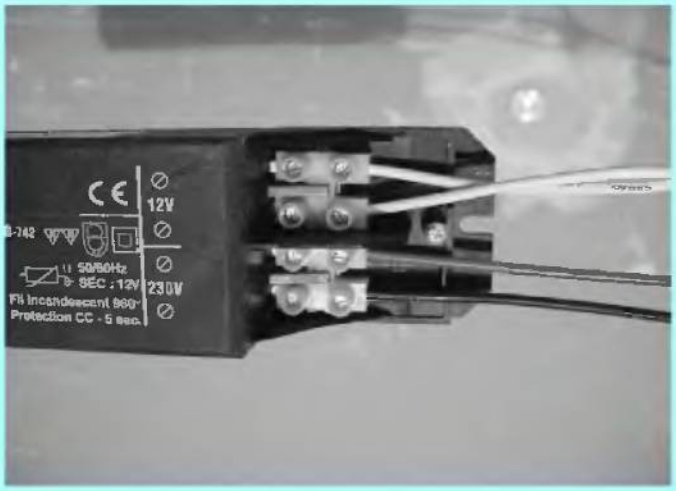
Continuez la pose comme ci-dessus.

Figure 374 : Installation de spots TBTS

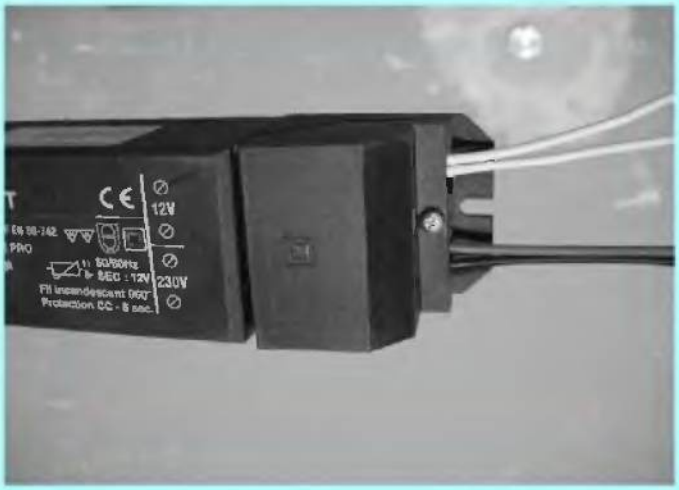
1 - *Procurez-vous un trépan au diamètre du spot.*

2 - *Percez le faux plafond et récupérez les câbles.*

3 - *Préparez un spot et un transformateur.*



4 - *Raccordez l'alimentation (230 V) et le départ (12 V).*



5 - *Montez le serre-câble du transformateur.*

6 - *Introduisez le transformateur dans le faux plafond.*

Figure 375 : Raccordement électrique d'un spot TBTS

7 - *Laissez accessibles les fils d'alimentation en 12 V.*

8 - *Raccordez l'alimentation du spot.*

9 - *Placez le serre-câble sur l'alimentation.*

10 - *Montez le spot dans le faux plafond.*

11 - *Placez l'ampoule dans la douille.*

12 - *Maintenez l'ampoule avec le circlip fourni.*

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 373). 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 374 illustre leur montage.
Le raccordement étape par étape d'un spot TBTS est présenté à la figure 375.

Les autres montages

Pour compléter l'installation électrique, divers montages sont possibles. Ils permettent d'augmenter le confort pour les habitants, de valoriser la valeur de l'habitat ou de renforcer la sécurité.

La ventilation

La ventilation est indispensable pour le confort et la salubrité d'une habitation. Elle crée peu de déperditions thermiques et permet une chaleur beaucoup plus homogène de l'habitation.

La VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée)
C'est le système le plus utilisé en maison individuelle. Son installation peut être réalisée en appartement sous certaines conditions (possibilité d'évacuer l'air vicié, ne pas provoquer de gêne sonore).
Le raccordement électrique d'une VMC nécessite :
- une protection différentielle 30 mA de type AC ;
- un disjoncteur divisionnaire de 2 A.

L'emploi d'un coupe-circuit à cartouche fusible n'est plus autorisé. 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 fonctionnement. Il est nécessaire de placer un commutateur afin de pouvoir sélectionner l'une ou l'autre des allures (figure 376).

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.

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 et, 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.

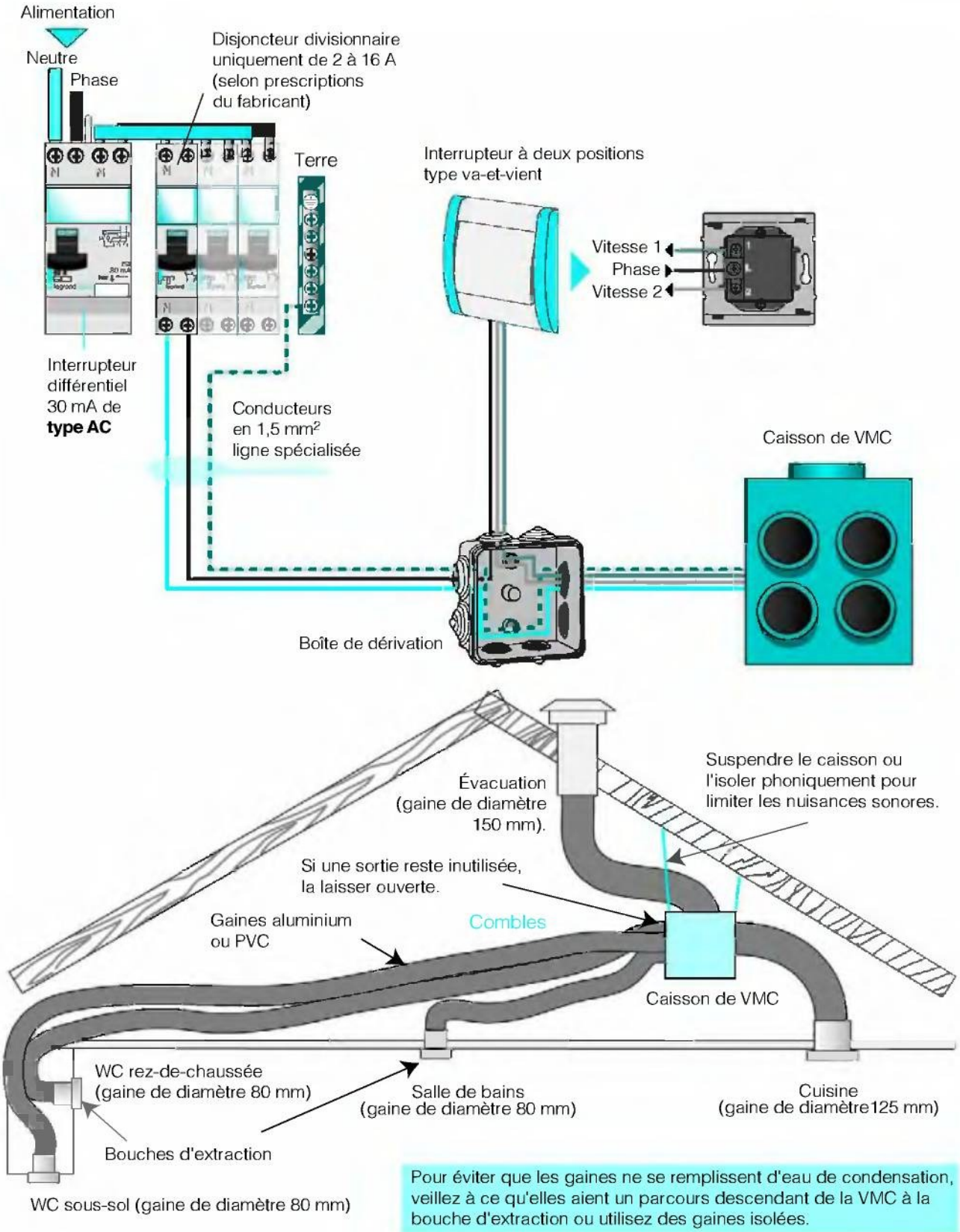


Figure 376 : Raccordement d'une VMC

Cependant, une bonne isolation avec des panneaux de laine de roche peut être suffisante.
Un caisson classique pour maison individuelle est pourvu de (figure 377) :
- 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 sont destinées aux salles d'eau et WC, l'entrée de 125 mm à la cuisine et la sortie pour 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, 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 fenêtres.

Vérifiez que la capacité de la VMC peut assurer les débits minimaux indiqués dans le tableau ci-contre.

Les extracteurs
En appartement, on peut se contenter d'une aération ponctuelle avec des extracteurs situés en cuisine, salle d'eau et WC.

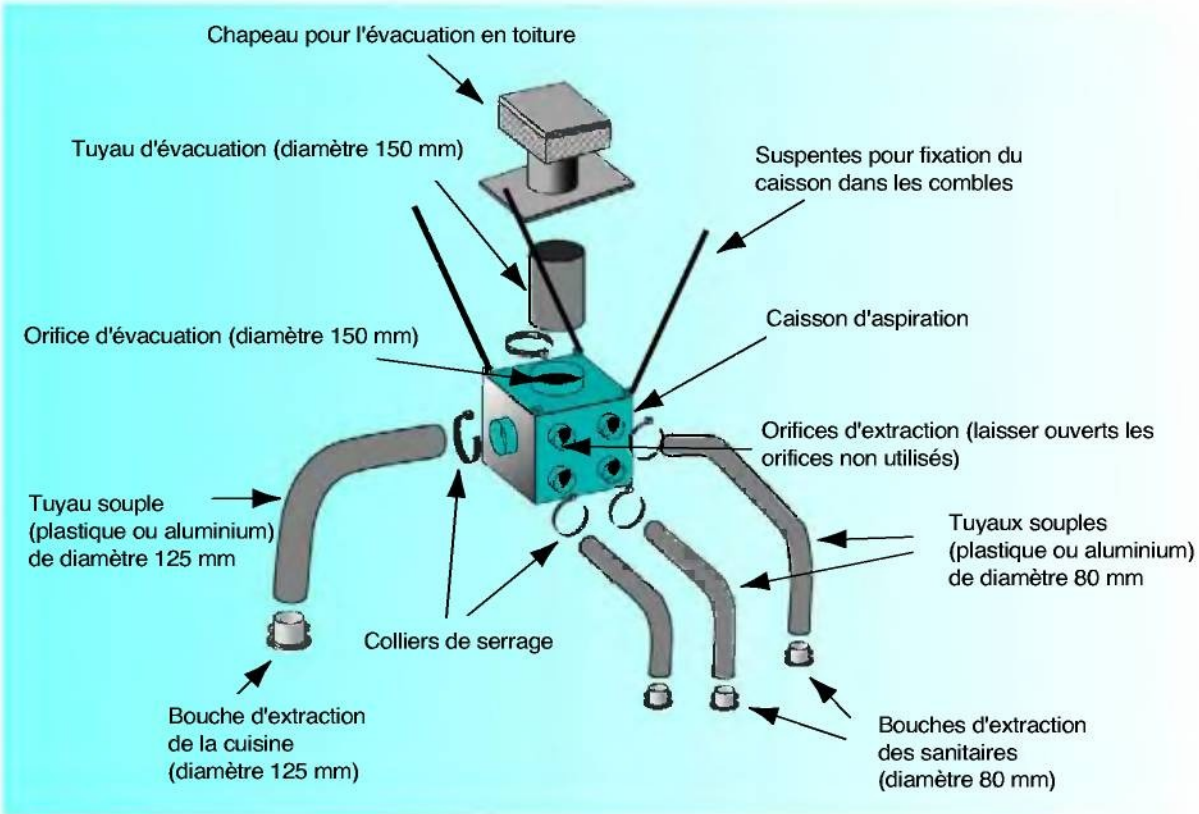


Figure 377 : Installation d'une VMC

Débits minimaux extraits							
	Nombre de pièces du logement						
	1	2	3	4	5	6	7
Débit total minimum (m^3/h)	35	60	75	90	105	120	135
Débit minimum en cuisine (m^3/h)	20	30	45	45	45	45	45

Le raccordement le plus simple consiste à alimenter l'extracteur comme un point d'éclairage en simple allumage (figure 378).
Mais le problème de cette installation est que l'on ne pense pas toujours à mettre l'appareil en marche et à l'arrêter. La solution consiste à installer un appareil temporisé. Celui-ci se met en route à l'allumage de la lumière et continue de fonctionner un certain temps (à programmer) après l'extinction.
L'extracteur est alimenté d'une part par 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 378).
Le réglage du temps de temporisation s'effectue à l'intérieur de l'extracteur.
Le raccordement est difficilement envisageable sur une installation existante et doit plutôt être prévu conjointement à la réfection de l'installation électrique du local.
Certains appareils sont munis d'un mécanisme de détection 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.
Le raccordement avec un hygrostat est similaire au raccordement direct, excepté que l'interrupteur (ou le variateur) est remplacé par un hygrostat. Cette solution est également adaptable à tous les types d'appareils.
L'hygrostat permet la mise en marche ou l'arrêt de l'appareil en fonction du taux d'humidité relative de l'air. Cette valeur est réglable sur l'appareil. Lorsque vous utilisez la salle d'eau, l'augmentation de l'humidité provoque la mise en route de l'appareil. Une fois l'humidité évacuée et le taux redescendu à la valeur que vous avez programmée, l'appareil s'arrête automatiquement de fonctionner.
Cette solution est pratique, car vous n'avez plus à vous préoccuper du fonctionnement de l'appareil.
Si la ventilation du logement est réalisée avec plusieurs extracteurs, ils doivent tous être issus du même dispositif de protection.

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 lui permettant d'être audible 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.

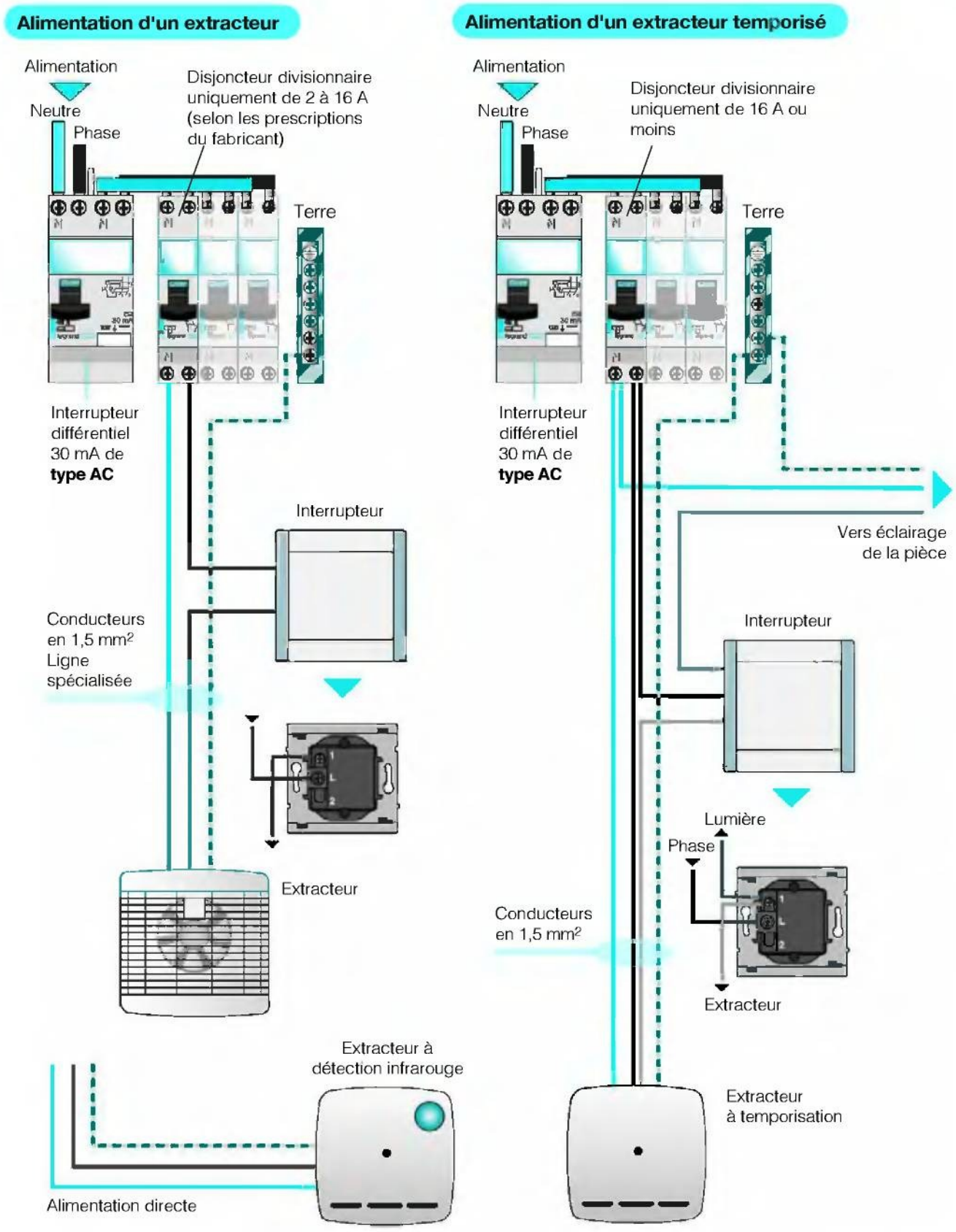


Figure 378 : Raccordement des extracteurs

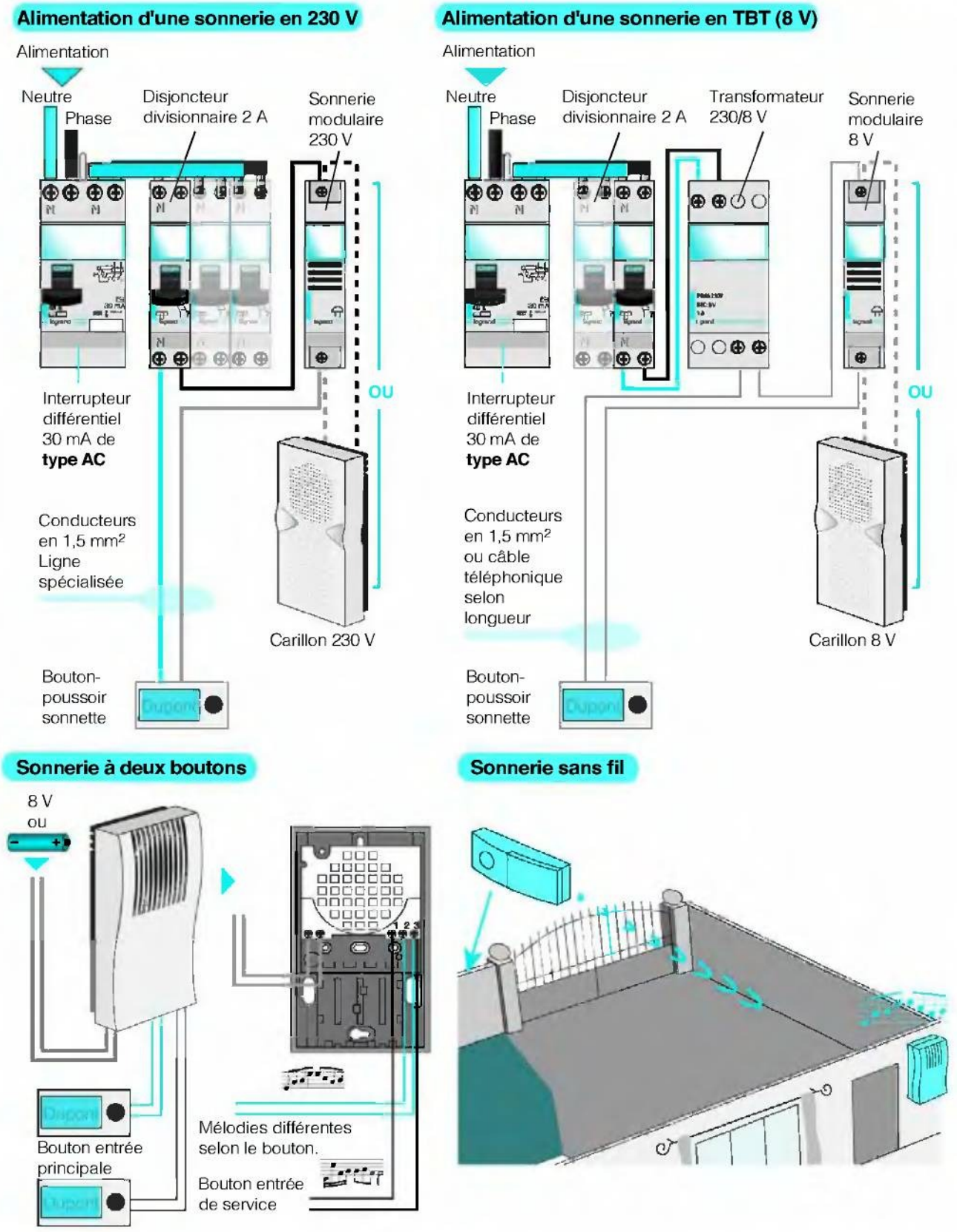


Figure 379 : Raccordement d'une sonnette ou d'un carillon

Sonnette, carillon

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 bouton-poussoir (figure 379).

Cette solution n'est pas très adaptée pour une installation du bouton d'appel à l'extérieur (risque de choc électrique en cas de bouton détérioré). Il est préférable, dans un tel cas, d'alimenter le système en TBTS (8 ou 12 V).

La sonnette peut être intégrée dans le tableau de protection, contrairement au carillon qui sera placé à l'extérieur. Choisissez bien l'emplacement de celui-ci 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-poussoir 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 un message radio au carillon placé à l'intérieur. Ce carillon est simplement branché sur une prise de courant.

Faites des essais d'emplacements différents avant la pose définitive afin de définir l'endroit où la réception est la meilleure.

Certains de ces modèles de carillon acceptent en outre le raccordement par fils d'un bouton-poussoir supplémentaire (pour la porte d'entrée, par exemple). La pose de ces systèmes est très simple et rapide.

Le portier interphone

C'est le système idéal en maison individuelle pour identifier le visiteur, lui ouvrir ou non, sans sortir de votre habitation. 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 de l'extérieur) n'est utile que si la serrure de la porte ne possède pas de poignée du côté intérieur.

Ces systèmes sont alimentés en TBTS et ne présentent donc aucun risque. Il convient de prêter une attention particulière aux câbles d'alimentation, car si un câble du type téléphonique est suffisant pour les circuits « phonie », l'alimentation de la gâche nécessite des conducteurs de section plus importante, puisque la gâche consomme plus (voir tableau de la figure 380).

Il existe également des modèles d'interphone à deux fils utilisés généralement en remplacement d'un circuit de sonnette (figure 381).

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 votre porte en no-

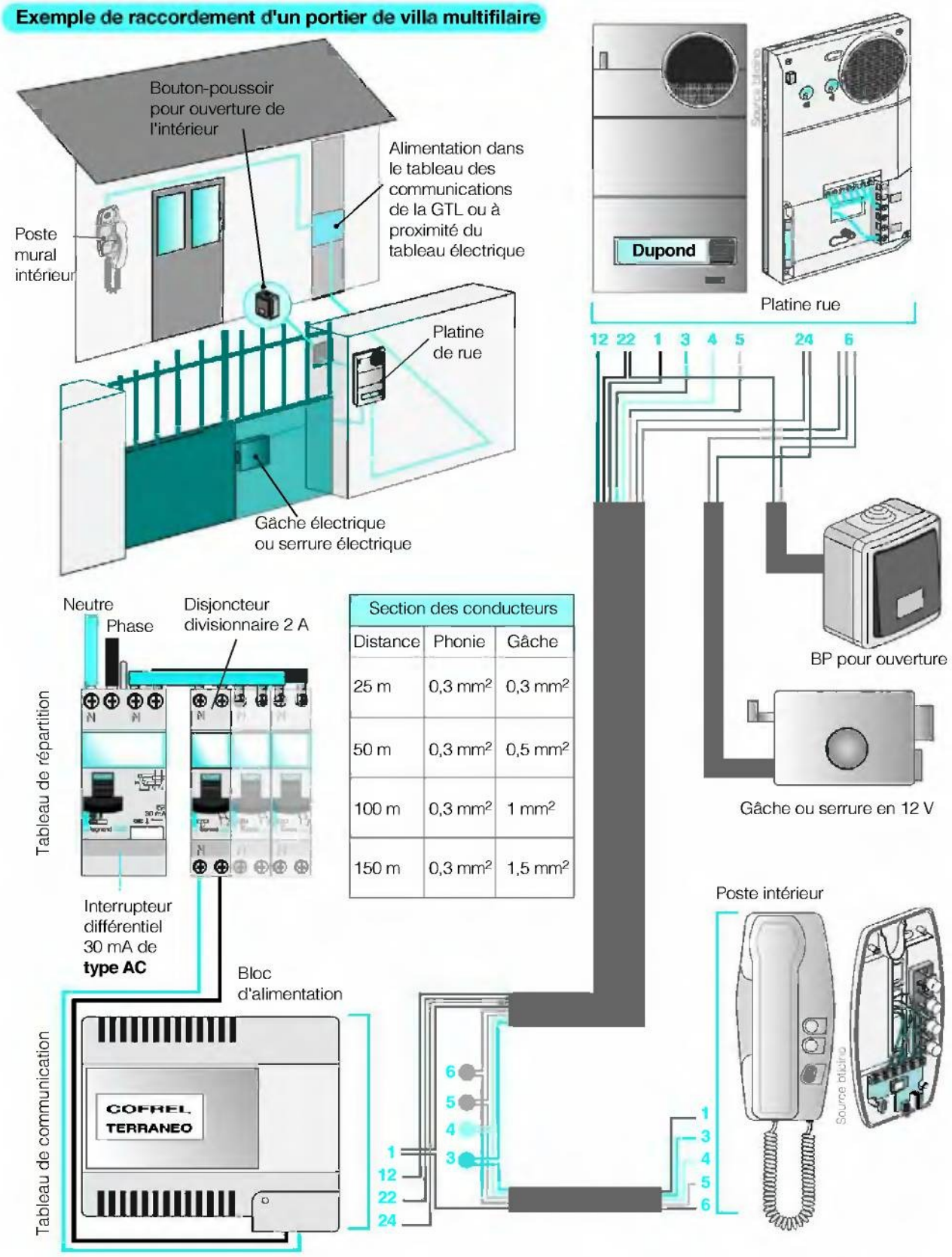


Figure 380 : Raccordement d'un portier multifilaire de villa

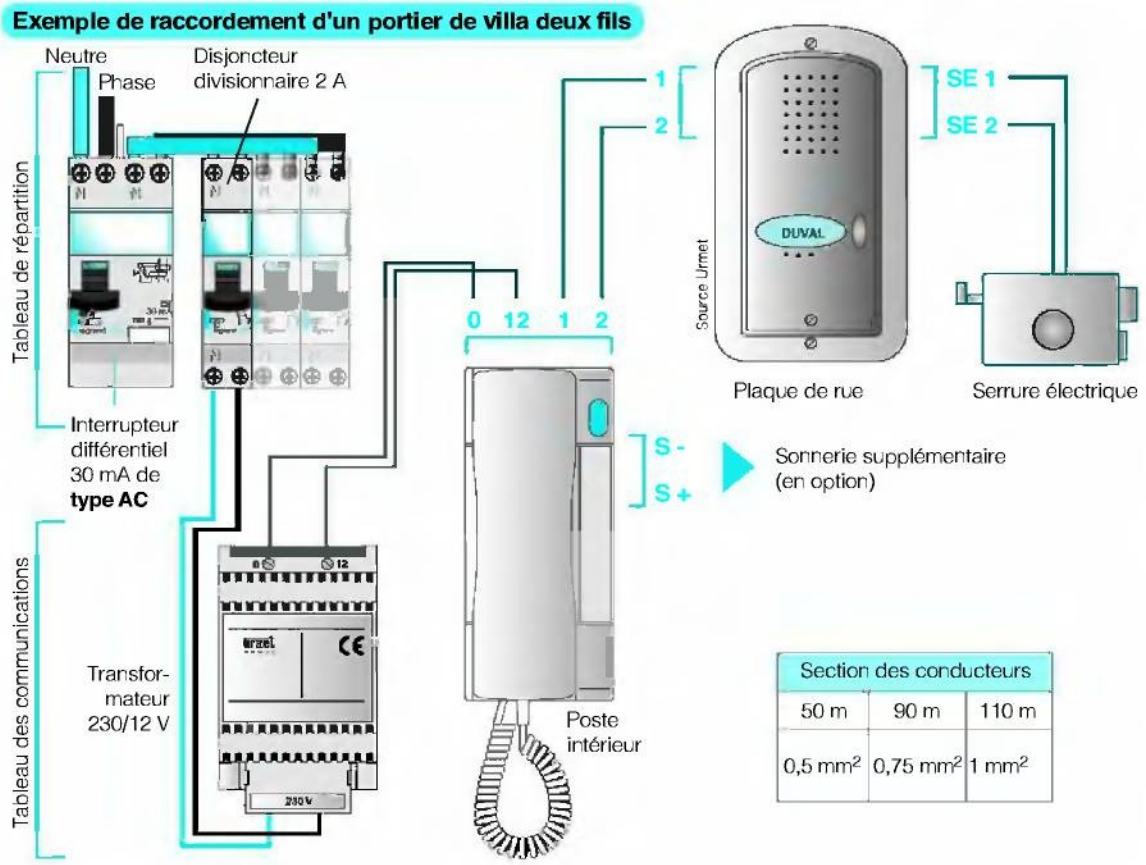


Figure 381 : Raccordement d'un portier de villa à deux fils

tant la partie fixe, la partie battante et le sens d'ouverture, car à chaque type de porte correspond un type de gâche.
Les figures 380 et 381 présentent des exemples de schémas de raccordement de portiers de villa multifilaire et à deux fils.

Le portier vidéo

Le principe de fonctionnement des portiers vidéo est le même que celui des interphones, avec l'image en plus. La platine de rue est équipée d'une mini caméra et d'un éclairage 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 382 présente un exemple de raccordement de portier vidéo.

Les volets roulants

La protection d'un volet roulant électrique (figure 383) est assurée par un disjoncteur divisionnaire 16 A ou un fusible 10 A.
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 posi-

Exemple de raccordement d'un portier de villa vidéo deux fils

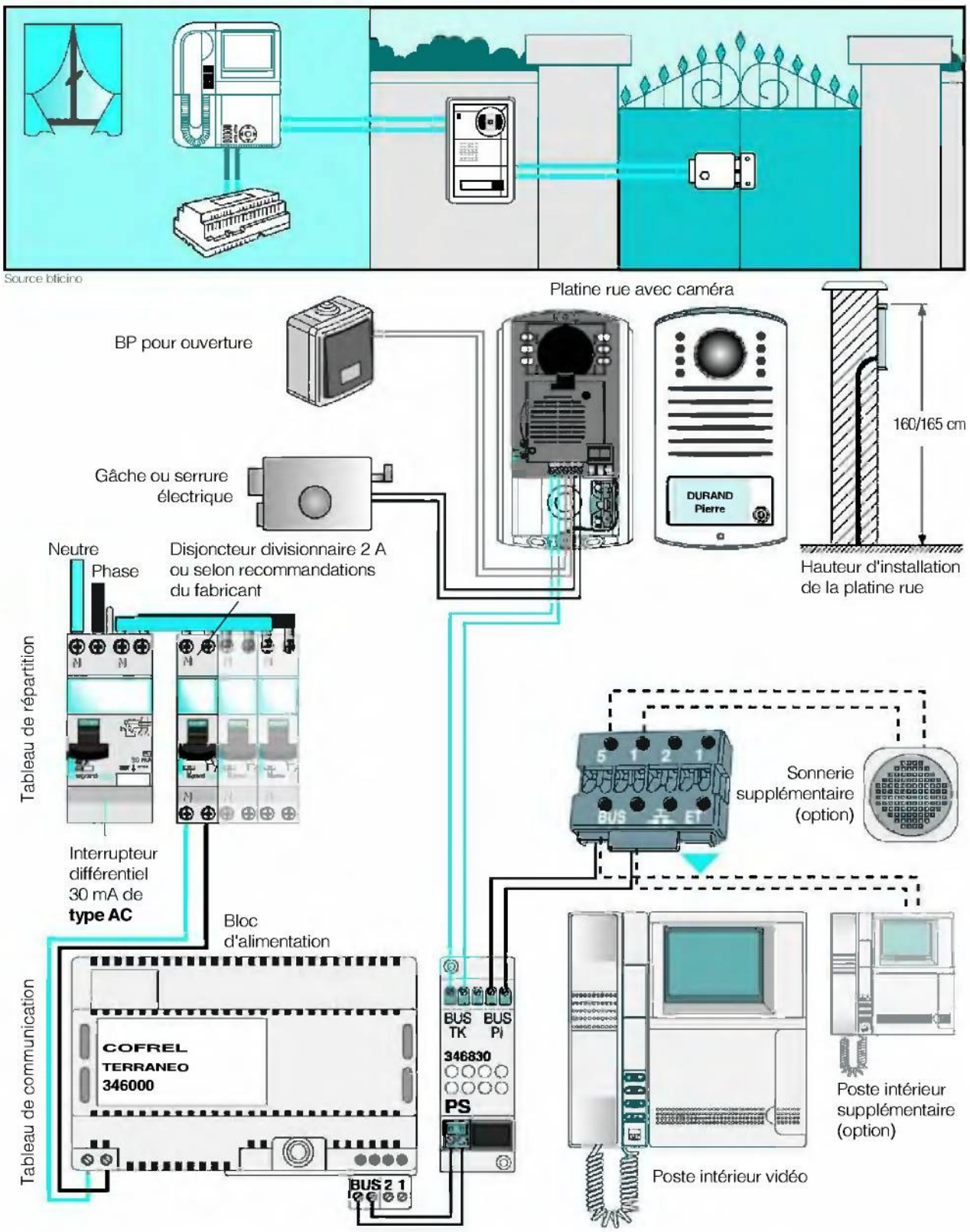


Figure 382 : Raccordement d'un portier de villa vidéo à deux fils

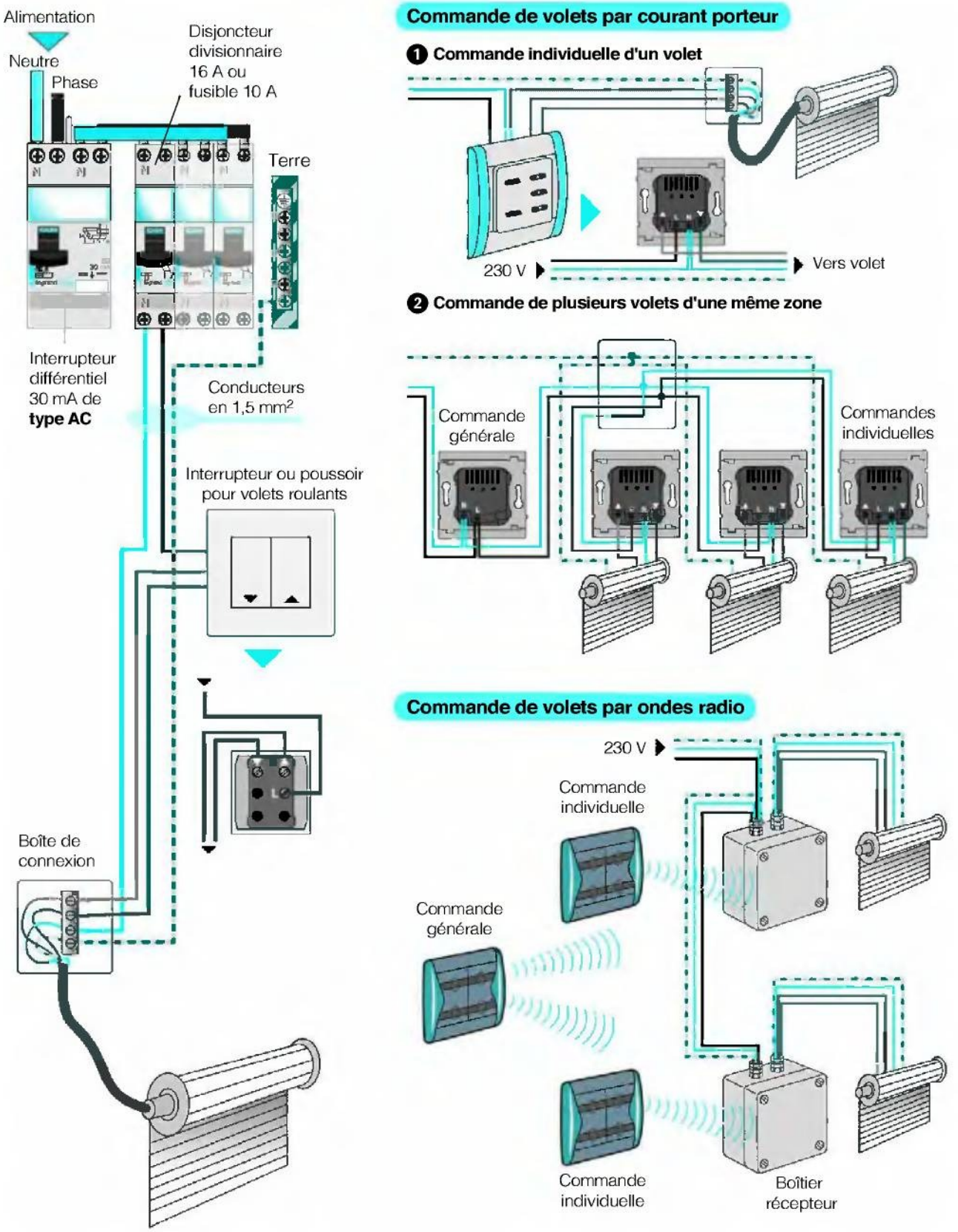


Figure 383 : Commande des volets roulants

tions (montée, arrêt, descente) ou par un double bouton-poussoir (montée, descente).

Des systèmes à courants porteurs ou à ondes radio permettent de commander les volets roulants encore plus facilement. Chaque volet est piloté par une commande individuelle. Une commande générale permet d'actionner en même temps tous les volets d'une pièce, d'un niveau ou de l'habitation tout entière.

Les stores banne

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 plus de confort, vous pouvez utiliser une commande spécialisée qui conjugue plusieurs organes de commande comme un capteur solaire pour déployer le store automatiquement dès que le soleil brille ou un anémomètre pour le fermer quand le vent se lève (figure 384).

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. 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.

Ils se présentent sous diverses formes, notamment sous celle d'appareillages

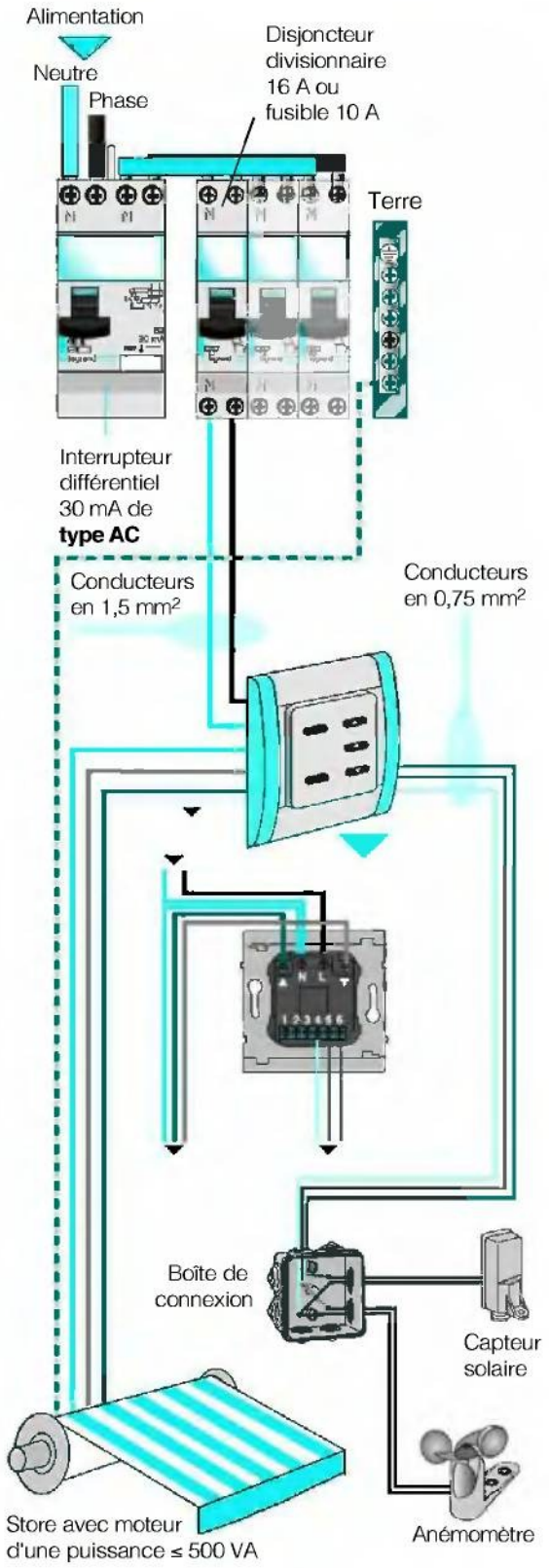
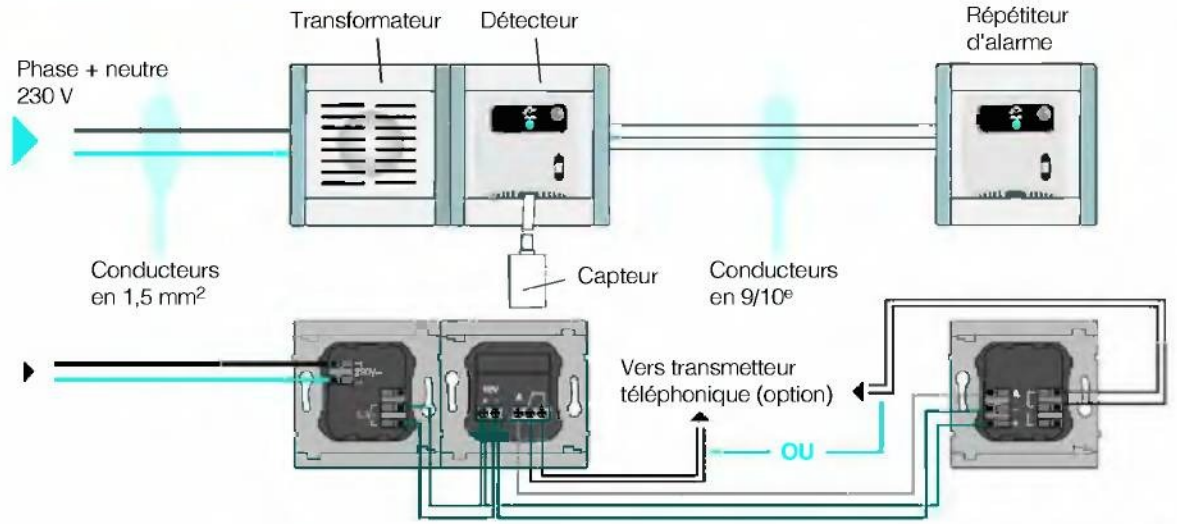


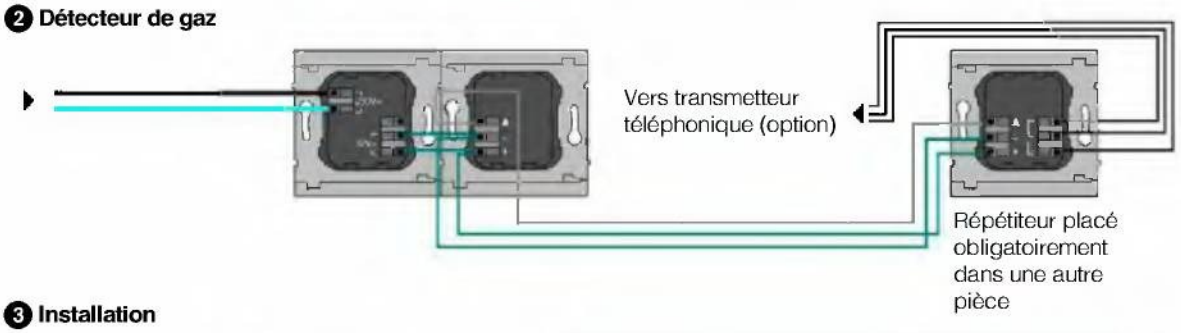
Figure 384 :
Raccordement d'un store banne

Les détecteurs techniques

1 Détecteurs d'inondation ou d'alerte pour congélateur



2 Détecteur de gaz



3 Installation

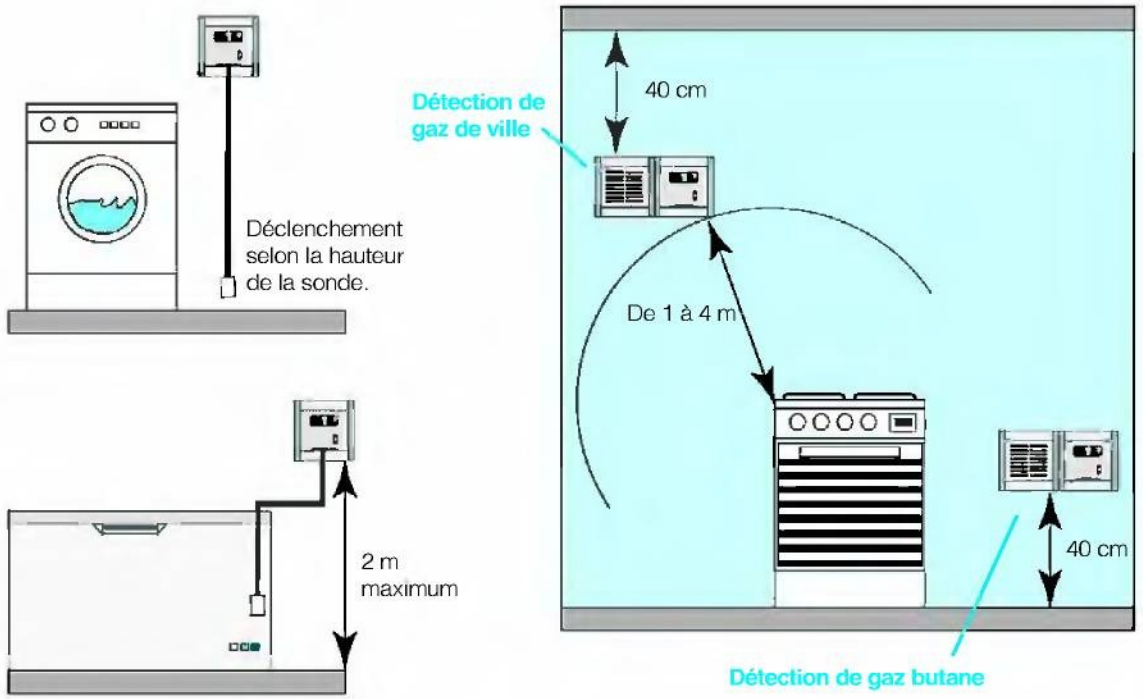


Figure 385 : Raccordement des détecteurs techniques

électriques, ce qui est pratique et permet de les intégrer simplement à l'installation électrique. Ils fonctionnent sous une tension de 12 V, ce qui nécessite d'installer un transformateur. Un répétiteur peut être raccordé, par exemple pour signaler les alarmes dans les autres pièces. Il est également possible de relier les détecteurs à un transmetteur téléphonique ou à une passerelle Internet afin d'être prévenu par email.

Les détecteurs d'inondation ou d'alerte du congélateur sont pourvus d'une sonde à installer dans le respect des consignes du fabricant (figure 385).

Le biorupteur

Si vous craignez les ondes électromagnétiques, notamment dans les chambres à coucher, et plus particulièrement dans les chambres des enfants, vous pouvez installer un biorupteur sur les circuits de prises de courant de ces pièces (figure 386). Situé dans le tableau de distribution, il permet, dès que l'on éteint les appareils, de couper l'arrivée de courant (phase et neutre). Le circuit est remis en service dès qu'un appareil est allumé.

La diffusion sonore

Pour bénéficier du son et de la musique dans toute la maison, vous pouvez installer conjointement à l'installation électrique un système de diffusion sonore ou, plus simplement, distribuer les câbles des enceintes ou de home cinéma, en les intégrant, par exemple dans la rainure d'une plinthe électrique.

Les enceintes acoustiques

La figure 387 propose un exemple de distribution d'enceintes acoustiques. Mais vous pouvez faire beaucoup plus en sonorisant plusieurs pièces de l'habitation. L'avantage de cette solution est de dissimuler les câbles. L'inconvénient est qu'il faut définir à l'avance l'emplacement définitif de la chaîne stéréo. Sinon, il faut interconnecter toutes les prises (une interconnexion pour la voie droite et une pour la voie gauche avec des prises doubles) pour avoir la possibilité de déplacer la chaîne.

Les prises indiquées figure 387 (DIN 41 529) sont les plus utilisées. On trouve désormais des prises dotées de borniers de raccordement rapide, comme celles situées à l'arrière de la chaîne hi-fi.

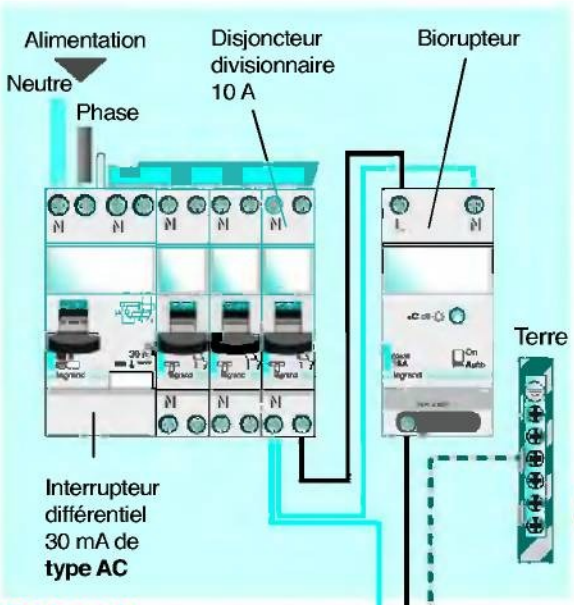
Le câble de liaison peut être un câble téléphonique pour les petites puissances ou un câble spécial haut-parleur pour les grosses puissances et les mélomanes. Utilisez des câbles dont l'une des gaines est repérée afin de respecter la polarité des enceintes.

Les systèmes de diffusion sonore

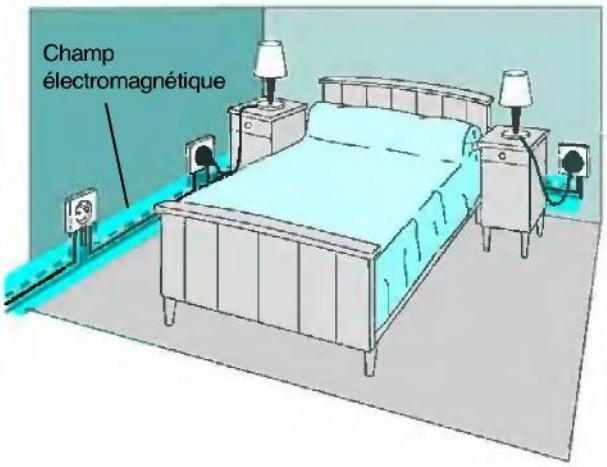
En cas de rénovation totale ou dans le cas d'une installation neuve, il peut être intéressant d'installer un système permettant de profiter de la musique ou de la radio dans toutes les pièces de la maison. Cela augmente le confort et accroît la valeur du bien immobilier.

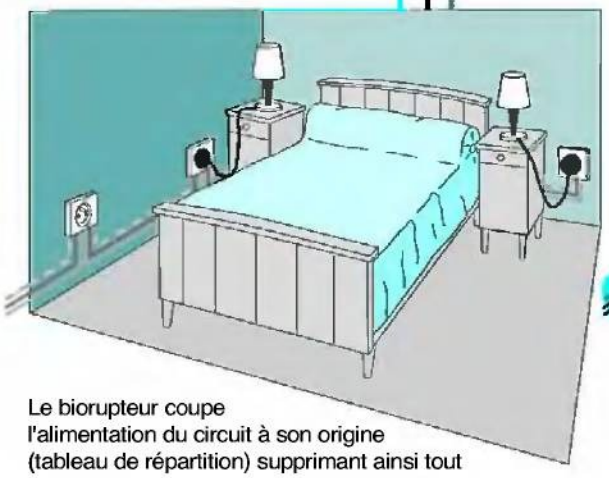
Plusieurs fabricants proposent leur système (figure 388), coordonné à leurs appareillages. Un bloc d'alimentation est installé dans le tableau de répartition. Une prise commandée avec son relais de télécommande et un amplificateur sont installés près de la source sonore (chaîne hi-fi, par exemple). L'amplificateur reçoit le signal sonore et le diffuse dans le système. Dans les pièces sont placés des

Le biorupteur

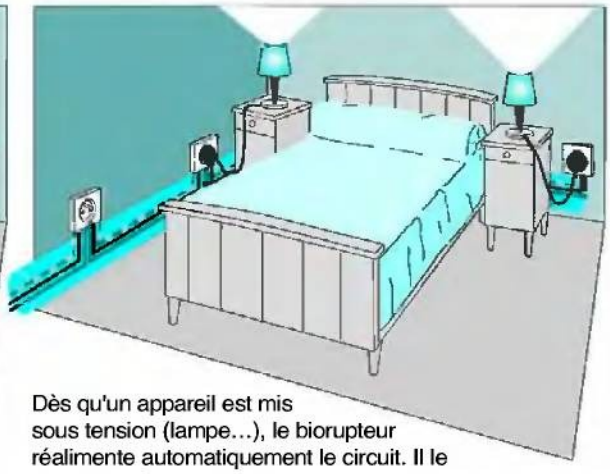


En régime normal, l'électricité parcourant les conducteurs électriques, ainsi que certains appareils, crée des ondes électromagnétiques (basse fréquence). Pour supprimer tout risque d'exposition inutile, vous pouvez installer un biorupteur, pour la chambre notamment.





Le biorupteur coupe l'alimentation du circuit à son origine (tableau de répartition) supprimant ainsi tout champ électromagnétique.

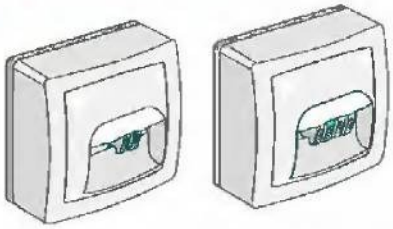


Dès qu'un appareil est mis sous tension (lampe…), le biorupteur réalimente automatiquement le circuit. Il le recoupera à nouveau quand la demande cessera.

Figure 386 : Le biorupteur

Alimentation d'enceintes acoustiques

Prise haut-parleur à la Norme DIN 41 529. S'utilise avec la fiche ci-dessous, avec contacts à visser ou à souder.



Prises haut-parleur avec bornier de raccordement rapide

Pour de petites puissances, il est possible d'utiliser un câble de type téléphonique. 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 baguettes électriques.

Câble méplat spécial haut-parleur dont l'une des gaines est repérée par un liseré noir pour respecter la polarité des enceintes.

Exemple de l'intégration de la hi-fi dans l'installation électrique

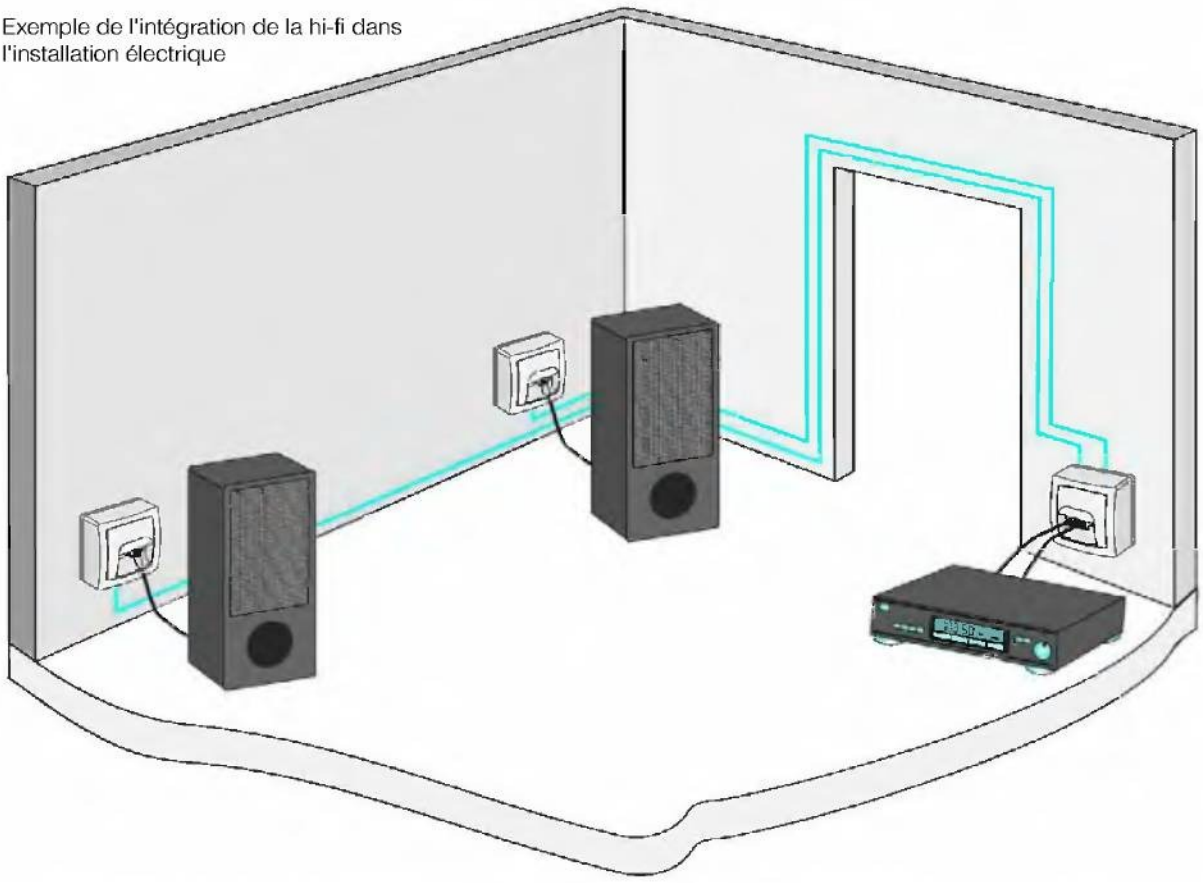


Figure 387 : Raccordement des enceintes acoustiques

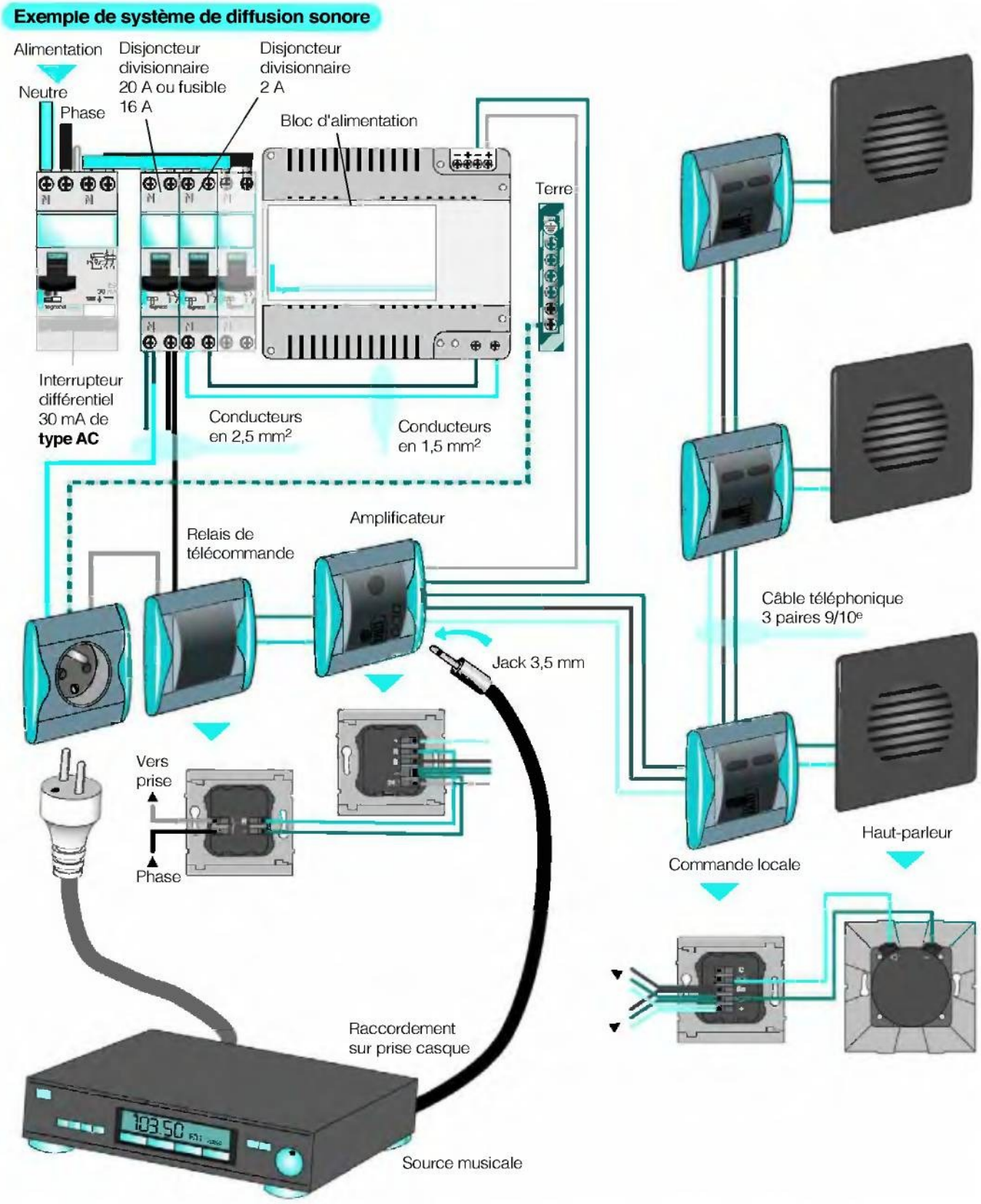


Figure 388 : Raccordement d'un système de diffusion sonore

commandes locales et des haut-parleurs. Chaque commande locale permet de mettre en marche ou d'arrêter la diffusion sonore et d'en régler le volume.

Certains systèmes intègrent leur propre tuner. Il est également possible de raccorder au système sonore des modules de surveillance pour les chambres d'enfant et des micros d'appel pour diffuser des messages à toute la maison, par exemple « À table ! »...

Alimentation d'une cave ou d'un garage en immeuble

Dans un immeuble collectif peut se poser le problème de l'alimentation de votre 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 votre appartement (figure 389), avec l'accord du syndic.

Cette solution est admise si certaines conditions sont respectées :

- 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 signaler le câble sous tension ;
- aucune dérivation n'est autorisée.

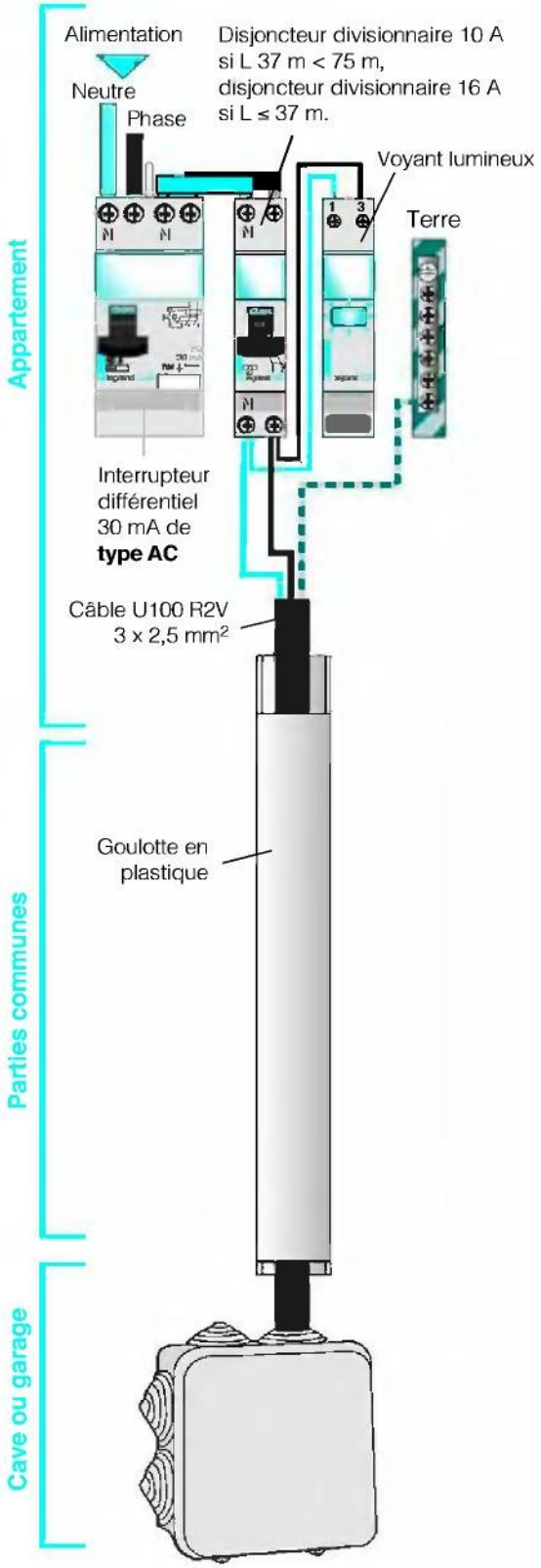


Figure 389 :
Raccordement d'une cave ou d'un garage à partir d'un appartement

Réseau de communication domestique

L'installation téléphonique classique est remplacée peu à peu par le réseau domestique de communication. Il intègre diverses applications : téléphonie, télévision, domotique, Internet, réseau local informatique. Les prises téléphoniques en T doivent laisser place aux socles de communication équipés d'une prise RJ 45. La transition s'effectue progressivement d'un système à l'autre, c'est pourquoi les installations téléphoniques classiques sont encore traitées dans cette partie. Des solutions de transition existent également pour passer au réseau de communication.

Les règles à respecter :

- un socle de communication par pièce principale et dans la cuisine est exigé au minimum par la norme ;
- le logement doit comporter au minimum deux socles de communication ;
- il faut au moins un socle dans la salle de séjour à un emplacement libre, non occulté par une porte et près d'une prise de télévision ;
- chaque socle est desservi par un conduit provenant directement de la GTL ;
- les nouveaux socles sont de type RJ 45 ;
- une prise de courant doit accompagner chaque socle de communication ;
- l'axe des socles des prises de communication est situé à 5 cm minimum du sol fini ;
- si une prise de courant et une prise de communication sont installés dans une même boîte, elles doivent être séparées par une cloison ;
- les fixations à griffes sont interdites ;
- les prises de communications sont interdites dans les volumes 0 à 2 des salles d'eau ;
- dans la cuisine, les prises de communication sont interdites au-dessus des plaques de cuisson et des bacs d'évier ;
- les câbles de communication doivent emprunter un cheminement propre et d'une section minimale de 300 mm^2 ;
- les conduits utilisés doivent avoir un diamètre intérieur minimal de 20 mm ;
- dans les goulottes, les câbles de communication doivent cheminer dans des alvéoles qui leur sont exclusivement réservés.

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 votre terrain). Dans ce deuxième cas, vous êtes tenu d'installer deux conduits TPC enterrés de couleur verte. Le passage du câble et le raccordement de la ligne sont à la charge de l'opérateur.

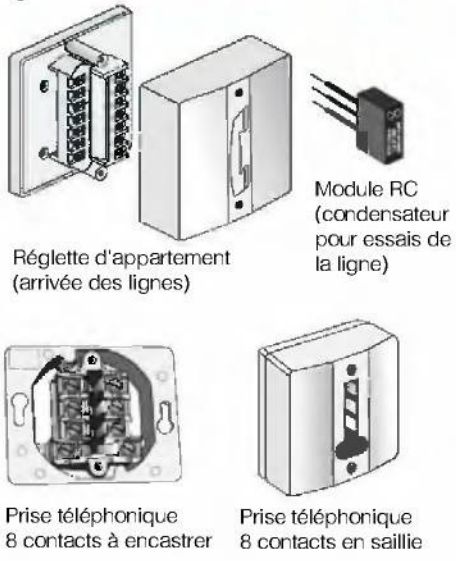
En immeuble collectif, l'opérateur installait la ligne jusqu'à la réglette de votre appartement.
Dans les installations anciennes, la ligne de l'opérateur arrive parfois directement sur une prise téléphonique.

La distribution des lignes à partir de la réglette s'effectuait de deux façons (figure 390) :

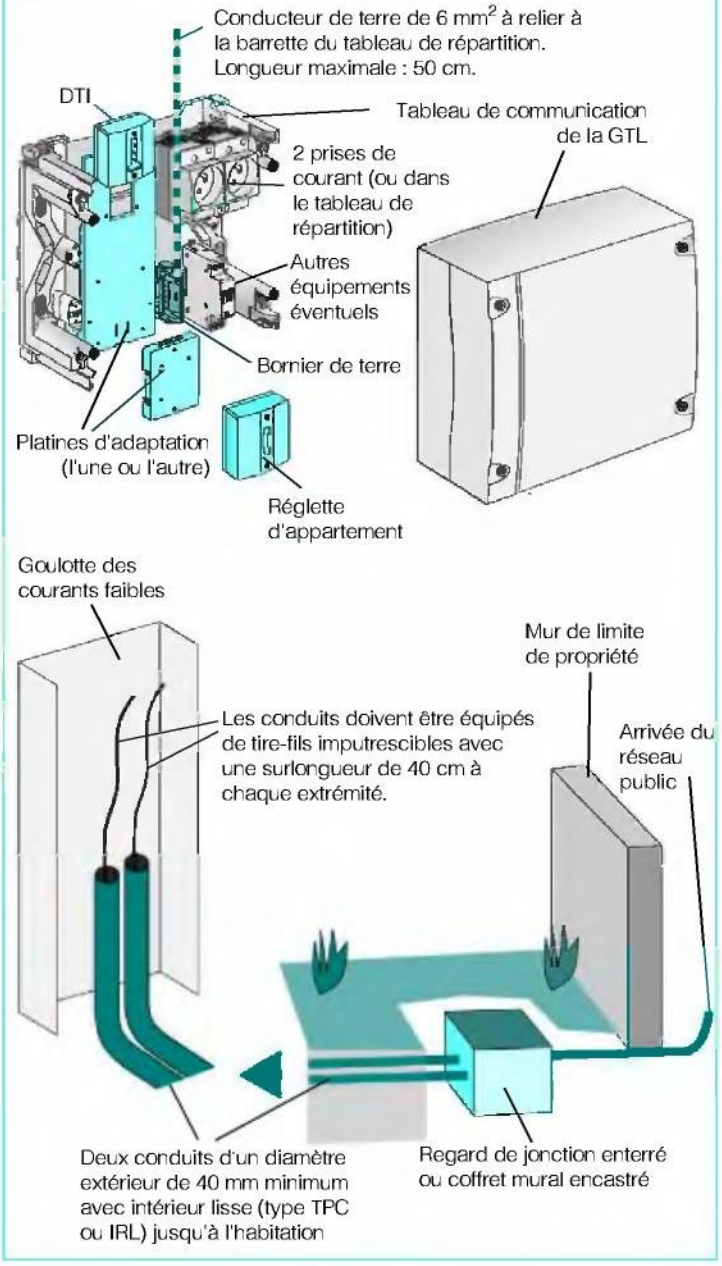
- une branche (les prises étaient reprises les unes sur les autres depuis la réglette) ;
- deux branches (les prises étaient reprises les unes sur les autres avec deux départs depuis la réglette).

Installation téléphonique classique

❶ Le matériel

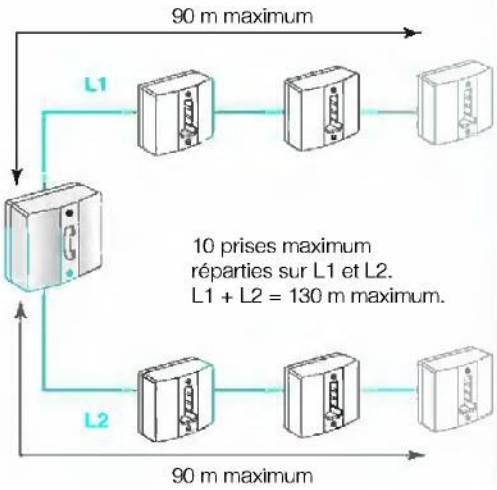


❷ Raccordement au réseau en maison individuelle

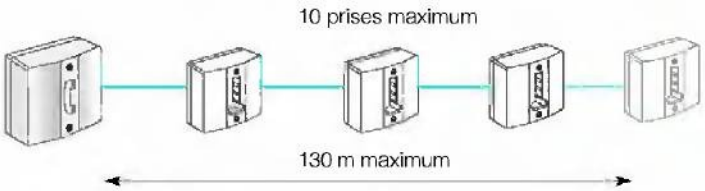


❸ Exemples de distribution

Distribution à deux branches



Distribution à une branche



Équipement minimum : un socle de prise de communication par pièce principale et dans la cuisine avec un minimum de deux prises. L'un des socles est placé dans le séjour à proximité d'une prise de télévision, en un emplacement non occulté par une porte. Au moins un socle de prise de courant 16 A doit être placé à côté de chaque prise téléphonique. En cas d'utilisation d'un boîtier double, une cloison interne doit séparer les deux socles qui doivent être indépendamment démontables.

Figure 390 : Les installations téléphoniques classiques

Les raccordements de l'installation téléphonique classique

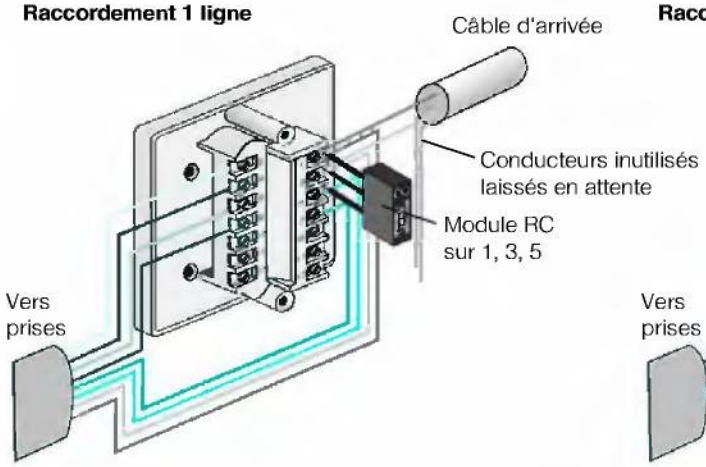
❶ Le câble

Câble PTT 278 4P 6/10e ivoire

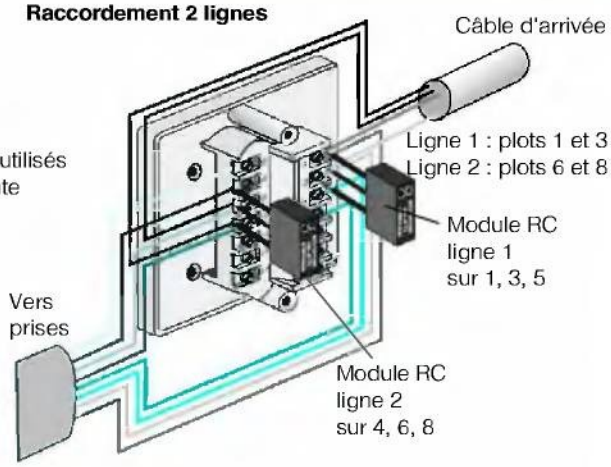
Le câble utilisé pour le téléphone est un câble comportant 8 fils d'un diamètre de 0,6 mm.
On dit que ce câble comporte 4 paires (les fils sont torsadés deux par deux, c'est-à-dire une paire).
Il est nécessaire de respecter les couleurs dans les raccordements.

❷ Le raccordement de l'arrivée

Raccordement 1 ligne



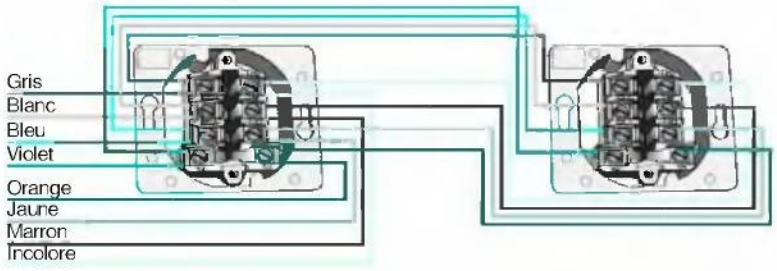
Raccordement 2 lignes



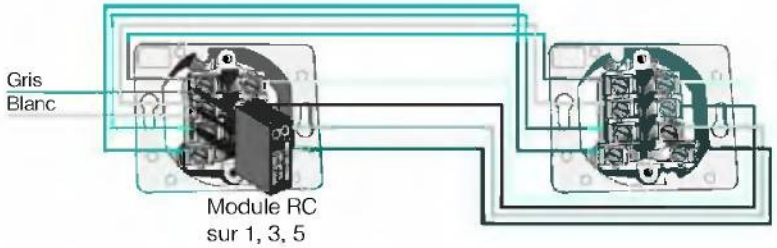
Avec cette solution, les deux lignes sont distribuées sur toutes les prises. Ajoutez un adaptateur pour utiliser la deuxième ligne ou remplacez le raccordement de la fiche du téléphone. Vous pouvez également partir de la réglette avec deux câbles (un par ligne) en les raccordant sur 1, 3 pour la ligne 1 ; 6 et 8 pour la ligne 2.

❸ Le raccordement des prises

Avec arrivée de la réglette



Avec arrivée de la ligne sur une prise
(installation ancienne)



Extension à partir d'une ancienne prise à 6 contacts

Arrivée ligne

Retirez le condensateur raccordé sur 4 et 6.
Retirez le fil entre 1 et 5.
Placez un module RC sur 1, 3, 5.

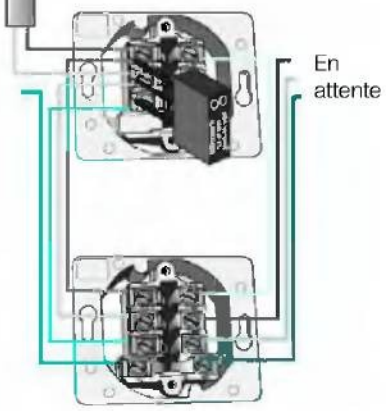


Figure 391 : Raccordement des installations téléphoniques classiques

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.
Il était possible de distribuer deux lignes sur une même prise, comme indiqué à la figure 391.

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'essais par ligne (module RC) était obligatoire.

Nouveau réseau de communication domestique

Le raccordement au réseau public s'effectue par l'intermédiaire de deux conduits TPC de 40 mm de diamètre et de couleur verte.
Désormais, la ligne de l'opérateur télécom aboutit dans le tableau de communication de la GTL, dans une prise téléphonique ou autre appelée 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.

La ligne est raccordée sur un concentrateur ou « hub » d'où partent les différentes lignes de l'installation privative (figure 392). Entre le DTI et le concentrateur peut se trouver un équipement électronique.
Chaque prise doit être alimentée par une ligne indépendante provenant directement de la réglette du tableau de communication. C'est une distribution en étoile, la seule permettant les applications numériques.
Chaque prise de communication (RJ 45) pouvant accueillir indifféremment des applications de téléphonie, télévision numérique ou informatique (Internet, réseau local), il y a lieu de prévoir un socle de prise par application souhaitée dans chaque pièce.

Le guide UTE C 90-483 prévoit quatre niveaux d'équipement et de confort appelés grades. Le grade minimal à respecter est le premier. Les grades 2 à 4 dépendent du niveau de confort supplémentaire souhaité ou du niveau de prestation offert, dans le cas d'un constructeur.

Le **grade 1** ou *télécom service* nécessite des câbles à quatre paires (C 93-531-11 ou C 93-531-12) et des socles à prise RJ 45 répondant à la norme 60603-7-2 ou 60603-7-3. Il convient pour le téléphone, les services de données haut débit (DSL) et aux programmes de TV DSL. Le protocole réseau informatique Ethernet 10 et 100 Base-T est également possible.

Nouvelles installations téléphoniques

❶ Les niveaux d'équipement

Niveaux	Téléphonie analogique	Téléphonie numérique RNIS Internet	Internet haut débit	Réseau local domestique 100 Mbit/s	Télévision numérique via lignes télécoms	Réseau local domestique Gigabit/s	TNT* et analogique VHF/UHF	Câble	Connecteur
Grade 1 Télécom service	★★★	★★★	★★★	★★	★	◗	◗	C 93-531-11 C 93-531-12	60603-7-2 60603-7-3
Grade 2 Télécom confort	★★★	★★★	★★★	★★★	★★	★★	★	C 93-531-13	60603-7-5
Grade 3 Multiservices	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	C 93-531-14	60603-7-7
Grade 4 Multiservices confort	◗	Voix sur protocole Internet	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	2 FO IEC 60794-2-40 fibre optique	À l'étude

★★★ Recommandé ★★ Adapté ★ Minimal ◗ Non adapté *TNT : Télévision Numérique Terrestre

❷ Principes de raccordement

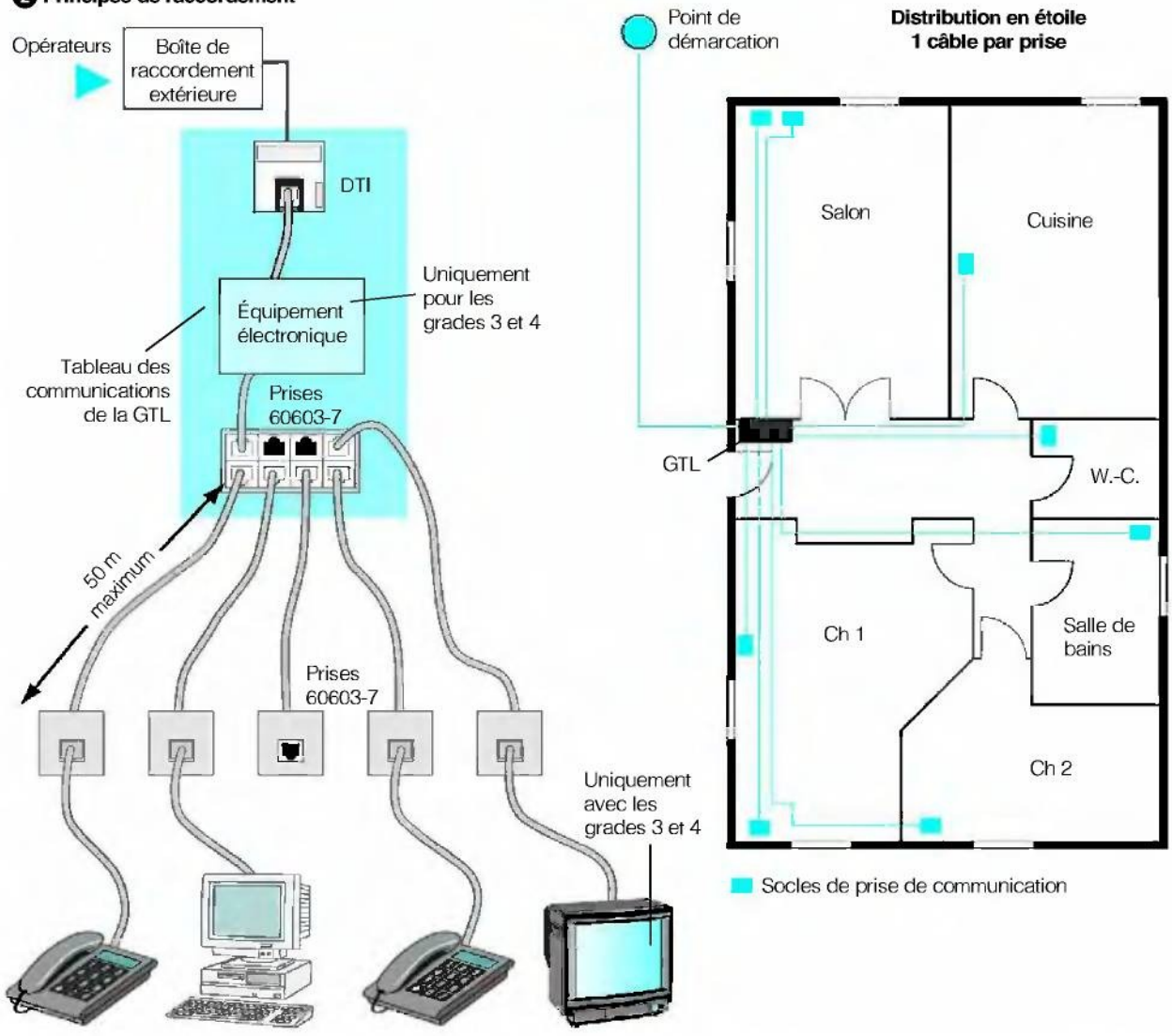


Figure 392 : Le câblage résidentiel de communication

La télévision UHF-VHF est assurée séparément par un câblage coaxial.

Le **grade 2** ou *télécom confort* nécessite des câbles à quatre paires écrantés (C 93-531-13) et des socles à prise RJ 45 répondant à la norme 60603-7-5. Il convient pour le téléphone, les services de données haut débit (DSL) et le protocole réseau Gigabit Ethernet. Ce grade est conseillé pour le bureau à domicile. Dans ce cas, chaque socle de prise de communication comporte deux connecteurs RJ 45. La télévision UHF-VHF est assurée séparément par un câblage coaxial.

Le **grade 3** ou *multiservices* nécessite des câbles à quatre paires écrantés (C 93-531-14) et des socles à prise RJ 45 répondant à la norme 60603-7-7. Il convient pour le téléphone, les services de données haut débit (DSL), le protocole réseau Gigabit et la télévision UHF-VHF. Ce grade est conseillé pour le bureau à domicile. Dans ce cas, chaque socle de prise de communication comporte deux connecteurs RJ 45.

Le **grade 4** ou *multiservices confort* nécessite des câbles à fibre optique (2 FO IEC 60794-2-40) 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.

La longueur d'un câble d'alimentation d'une prise de communication ne doit pas dépasser 50 m. Le principe de câblage intérieur des prises est illustré à la figure 393.
Pour répondre aux besoins futurs, la norme recommande trois socles de communication par pièce principale (un au minimum obligatoire) et un socle y compris dans l'entrée, les WC, le garage et la salle d'eau. Idéalement, aucun point du logement ne devrait être éloigné de plus de 5 m d'un socle de communication.

Le tableau de communication, situé dans la GTL, doit être relié à la terre. Deux prises de courant doivent lui être dédiées dans la GTL, à moins de 1,5 m.

Rappelons que la transition de l'installation téléphonique classique au nouveau réseau de communication à quatre grades se fait progressivement. Les anciennes prises en T sont toujours admises, mais il est judicieux d'anticiper leur remplacement à l'occasion de vos rénovations.

La figure 394 présente des exemples de tableaux de communication pour les grades 1 et 2. Pour une installation en grade 1, la distribution de la télévision s'effectue comme dans les anciennes installations, au moyen de câble coaxial et de prises de télévision classiques. Le coffret de communication comporte alors un répartiteur sur lequel vient se brancher l'arrivée du câble TV et d'où partent les différentes lignes pour alimenter les prises du logement. Si le nombre de poste à raccorder est important, il y a lieu de prévoir également l'installation d'un amplificateur TV.

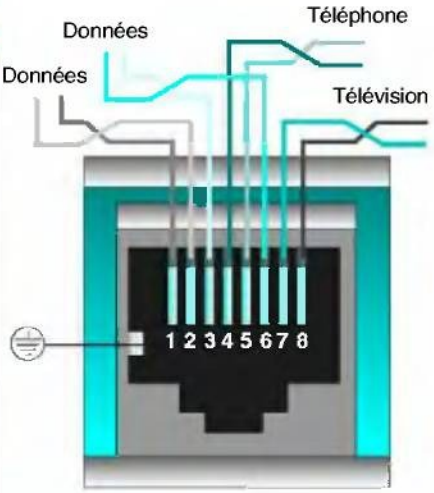
L'arrivée de la ligne téléphonique se situe dans une boîte DTI. À sa sortie, la ligne est distribuée dans une réglette douze plots, d'où partent les différentes lignes pour les prises de téléphone. La distribution de ces lignes s'effectue obligatoirement en étoile, c'est-à-dire que chaque ligne partant de la réglette alimente une seule prise de téléphone. Il est judicieux

Les prises de communication RJ 45

Raccordement des prises RJ 45 selon les types de câbles

Numéro des paires	Contacts de la prise	Couleur des conducteurs selon les câbles		
		Exemple 1(2)	Exemple 2	Exemple 3(3)
1(1)	4	Orange	Bleu foncé	Bleu
	5	Jaune	Bleu clair	Blanc et bleu
2	1	Gris	Blanc	Blanc et orange
	2	Blanc	Orange	Orange
3	3	Incolore	Vert clair	Blanc et vert
	6	Bleu	Vert fonçé	Vert
4(1)	7	Violet	Rose	Blanc et marron
	8	Marron	Marron	Marron

(1) Paires blindées pour le grade 3.
(2) Pour réseau téléphonique UTP uniquement.
(3) Selon norme EIA/TIA 568 B à respecter pour le réseau de communication.



Principe d'affectation des contacts d'une prise RJ 45

Conventions de brassage

Type d'équipement	Couleur des cordons de brassage	Convention des bornes RJ 45
Téléphone	Ivoire	4-5 (une ligne) 4-5 par 7-8 (2 lignes)
Internet, micro informatique, ADSL	Bleu	1-2/3-6
TV, audiovisuel (5-862 MHZ)	Rouge (brassage par cordons blindés)	4-5/7-8
Sonorisation hi-fi	Noir	Stéréo 1-2/3-6 Quadri 1-2/3-6/4-5/7-8 Enceintes PC 1-2
Portier audio/vidéo (2 fils)	Jaune	4-5/7-8

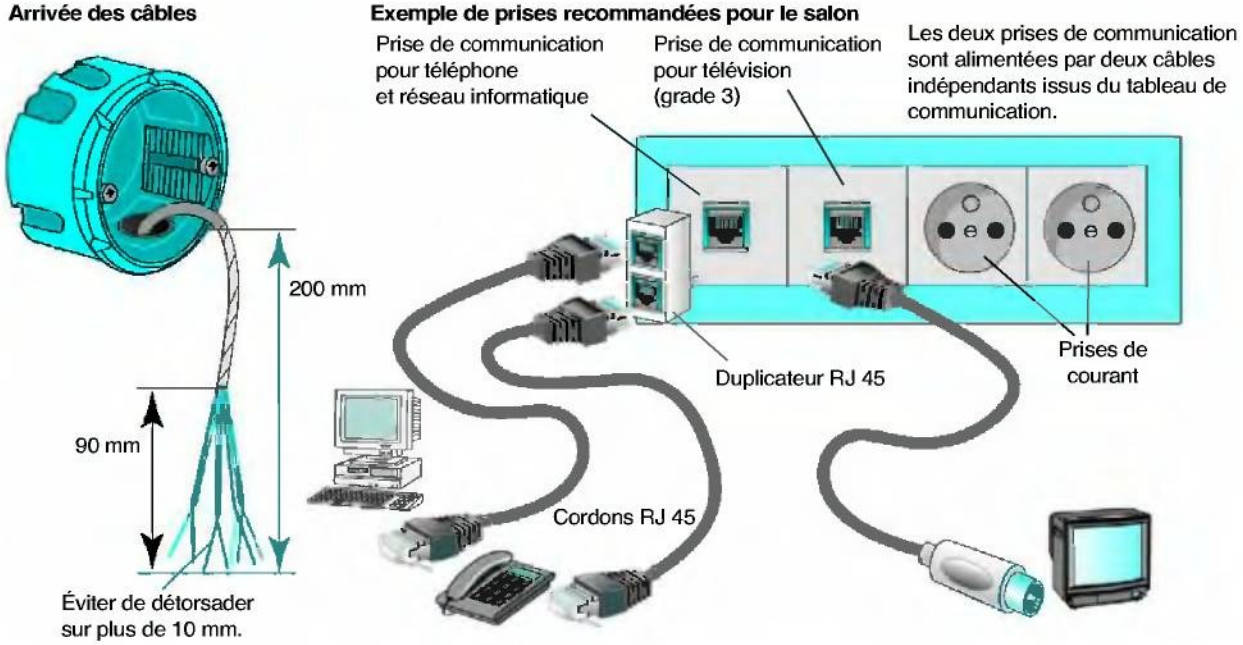
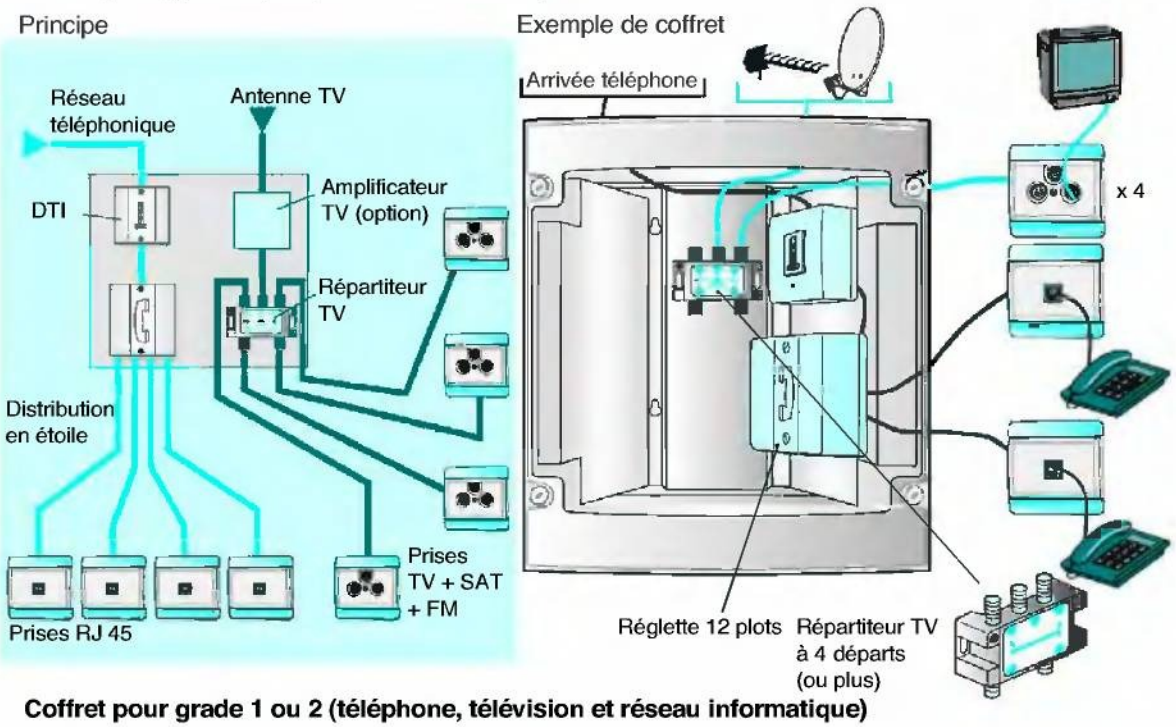


Figure 393 : Principe de câblage des prises RJ 45

Exemples de coffrets de communication

Coffret pour grade 1 (téléphone et télévision)



Coffret pour grade 1 ou 2 (téléphone, télévision et réseau informatique)

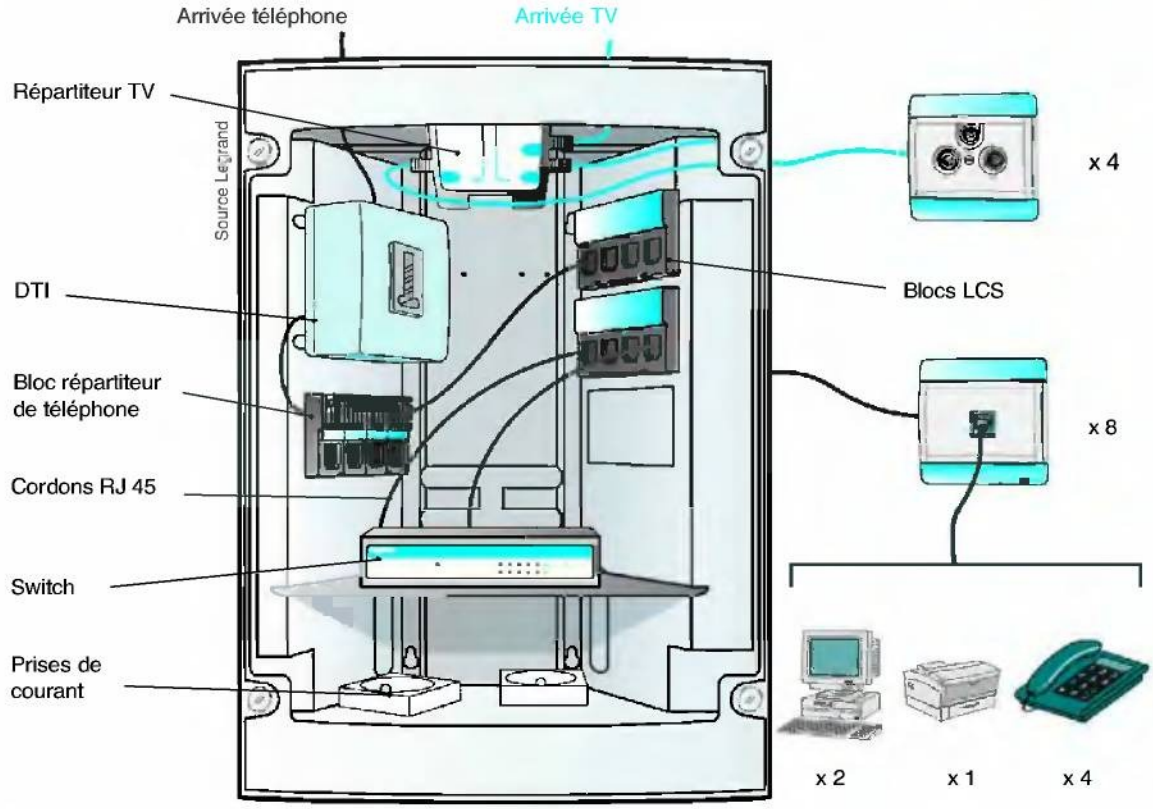


Figure 394 : Les coffrets de communication

de prévoir dès le début des prises RJ 45 qui remplaceront les prises en T. On utilise un câble téléphonique quatre paires classique (UTP).

Le grade 1 est le plus simple et le moins coûteux à réaliser, mais il ne permet de distribuer que le téléphone et la télévision.

Le deuxième exemple de la figure 394 présente un coffret de communication évolutif permettant de distribuer le téléphone et la télévision ainsi que de créer un réseau informatique local. Le coffret de grade 2 présenté distribue, comme le grade 1, la télévision par câbles coaxiaux. Il inclut donc un répartiteur TV et éventuellement un amplificateur.

La ligne téléphonique arrive sur un DTI, puis est raccordée sur un bloc répartiteur de téléphone équipé de prises RJ 45.
Chaque prise de communication aboutit quant à elle sur une prise RJ 45 montée dans des blocs de brassage. Il est ainsi possible d'attribuer n'importe quelle fonction aux prises de communication. Des cordons de brassage permettent d'attribuer la fonction de votre choix sur le circuit de votre choix.

Par exemple, si le cordon de brassage correspondant à une prise de communication est raccordé sur le bloc répartiteur de téléphone, la prise de communication sera une « prise téléphonique ». Si ce même cordon est débranché, puis raccordé au concentrateur du réseau informatique, la prise de communication devient une prise de réseau Ethernet. De plus, il existe des duplicateurs qui permettent de rendre accessible sur une même prise de communication à la fois le téléphone et le réseau informatique.

Pour le grade 2, on utilise des câbles quatre paires blindés spécialement conçus pour transporter les données (FTP).

Dans une installation en grade 3, la télévision y compris est distribuée sur les prises de communication. Un boîtier spécial est nécessaire. Il permet de convertir les signaux issus d'un câble coaxial pour les distribuer sur une paire de fils en cuivre. Dans ce cas, on utilise un câble renforcé de type STP ou FSTP.

Raccordement des connecteurs RJ 45

Les figures 395 et 396 présentent les techniques de raccordement des connecteurs RJ 45 selon les marques. Les paires du câble ne doivent pas être détorsadées. Les conducteurs sont raccordés sur des contacts autodénudants. Veillez à respecter strictement la correspondance des couleurs des conducteurs et des contacts.
Selon le type de câble utilisé, il peut être nécessaire de relier le câble de drain ou l'écran à la terre.
Une fois montés sur les câbles, les connecteurs se clipsent dans les supports des prises de communication à une extrémité. L'autre extrémité, munie de son connecteur, est clipsée dans les blocs de brassage du tableau de communication (figure 397).
La figure 398 présente un autre exemple de tableau de communication où l'on distingue les cordons de brassage interconnectant les différents circuits.

Distribution du téléphone

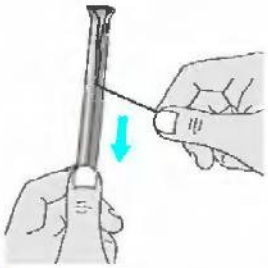
La figure 399 présente le raccordement de la ligne téléphonique au niveau du DTI et au niveau du bloc répartiteur du téléphone pour une seule ligne. Pour profiter du téléphone sur n'importe quelle prise de communication du logement,

Raccordement des connecteurs RJ 45

Le raccordement est différent selon que vous utilisez des câbles UTP, FTP, STP ou SFTP. Le câble UTP est un câble à paires torsadées non blindées (comme pour le téléphone). Le câble FTP dispose de paires torsadées, protégées par un écran en aluminium, et d'un drain à relier à la terre de la baie (ou panneau de brassage). Le câble STP dispose d'un blindage général tressé et le SFTP d'un blindage constitué d'un ruban d'aluminium et d'une tresse. Les câbles UTP sont sensibles aux perturbations électromagnétiques (réglettes fluorescentes, par exemple). Les câbles FTP et STP y sont moins sensibles et donc à préférer pour un réseau de communication. Les câbles et tout l'appareillage doivent être de catégorie 5e (jusqu'à 100 MHz, compatible Ethernet 10/100 Base-T, correspond au **grade 2**) ou de catégorie 6 (jusqu'à 250 MHz, compatible Gigabit Ethernet 1000 Base-TX, correspond au **grade 3**).

Raccordement d'un connecteur RJ 45 avec câble FTP ou STP (exemple 1)

Source Infraplus

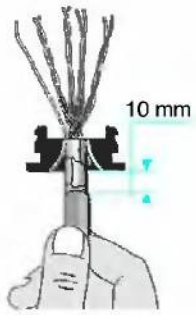


1 - Dénudez la gaine sur la longueur recommandée par le fabricant.

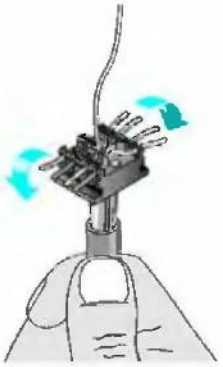
2 - Coupez la gaine et retirez-là.

3 - Retirez la partie de l'écran qui n'est pas utile.

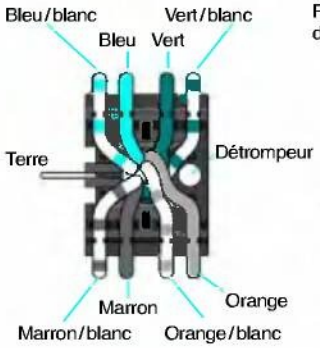
4 - Glissez le capuchon et l'épanouisseur sur le câble.



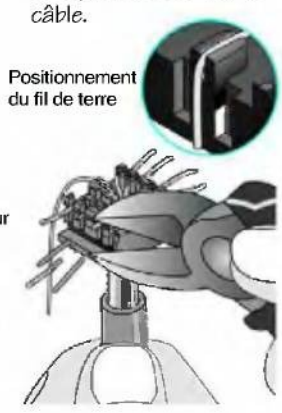
5 - Placez l'épanouisseur à 10 mm de la gaine du câble.



6 - Placez les conducteurs dans les contacts auto-dénudants de l'épanouisseur.



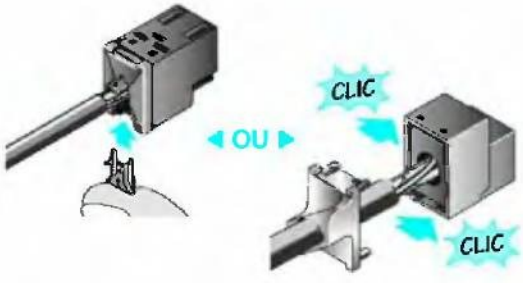
7 - Respectez les couleurs comme indiqué ci-dessus.



8 - Coupez les conducteurs au ras de l'épanouisseur.

9 - Clipsez l'épanouisseur dans la chemise du connecteur.

10 - Pressez-le dans son logement pour assurer les contacts.

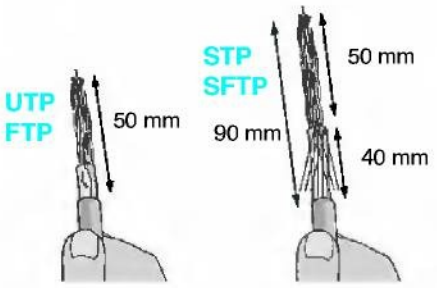


11 - Terminez par la fixation du capuchon simple ou métallisé selon le type de câble utilisé.

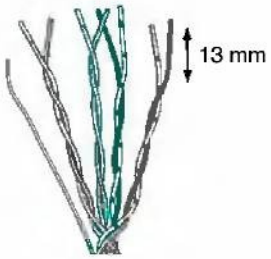
Figure 395 : Raccordement des connecteurs RJ 45 avec câble FTP

Raccordement d'un connecteur RJ 45 avec un câble UTP, FTP, STP ou FSTP (exemple 2)

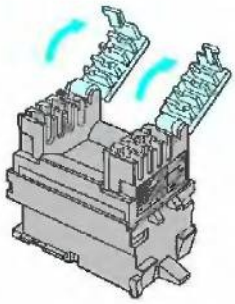
Source Legrand



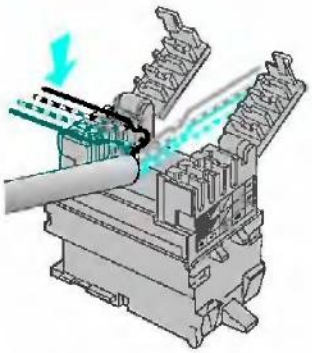
1 - Dénudez le câble selon les recommandations du fabricant du connecteur.



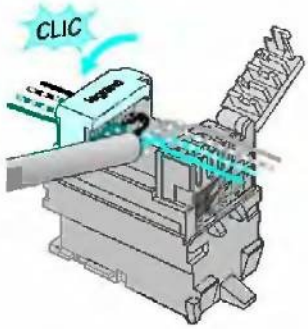
2 - Ne détorsadez pas les paires de plus de 13 mm.



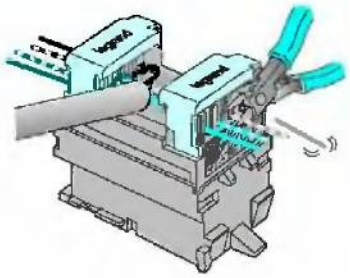
3 - Ouvrez les volets à l'arrière du connecteur.



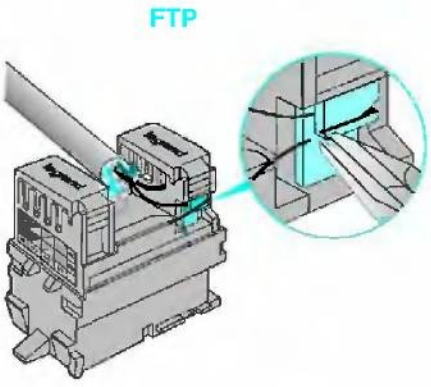
4 - Placez les conducteurs dans les logements qui leur sont destinés en respectant le code couleurs.



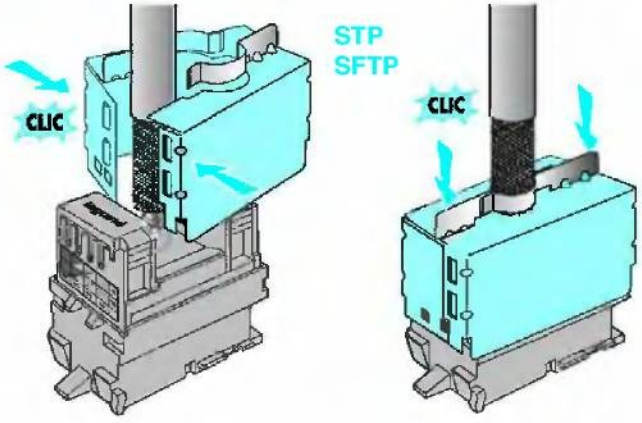
5 - Refermez le volet pour assurer les connexions. Mettez en place les autres conducteurs.



6 - Refermez le second volet, puis coupez les conducteurs au ras des orifices de sortie.



7 - Placez le conducteur de terre dans son logement, puis coupez-le (pour un câble FTP).



8 - Pour les câbles STP ou SFTP, placez un capuchon autour du câble, puis faites-le glisser jusqu'à enclenchement sur le connecteur. La mise à la terre est assurée au niveau des baies de brassage.

Figure 396 : Autre technique de raccordement d'un connecteur RJ 45

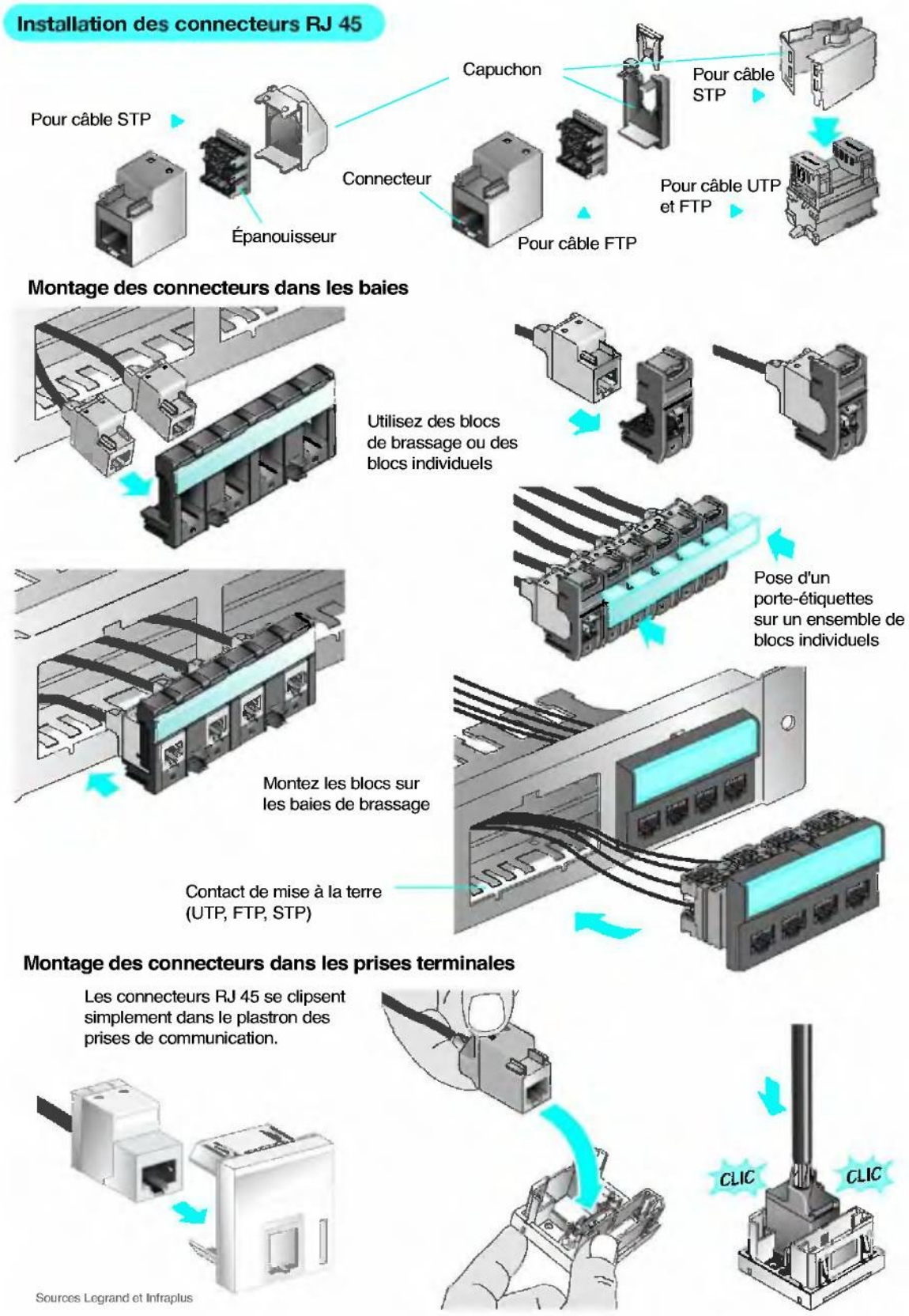


Figure 397 : Installation des connecteurs RJ 45

Autre exemple de coffret

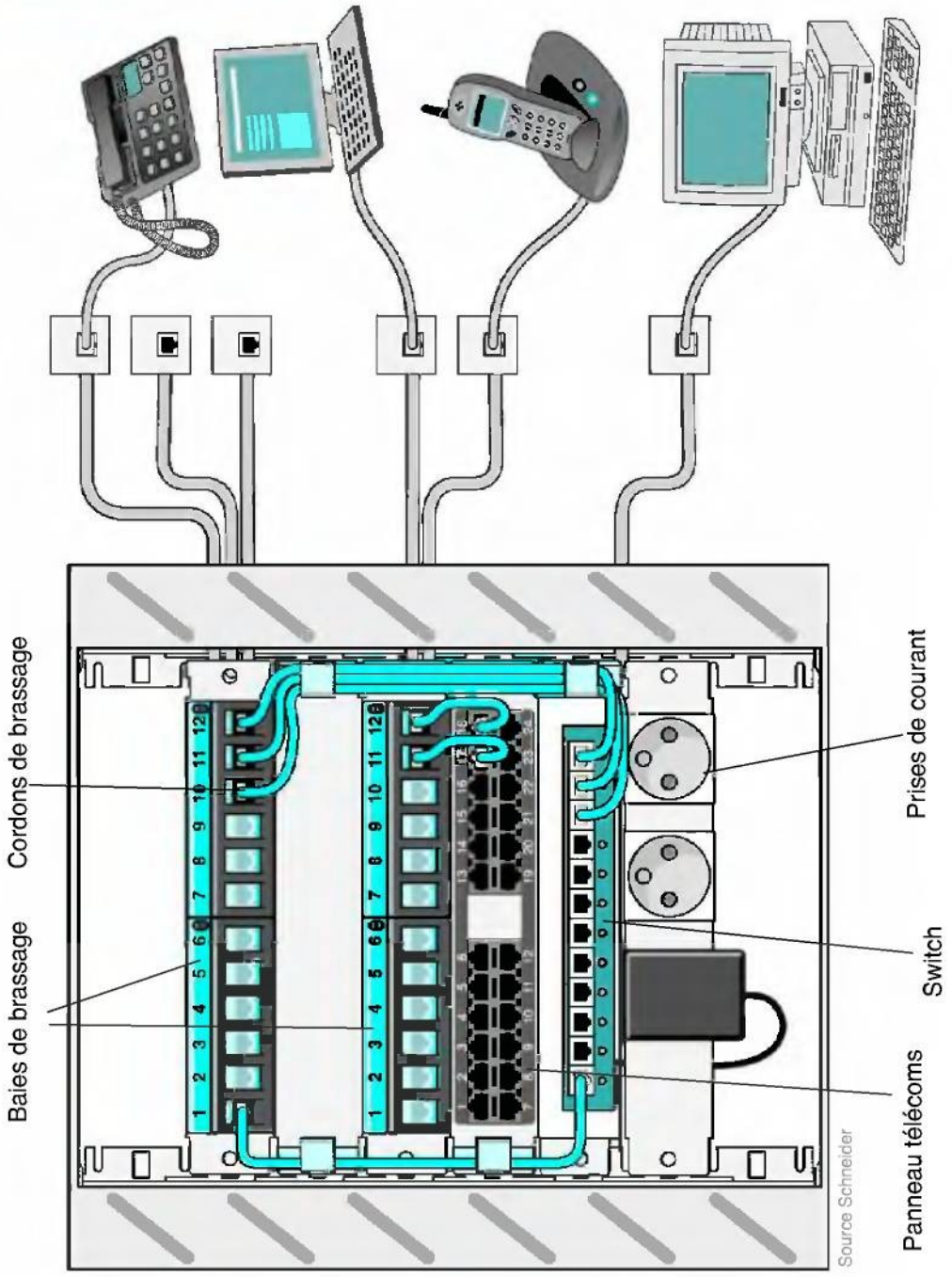


Figure 398 :
Autre exemple de coffret de communication où l'on distingue les cordons de brassage permettant de relier les connecteurs RJ 45

Le téléphone

❶ Distribution du téléphone avec une seule ligne

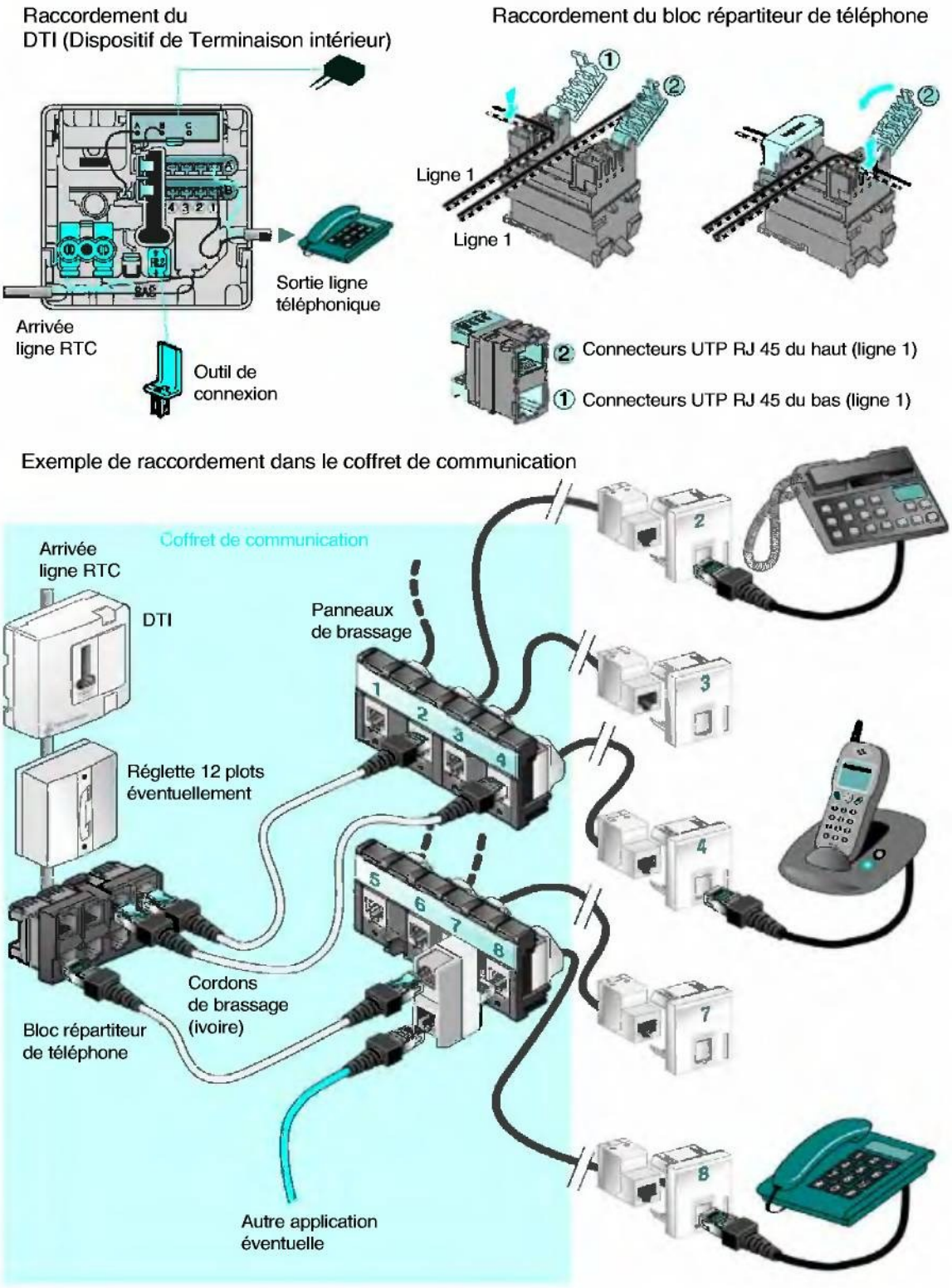


Figure 399 : Distribution d'une ligne de téléphone

il suffit de la connecter, dans le tableau de communication, sur la baie de brassage, au bloc répartiteur de téléphone, au moyen d'un cordon de brassage.

Dans le cas d'une seconde ligne téléphonique (figure 400), vous devez installer deux DTI (un pour chaque ligne). Une partie du bloc répartiteur sera dédiée à la première ligne, l'autre à la seconde. Il est même possible de distribuer simultanément les deux lignes sur la même prise de communication. Pour ce faire, on utilise un duplicateur pour la prise de la baie de brassage et un autre pour la prise de communication.

Le réseau de communication domestique permet également de profiter de l'Internet haut débit par ADSL (figures 401 et 402). Le problème de l'ADSL est que pour pouvoir utiliser la fonction téléphonique d'une ligne, celle-ci doit être équipée d'un filtre. Plusieurs cas de figure sont possibles. Dans le premier exemple de la figure 401, le modem ADSL est placé dans le coffret de communication et raccordé au DTI avec une prise en T gigogne incluant un filtre. La ligne téléphonique filtrée est distribuée sur le bloc répartiteur de téléphone. La distribution du téléphone s'effectue comme dans une installation classique, avec des cordons de brassage. La sortie RJ 45 du modem ADSL est raccordée au niveau de la baie de brassage pour desservir la prise de communication dédiée à l'ADSL.

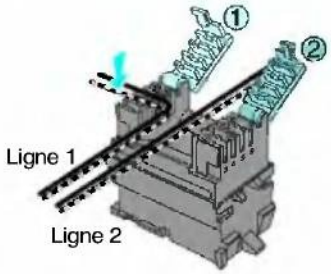
Une autre solution (deuxième exemple de la figure 401) consiste à raccorder directement l'arrivée ADSL au bloc répartiteur téléphonique. Dans ce cas, toutes les prises de communication désirées sont pourvues en ADSL. Sur celle choisie pour le raccordement de l'ordinateur est connecté le modem. Chaque poste téléphonique devra être équipé d'un filtre ADSL.

Pour éviter de devoir intercaler un filtre avant chaque poste téléphonique, vous pouvez avoir recours à un filtre général (figure 402, exemple 1). Celui-ci est installé dans le tableau de communication. L'entrée est directement raccordée au DTI, la sortie téléphonique filtrée, au bloc répartiteur de téléphone. La sortie ADSL est raccordée sur le panneau de brassage à la prise de communication dédiée à l'ADSL. Le modem est intercalé entre la prise de communication et le poste informatique.
Il existe également des modems ADSL équipés d'un filtre intégré dont le raccordement est similaire à la solution avec filtre général.

Si vous souhaitez profiter de la connexion ADSL sur plusieurs prises de communication, il convient d'utiliser un routeur concentrateur. Il est placé dans le tableau de communication et intercalé entre le modem ADSL et les prises de communication (figure 403). Il est également possible d'utiliser un modem routeur ADSL. Dans ce cas, les différentes sorties du modem routeur sont raccordées aux prises de communication à équiper. Si le nombre de sorties sur le modem n'est pas suffisant, il faut utiliser un concentrateur pour alimenter un nombre de postes supplémentaires (figure 404).
Dans le cas d'un modem ADSL multimédia, il est également possible d'utiliser le réseau de communication. La figure 405 présente un exemple de raccordement. Néanmoins, selon le modem utilisé, les connexions peuvent être différentes. Consultez la notice de votre modem.

❷ Distribution du téléphone avec deux lignes

Raccordement du bloc répartiteur de téléphone



② Connecteurs UTP RJ 45 du haut (ligne 2)

① Connecteurs UTP RJ 45 du bas (ligne 1)

Bornes des connecteurs RJ 45 attribués au téléphone

Les bornes 4 et 5 normalement utilisées pour le téléphone seront dédiées à une ligne. La deuxième ligne utilisera les bornes 7 et 8. On peut ainsi disposer des deux lignes sur une (ou plusieurs) prises de communication. Pour utiliser la ligne raccordée en 7 et 8 sur les prises, on utilise un dédoubleur qui transforme les bornes 7 et 8 en 4 et 5 ou un cordon spécial qui fait correspondre les bornes 7 et 8 aux bornes 3 et 4 (centrales) du connecteur RJ 11 du téléphone.

Exemple de raccordement dans le coffret de communication

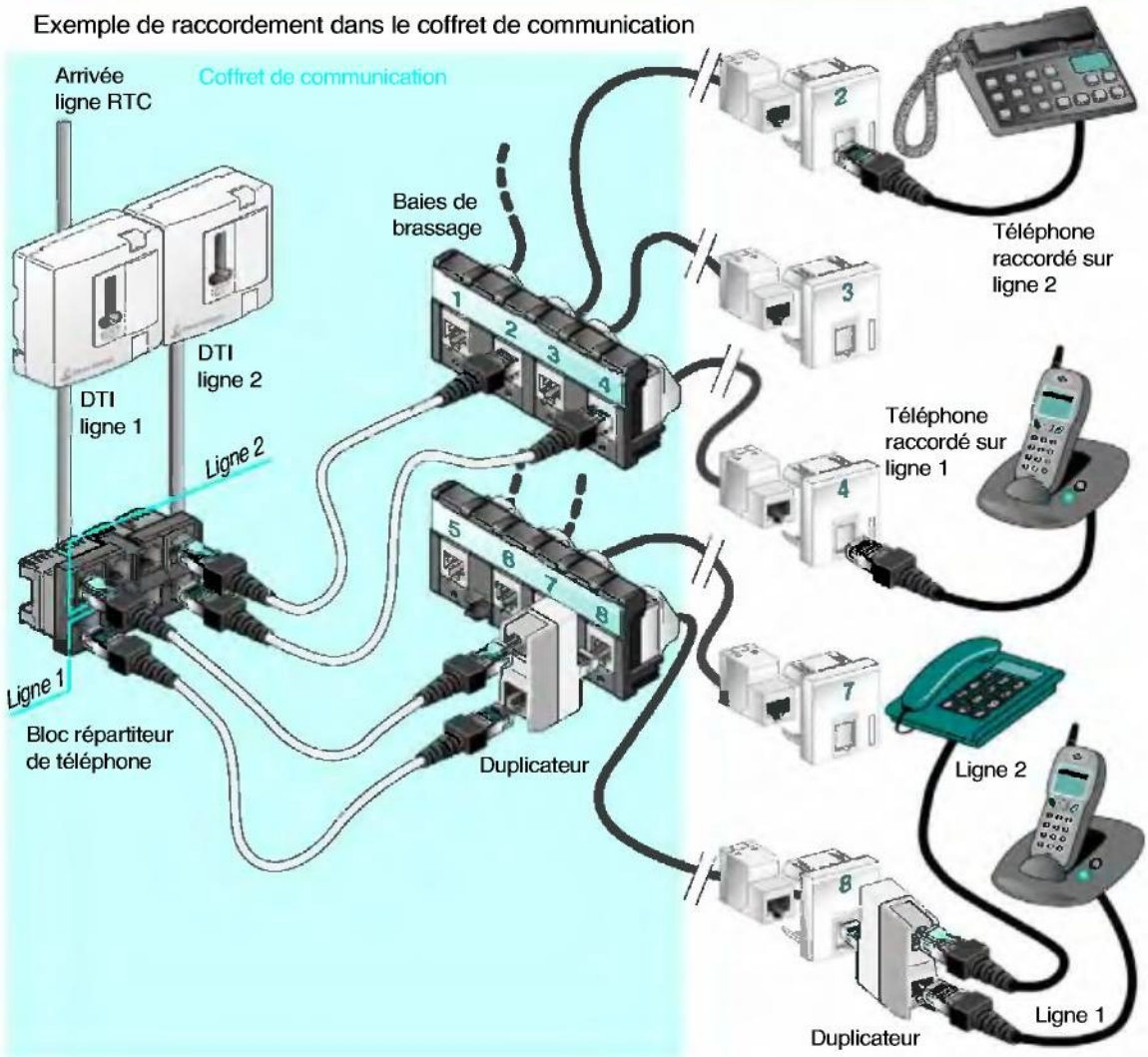
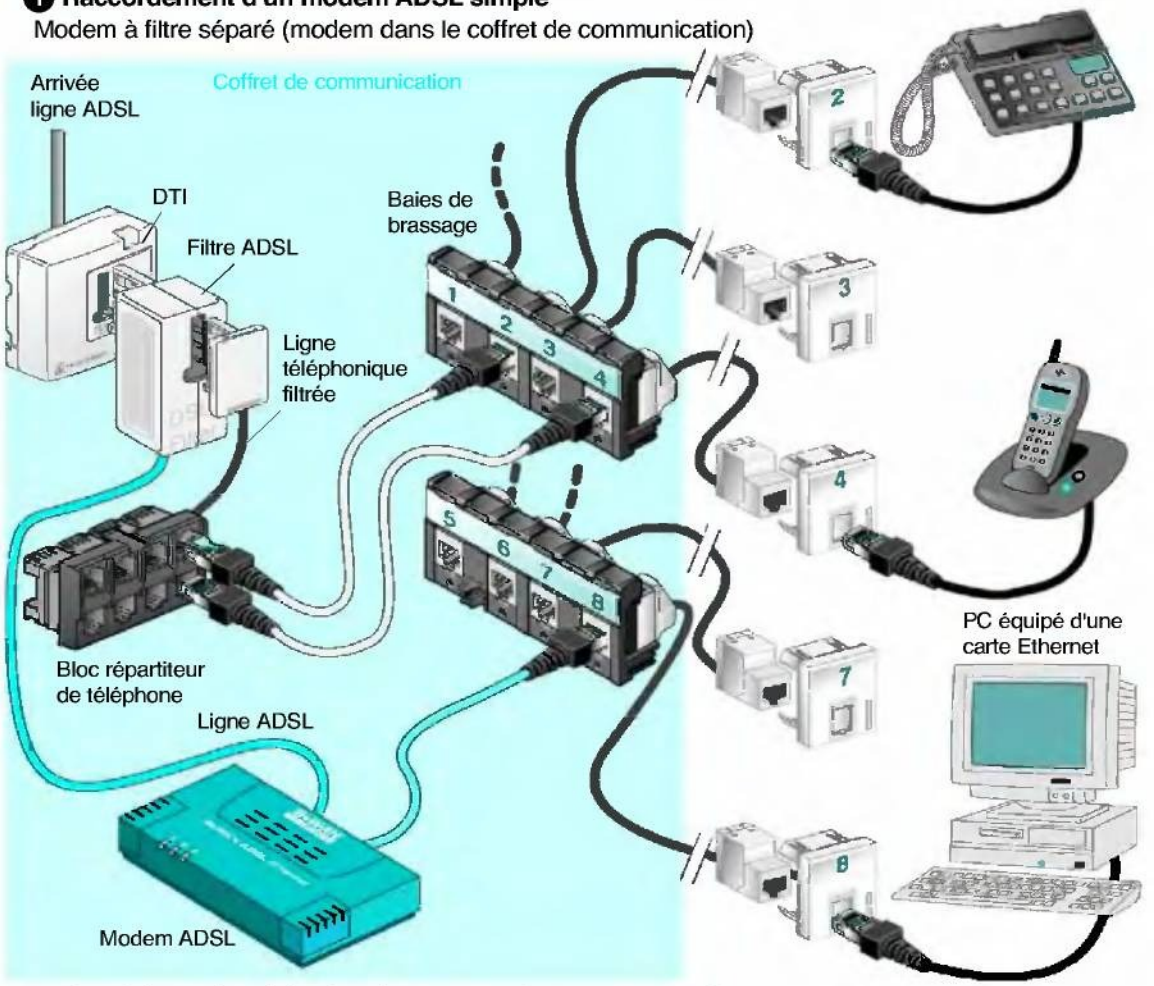


Figure 400 : Raccordement de deux lignes téléphoniques

L'ADSL

1 Raccordement d'un modem ADSL simple

Modem à filtre séparé (modem dans le coffret de communication)



Modem à filtre séparé (modem hors coffret de communication)

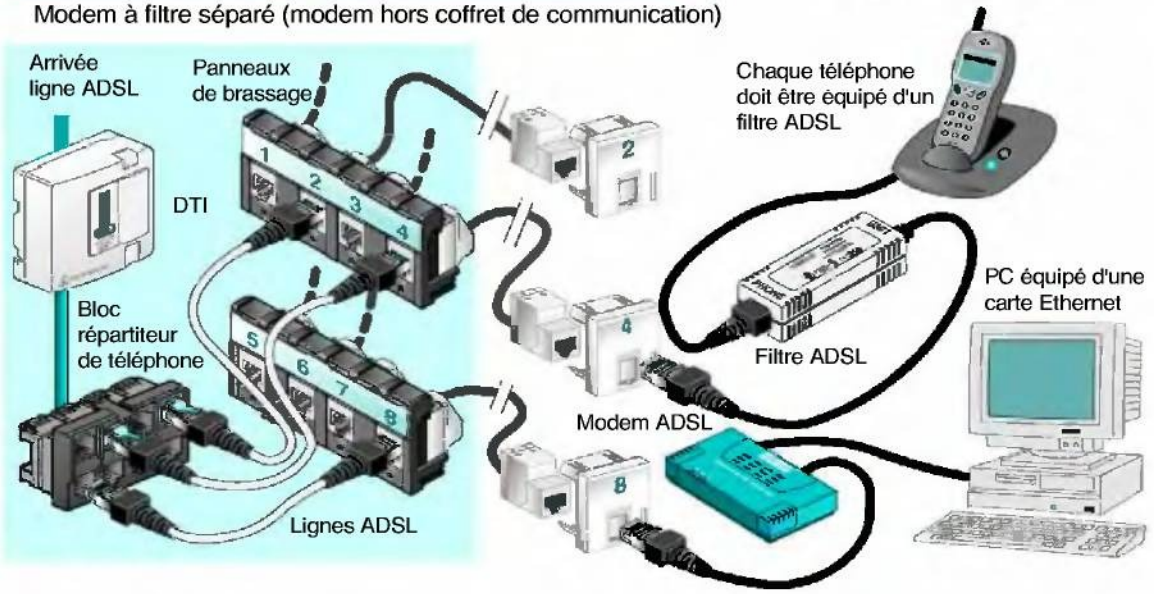


Figure 401 : Raccordement d'un modem ADSL (cas 1)

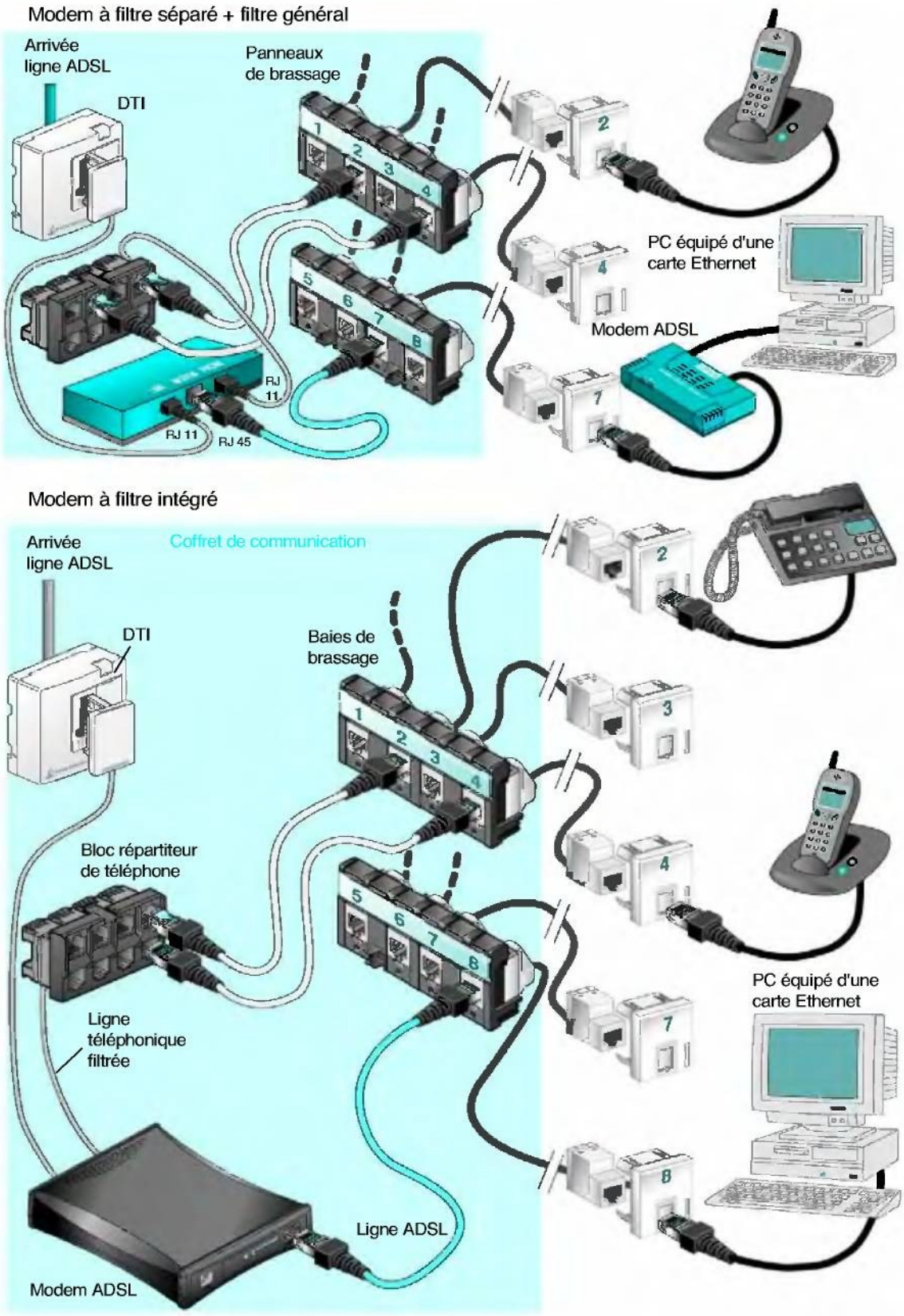


Figure 402 : Raccordement d'un modem ADSL (cas 2)

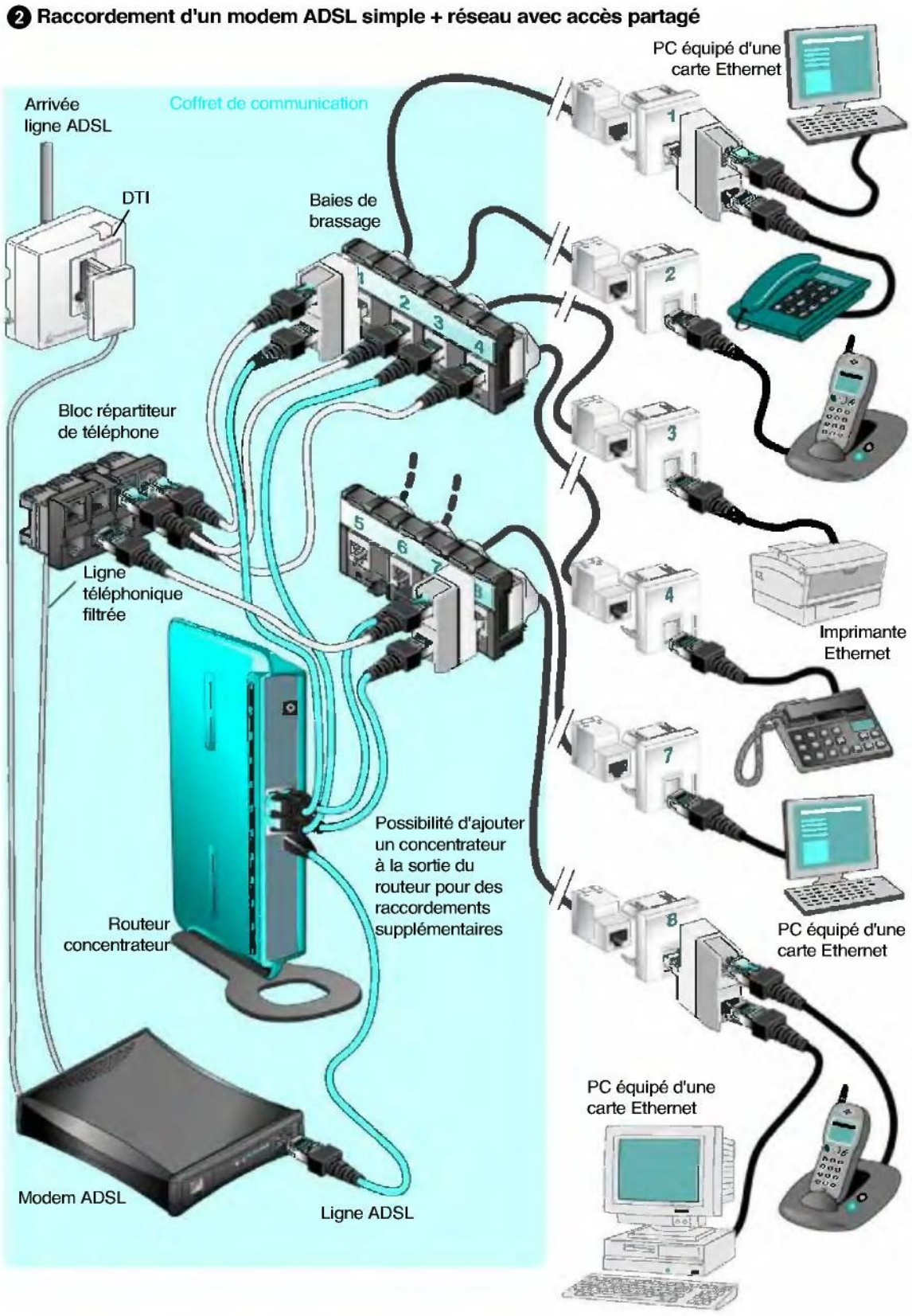


Figure 403 : Raccordement d'un modem ADSL (cas 3)

❸ Raccordement d'un modem/routeur ADSL avec filtre + réseau avec accès partagé

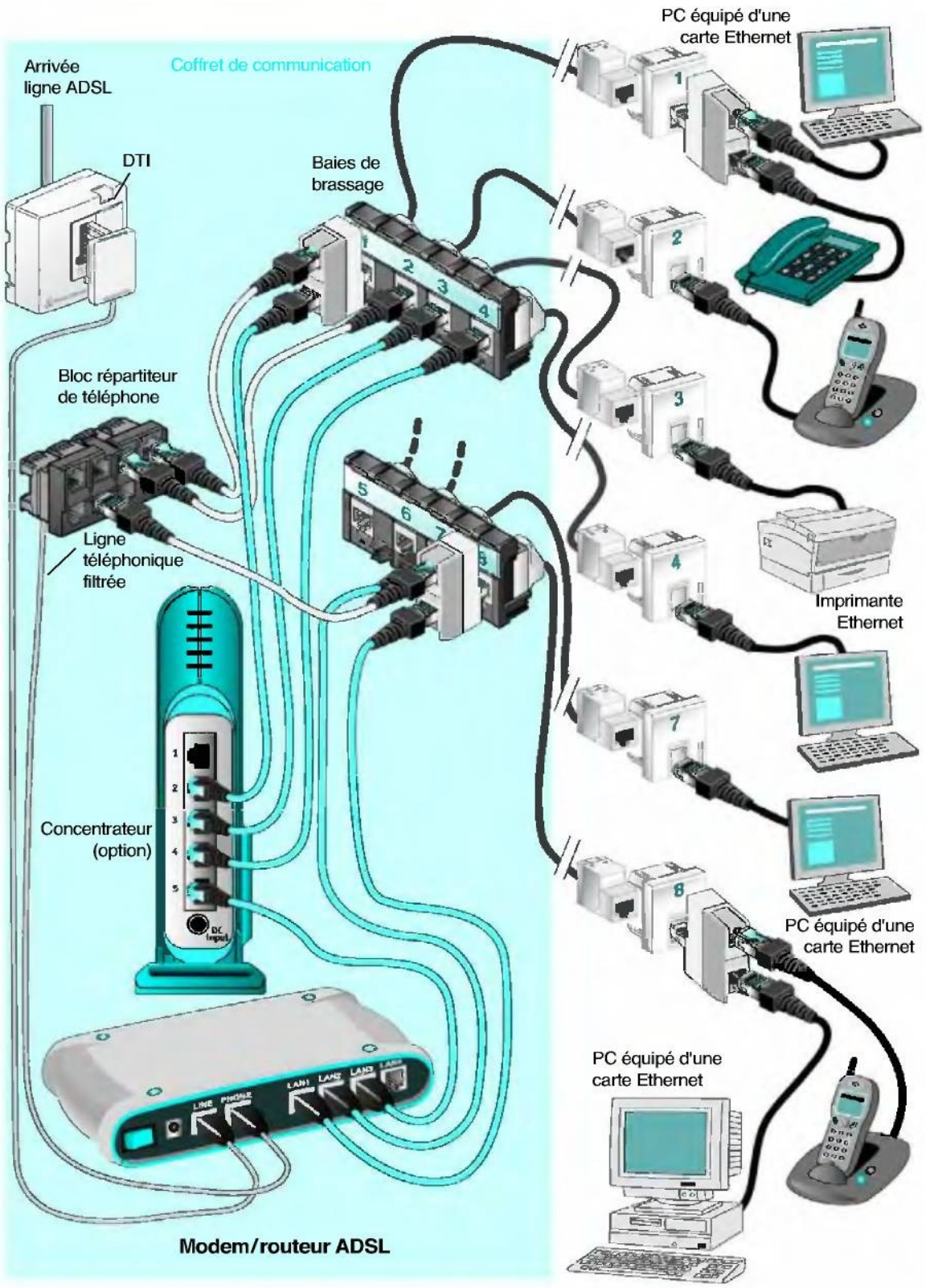


Figure 404 : Raccordement d'un modem ADSL (cas 4)

❹ **Exemple de raccordement d'un modem ADSL multimédia**

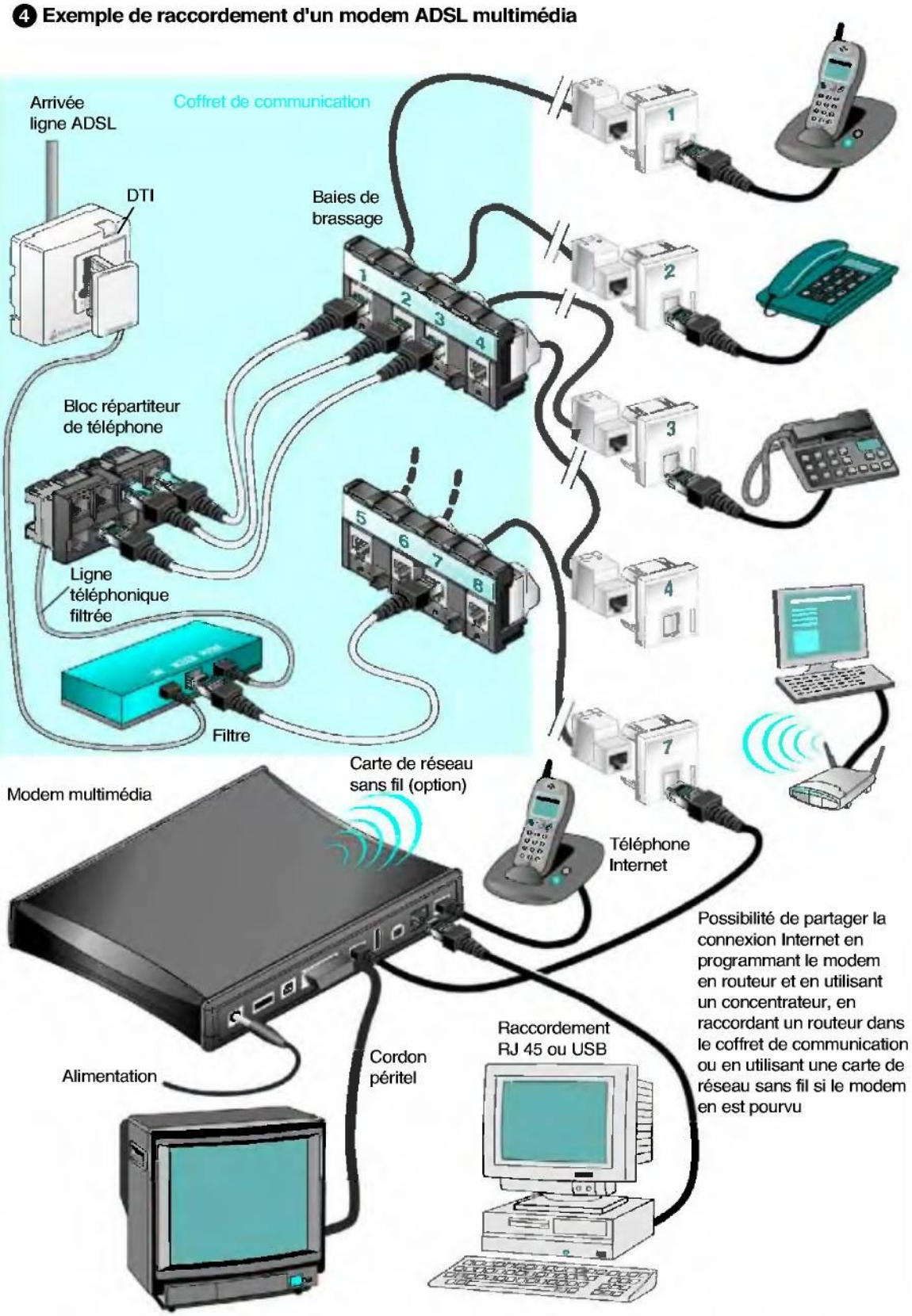


Figure 405 : Raccordement d'un modem ADSL multimédia

Réseau informatique local

Le réseau de communication domestique de grade 2 ou 3 est parfaitement adapté à la réalisation d'un réseau informatique local (figure 406). Pour de bonnes performances, utilisez des câbles blindés (catégorie 5e ou 6) pour relier les prises de communication. Le matériel informatique (PC et imprimantes) doit être équipé de cartes Ethernet. Il suffit de placer un concentrateur dans le tableau de communication et d'y interconnecter les différentes lignes à l'aide d'un cordon de brassage.

La distribution de la télévision

Comme indiqué précédemment pour les grades 1 et 2, la télévision est distribuée sur des prises TV classiques par l'intermédiaire d'un câble coaxial.

Pour le grade 3, on utilise un distributeur TV afin de pouvoir faire transiter les images dans le réseau de communication. Les figures 407 et 408 présentent quelques exemples de raccordement. Dans la figure 407, il est à noter que le signal provenant du satellite ne peut pas transiter pas le distributeur TV. Sa distribution s'opère donc de façon classique avec du câble coaxial et une prise satellite.

La distribution de la hi-fi

Le réseau de communication local peut également être utilisé pour la diffusion d'ambiances sonores (figure 409). La sortie de la chaîne hi-fi est raccordée sur une prise de communication, puis distribuée, dans le tableau de communication, vers les enceintes acoustiques, grâce à des cordons de brassage.

Les systèmes à reconnaissance automatique

Si le tableau de communication basé sur des baies et cordons de brassage vous paraît difficile à mettre en œuvre, les fabricants proposent des tableaux de communication à reconnaissance automatique (figure ci-dessous). Il est ainsi possible de brancher à sa guise une télévision, un ordinateur et son accès Internet, un téléphone, sur une même prise de communication, n'importe où dans le logement, sans se poser de questions. L'application souhaitée est immédiatement reconnue et rendue disponible.

Les coffrets multimédias (figure 410) à reconnaissance automatique s'installent dans la GTL et peuvent distribuer jusqu'à 24 prises RJ 45. Seize d'entre elles sont accessibles au principe de la distribution automatique de la télévision (hertzien, câble, ADSL), du téléphone et de l'informatique.

Ces coffrets comportent généralement tous les raccordements pour les arrivées de téléphone et de télévision (figure 411), des baies de brassage et des cassettes dédiées à la distribution des divers médias (TV, téléphone, réseau informatique).

Pour relier les cassettes aux prises de communication choisies, on utilise des cordons de brassage (figure 412).

Réseau informatique local

Réseau de type Ethernet avec PC équipés de cartes et imprimante Ethernet

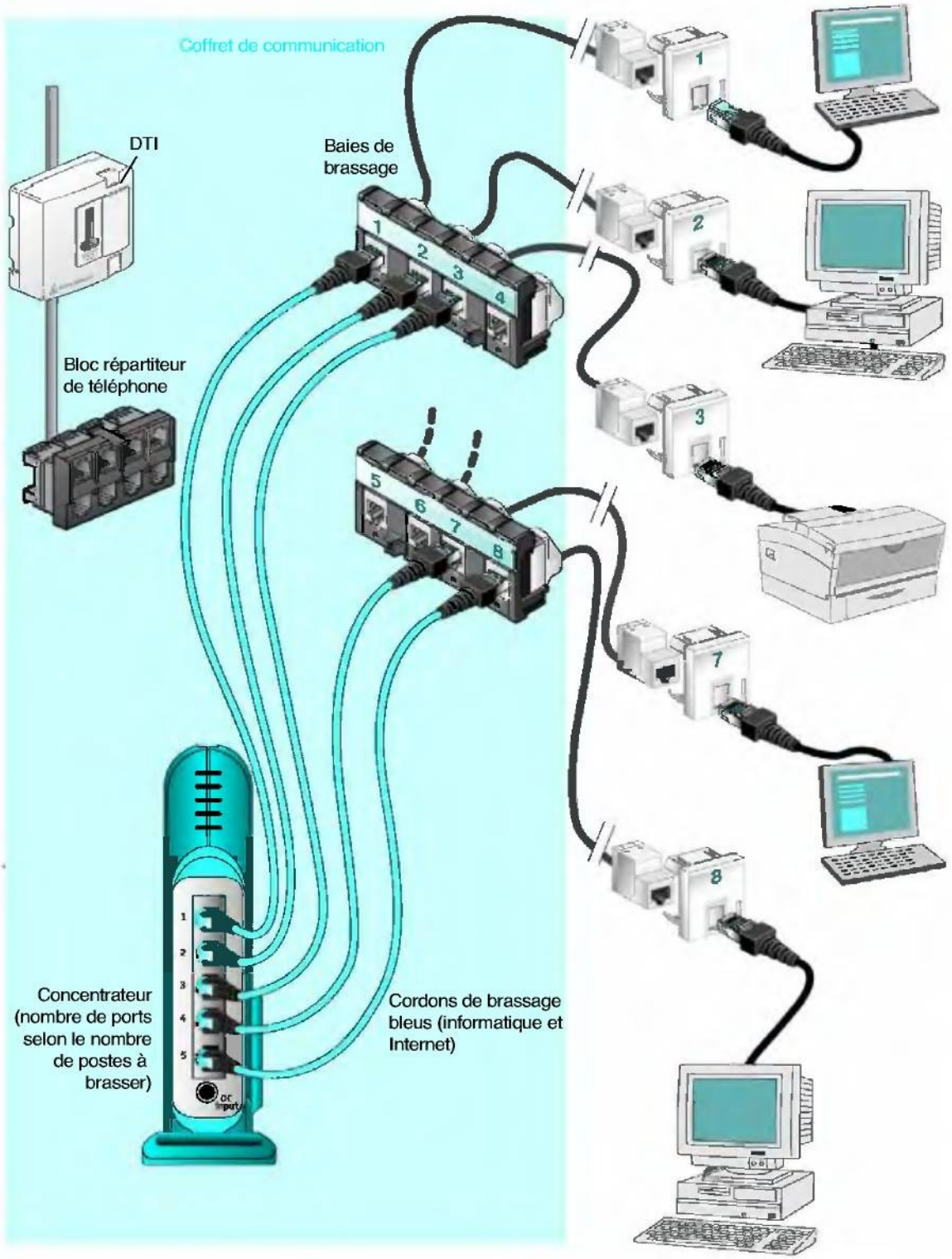


Figure 406 : Raccordement d'un réseau type Ethernet

Télévision

Avec les grades 1 et 2, la distribution des canaux de télévision dans la bande UHF/VHF peut être assurée par un câblage coaxial classique. Pour le grade 3, la distribution des canaux de télévision se fait sur les prises RJ 45.

Exemple de distribution de la télévision en grade 3

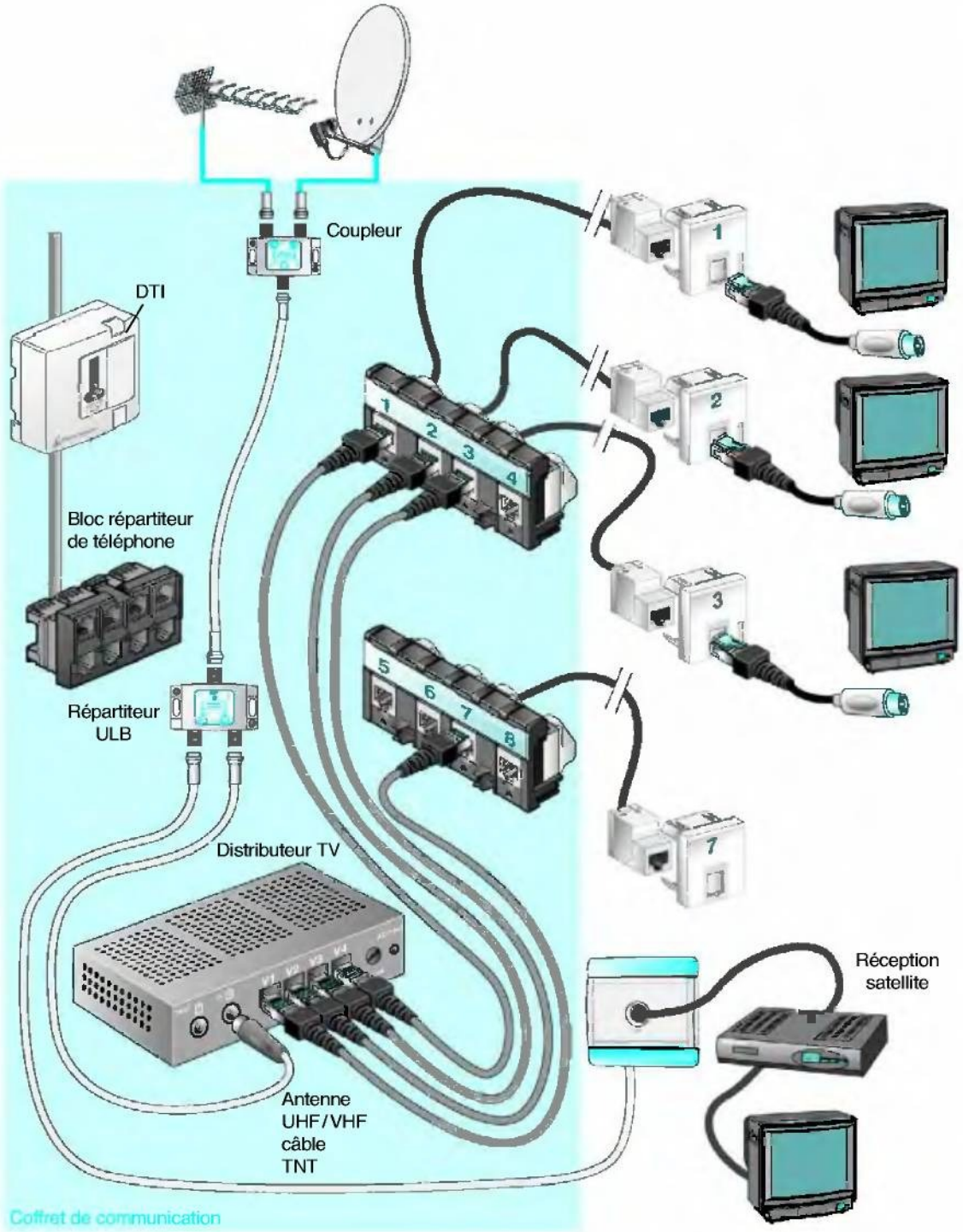


Figure 407 : Raccordement de la télévision en grade 3 (exemple 1)

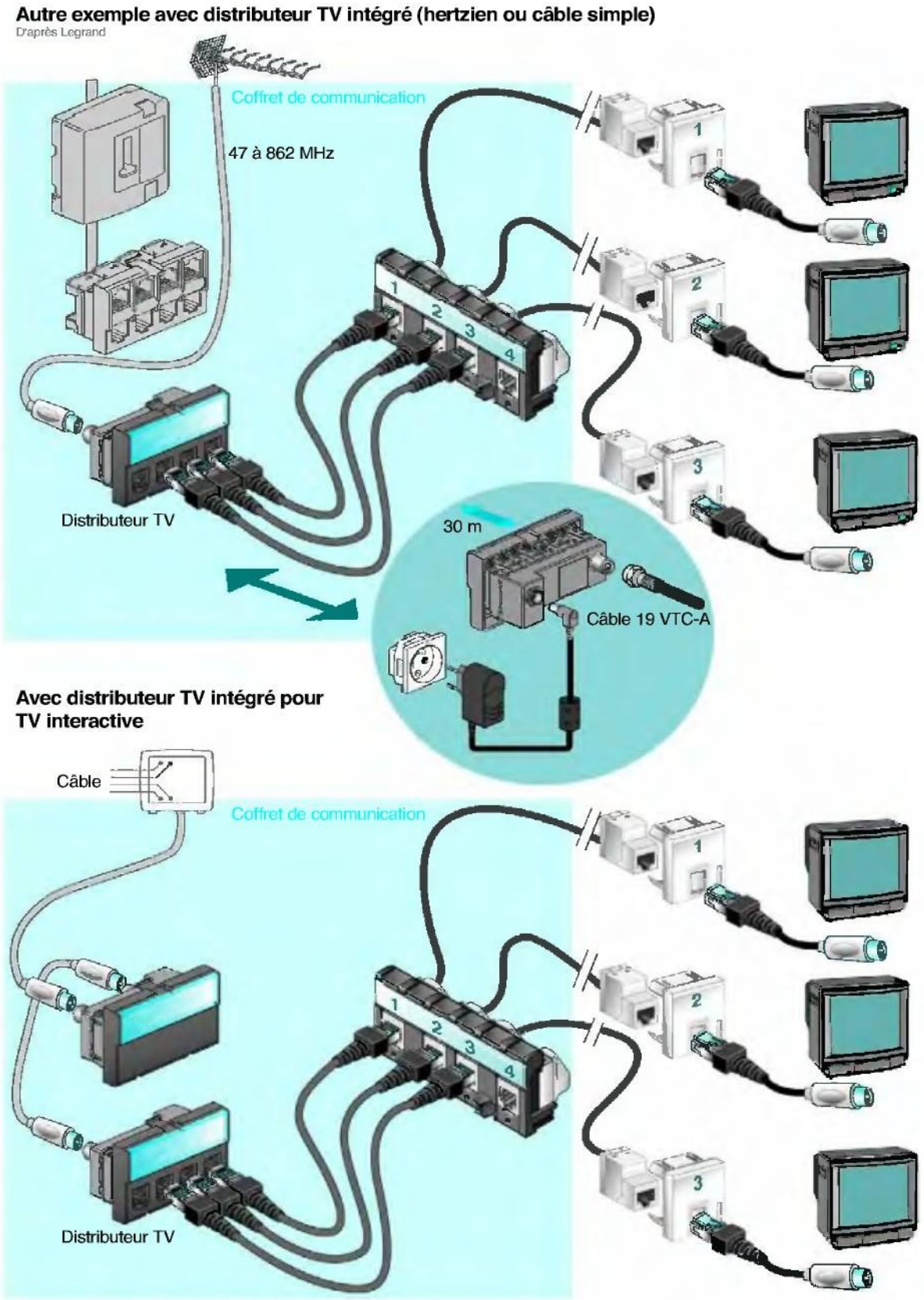
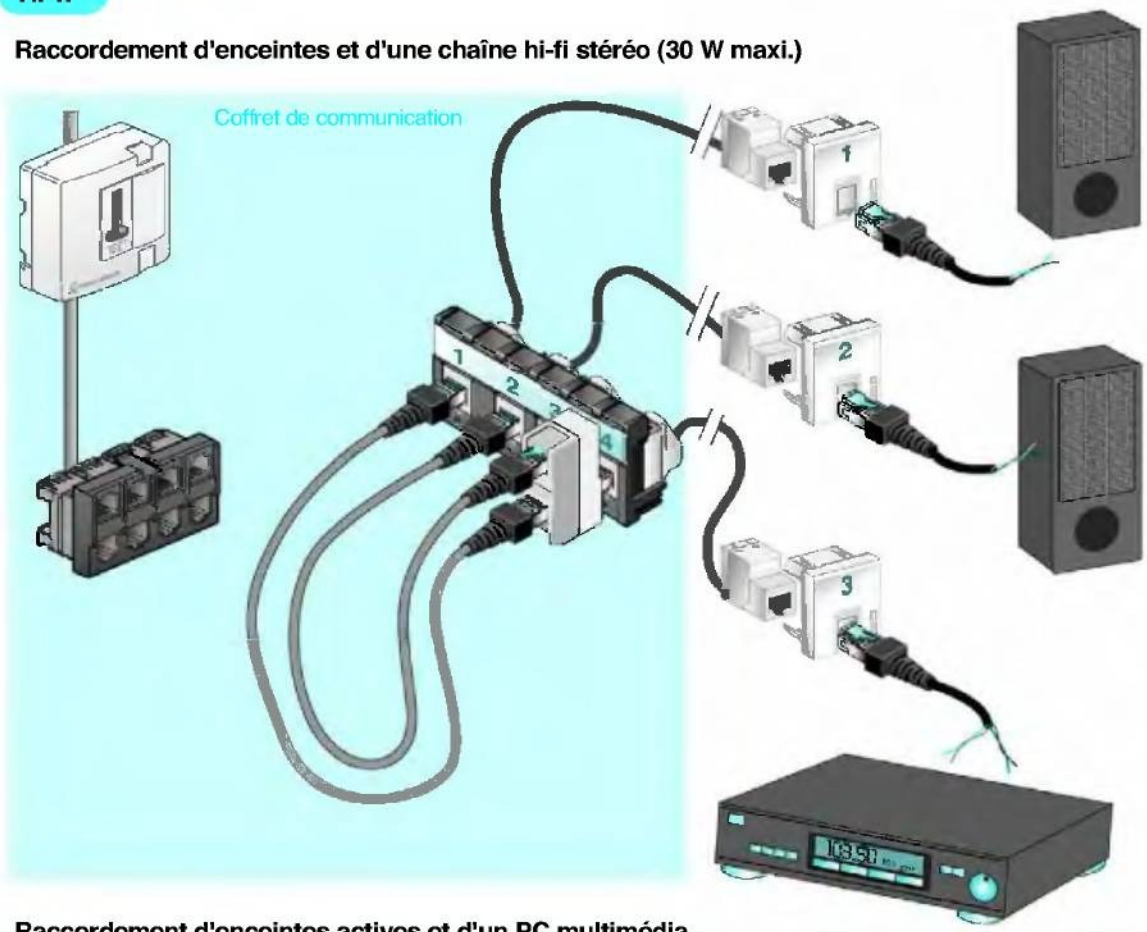


Figure 408 : Raccordement de la télévision en grade 3 (exemple 2)

Hi-fi

Raccordement d'enceintes et d'une chaîne hi-fi stéréo (30 W maxi.)



Raccordement d'enceintes actives et d'un PC multimédia

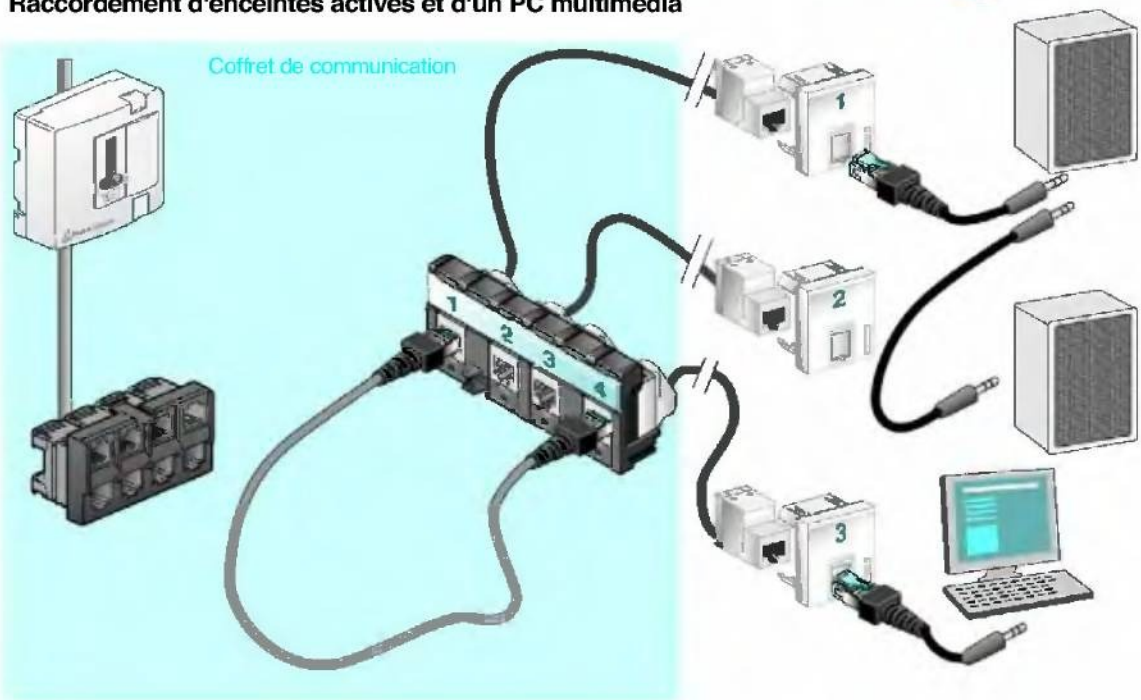


Figure 409 : Distribution du son par les prises RJ 45

Tableau de communication multimédia sans brassage manuel

Exemple de tableau à reconnaissance automatique (Legrand)

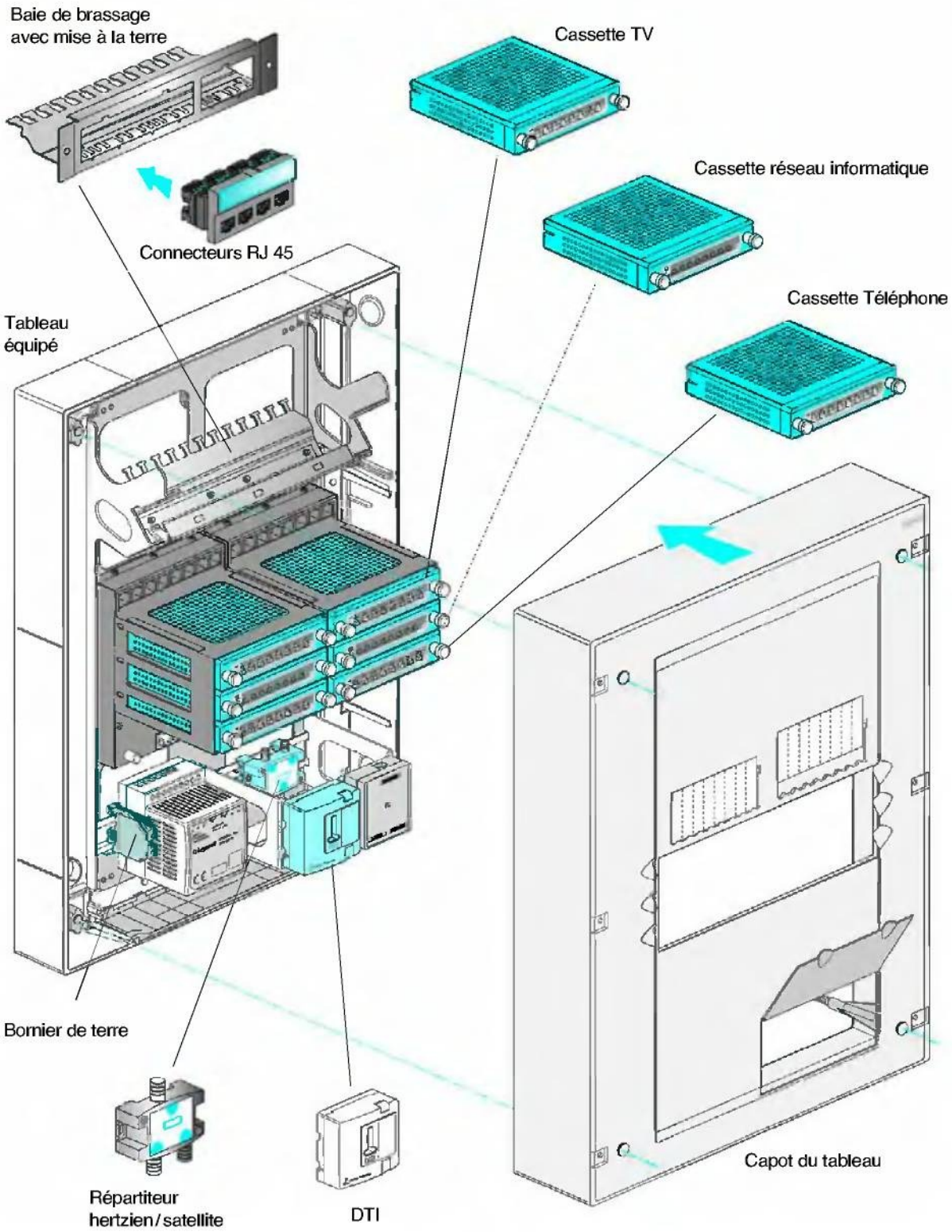
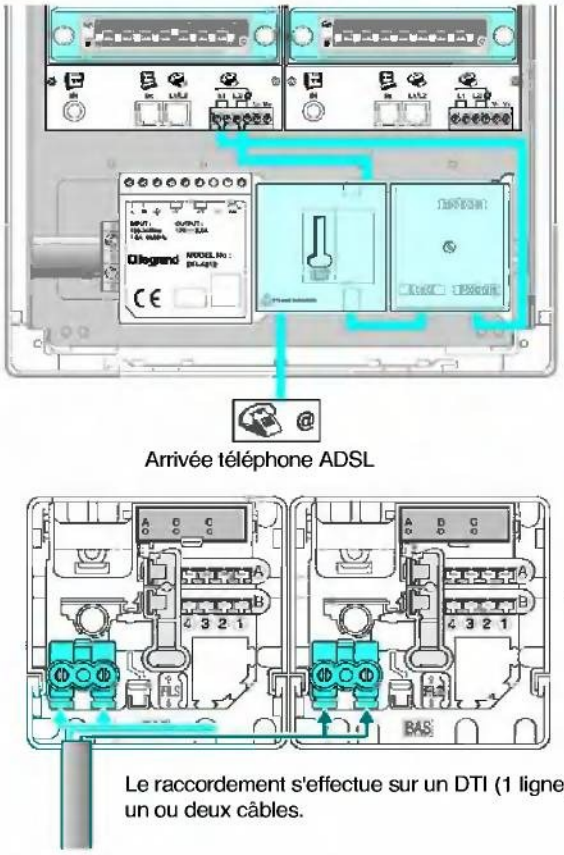


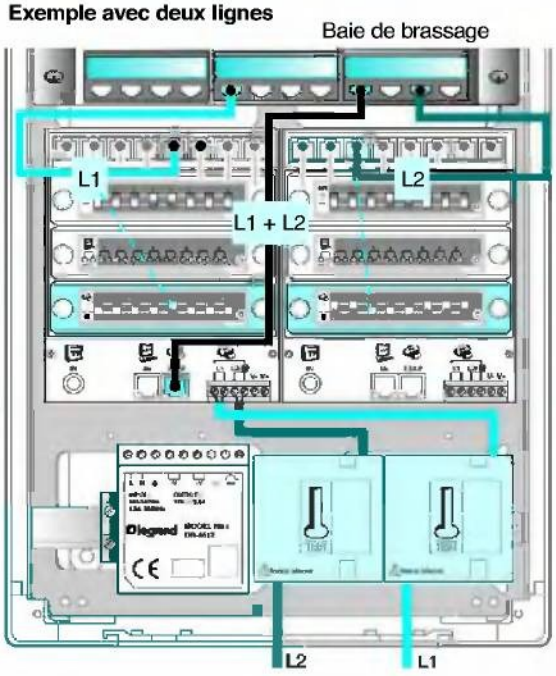
Figure 410 : Les éléments d'un tableau de communication à reconnaissance automatique

Raccordement téléphonique (source Legrand)

Exemple avec une ligne



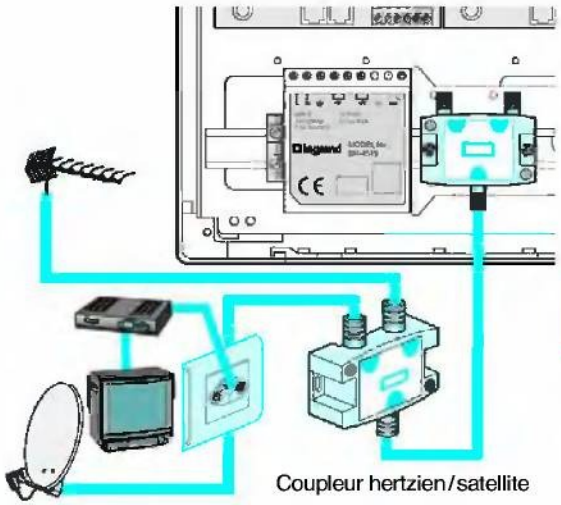
Exemple avec deux lignes



Le raccordement s'effectue sur un DTI (1 ligne) ou deux DTI (deux lignes). L'arrivée peut se faire via un ou deux câbles.

Raccordement télévision

TV + satellite (le satellite ne transite pas dans le réseau de communication)



Raccordement au niveau du coffret

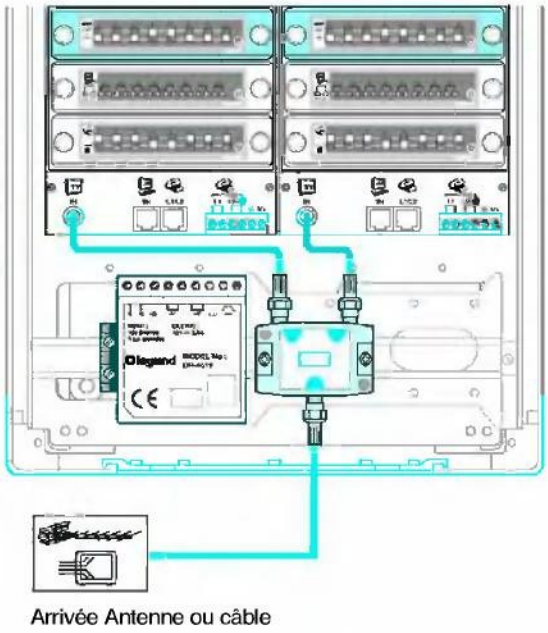


Figure 411 : Raccordement des arrivées sur un tableau à reconnaissance automatique

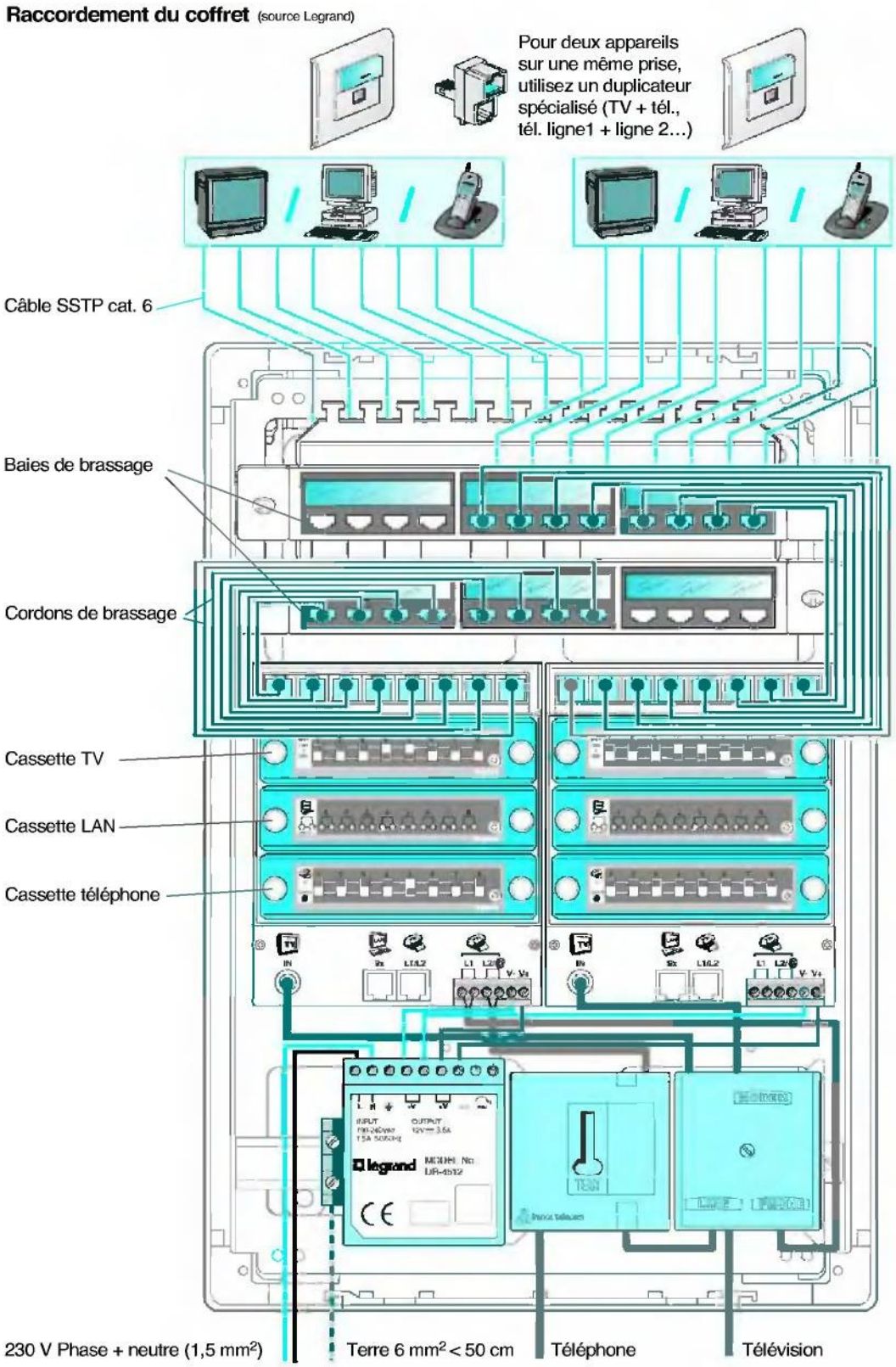


Figure 412 : Exemple de brassage d'un tableau à reconnaissance automatique

Le réseau domestique CPL

Dans l'habitat existant, il est possible de profiter de toutes les avancées en matière de communication et d'accès à Internet. En effet, avec le haut débit se généralisent les applications d'accès au réseau et de diffusion TV, de vidéo à la demande, sans compter les services de télésurveillance ou de domotique. Dans le neuf, la norme prévoit ces besoins. En rénovation, il est difficile de câbler toutes les pièces sans occasionner de dégâts et des coûts importants. L'alternative est la technologie des courants porteurs (X10). Elle permet d'automatiser l'installation électrique sans passer de nouveaux câbles. C'est le réseau électrique domestique qui sert de média pour les données. Il suffit de brancher dans une prise de courant un adaptateur CPL/Ethernet pour créer et profiter immédiatement de votre propre réseau local (figure 413). Chaque prise de courant devient un point d'utilisation potentiel pour partager, par exemple, la connexion ADSL raccordée à un routeur.

Théoriquement, le compteur sert de barrage naturel aux données circulant sur votre réseau local, mais, pour plus de sécurité des données, il est conseillé d'utiliser les fonctions de cryptage interne des adaptateurs.

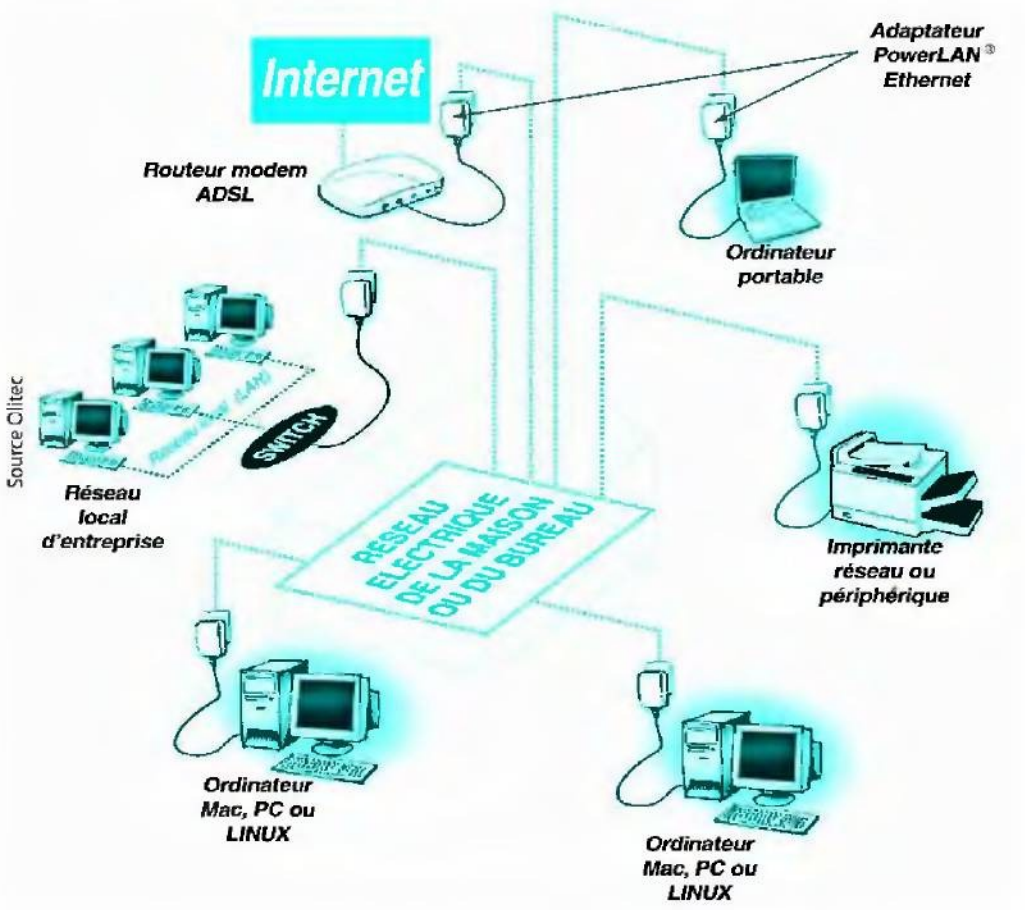


Figure 413 : Principe d'un réseau local par courant porteur

La télévision

La norme prévoit un équipement minimal pour les prises de télévision. Pour les logements de moins de 100 m², il faut installer au minimum deux prises. Pour les logements plus grands, trois prises sont requises. Pour les logements de moins de 35 m², il est admis de n'installer qu'une seule prise. Dans tous les cas, l'une des prises doit être située dans le salon, près d'une prise de communication et d'une prise de courant. Chaque prise est desservie par un câble issu directement du tableau de communication de la GTL.
Les signaux de télévision peuvent être captés par une antenne hertzienne, une parabole ou provenir d'un réseau câblé, DSL ou de communication.

La distribution des signaux d'antenne hertzienne et de la parabole se fait par un câble coaxial. L'installation de base comprend simplement l'antenne, le câble et une prise. Lorsqu'on dispose de plusieurs antennes, leurs signaux sont regroupés dans un coupleur de mat, puis transitent par un répartiteur permettant d'alimenter chaque poste. On a recours à un amplificateur si le signal est faible ou si plusieurs téléviseurs sont raccordés (figure 414). Il existe plusieurs types de prises : TV simple, TV + radio, TV + radio + Sat (figure 415). 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 416).

Il est également possible de regrouper de multiples récepteurs (antenne hertzienne, plusieurs paraboles) en utilisant une centrale de réception. Elle permet de distribuer tous les signaux sur les prises (figure 417).
Les raccordements de base d'une antenne parabolique sont présentés à la figure 418.
Les prises murales destinées à recevoir un câble coaxial (cas d'une distribution en grade 1 ou 2) disposent d'un connecteur permettant de connecter l'âme et la tresse de blindage du câble. Il faut veiller à ne pas laisser entrer en contact la tresse et l'âme, afin d'éviter les parasites. La figure 419 présente le principe de raccordement d'une telle prise.
Si vous souhaitez plusieurs prises pour raccorder plusieurs récepteurs, l'installation d'un amplificateur est recommandée. De cet amplificateur, on transite par un répartiteur (boîte de connexion qui limite les pertes de signal) avec plusieurs directions (les directions sont les dérivations). Ainsi pour quatre prises, on utilise un répartiteur à quatre directions.

Pour raccorder un téléviseur à la prise murale, utilisez un câble pourvu d'une fiche coaxiale. Le raccordement des câbles en provenance de l'antenne, au niveau des amplificateurs, des coupleurs ou des répartiteurs s'effectue au moyen de connecteurs F. Le montage de ces fiches est expliqué à la figure 415.
Pour recevoir la TNT, il suffit d'intercaler un décodeur entre la prise et le récepteur de télévision. Il peut être nécessaire de changer les antennes existantes afin de mieux recevoir le signal.

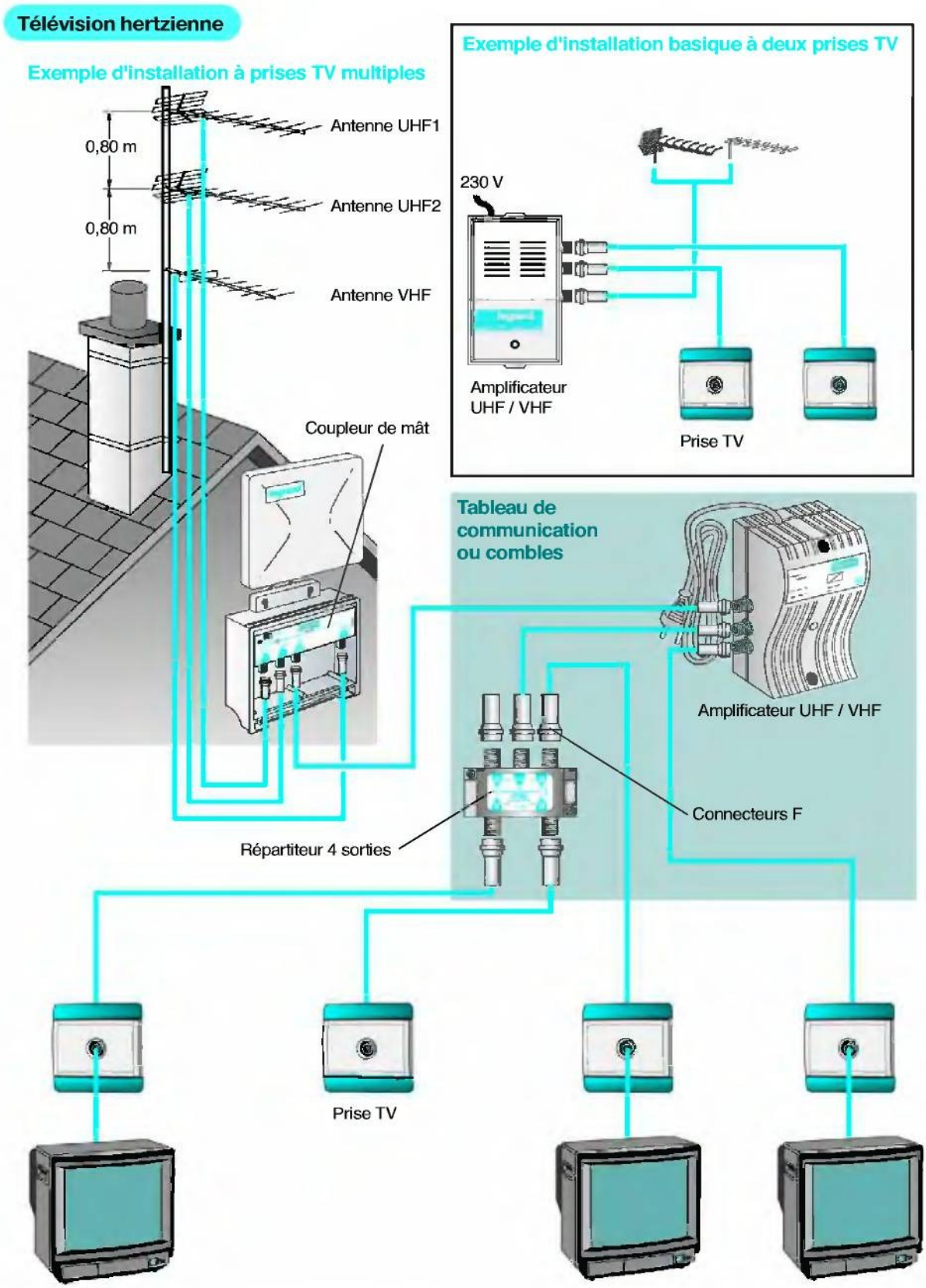
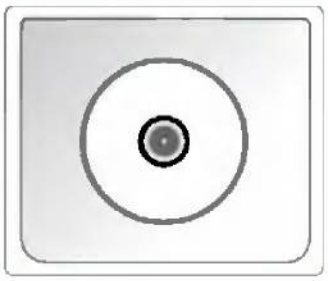


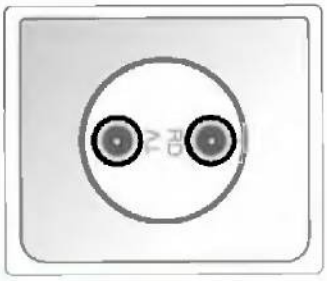
Figure 414 : Raccordement d'une antenne hertzienne

La réception des images

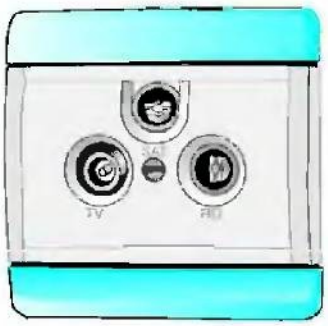
1 Le matériel d'installation



Prise TV simple



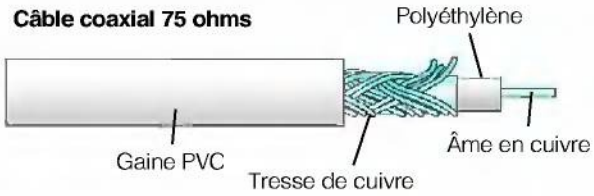
Prise TV - RD

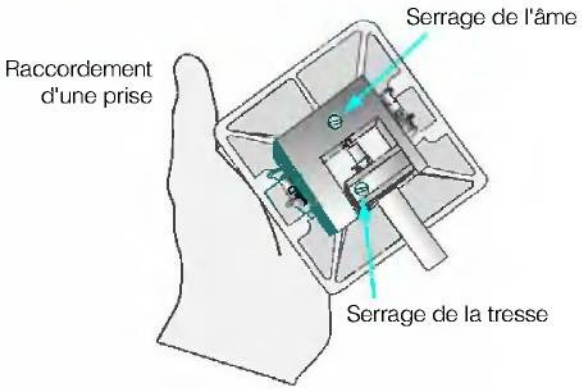


Prise TV - RD - SAT

TV : télévision
RD : radio
SAT : satellite

Surface du logement	Nombre de prises TV
< 35 m²	1 prise TV
> 35 m² < 100 m²	2 prises TV
> 100 m²	3 prises TV



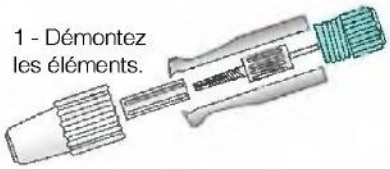


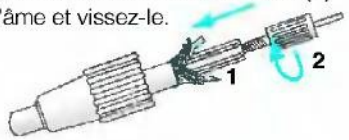
2 La connectique

Les fiches TV simples

Fiche mâle

Fiche femelle





Les connecteurs F

1 - Dénudez le câble.

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 équipé sur les connecteurs mâles des appareils.

Figure 415 : La connectique pour la télévision

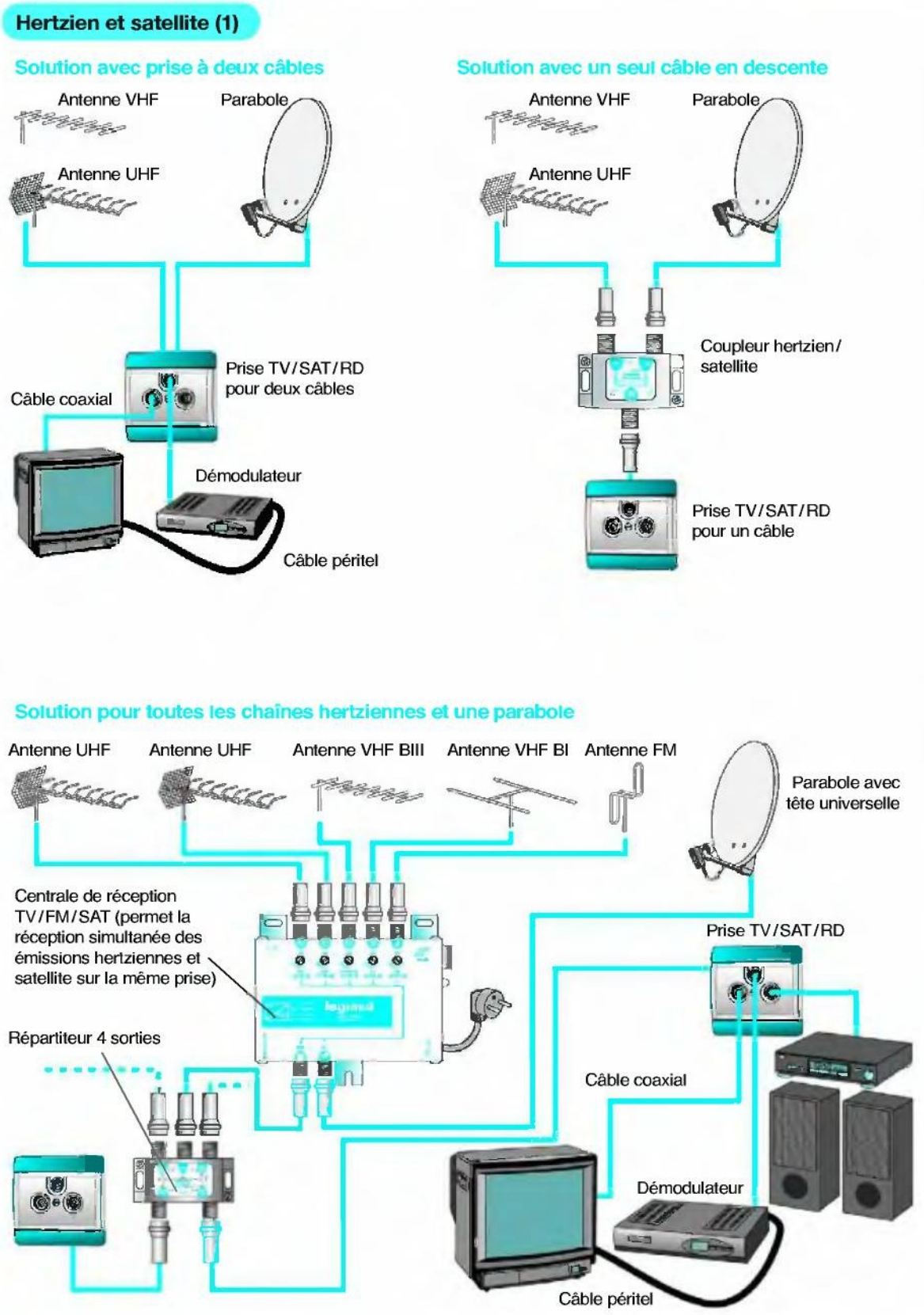


Figure 416 : Raccordement des récepteurs hertzien et satellite (exemple 1)

Hertzien et satellite (2)

Solution pour toutes les chaînes hertziennes et jusqu'à 4 paraboles

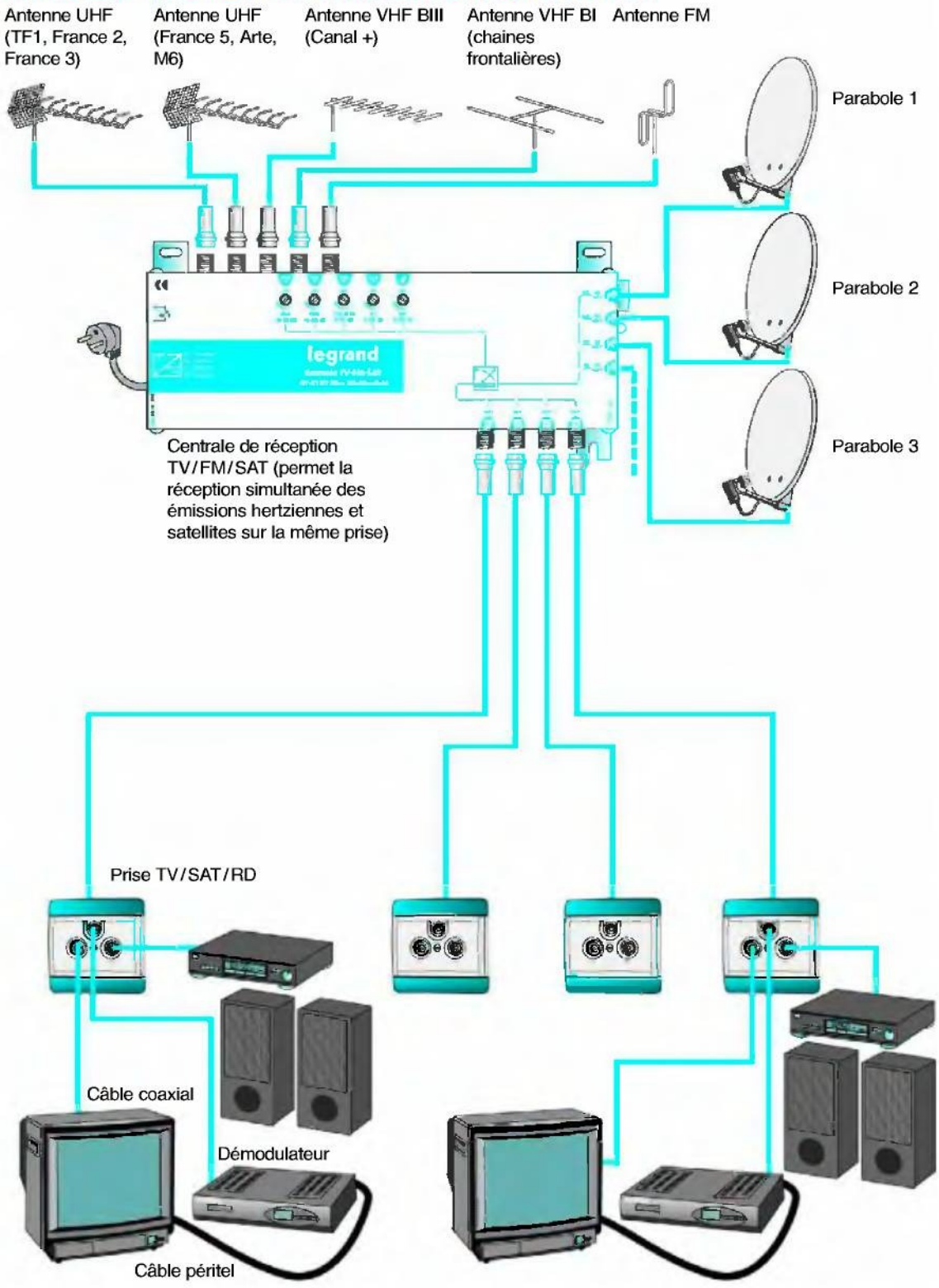


Figure 417 : Raccordement des récepteurs hertzien et satellite (exemple 2)

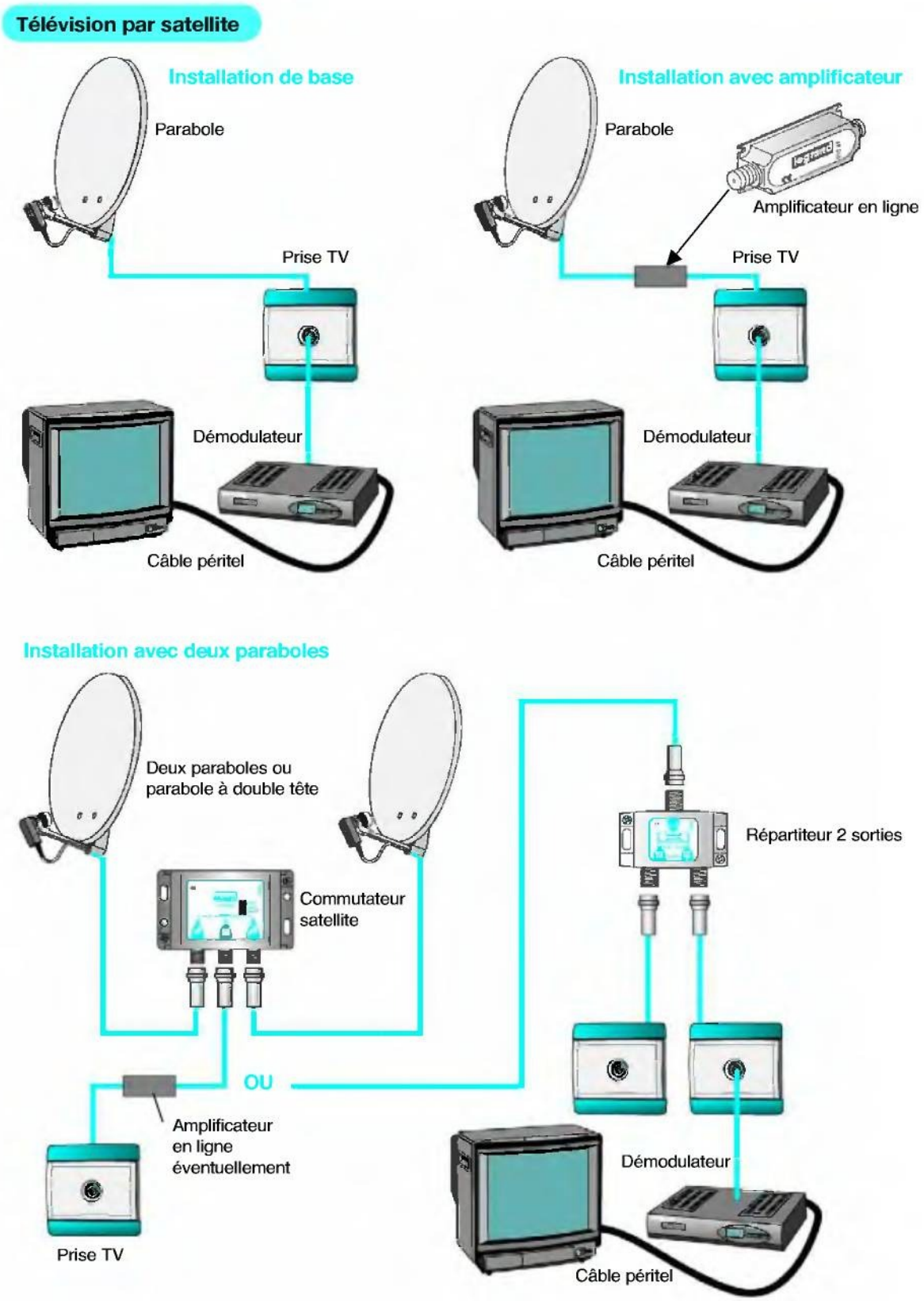
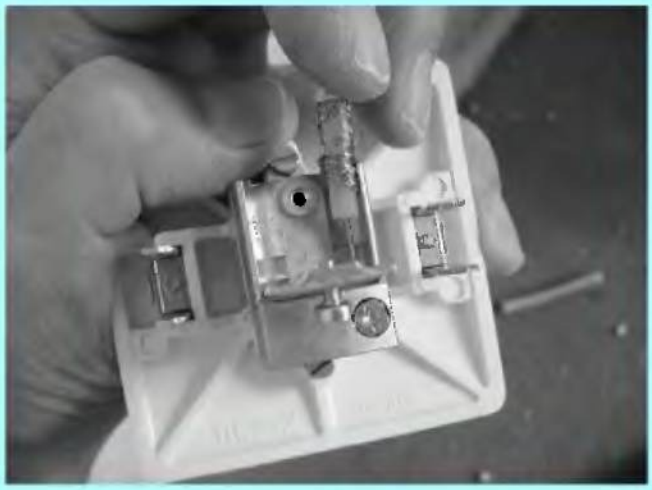


Figure 418 : Raccordement d'une parabole



1 - Dénudez le câble, introduisez l'âme en cuivre dans le connecteur, puis serrez.

2 - Répartissez la tresse autour du câble, puis serrez-la dans l'étrier prévu à cet effet.

Figure 419 : Raccordement d'une prise TV simple

L'alarme

Avant l'installation d'une alarme, il est nécessaire d'analyser les risques dans votre 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.). Un système de protection électronique doit traiter les fonctions suivantes : détecter, traiter l'information, dissuader, alerter et agir. Trois méthodes principales de détection sont possibles (figure 420).

La détection périphérique

Elle concerne l'extérieur de l'habitation. Son but est de dissuader un intrus avant l'effraction. Elle peut être matérialisée par des détecteurs barrières qui se déclenchent lorsqu'il y a coupure du faisceau. Ce système est néanmoins peu utilisé dans l'habitat à cause de son coût.

La détection périmétrique

Elle concerne les parois et les ouvertures donnant sur l'extérieur. Elle peut être assurée par des détecteurs d'ouverture magnétiques (pour portes, fenêtres, porte de garage, etc.) qui détectent toute ouverture de l'issue protégée. On utilise aussi des détecteurs de chocs qui, grâce à une pièce mobile (masselotte), détectent tout choc asséné à une paroi protégée (vitre ou cloison). La sensibilité du détecteur doit être réglée avec précision afin d'éviter les déclenchements intempestifs.
Il existe également des détecteurs de bris de vitre munis de capteurs piézoélectriques microphoniques. Ils détectent le bris des vitres protégées. Un choc trop faible pour briser la vitre n'entraîne pas le déclenchement du détecteur.

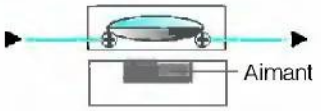
Les détecteurs

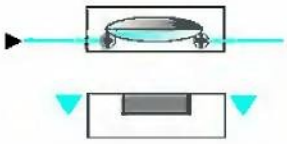
Les détecteurs périmétriques

Les contacts magnétiques

Principe

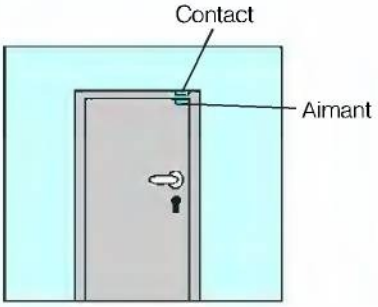
Contact magnétique à ouverture ou fermeture (à mercure ou autre)



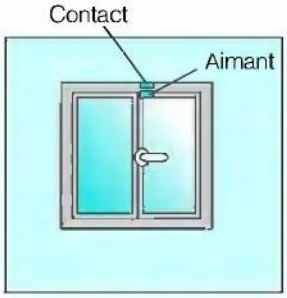


Lorsqu'on éloigne l'aimant, le contact change d'état.

Applications



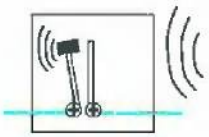
Sur porte



Sur fenêtre

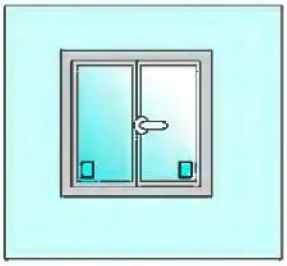
Les contacts de bris de glace

Contact à masselotte ou autre



Lors d'un choc, la masselotte coupe ou établit le contact.

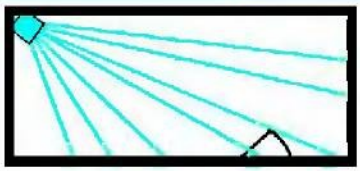
Emplacements d'un contact de choc



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).

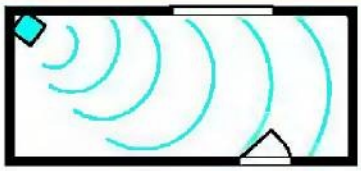
Les détecteurs infrarouges



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 au détecteur.

Figure 420 : Les détecteurs de système d'alarme

La détection volumétrique

Elle détecte toute présence dans un volume donné et est assurée par des détecteurs volumétriques (détecteur de mouvements) à infrarouge passif ou hyperfréquentiels (radars).

Les détecteurs infrarouges sont sensibles à toutes les variations de températures produites par la présence d'un corps humain dans la zone de détection.

Les détecteurs de mouvement à hyperfréquence sont équipés d'un émetteur et d'un récepteur. Ils détectent tout mouvement dans l'espace à protéger. Leur mise en œuvre est délicate car les ondes qu'ils émettent traversent les vitres et les parois peu épaisses.

Afin d'être optimal, l'emplacement des détecteurs dans l'habitation doit être judicieusement choisi (figure 421).
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.

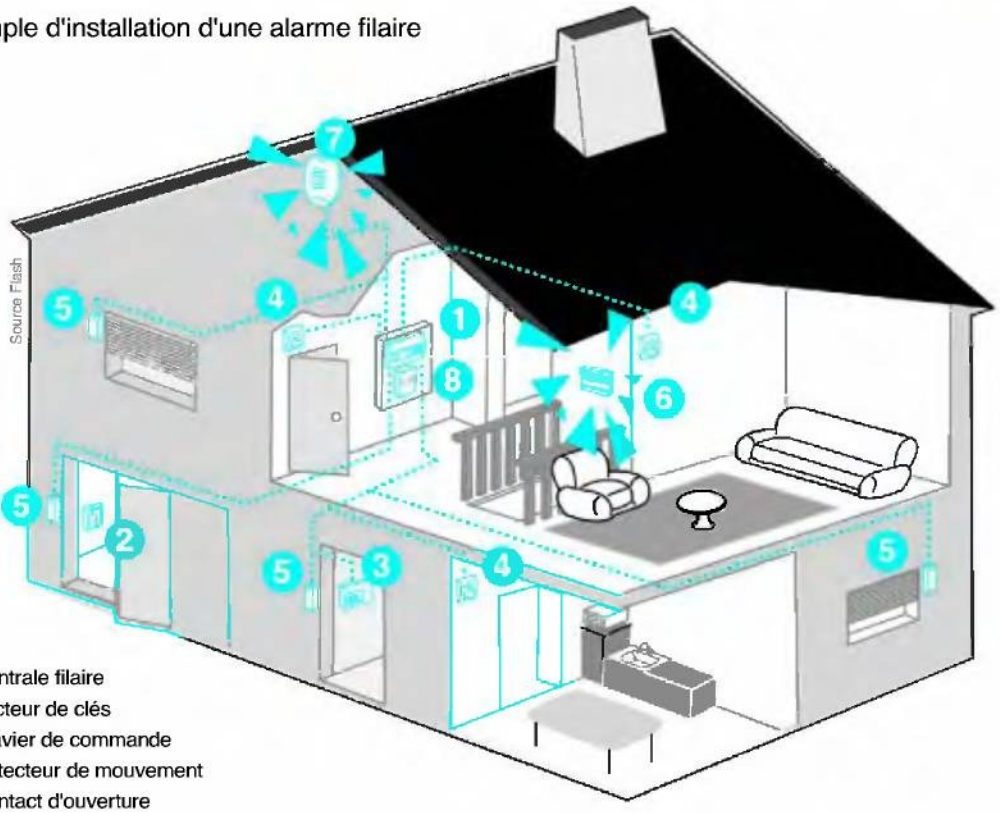
Il existe également des zones temporisées qui autorisent la présence pendant quelques secondes avant le déclenchement de l'alarme. Ces zones sont utilisées pour permettre de pouvoir pénétrer dans l'habitation avant d'arrêter l'alarme.

Les systèmes

Il existe deux systèmes (figures 422 et 423) :
- les alarmes filaires : la liaison entre la centrale et les autres éléments (détecteurs, avertisseurs, commandes) s'effectue par l'intermédiaire de boucles filaires (boucles de détection, d'alimentation et d'autoprotection).

  Généralement, ces câbles sont autoprotégés et leur coupure entraîne le déclenchement de l'alarme. La centrale est reliée au secteur et munie de batteries de secours pour assurer l'alimentation des appareils en cas de coupure du courant. 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 une gamme de fréquences spécifique).

Exemple d'installation d'une alarme filaire



1. Centrale filaire
2. Lecteur de clés
3. Clavier de commande
4. Détecteur de mouvement
5. Contact d'ouverture
6. Sirène intérieure
7. Sirène extérieure
8. Transmetteur téléphonique

La disposition des détecteurs de mouvement

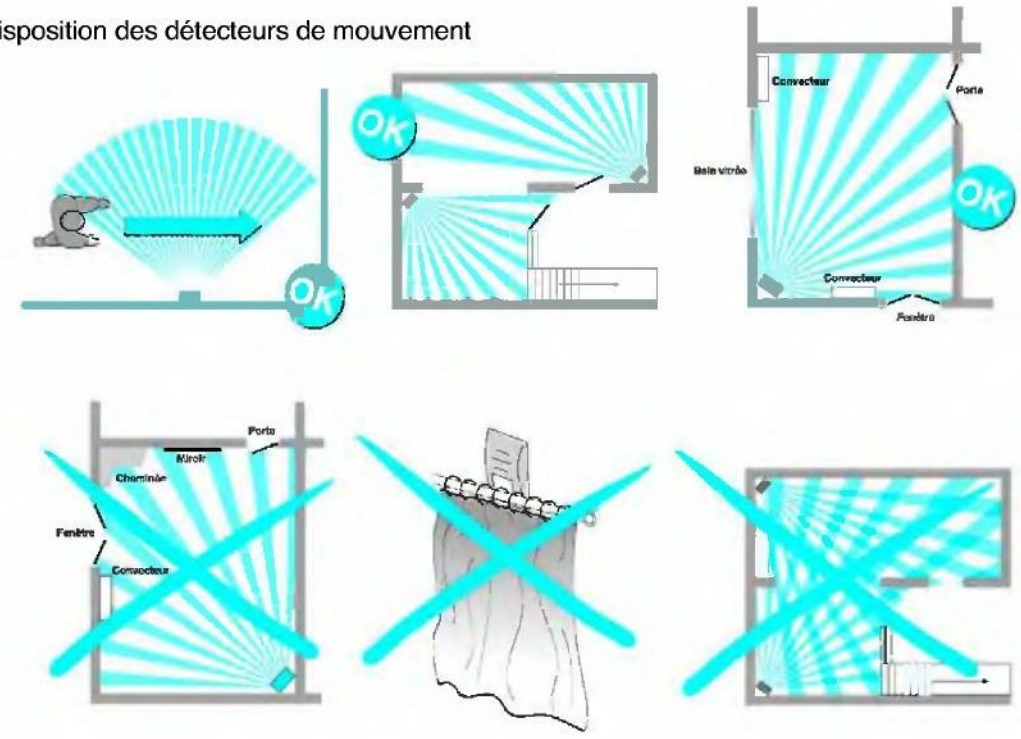


Figure 421 : Exemple d'emplacement des éléments d'une alarme

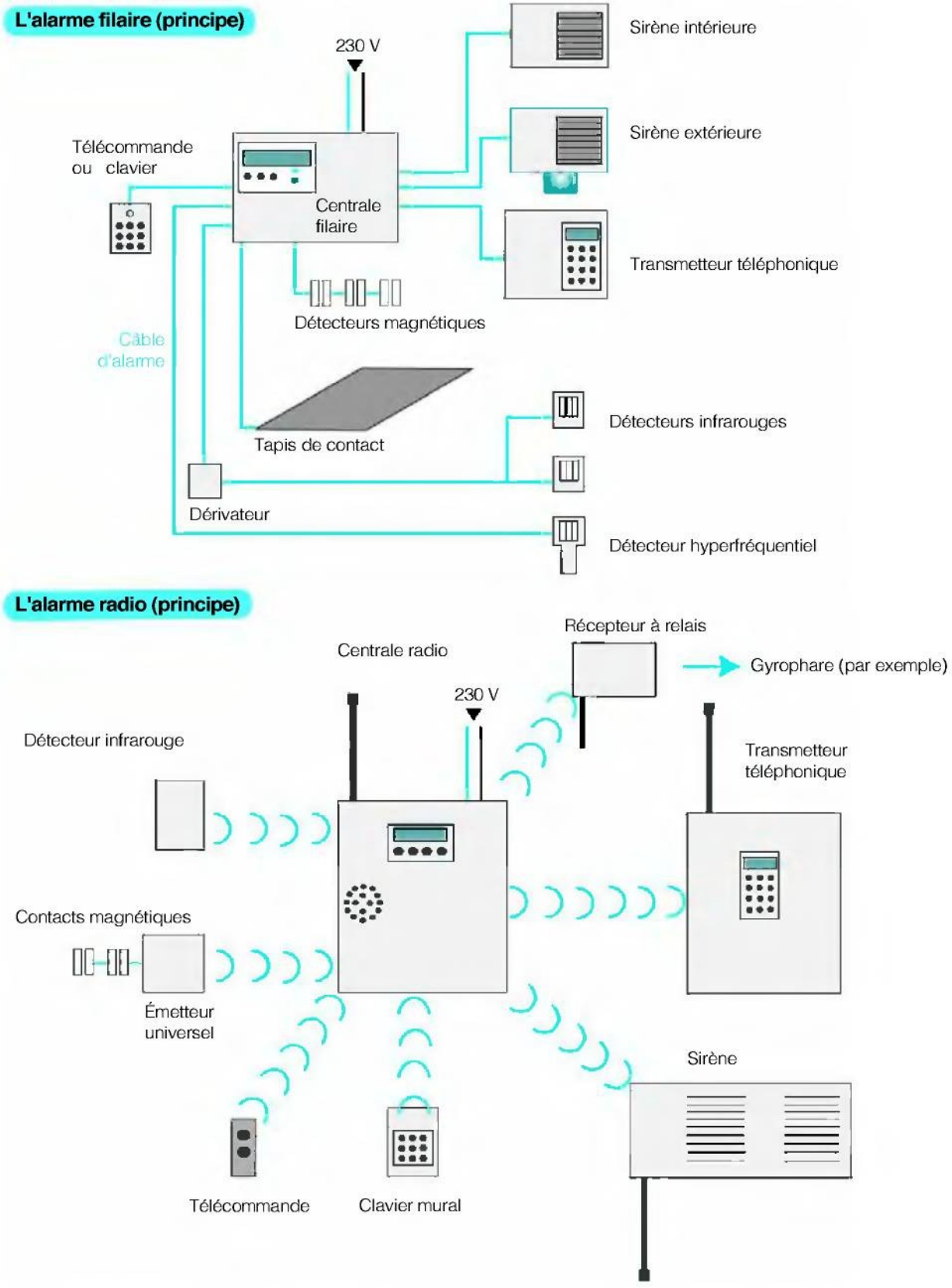


Figure 422 : Les types de systèmes d'alarme

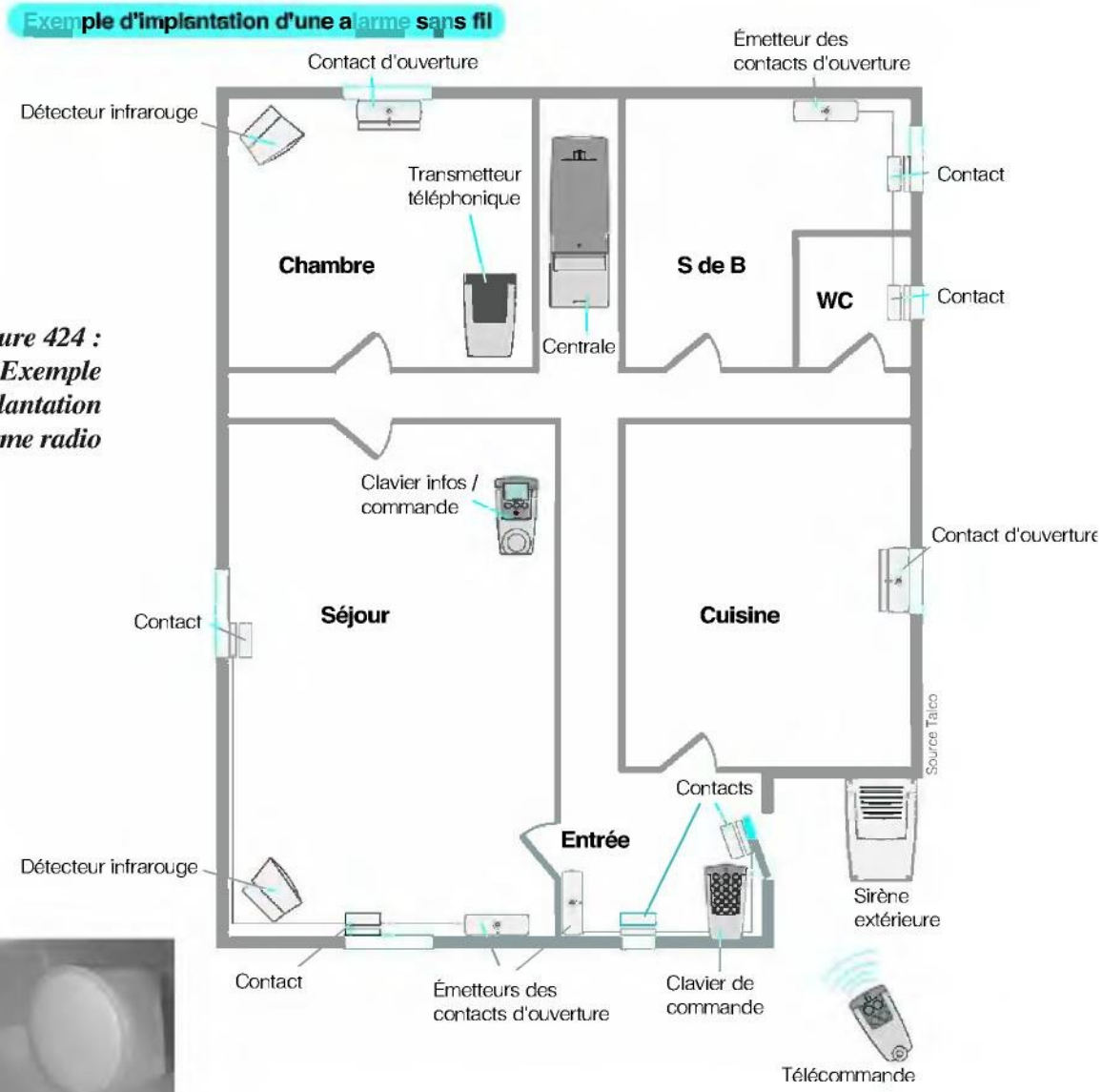


Figure 424 : Exemple d'implantation d'une alarme radio

Figure 423 : Les éléments d'une alarme radio

Pour plus de sécurité, certains systèmes utilisent simultanément deux fréquences radio différentes afin d'éviter le brouillage. L'alimentation des éléments est assurée par le secteur ou par des piles. Avec ce système, la mise en œuvre de l'alarme est simplifiée au maximum, car il n'y a plus de câbles à passer.

Les deux systèmes offrent la même fiabilité de fonctionnement, cependant l'alarme radio est plus onéreuse à l'achat.

La figure 424 présente un exemple d'installation d'une alarme radio.

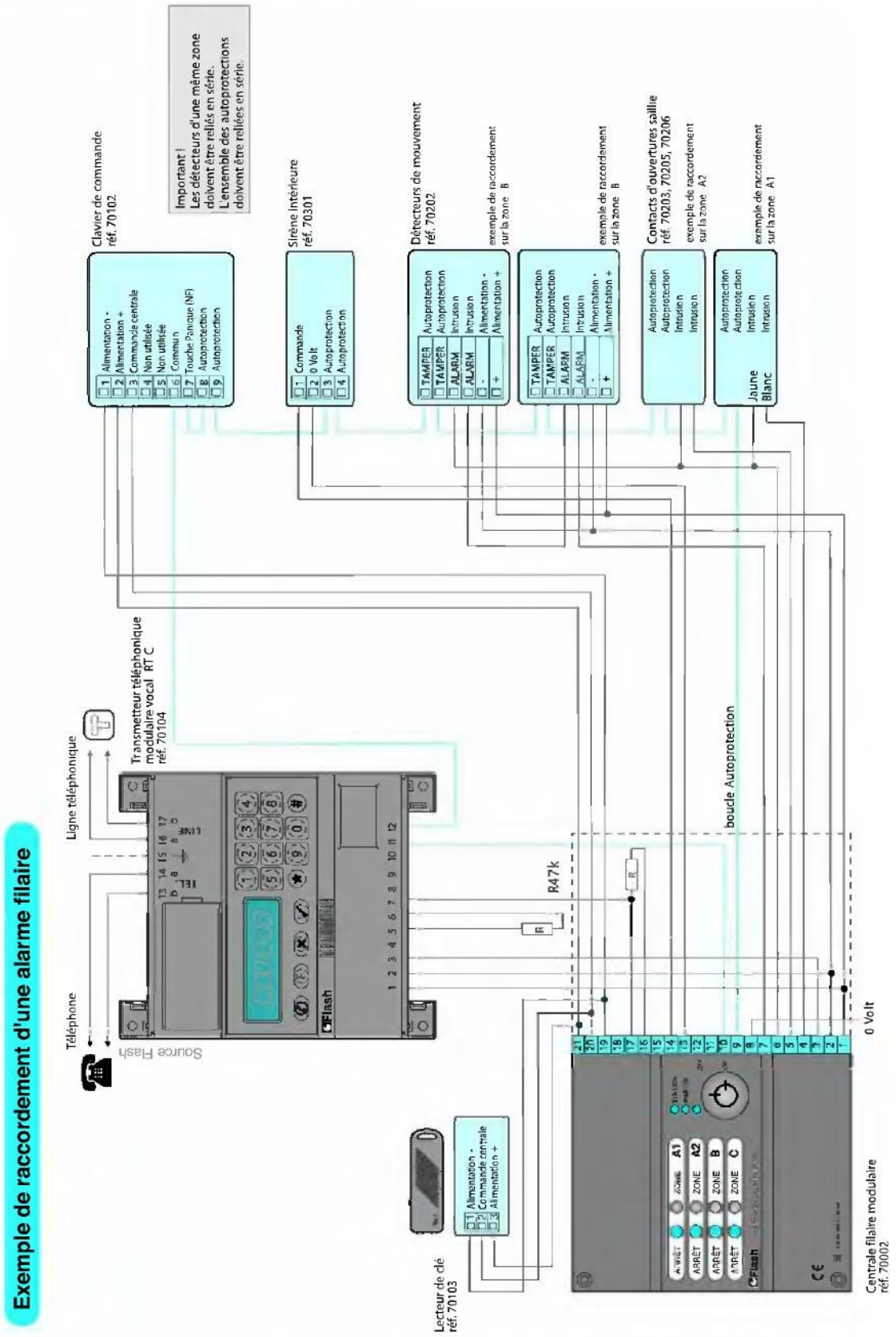


Figure 425 : Exemple de raccordement d'une alarme filaire

La figure 425 présente un exemple de raccordement d'une alarme filaire avec transmetteur téléphonique.
Choisissez toujours des matériels agréés NF A2P.

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. Que vous souhaitiez relever les stores extérieurs, allumer toutes les lumières ou moduler le chauffage d'un étage avec une simple télécommande ou votre mobile, ou bien définir des scénarios précis, tout est possible avec un système domotique.
Les fabricants proposent de nombreuses solutions adaptées en neuf comme en rénovation.

La commande téléphonique

Le principe de la commande par téléphone (figure 426) utilise les lignes téléphoniques pour transmettre des signaux. Cette application constitue les prémices de la domotique et permet d'effectuer des opérations basiques.

Le module de commande par téléphone doit être placé dans le tableau de répartition. Il agit directement sur l'installation ou par l'intermédiaire de contacteurs. Il permet uniquement la transmission d'un signal de marche ou d'arrêt. Il dispose d'un ou de plusieurs circuits de commande.

Le serveur Internet domestique

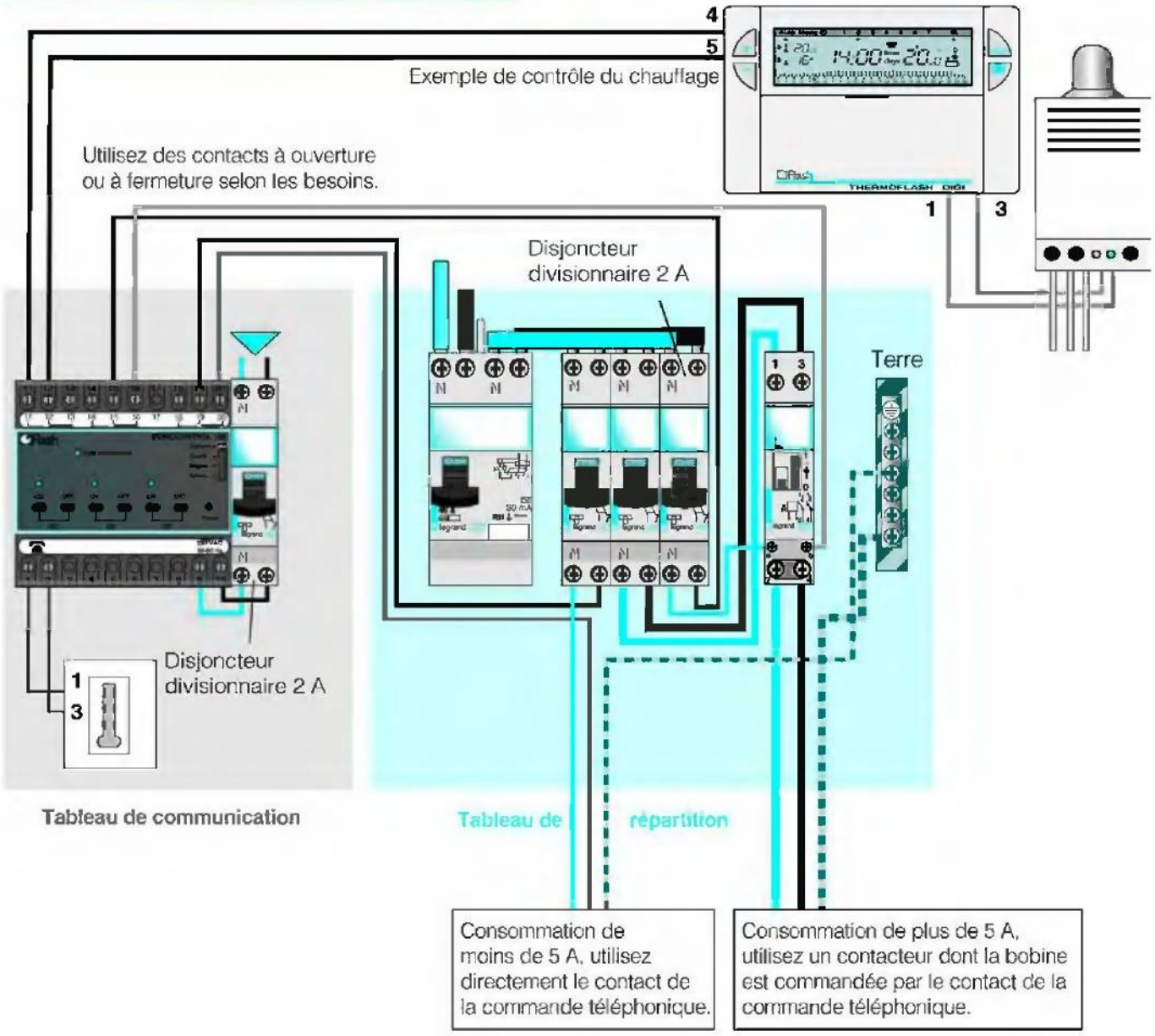
Pour piloter efficacement l'installation de votre habitation, des solutions adaptées sont nécessaires. Les fabricants proposent des systèmes de plus en plus aboutis qui offrent de multiples possibilités. Vous pouvez par exemple installer chez vous un serveur Internet domestique. C'est un appareil électronique intelligent raccordé au réseau téléphonique ou de communication, au secteur et éventuellement à votre réseau informatique local.

Dans l'exemple présenté à la figure 427, le serveur utilise plusieurs méthodes pour communiquer avec l'installation. Les courants porteurs transportent les données et les ordres du serveur jusqu'aux points de commande CPL des équipements (éclairage, volets roulants, chauffage,etc.). Des câbles relient le serveur au système d'alarme anti-intrusion ou aux détecteurs techniques. Le serveur dispose également de contacts secs pouvant commander des contacteurs.

Le serveur est programmé par un ordinateur pour créer des scénarios. L'utilisateur peut préprogrammer diverses tâches une fois pour toutes afin que la maison réagisse selon le rythme de vie et les habitudes des occupants. Par exemple, il suffit d'appuyer sur un interrupteur de l'entrée pour déclencher le scénario « Départ au travail » : l'éclairage s'éteint, le chauffage diminue et les volets roulants se ferment. De même, au retour, il est aussi simple de déclencher le scénario inverse.

Une autre possibilité fort intéressante du serveur est le pilotage à distance de l'installation. Vous pouvez agir sur tous les circuits équipés d'une commande

Exemple d'utilisation d'une commande téléphonique



Principe de fonctionnement

1. Appelez l'appareil depuis un poste extérieur ;
2. La commande téléphonique décroche après 5 sonneries et demande le code d'accès ;
3. Composez le code sur le clavier du téléphone ;
4. L'appareil vous informe sur l'état de fonctionnement des différents circuits ;
5. Vous pouvez modifier l'état de chaque circuit en suivant les indications vocales ;
6. Raccrochez après l'opération.

Figure 426 : La commande téléphonique

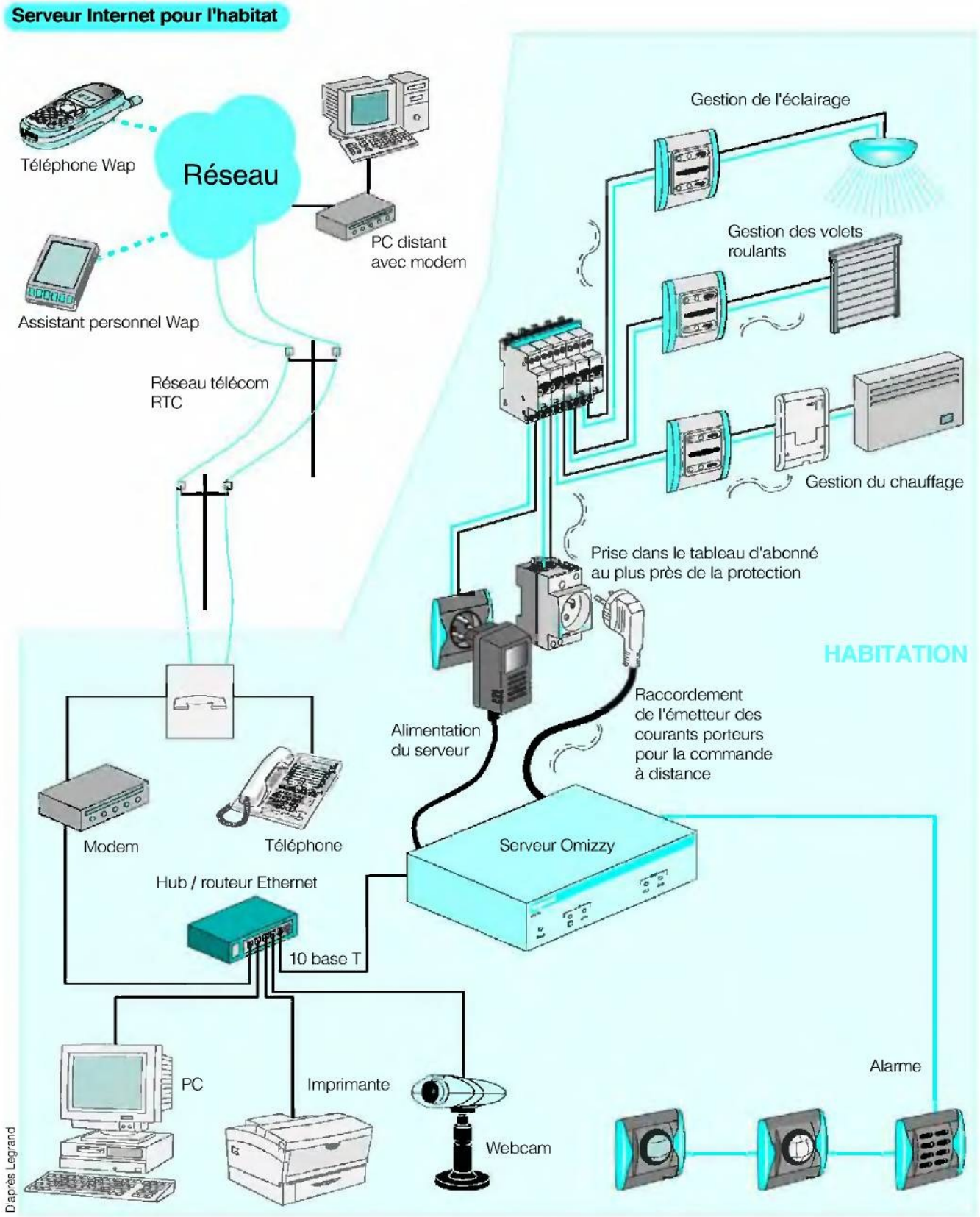


Figure 427 : Serveur Internet domestique

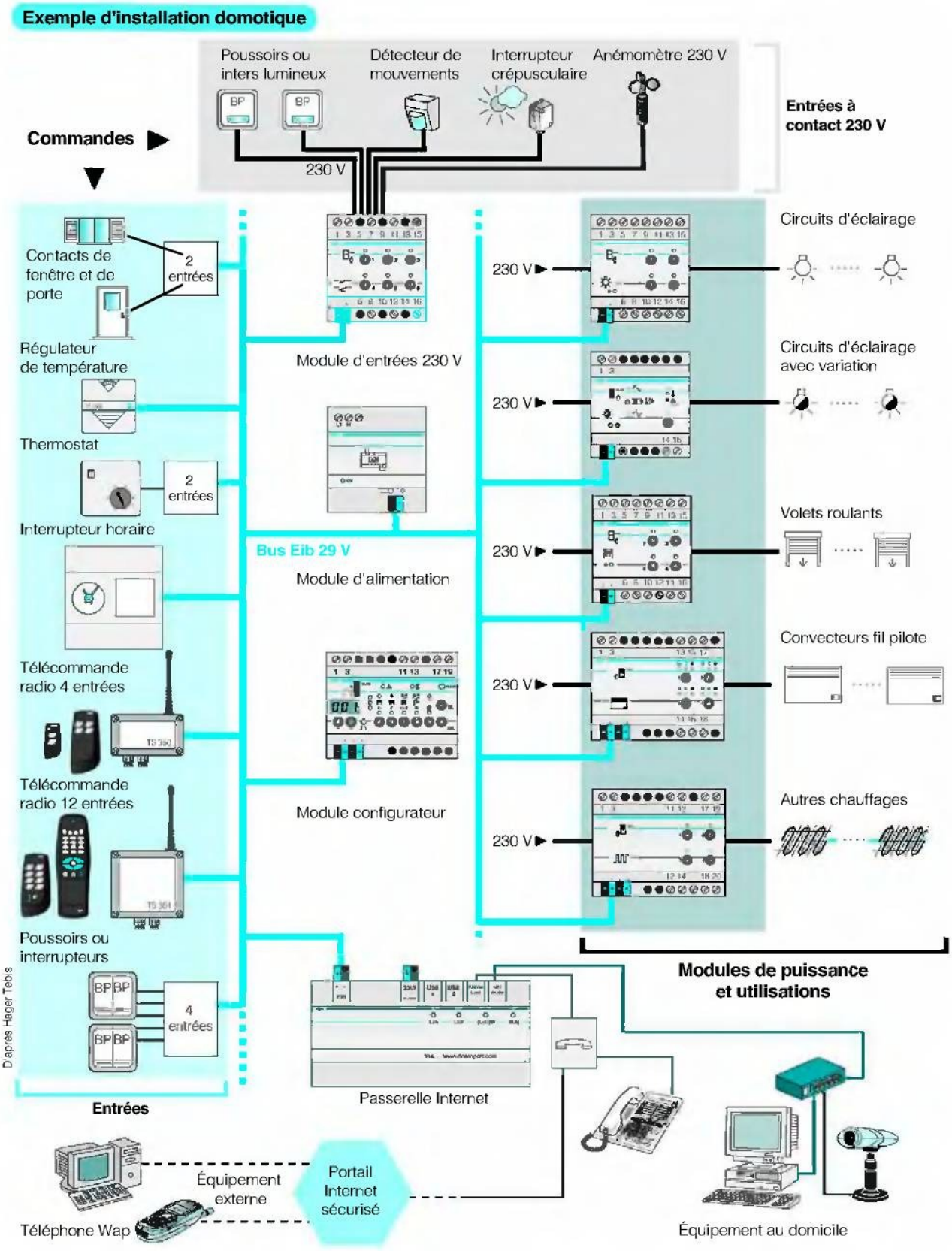


Figure 428 : Exemple de système électrique communicant

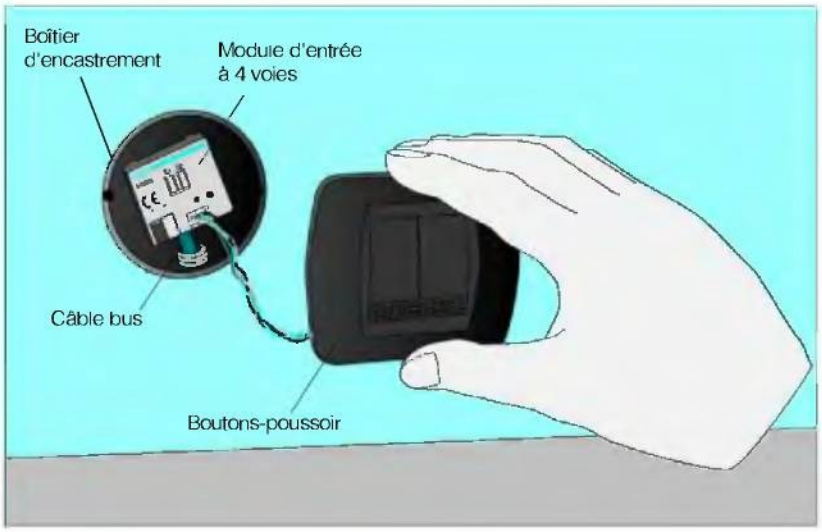


Figure 429 : Raccordement des boutons-poussoir sur le bus

CPL, déclencher des scénarios et être prévenu d'incidents techniques tels que les fuites d'eau ou les intrusions via téléphone mobile ou par courrier électronique. Avec une webcam, il est même possible de vérifier visuellement l'origine d'une alarme.

Le système électrique communicant

Dans une installation traditionnelle, les circuits de puissance et de commande sont mélangés. Il est nécessaire d'utiliser différents systèmes de commande (boutons-poussoir, interrupteurs), des câblages spécifiques pour chaque fonction et des organes de puissance différents (télérupteur, contacteur).

Dans une installation communicante (figure 428), les circuits de commande et de puissance sont séparés. Les appareils et équipements sont alimentés directement par des modules de sortie. Les commandes sont raccordées en réseau par le biais d'un câble de transmission de données (bus), en TBTS. C'est pourquoi cette solution convient pour le neuf ou en cas de rénovation totale de l'installation électrique.

Le bus est relié au module configurateur et aux modules de sortie. Il véhicule les ordres donnés par bouton-poussoir ou télécommande vers le tableau électrique qui les répercute vers les équipements. Une télécommande permet de commander l'installation audiovisuelle mais aussi de déclencher toutes sortes de scénarios.

Le système est évolutif et particulièrement adapté aux personnes dépendantes. Il suffit de définir à l'origine les points d'implantation des organes de commande pour prévoir le cheminement du câble bus. Le nombre exact de boutons-poussoir ainsi que les fonctions qui leur sont attribuées peuvent être modifiés par la suite. N'importe quel bouton-poussoir peut commander n'importe quel équipement ou déclencher une commande locale, générale ou un scénario. Les ordres peuvent être la mise en marche, l'arrêt, la variation ou la temporisation. Les boutons-poussoir sont raccordés sur des modules d'entrée, situés dans les boîtes d'encastrement, eux-mêmes raccordés au bus (figure 429). Il existe d'autres modules d'entrée comme des thermostats, des interrupteurs horaires, des détecteurs anti-intrusion, etc.

Les alimentations des prises de courant et des gros appareils ménagers demeurent indépendantes. Le système permet également de gérer le chauffage (délestage, régulation), la climatisation et les tarifs du distributeur d'électricité.

La programmation s'effectue sur le module configurateur ou sur un ordinateur. L'installation peut être pilotée à distance grâce à une passerelle Internet reliée au bus. On y accède à partir d'un ordinateur distant ou d'un mobile en se connectant sur un portail sécurisé.

Installation du tableau de répartition

Après avoir réalisé toute l'installation, le nombre de circuits et de points d'utilisations 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 raccordement

C'est l'étape finale où vous allez raccorder tous les circuits distribués et repérés au tableau de répartition. La figure 430 explique par étapes la solution que nous vous proposons pour réaliser cette opération dans les meilleures conditions.

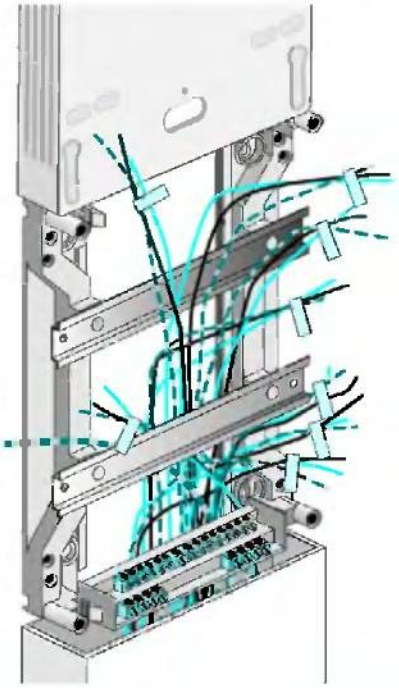
Le raccordement entre le disjoncteur de branchement et les alimentations des DDR s'effectue via les borniers phase et neutre du tableau de répartition.
Pour l'alimentation des disjoncteurs divisionnaires, utilisez des peignes de raccordement isolés. Raccordez dans un premier temps tous les conducteurs 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.

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 encliqueter sous le disjoncteur.
Veillez à laisser des longueurs de fils suffisantes à l'intérieur du tableau dans le cas où vous devriez changer de place un départ de ligne.

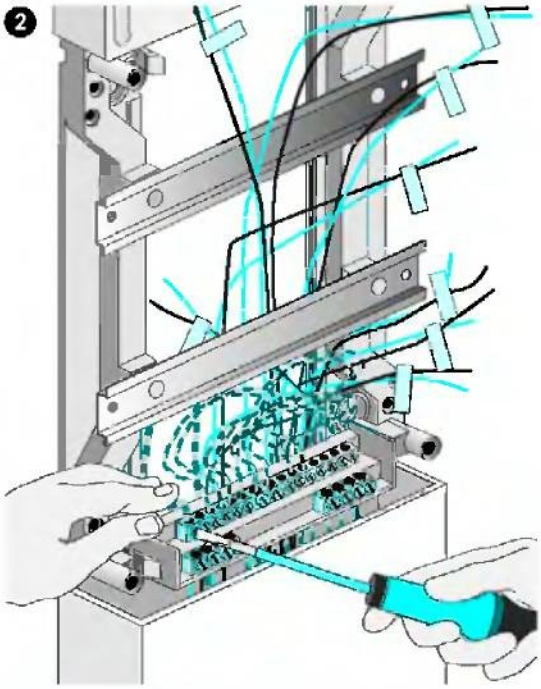
Tout le raccordement se fait hors tension. Le raccordement au disjoncteur s'effectue au dernier moment. Placez le capot de protection avant la mise en service.
Les figures 431 et 432 présentent les deux exemples de réalisation que nous vous proposons, dans le respect de la norme NF C 15-100.

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. Vérifiez également que le repérage, obligatoire, des circuits est correct.

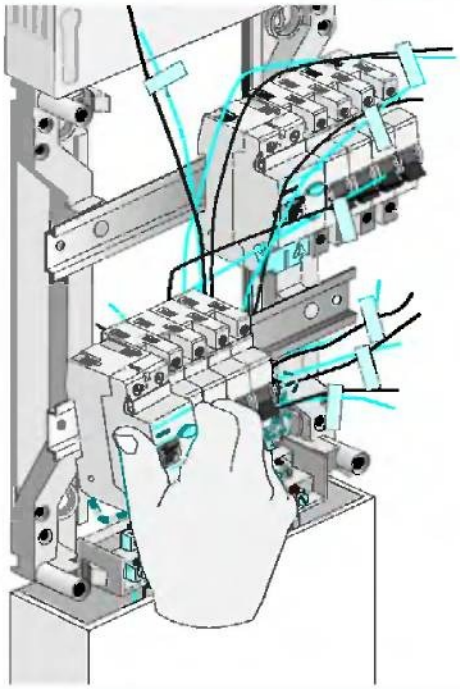
Tout fonctionne ? Alors bravo ! Nous espérons que cet ouvrage vous a aidé à mener à bien cette réalisation.



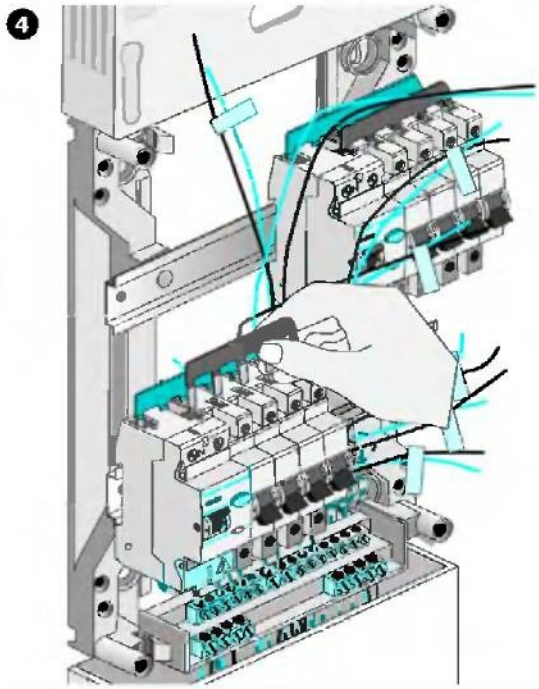
Passez toutes vos lignes repérées jusqu'au tableau de répartition. Laissez suffisamment de longueur pour tous les conducteurs.



Raccordez l'arrivée de la prise de terre et tous les conducteurs de protection sur le bornier du tableau prévu à cet effet.

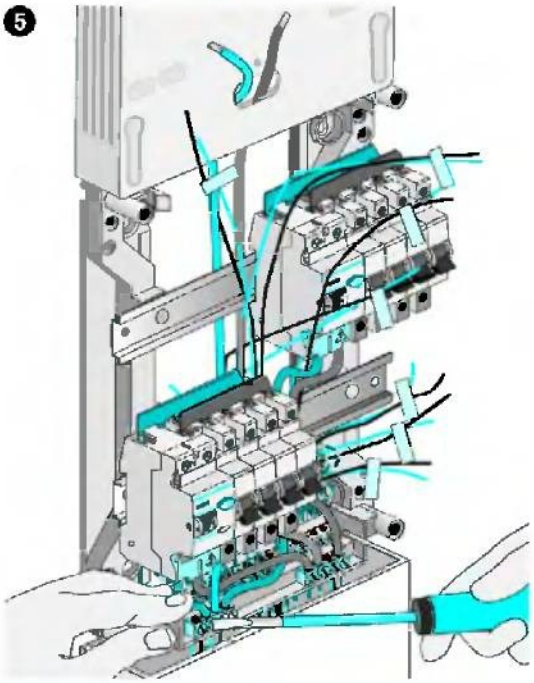


Placez les dispositifs de protection nécessaires. Il suffit de les encliqueter sur les rails métalliques. Serrez les modules pour la pose des barres de pontage.

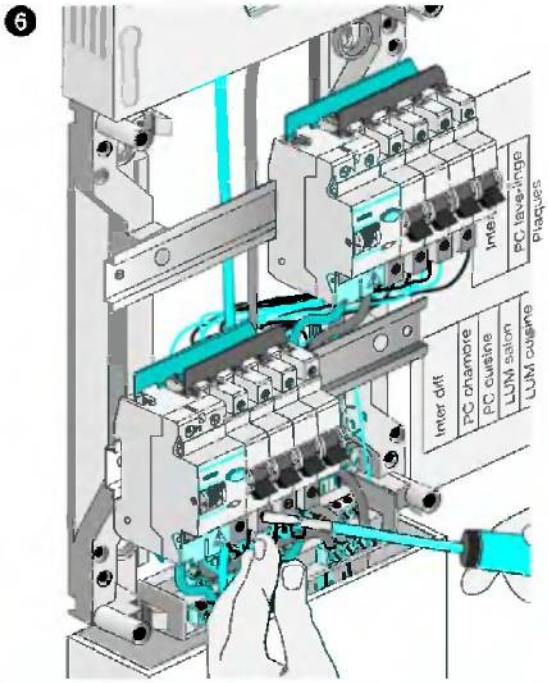


Placez les barres de pontage après découpe à la longueur nécessaire. Aucune partie conductrice ne doit être accessible. Serrez fermement les vis de connexion.

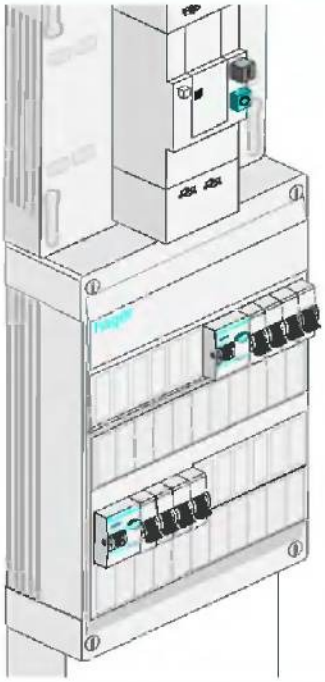
Figure 430 : Raccordement du tableau de répartition



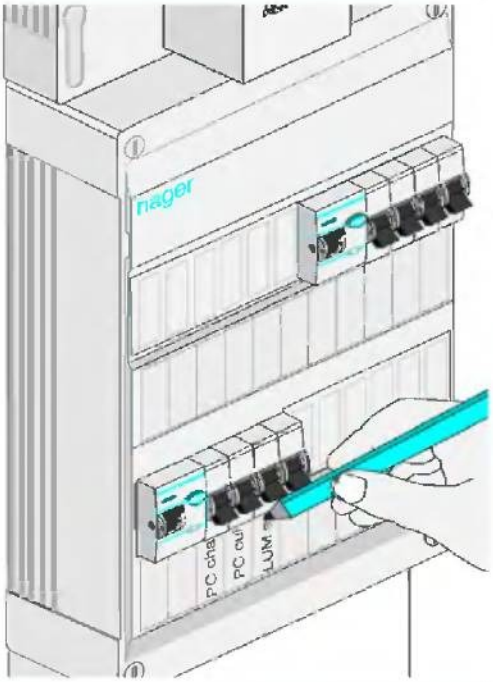
Raccordez deux fils d'alimentation du disjoncteur aux bornes de raccordement du tableau. Alimentez ensuite les interrupteurs différentiels depuis les borniers.



Raccordez les lignes sous les disjoncteurs divisionnaires en les repérant au fur et à mesure sur une feuille de papier, par exemple.



Raccordez l'alimentation du tableau sous le disjoncteur de branchement (coupé) et procédez aux essais. Posez ensuite le capot de protection du tableau.



Repérez la correspondance de chaque disjoncteur divisionnaire, soit sur le tableau, soit directement sur l'appareillage, selon les fabricants.

Figure 430 (suite) : Raccordement du tableau de répartition

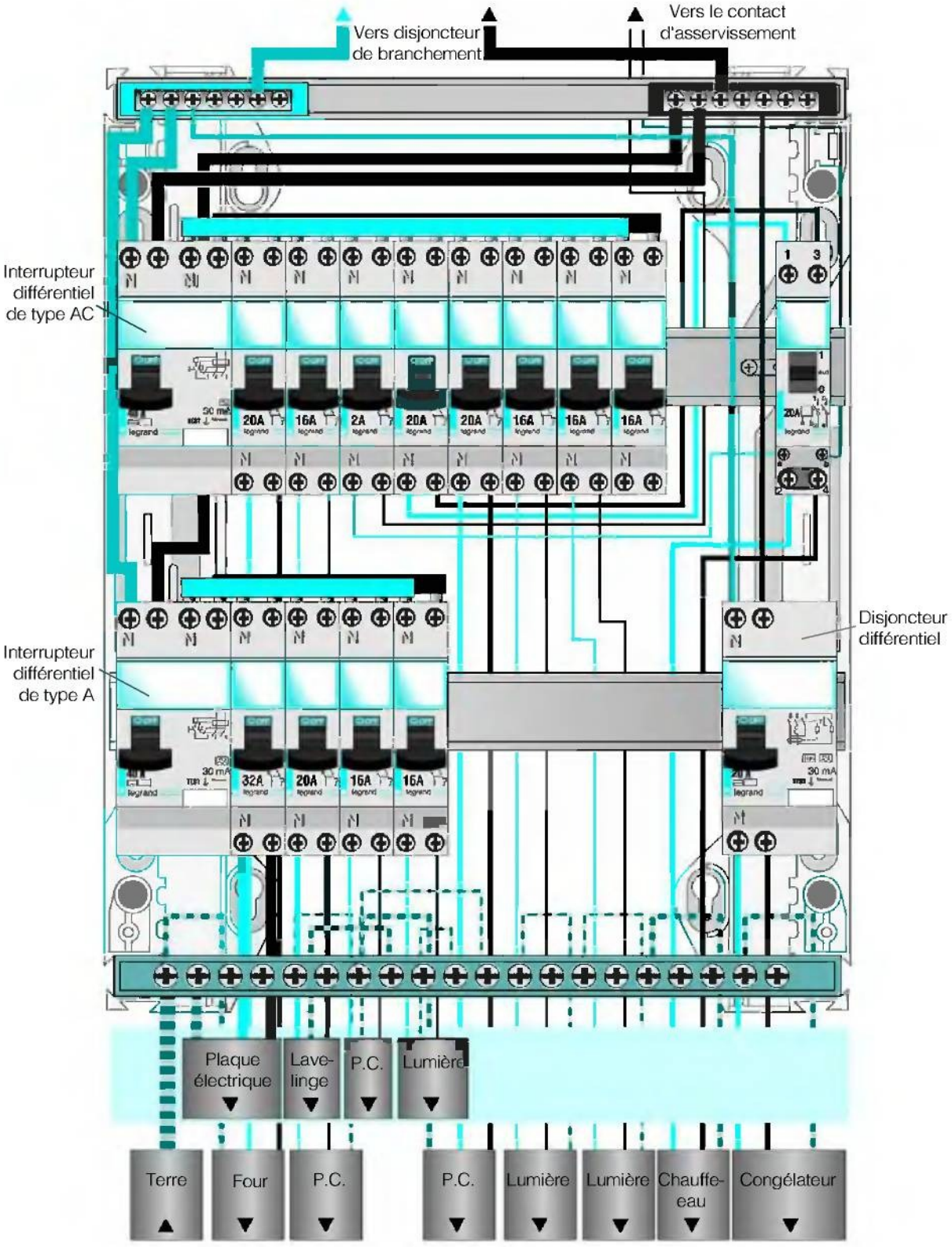


Figure 431 : Exemple de tableau pour un logement de surface inférieure à 35 m²

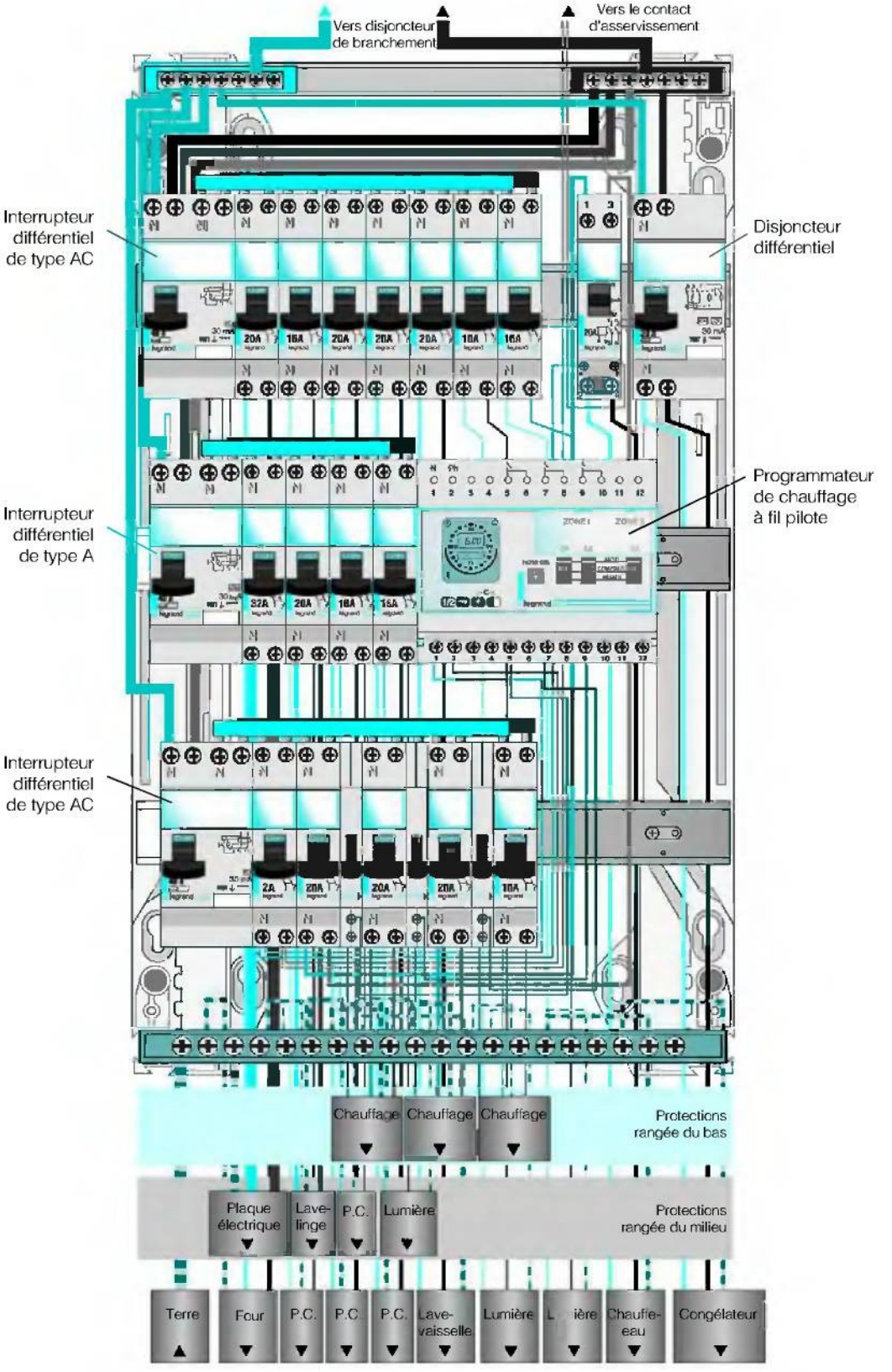


Figure 432 : Exemple de tableau pour un logement de 35 à 100 m²

Malheur ! le disjoncteur saute. 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 (figure 433). 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 l'équilibrage des phases. S'il est mal réalisé, le disjoncteur de branchement risque de se déclencher intempestivement.

Le schéma de l'installation

Désormais, la norme NF C 15-100 exige que soit réalisé, par l'installateur, le schéma électrique unifilaire de l'installation.

Principe d'un tableau de répartition en triphasé

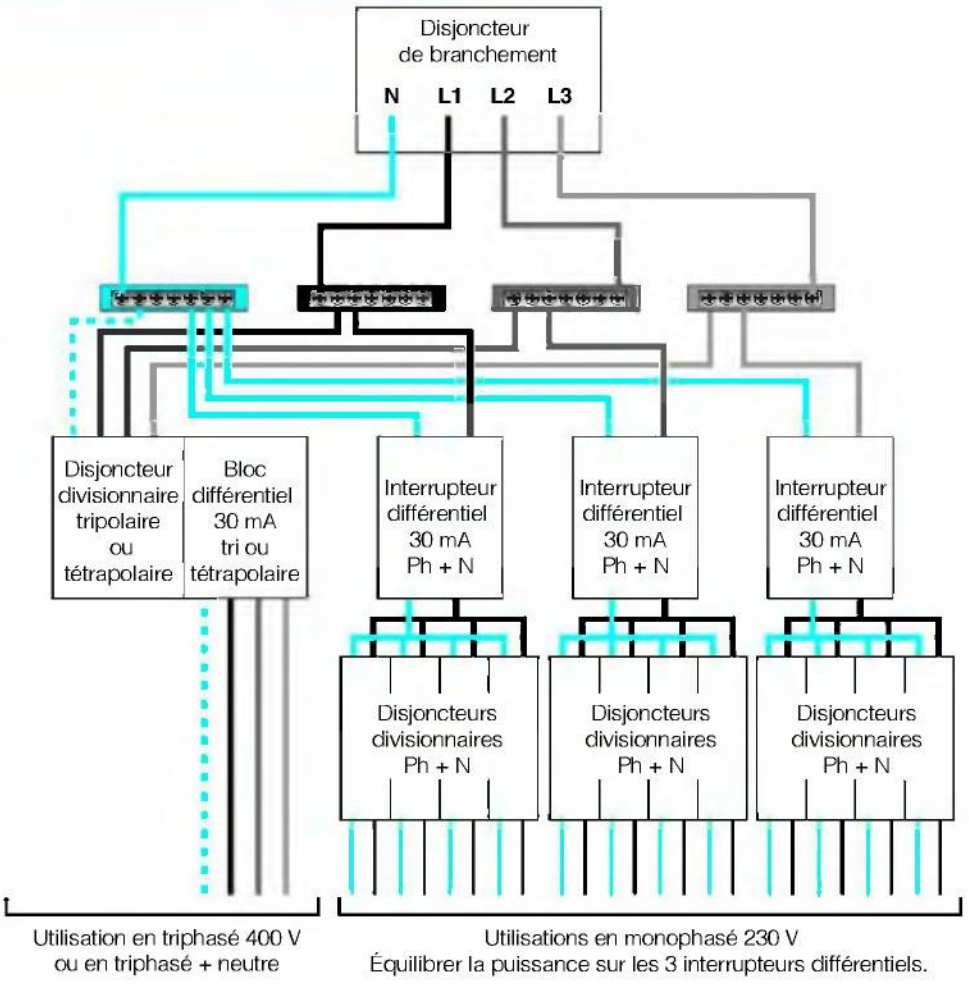


Figure 433 : Exemple de tableau de répartition en triphasé

Il pourra être demandé par le Consuel. Vous devez en conserver une copie. Les symboles à utiliser sont normalisés. La figure 434 répertorie les éléments les plus courants d'une installation domestique et le symbole correspondant.

Le schéma doit comporter les indications suivantes :

- nature et 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...).

Nous vous proposons aux figures 435 et 436 des exemples de schémas électriques d'installations correspondant aux exemples de tableau de répartition des figures 431 et 432.

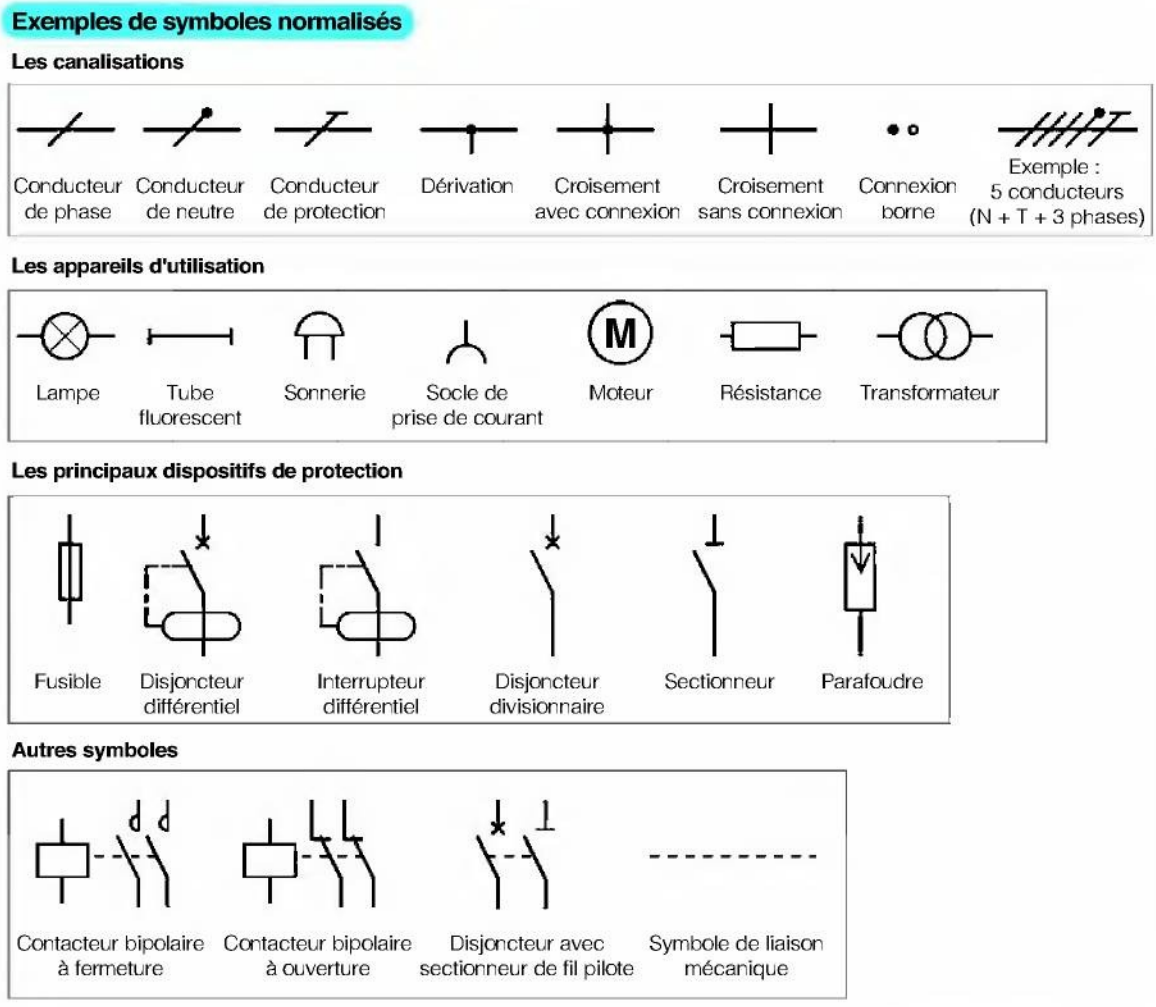


Figure 434 : Symboles normalisés pour l'établissement du schéma de l'installation

Exemple de schéma conforme à la NF C 15-100 pour un logement de surface ≤ 35 m²

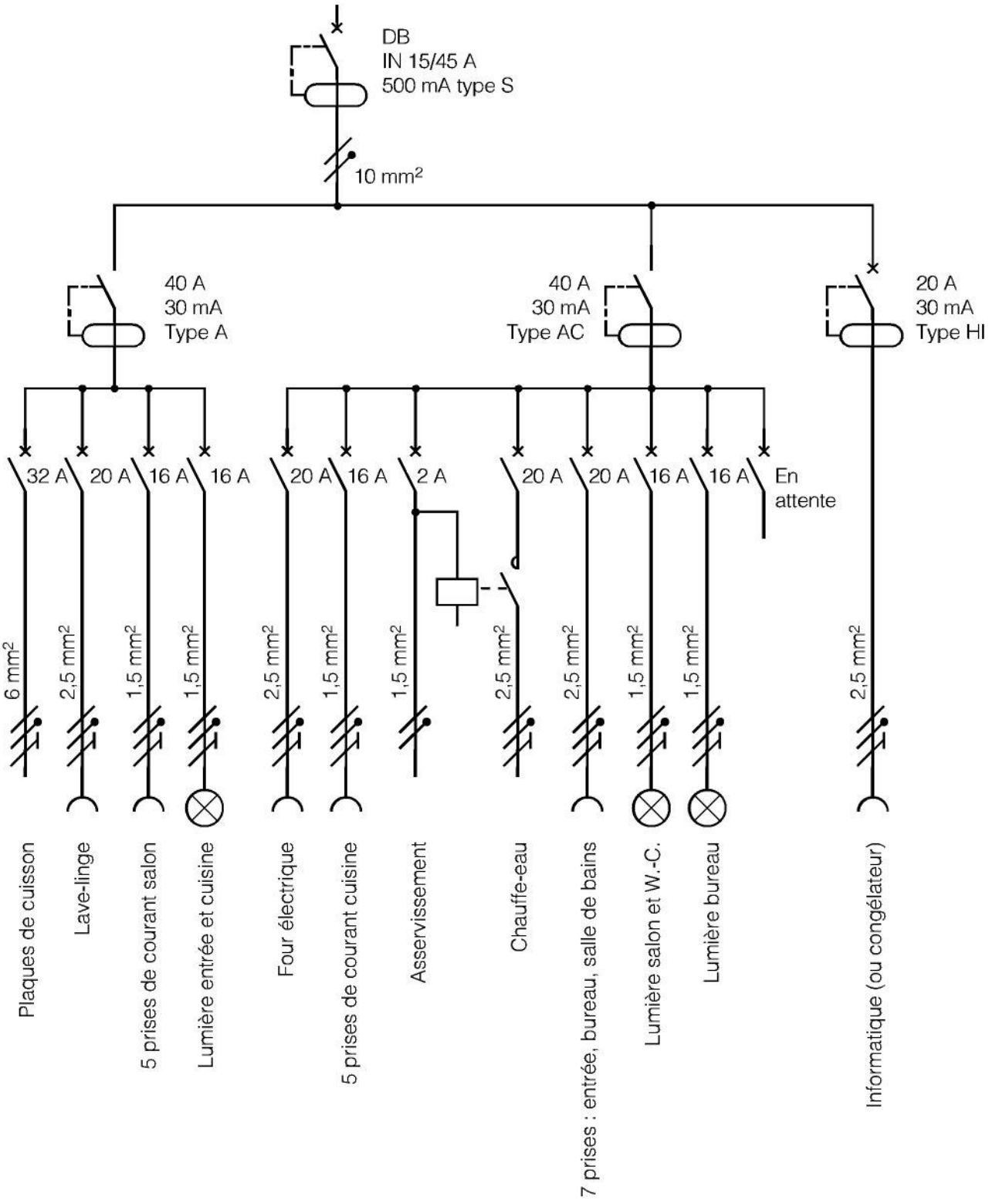


Figure 435 : Exemple de schéma pour un logement de surface inférieure à 35 m²

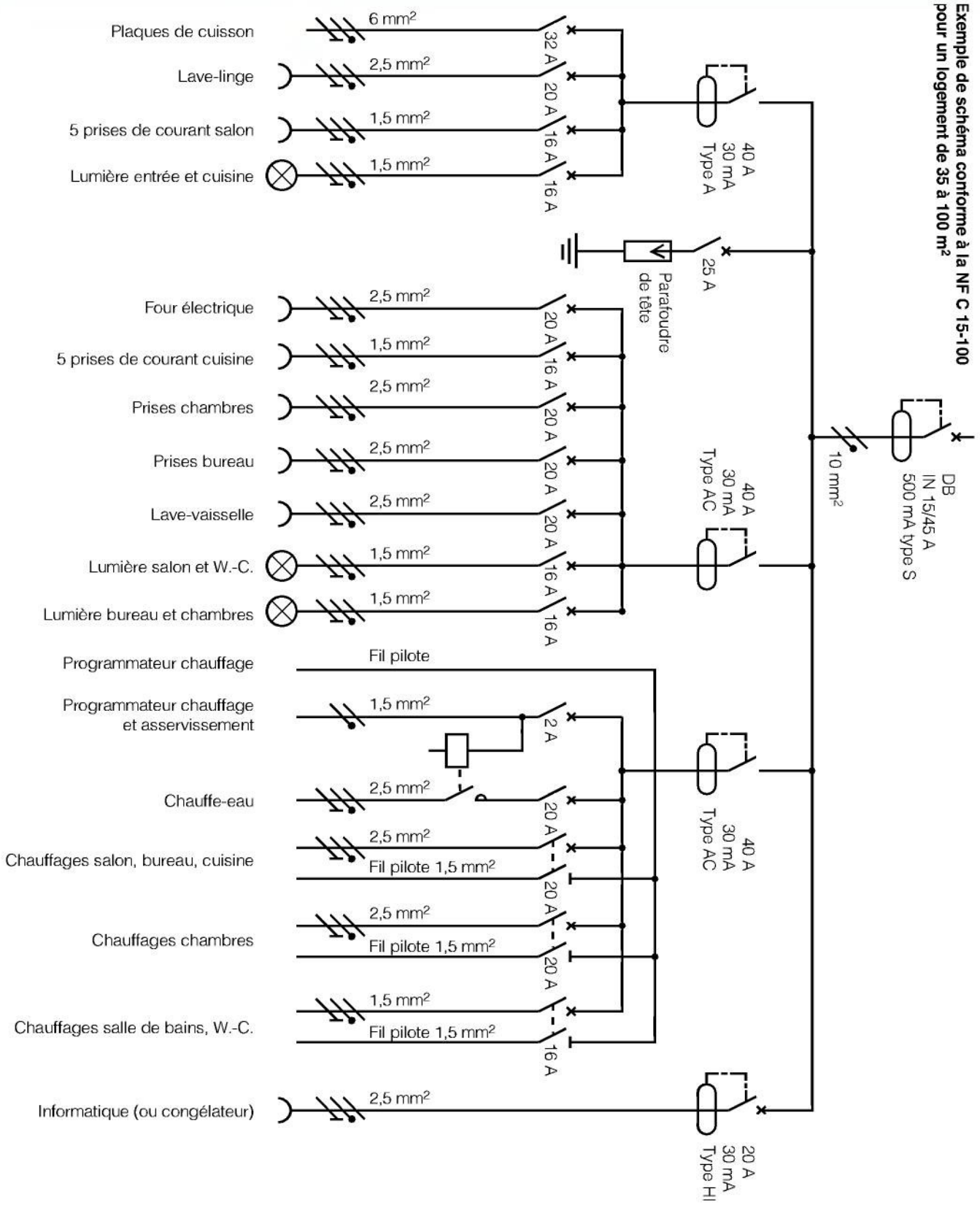


Figure 436 : Exemple de schéma pour un logement de 35 à 100 m²

Le remplacement d'un tableau ancien

En rénovation, vous pouvez souhaiter ne remplacer que le tableau de protection sans toucher au reste de l'installation. Si vous disposez de fusibles comme ceux de la figure 437, il n'y a pas lieu d'hésiter. Ces matériels sont désuets et n'offrent plus la sécurité minimale que l'on peut attendre d'une installation électrique.

Soyez méthodique pour vous lancer dans ce travail. Si vous avez tout démonté sans repérer les circuits et les conducteurs, les difficultés vont rapidement apparaître : appelez alors un professionnel pour vous sortir de cette situation.
Déterminez si les circuits sont coupés sur un seul pôle ou sur les deux. Pour ce faire, allumez une pièce, puis retirez un fusible protégeant cette pièce : la lumière s'éteint. Remettez le fusible en place, puis retirez le deuxième protégeant lui aussi ce circuit. Si la même chose se produit, vous disposez d'une protection bipolaire. Sinon, si un seul fusible coupe le circuit, vous disposez d'une protection unipolaire.

Protection bipolaire

Coupez le disjoncteur. Déconnectez les conducteurs alimentant le tableau. Démontez le tableau. Dévissez les conducteurs des fusibles, circuit par circuit, en les repérant comme à la figure 203, page 240. Repérez également le neutre et la phase avec des rubans adhésifs de couleur différente (bleu pour le neutre et une autre couleur, sauf vert et jaune, pour la phase).
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. Dans ce cas, il est nécessaire de les intégrer dans le nouveau tableau de protection.
Lorsque toutes les lignes sont repérées, procédez à la pose du nouveau tableau en raccordant les circuits sur les nouveaux dispositifs de protection.
Si les conducteurs sont anciens et ne répondent plus à la norme actuelle, il convient d'adapter le calibre des dispositifs de protection. Le tableau de la figure 437 indique quels matériels utiliser.

Protection unipolaire

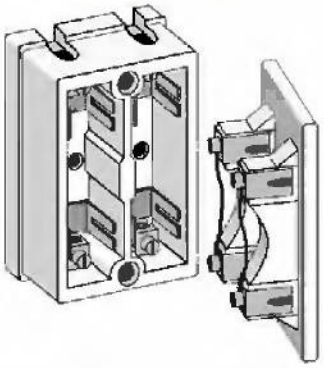
Dans ce cas, le travail se complique. Coupez le disjoncteur. Déconnectez les conducteurs alimentant le tableau. Démontez le tableau.
Vous trouverez les conducteurs de neutre reliés tous ensemble, seuls les conducteurs de phase étant coupés par les fusibles. Il est indispensable de repérer les circuits. Si vous observez un conducteur de neutre et un conducteur de phase empruntant la même moulure ou le même conduit, il y a de grandes chances qu'il s'agisse du même circuit.

Pour les autres lignes, il faut déconnecter les conducteurs de neutre et les conducteurs de phase en les repérant avec du ruban adhésif de couleur différente pour les identifier. Il est ensuite nécessaire de retrouver les circuits à l'aide d'un ohmmètre.

Toujours disjoncteur coupé, manœuvrez tous les interrupteurs 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.

Rénovation d'un tableau de protection

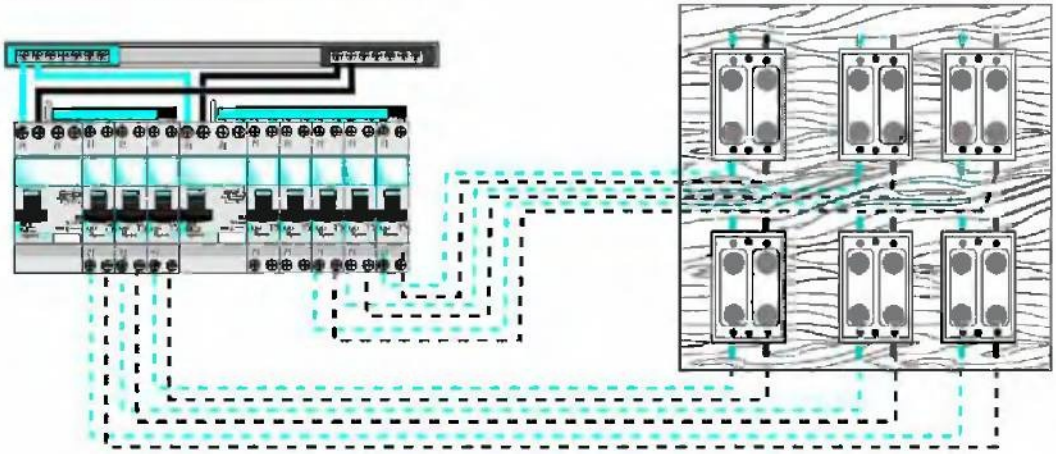
Matériel ancien à remplacer impérativement



Coupe-circuit à tabatière

Coupe-circuit à broches

Ancien tableau à protections bipolaires



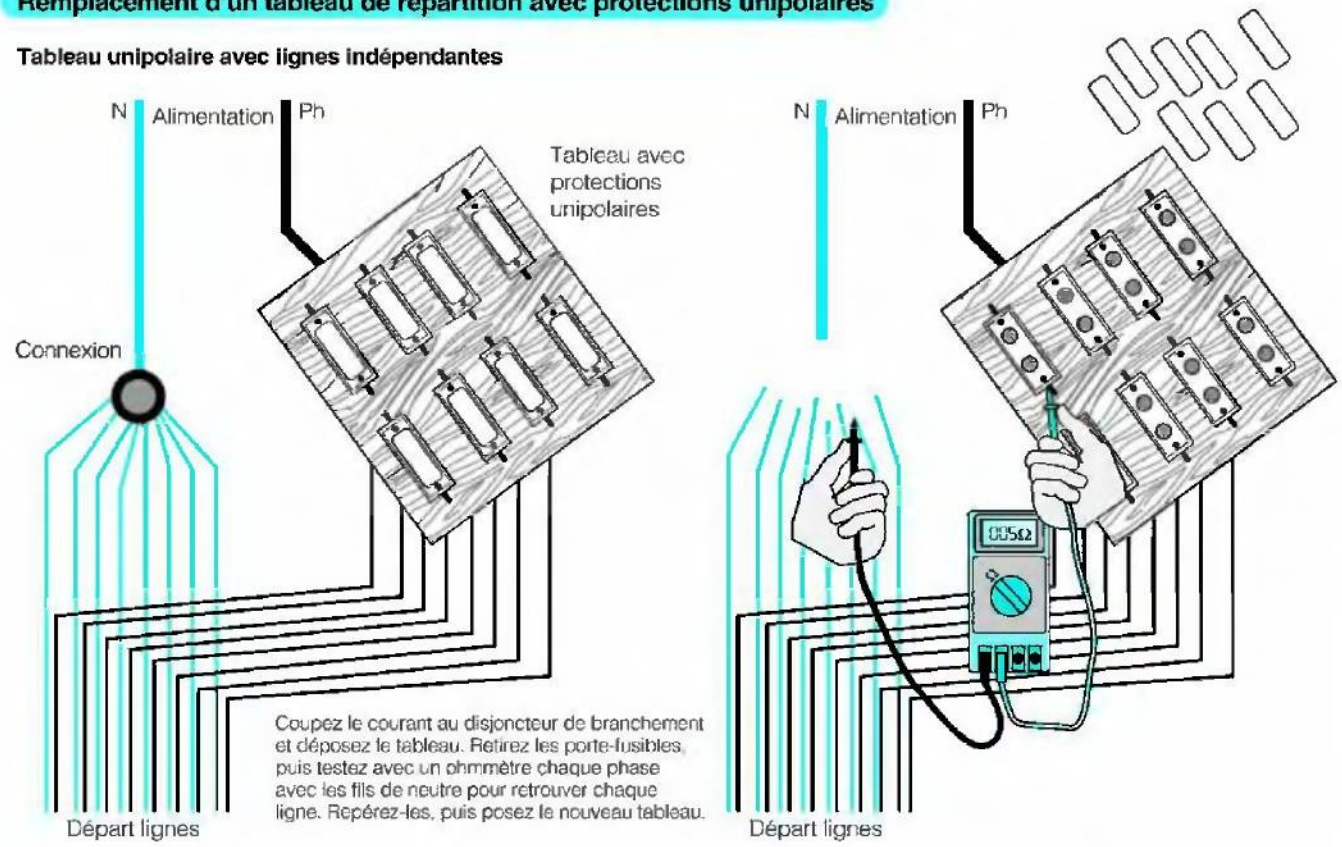
Reprenez les départs des lignes après repérage et raccordez-les sur les nouvelles protections en respectant le courant assigné maximal selon les sections des conducteurs (voir tableau ci-dessous).

Section ou diamètre des conducteurs anciens	Conducteurs anciens mais normalisés	Calibre maximum des disjoncteurs divisionnaires	Calibre maximum des fusibles
9 /10e mm		4 A	Interdit
10 /10e mm		6 A	Interdit
12 /10e mm		10 A	Interdit
	1,5 mm²	16 A	10 A
16 /10e mm		16 A	10 A
20 /10e mm		16 A	10 A
	2,5 mm²	20 A	16 A
	4 mm²	25 A	20 A
5,5 mm²		25 A	20 A
	6 mm²	32 A	32 A

Figure 437 : Rénovation d'un ancien tableau de répartition avec dispositif bipolaire

Remplacement d'un tableau de répartition avec protections unipolaires

Tableau unipolaire avec lignes indépendantes



Cas particuliers

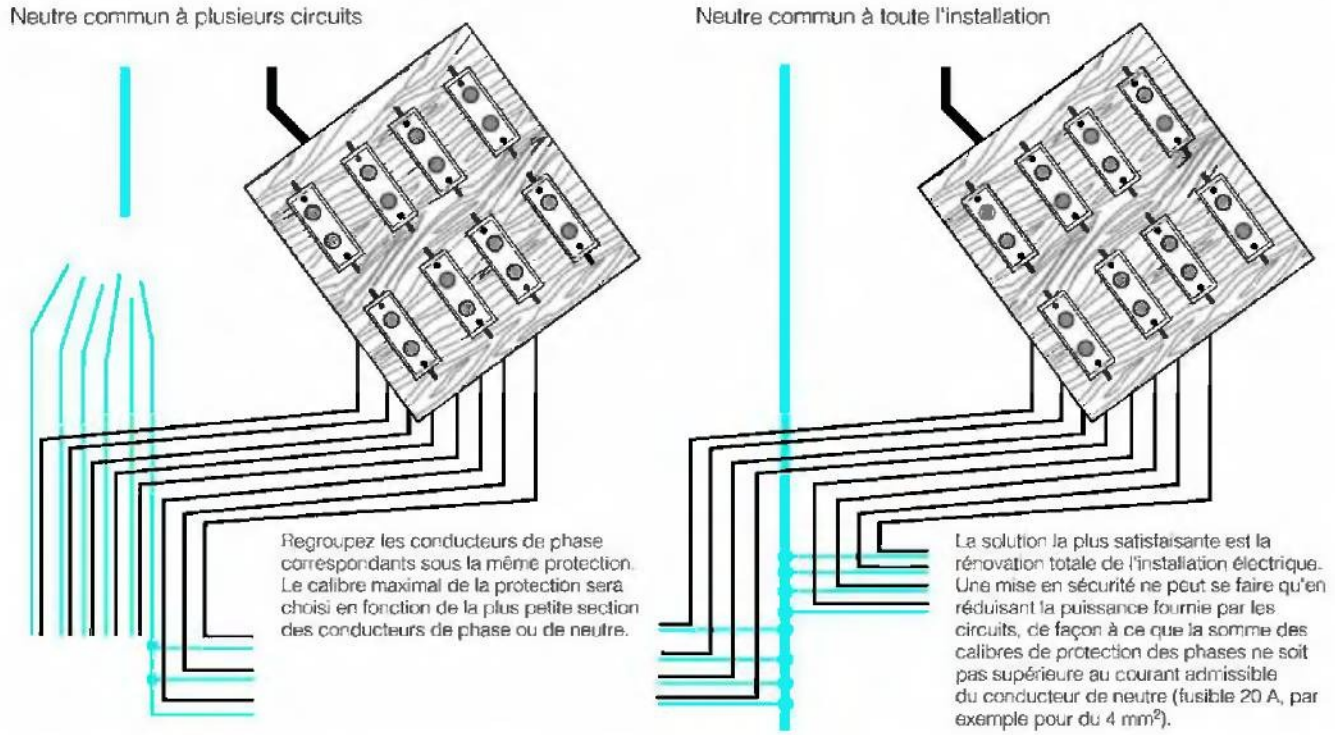


Figure 438 : Rénovation d'un tableau en protections unipolaires

Prenez chaque fil de phase et, à l'aide de l'appareil de mesure, testez les conducteurs de neutre un à un (figure 438). 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). Vous avez donc trouvé une ligne.

Prenez un autre conducteur de phase et procédez de la même façon et, ainsi de suite, jusqu'à ce que vous retrouviez tous les circuits. Vous pouvez également les identifier d'après la taille des conducteurs. Une fois les circuits retrouvés, procédez à la pose et au raccordement du nouveau tableau.

Difficultés possibles lors du remplacement d'un ancien tableau

Un conducteur de neutre correspond à plusieurs conducteurs de phase. Il est nécessaire de regrouper ces circuits sous une seule protection qui sera choisie en fonction de la plus petite section de conducteur présente.

Un seul conducteur de neutre alimente toute l'installation. Le remplacement du tableau seul est alors compromis : il est nécessaire de rénover au minimum l'installation du couloir afin de retrouver les alimentations (phase et neutre) de chaque pièce et de les amener au nouveau tableau.
Il est également possible d'installer un nouveau tableau avec des protections phase + neutre et en ne raccordant que les phases.
Si les isolants des conducteurs apparaissent détériorés, il est indispensable de les reconstituer avec du ruban adhésif isolant ou avec des manchons thermorétractables.

L'isolation

L'isolation des parois est un travail méticuleux qu'il faut réaliser avec soin. Une bonne isolation contribue également à assurer l'étanchéité à l'air des parois, c'est pourquoi il ne faut pas négliger les finitions. Les plaques de plâtre donneront l'aspect du mur fini. Vous devez donc en réaliser la pose le plus soigneusement possible afin d'obtenir un état de surface irréprochable.

Nous présenterons les procédés les plus couramment utilisés mais sachez qu'il existe de nombreuses solutions. Vous pourrez vous adresser directement aux fabricants (voir notre adresse web en fin d'ouvrage) ou à des grossistes en matériaux si vous avez un projet particulier qui ne trouve pas sa solution dans cet ouvrage.

Pour plus de détails sur les techniques de pose, reportez-vous aux DTU (Documents Techniques Unifiés) concernant les produits.

L'outillage pour l'isolation

L'outillage nécessaire à la réalisation d'une isolation n'est pas très important. Dans tous les cas, un outillage minimal est indispensable pour les mesures et les traçages. Il consiste à se munir :
- d'un crayon de menuisier ;
- d'un mètre ruban ;
- d'un fil à plomb ;
- d'un cordeau de traçage ;
- d'un niveau trapèze de bâtiment.

Pour la pose de plaques de plâtre, prévoyez :
- une règle de maçon en aluminium ;

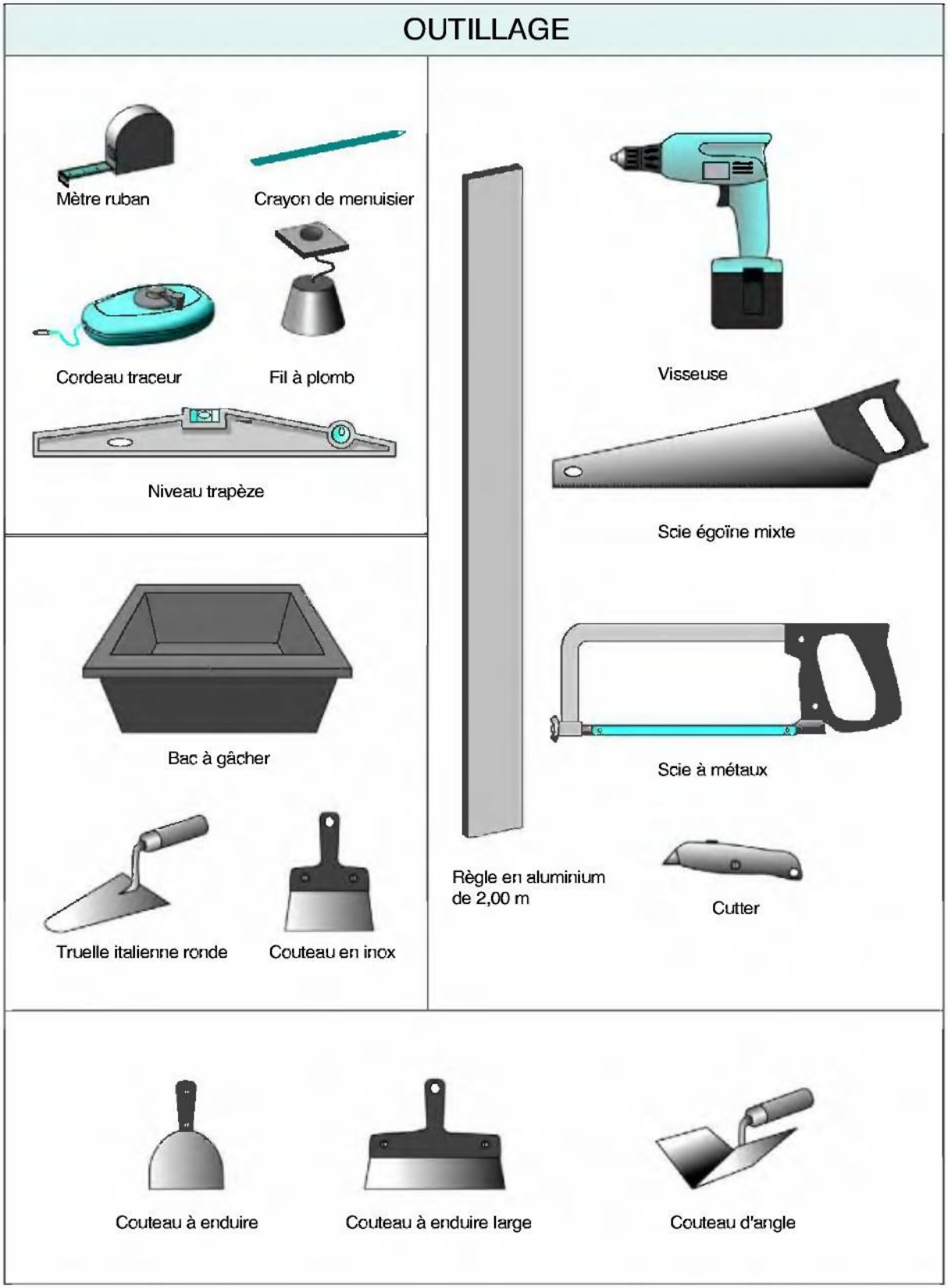


Figure 439 : L'outillage pour l'isolation

- une visseuse ;
- une scie égoïne pour plaques de plâtre ;
- une scie à métaux pour la découpe des profilés ;
- un cutter.

Pour la réalisation du mortier adhésif, prévoyez :
- un bac de maçon ;
- une truelle italienne ronde ;
- un couteau en inox.

Pour la réalisation de l'enduit de finition, il faut posséder :
- un couteau à enduire (lame de 10 à 15 cm de large) ;
- un couteau à enduire large (lame de 20 à 25 cm de large) ;
- un couteau d'angle.

Ces outils sont illustrés figure 439. Cette liste représente l'outillage minimal pour la réalisation de travaux d'isolation. Bien entendu, elle n'est pas limitative et vous pouvez vous munir, par exemple, de plusieurs truelles ou d'une perceuse avec une scie cloche si vous devez poser des boîtiers électriques.

L'isolation des murs

Il existe de nombreuses solutions pour réaliser l'isolation des murs. Ces solutions sont différentes selon que le mur à isoler est lisse (c'est-à-dire dont les aspérités ≤ 15 mm) ou irrégulier. On utilise soit de la laine minérale recouverte d'une plaque de plâtre, soit une plaque de plâtre sur laquelle est collé un isolant. La mise en œuvre de ces produits est à la portée de tous mais nécessite tout de même le plus grand soin pour un résultat parfait.

L'isolation des murs lisses

Pour réaliser l'isolation de parois lisses (murs en parpaings, briques), la solution la plus simple consiste à coller des plaques de plâtre munies d'un isolant (laine minérale, polystyrène ou autre).
Le collage s'effectue à l'aide d'un mortier adhésif spécifique. Choisissez de préférence un mortier recommandé par le fabricant des panneaux isolants.
Les panneaux isolants ont une largeur de 1,20 m et une hauteur comprise entre 2,50 et 3,00 m ce qui permet, dans la plupart des cas, la pose d'une seule plaque dans le sens de la hauteur.
La nature de l'isolant et son épaisseur seront choisies en fonction des dispositions des solutions techniques présentées en début d'ouvrage.

Matériel pour les panneaux isolants
Le matériel nécessaire à cette réalisation (figure 440) comprend :

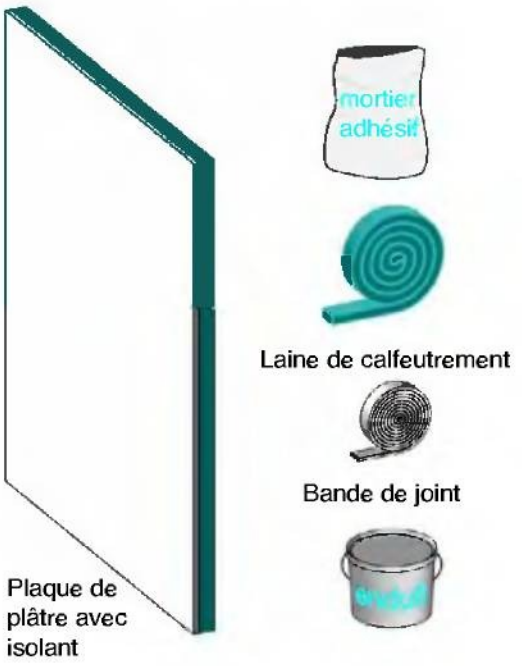


Figure 440 : Matériel pour l'isolation des murs lisses

- des plaques de plâtre avec isolant (en fonction de la surface à recouvrir) d'une hauteur adaptée à la hauteur sous plafond de la pièce ;
- du mortier adhésif ;
- de la laine minérale de calfeutrement ;
- de la bande de jointoiement ;
- de l'enduit de finition.

Pour les angles saillants, prévoyez de la bande de jointoiement spéciale dont le papier est renforcé par une bande métallique ou plastique afin d'éviter les risques d'endommagement des angles en plâtre (figure 441).

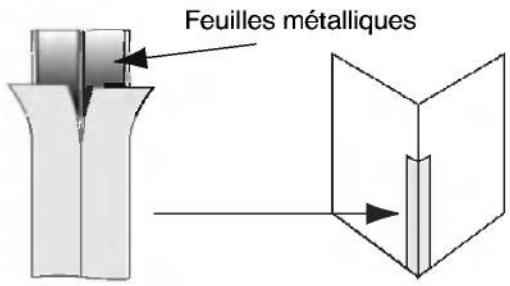


Figure 441 : Bande de jointoiement renforcée

Technique de pose des panneaux isolants

Avant de commencer, signalons que le mur destiné à recevoir l'isolation doit être propre et sain, c'est-à-dire exempt de dépôts de graisse ou de présence d'humidité. Il devra être nettoyé de toutes traces de peinture, papier peint ou tout autre revêtement mural. Pour d'anciennes peintures, si celles-ci sont encore très adhérentes, il est possible de se limiter à les gratter au niveau des collages. Si aucune de ces solutions n'est possible, adoptez la technique de pose adaptée aux murs irréguliers.

Si le plafond de la pièce doit être isolé en sous-face, réalisez déjà cette isolation avant la pose d'isolant sur les murs.

En premier lieu, tracez au plafond et au sol l'emplacement du doublage majoré de 1 cm pour l'épaisseur de la colle afin d'obtenir une bonne verticalité des panneaux.

Découpez les panneaux (à l'aide de l'égoïne) à la hauteur sol/plafond moins 1 cm. Découpez les emplacements correspondant aux bâtis de portes et de fenêtres et réalisez des percements au niveau des sorties des gaines électriques.

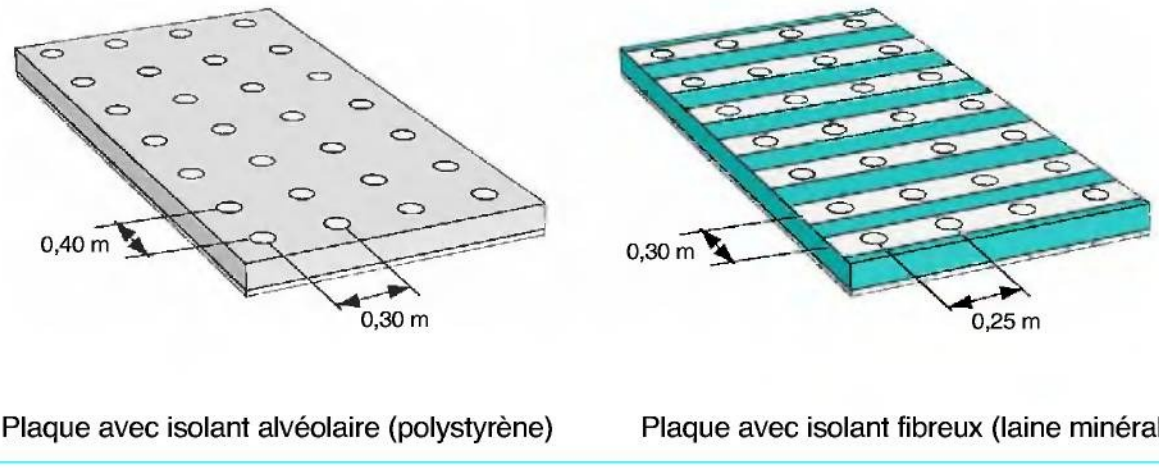


Figure 442 : Encollage des panneaux

1 - Posez la plaque sur des trétaux pour appliquer les plots de mortier adhésif.

2 - Présentez la plaque contre le plafond, puis appuyez-la contre le mur.

3 - Appuyez sur toute la hauteur de la plaque pour faire adhérer chaque plot.

4 - À l'aide d'une règle de maçon, marouflez la plaque sur toute sa surface.

Figure 443 : Collage d'une plaque de plâtre avec isolant

Préparez le mortier adhésif dans votre bac de maçon et encollez la face destinée à être appliquée sur le mur. L'encollage est différent selon la nature de l'isolant. Pour un isolant de type polystyrène expansé, par exemple, l'encollage se fait par des plots de mortier de 10 cm de diamètre (environ 250 g) placés tous les 0,40 m dans le sens vertical et 0,30 m dans le sens horizontal (figure 442).
Pour un isolant fibreux (laines minérales), réalisez préalablement des bandes dans le sens de la hauteur, tous les 0,30 m environ. Ensuite, disposez des plots de colle tous les 0,25 m environ.
Prévoyez des cales de 10 mm d'épaisseur à placer au sol sous la plaque d'isolant. Collez le panneau en le dressant contre le mur de façon qu'il soit en contact avec le plafond, les cales étant placées sous le panneau avant le collage, puis pressez fortement. Vérifiez que la plaque s'aligne parfaitement sur vos tracés au sol et au plafond. Pour parfaire le collage, frappez la plaque avec le plat de la règle en aluminium (figure 443).

Procédez ainsi pour la pose de toutes les plaques. Prenez soin de bien placer les panneaux bords à bords. Vérifiez continuellement l'alignement des plaques entre elles et par rapport à vos traçages (sol et plafond).
Pour la partie basse, après la prise de la colle, enlevez les cales, puis calfeutrez la partie basse avec une bande de laine minérale. Dans le cas d'une pièce humide (salle de bains), vous devez placer sous la plaque un film étanche ou un profil plastique en U remontant au minimum jusqu'à 2 cm au-dessus du sol fini (voir figure 444).
Vous pouvez maintenant procéder à la pose des bandes de jointoiement entre les plaques (figure 445). Placez de l'enduit sur les parties amincies des plaques isolantes à l'aide d'un couteau à enduire. Placez la bande sur l'enduit, bien centrée, puis collez-la en appuyant et en lissant avec le couteau à enduire. Procédez à l'application de plusieurs couches d'enduit jusqu'à ce que vous rétablissiez la planéité de la plaque.

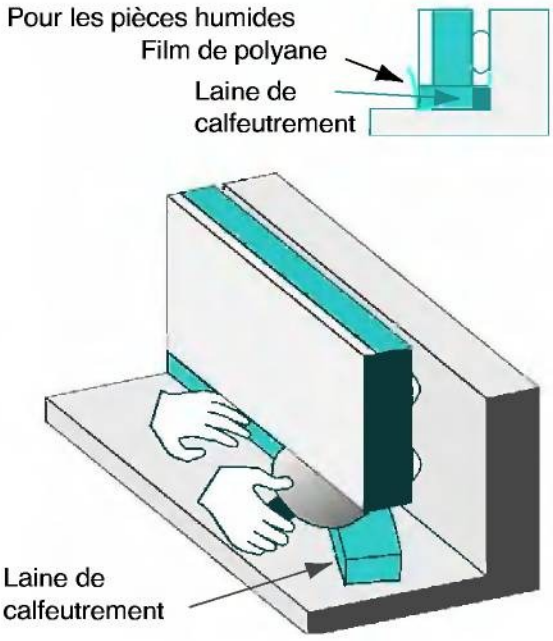


Figure 444 : Étanchéité au bas des plaques

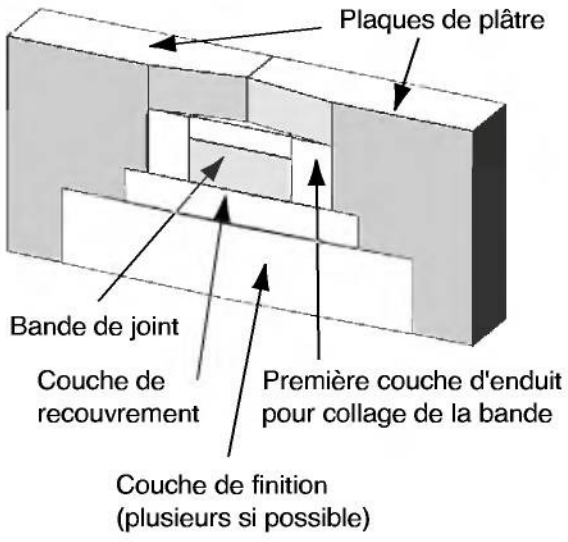
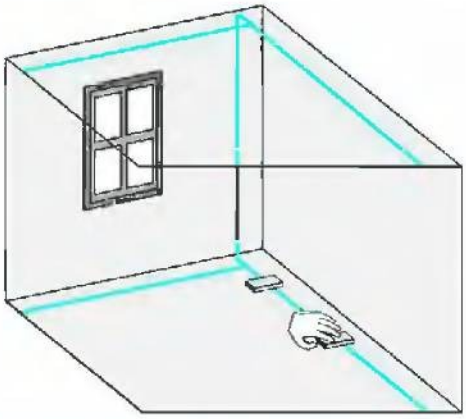


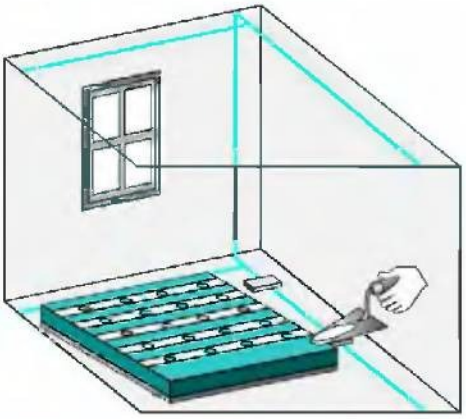
Figure 445 : Réalisation des joints

❶



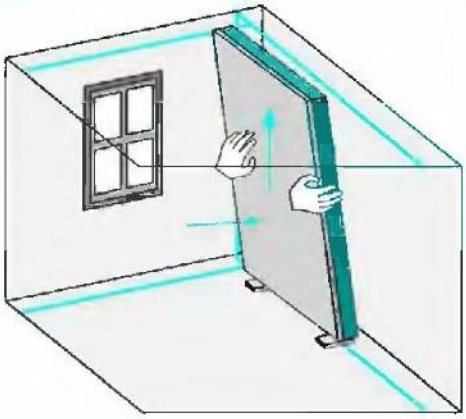
Tracez au sol et en plafond l'emplacement des plaques, majoré de 1 cm. Placez des cales de 1 cm sur le sol.

❷



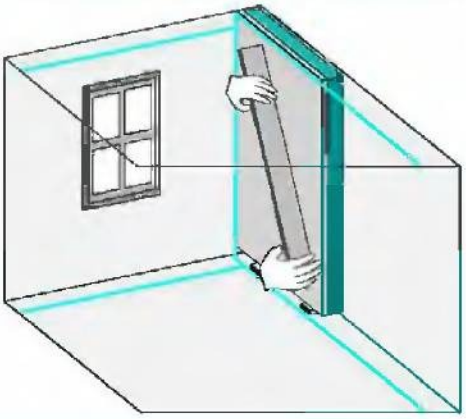
Découpez les plaques (hauteur sol/plafond moins 1 cm). Préparez le mortier adhésif, puis encollez une plaque.

❸



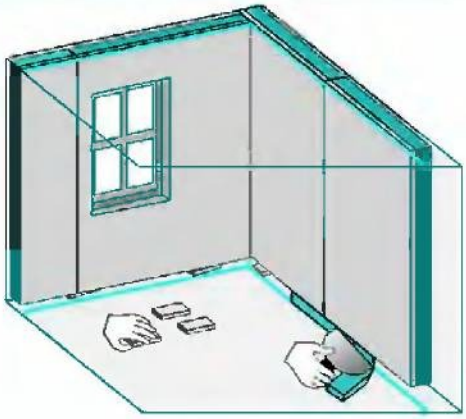
Placez la plaque sur les cales, amenez-la en butée au plafond et pressez-la fortement sur le mur.

❹



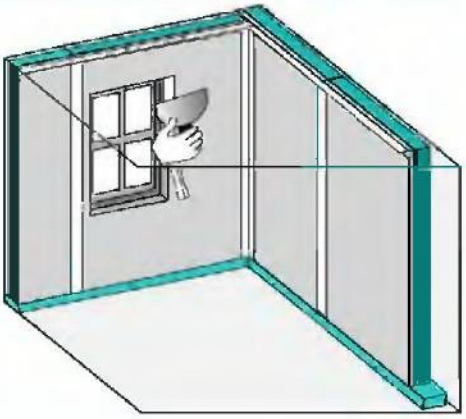
Finissez le collage de la plaque et alignez-la sur vos tracés à l'aide de la règle. Vérifiez l'aplomb avec un niveau.

❺



Mettez en place toutes les plaques. Quand le collage est effectué, retirez les cales et calfeutrez la partie basse.

❻



Procédez au collage des bandes de joint et réalisez les enduits de finition.

Figure 446 : Principe de pose par collage

Vous poserez des bandes au niveau du raccord mur/plafond et dans les angles s'il y a des retours. Afin d'éviter une sur–épaisseur, il importe que les bandes de jointoiement ne se chevauchent pas.

Vous réaliserez la pose des boîtiers électriques en pratiquant un trou à l'aide d'une scie cloche d'un diamètre adapté à celui des boîtiers.
Vous procéderez ensuite aux finitions d'usage, c'est-à-dire enduits, peinture ou revêtement.

La figure 446 représente la technique de pose décrite ci-dessus. Un soin particulier sera apporté à la pose au niveau des bâtis de fenêtres et de portes afin de ne pas créer de ponts thermiques.

Si vous devez réaliser une chape flottante, il est préférable de la faire avant de procéder au doublage des murs.
Si la hauteur du mur à isoler est supérieure à 3,60 m (pour un doublage en polystyrène ou équivalent) ou à 3,00 m (pour un doublage en laine minérale), vous devez poser un tasseau fixé au mur au droit de chaque raccord horizontal entre les plaques. Celles-ci seront vissées sur les tasseaux. Cette mesure n'est pas obligatoire si la hauteur supplémentaire n'excède pas 1,00 m pour les panneaux à base de laine minérale et 1,20 m pour les autres (figure 447).

Si les impératifs de votre projet nécessitent de laisser un vide d'air entre le mur et l'isolant, le principe de pose est analogue, mais vous devez insérer une cale imputrescible dans chaque plot de colle (rondelle de tube PVC, par exemple).
La planéité des cloisons de doublage doit être telle que lorsque vous placez

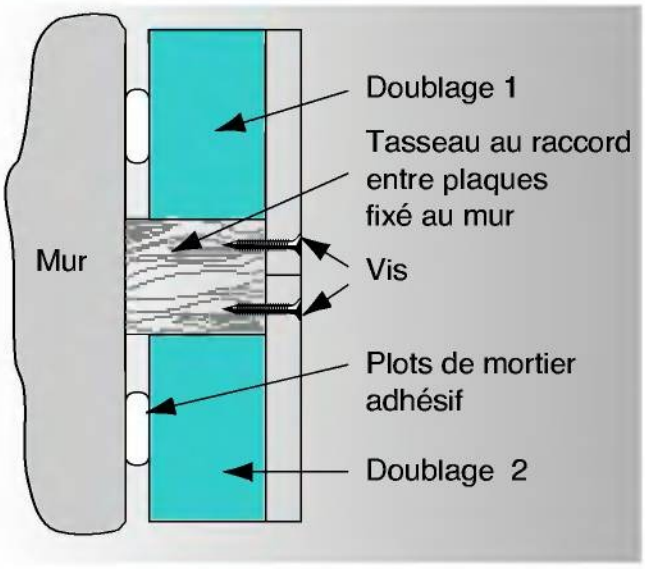


Figure 447 : Raccord horizontal entre plaques

la règle sur la surface, il ne doit pas se trouver d'écart supérieur à 5 mm entre les parties les plus saillantes et les parties les plus creuses. Un faux aplomb maximal de 5 mm est toléré pour une hauteur de 2,50 m.

L'isolation des murs irréguliers

L'isolation des murs irréguliers nécessite la création d'une structure indépendante de la paroi, fixée au sol et en plafond, qui servira de support aux plaques de plâtre cartonné (type BA 13). L'espace entre la paroi et la structure est comblé par de la laine minérale. L'épaisseur de laine minérale sera conforme aux dispositions des solutions techniques recommandées pour votre projet.

Matériel pour une structure isolante
Le matériel nécessaire à ce type de réalisation se répartit en trois catégories.
Les éléments de la structure métallique sont constitués comme suit :
- de cornières ou de rails pour la pose en sol et en plafond ;

- de montants métalliques ;
- éventuellement de clips pour la fixation des montants sur les rails ;
- de cales d'appui réglables (pour les montants) ;
- de vis et chevilles de fixation pour les cornières.

L'isolant est constitué de laine minérale en rouleaux (avec pare-vapeur) et de ruban adhésif large pour recouvrir les joints entre les bandes d'isolant. Si vous devez placer deux couches de laine minérale, seule celle placée du côté intérieur de la pièce doit posséder un pare-vapeur.

Le parement de finition est constitué ainsi :

— de plaques de plâtre de type BA 13 ;
— de vis pour la fixation des plaques sur la structure métallique (vis autoperceuses spécifiques) ;
— d'enduit et de bandes de jointoiement, comme indiqué au paragraphe précédent.

Tout le matériel nécessaire est répertorié à la figure 448.

Technique de pose d'une structure pour l'isolation

Tracez au sol et au plafond l'emplacement des cornières ou des rails. Il est possible de tracer en premier l'emplacement de la cornière basse, puis de reporter ce tracé sur le mur jusqu'au plafond et de tracer l'emplacement de la cornière au plafond. La distance de la cornière par rapport au mur correspond à l'épaisseur de l'isolant majoré d'un centimètre.

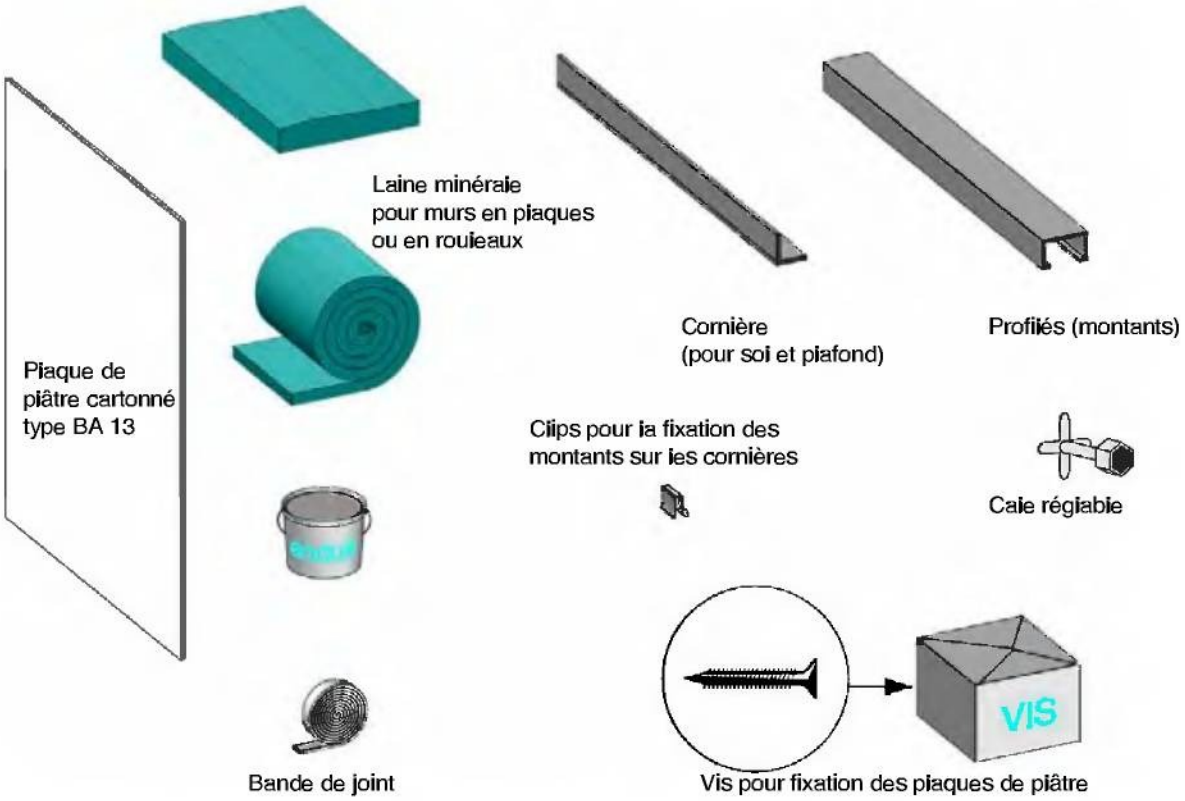


Figure 448 : Matériel pour l'isolation des murs irréguliers

Fixez ces cornières à l'aide de vis et de chevilles adaptées aux matériaux du sol et du plafond.
Après découpe à la hauteur nécessaire, placez les montants verticaux et fixez-les avec les clips prévus à cet effet ou en effectuant un quart-de-tour, dans le cas de rails métalliques. Les montants sont posés tous les 0,60 m (entraxe).

Placez tous les 1,30 m les cales d'appui entre les montants et le mur, puis réglez-les afin d'assurer la bonne verticalité des montants. Lorsque la structure est entièrement installée, vérifiez sa planéité. La partie des cales située contre le mur sera ensuite scellée avec du plâtre ou du mortier adhésif.

Placez entre les montants la laine minérale découpée à la hauteur sol/plafond majorée d'un ou deux centimètres. Choisissez une laine minérale d'une largeur de 0,60 m afin que les joints entre les lés se situent derrière les montants et soient jointifs. Placez la face munie d'un pare-vapeur du côté intérieur. Si vous utilisez de la laine minérale en panneaux, les raccords horizontaux seront recouverts de ruban adhésif. Si vous devez placer deux couches de laine, la première sera posée verticalement et la deuxième horizontalement, avec recouvrement des joints par du ruban adhésif. Seule la deuxième couche possédera un pare-vapeur.
Vous passerez vos gaines électriques s'il y a lieu.

Les plaques de plâtre sont coupées à la hauteur sol/plafond moins un centimètre. Elles seront posées de manière à être jointives et en butée sur le plafond.
La fixation à la structure est effectuée à l'aide des vis placées tous les 0,30 m et à un centimètre au moins des bords

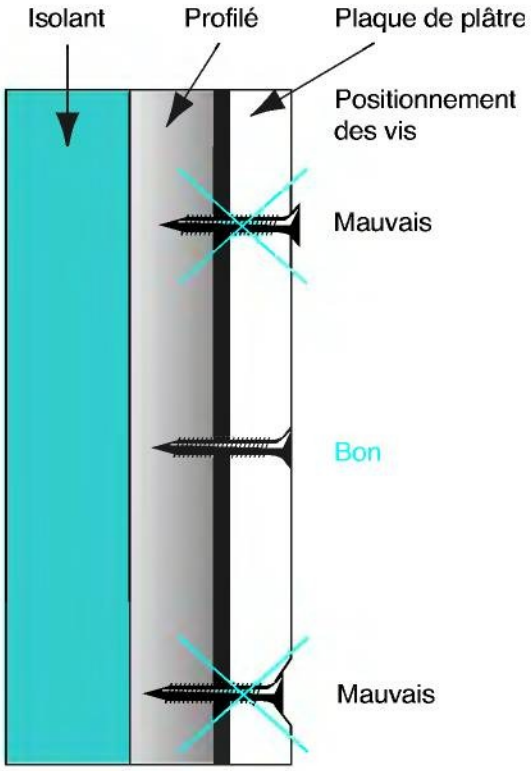


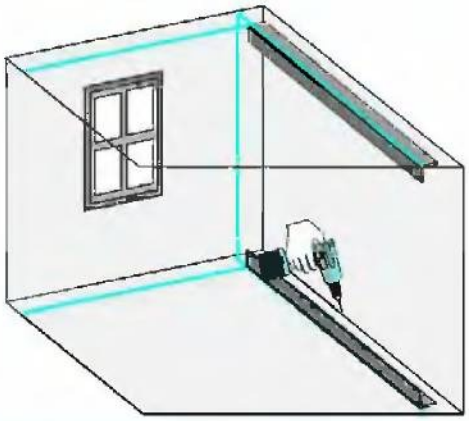
Figure 449 : Mode de pose des vis

des plaques. Les vis doivent être fixées jusqu'à effleurement de la plaque (voir figure 449).

La figure 450 présente la chronologie de la pose d'isolation pour les murs irréguliers.
Les joints sont réalisés comme dans la solution précédente (figure 445) et vous prendrez soin de recouvrir d'enduit les têtes de vis.

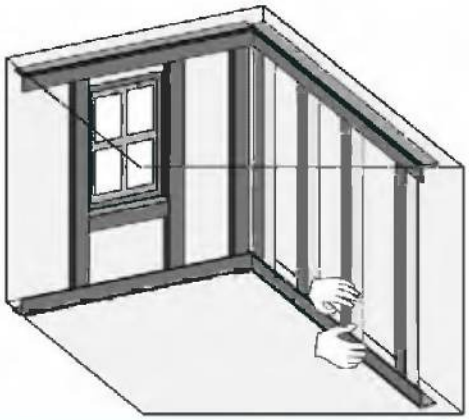
Dans les pièces humides, il est nécessaire de placer un film de polyane en protection du pied de doublage avec une remontée de 2 cm du niveau du sol fini. Ce film est placé sous la cornière basse.
Il existe aussi des poses sur structure pour les murs réguliers. Les éléments décrits ici peuvent être légèrement différents selon les marques.

❶



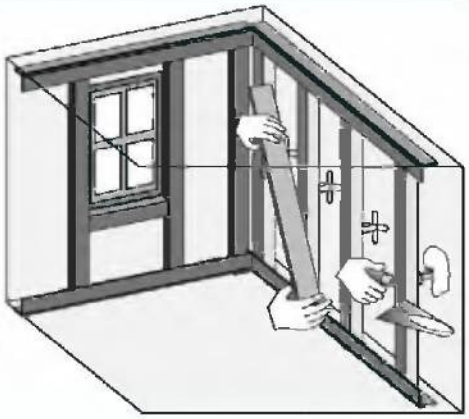
Tracez au sol et au plafond l'emplacement des cornières (épaisseur de l'isolant + 1 cm). Fixez-les à l'aide de vis et chevilles.

❷



Placez les montants (après découpe) sur les cornières et fixez-les à l'aide des clips. Les montants sont placés tous les 0,60 m.

❸

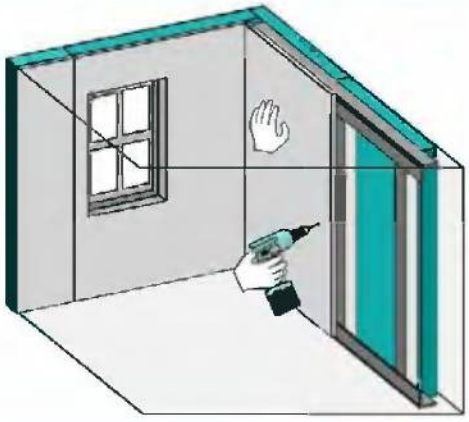


Placez les cales réglables derrière les montants ; réglez l'aplomb et l'alignement des montants. Scellez les cales.

❹

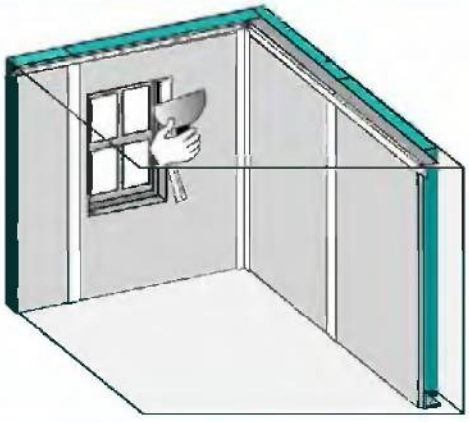
Insérez les lés derrière l'ossature et ajustez-les bord à bord.

❺



Découpez les plaques de plâtre (hauteur sol/plafond - 1 cm) et vissez-les sur la structure. Les raccords se font sur les montants.

❻



Procédez au collage des bandes de joint et réalisez les enduits de finition.

Figure 450 : Principe de pose sur structure

L'isolation des combles

Les solutions d'isolation des combles sont nombreuses. Il est difficile de dresser une liste exhaustive. Nous ne décrirons pas ici en détails les solutions d'isolation de combles non aménagés, car elles sont d'une grande simplicité de mise en œuvre. Nous nous limiterons à présenter la méthode d'isolation pour comble aménagé par double couche de laine minérale.

Le principe consiste à placer une première couche entre les chevrons, recouverte d'une deuxième sur les chevrons.

Des pattes de fixation permettent de maintenir la deuxième couche et autorisent la fixation de profilés métalliques sur lesquels seront fixées les plaques de plâtre.

Matériel pour la laine minérale

Pour ce type de réalisation le matériel comprend :

— de la laine minérale en rouleau pour la pose entre chevrons sans pare-vapeur et de la laine minérale avec pare-vapeur pour la deuxième couche. La première couche doit avoir une épaisseur inférieure de 2 centimètres à la profondeur des chevrons afin de laisser un vide d'air au niveau de la toiture ;

— des suspentes à rosace réglable et des profilés métalliques, nécessaires à la fixation des plaques de plâtre ;

— des plaques de plâtre de type BA 13 avec les bandes de joints, l'enduit et les vis de fixation.

La figure 451 récapitule le matériel nécessaire à cette réalisation.

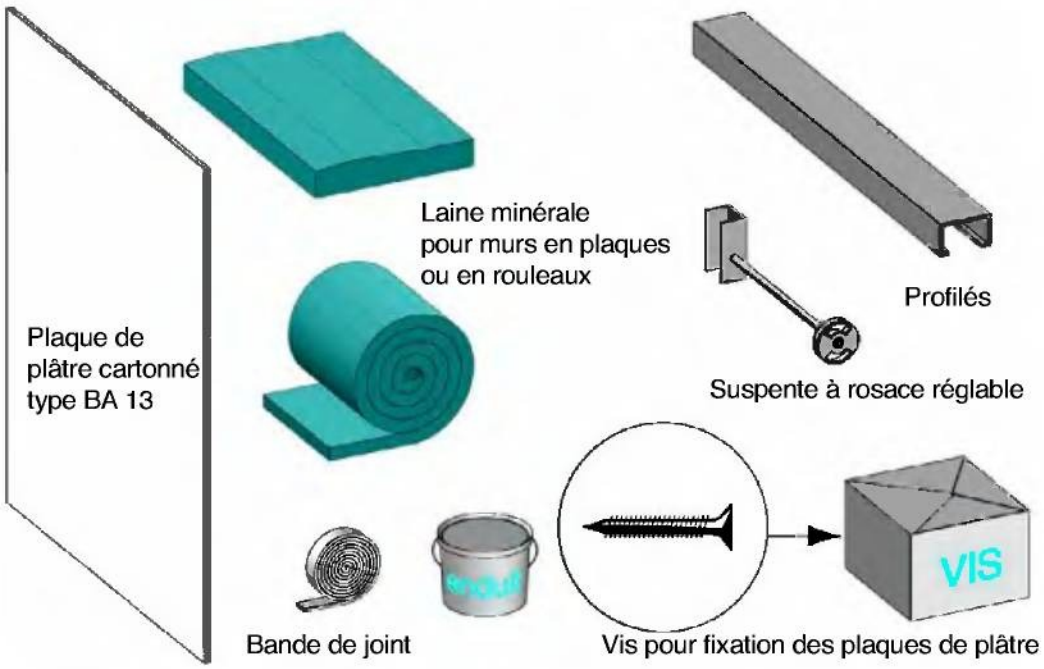
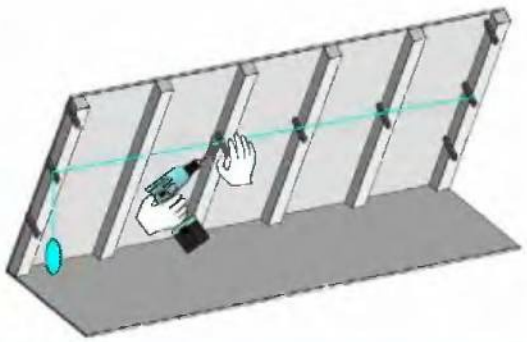


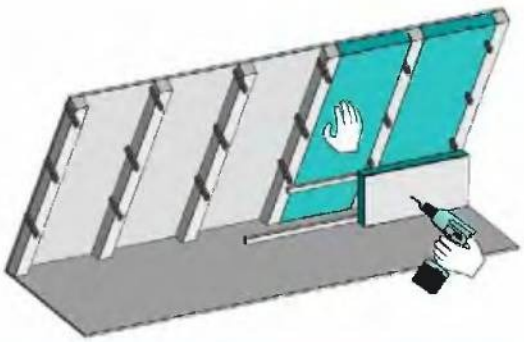
Figure 451 : Matériel pour l'isolation des combles

❶



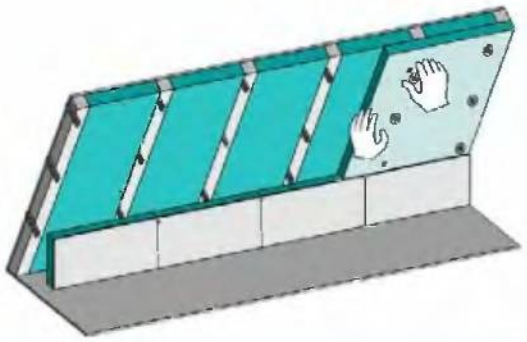
Fixez les suspentes aux extrémités. À l'aide d'un cordeau, tracez l'emplacement des suspentes intermédiaires et fixez-les.

❷



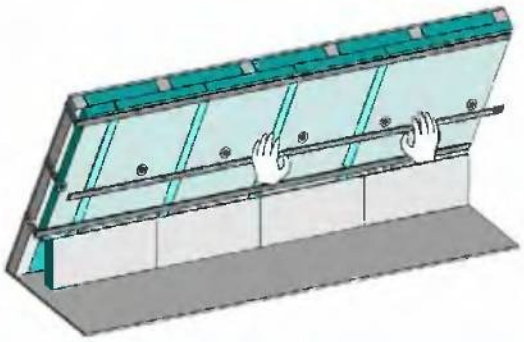
Placez la laine minérale entre les chevrons. Le pan coupé est réalisé ici avec un doublage vissé sur tasseaux.

❸



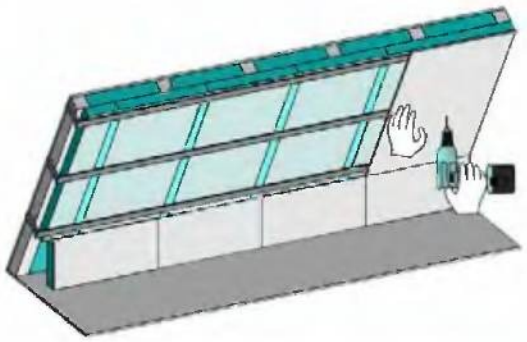
Mettez en place la deuxième couche de laine minérale (pare-vapeur côté chauffé). Fixez-la à l'aide des rosaces des suspentes.

❹



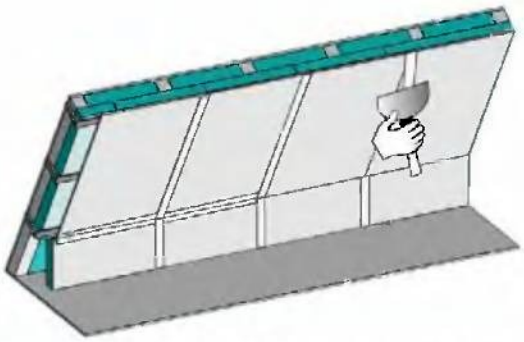
Placez du ruban adhésif aux raccords entre les lés. Clipsez les profilés sur les têtes des rosaces.

❺



Découpez les plaques de plâtre cartonné et fixez-les par vissage sur les profilés.

❻



Procédez au collage des bandes de joint et réalisez les enduits de finition.

Figure 452 : Principe d'isolation des combles en double couche

1 - Procurez-vous l'isolant en rouleau.

2 - Procurez-vous des suspentes pour les rails.

3 - Découpez les lés à poser entre solives.

4 - Posez la 2e couche d'isolant tenue par les rosaces.

5 - Posez le film pare-vapeur et les rails.

6 - Vissez les plaques de plâtre sur les rails.

Figure 453 : Exemple d'isolation des combles

Technique de pose de la laine minérale

Fixez les suspentes (avec la visseuse et des vis VBA) sur le côté des chevrons en commençant par celles situées à chaque extrémité du local. Tracez des lignes entres ces suspentes à l'aide d'un cordeau traceur. Vous placerez une rangée horizontale de suspente tous les 0,60 m ; les suspentes de chaque rangée sont espacées les unes des autres de 1,20 m au plus.

Placez la première couche de laine minérale découpée à la mesure de l'espace entre les chevrons majorée d'un centimètre. La laine est tenue en place du fait de la compression entre les chevrons. Rappelons que cette première couche ne possède pas de pare-vapeur.
Découpez la deuxième couche de laine minérale à la dimension entre pannes majorée d'un ou deux centimètres. Mettez cette couche en place et maintenez-la en vissant les rosaces sur les suspentes. Faites en sorte que les raccords entre les lés ne soient pas alignés sur ceux de la première couche. Cette laine minérale doit posséder un pare-vapeur que vous placerez du côté chauffé. Collez un ruban adhésif large sur les joints entre les lés. Clipsez les profilés métalliques sur la tête des rosaces. Réglez les rosaces si nécessaire afin d'obtenir une bonne planéité. Fixez perpendiculairement les plaques de plâtre BA 13 sur les profilés, par vissage. Le recouvrement des joints et des têtes de vis sera réalisé comme précédemment.

Les figures 452 et 453 représentent la chronologie à suivre pour la réalisation de ce type d'isolation.

Les pignons, quant à eux, sont isolés comme les murs extérieurs. D'autres systèmes d'isolation de combles sont présentés figure 454. Chaque fabricant propose de nombreuses solutions pour réaliser l'isolation des combles.

L'isolation des planchers bas

L'isolation des planchers bas peut être réalisée de différentes façons, comme nous l'avons vu. Nous ne traiterons ici que de l'isolation sous chape, parce qu'elle nous intéresse pour le chauffage par le sol, et de l'isolation en sous-face, qui est communément utilisée dans ce cas. Cette dernière peut être adoptée pour un plancher bas (sol) ou un plancher haut (plafond) et représente la solution idéale dans de nombreux cas de figure.

Isolation sous chape

Ce type d'isolation se pose sur un plancher porteur en béton (dalle). Le principe consiste à créer une chape flottante, c'est-à-dire désolidarisée des murs. Cette solution offre en plus de l'isolation thermique, une très bonne isolation phonique.

Matériel pour les panneaux isolants de sol
Le matériel nécessaire pour l'isolation des planchers bas se compose uniquement de panneaux isolants de sol en laine minérale compressée et de film en polyéthylène. Si vous souhaitez installer un câble chauffant dans le sol, vous trouverez les caractéristiques supplémentaires de l'isolant à mettre en œuvre dans la section consacrée au type de chauffage que vous avez choisi. Selon les performances recherchées, il est possible de poser deux couches superposées de panneaux isolants.

Isolation avec une seule couche de laine minérale

Isolation avec pose de laine entre solives

Isolation avec pose de laine sur plancher

Figure 454 : Isolation de combles non aménagés

Technique de pose des panneaux isolants de sol

La pose doit s'effectuer sur une dalle propre et sèche.

Commencez par poser une bande de désolidarisation tout autour de la pièce. Cette bande en laine minérale (ou en mousse) doit avoir une épaisseur de 3 à 15 mm et une hauteur de 10 cm.

Placez les panneaux d'isolant en quinconce sur toute la surface de la pièce. Les joints entre les plaques peuvent être recouverts de ruban adhésif.

Placez un film en plastique sur toute la surface, en prenant soin de le faire remonter sur la bande de désolidarisation. Si le film n'est pas assez large pour couvrir toute la pièce, chevauchez les lés sur une largeur d'au moins 10 cm.

Placez un treillis métallique sur le film plastique et procédez au coulage de la chape en ciment sur une épaisseur minimale de 4 cm.

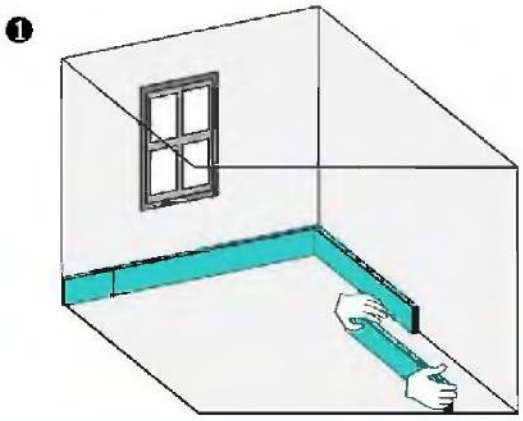
Procédez à la pose du revêtement de sol.

La figure 455 présente la chronologie de la réalisation de l'isolation sous chape.

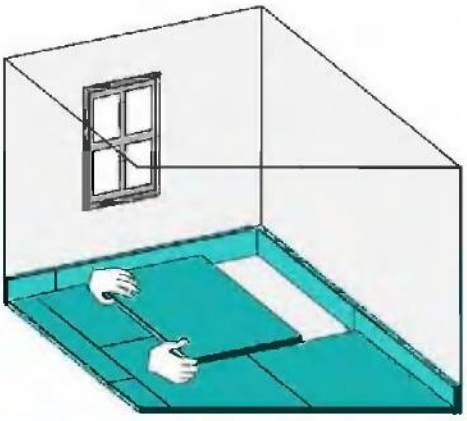
Sur un plancher en bois, il existe un principe de pose similaire. Il consiste à poser un isolant spécifique de faible épaisseur (13 mm) avec un bandeau de désolidarisation, comme précédemment.

Sur cet isolant est réalisé un plancher flottant à l'aide de plaques de plancher aggloméré CTBH de 19 ou 22 mm rainurées et languettées sur tous les côtés pour en assurer le blocage.

Un revêtement de sol collé (moquette) ou un parquet flottant sont installés en finition.

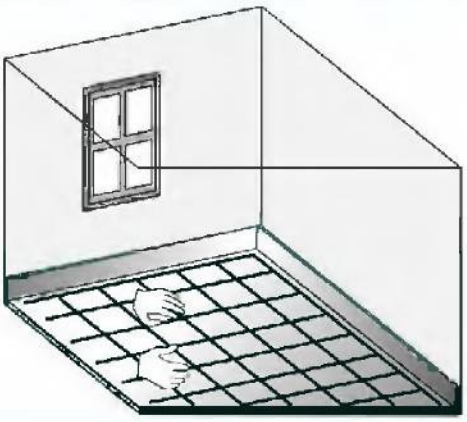


La pose s'effectue sur une dalle propre. Placez un bandeau de désolidarisation sur tout le pourtour de la pièce.

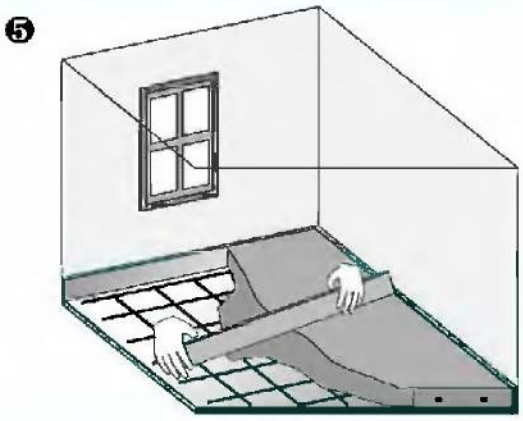


Installez les plaques d'isolant de sol en quinconce, bord à bord.

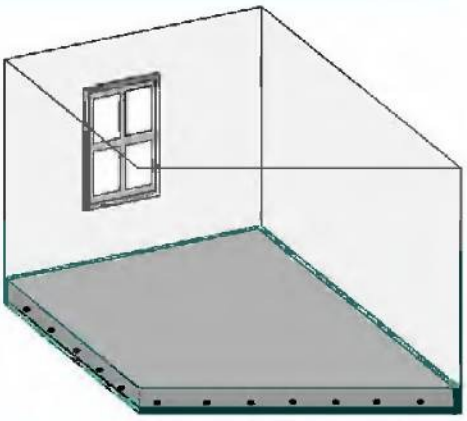
Réalisez l'étanchéité avec un film de polyéthylène recouvrant les plaques et le bandeau de désolidarisation.



Mettez en place l'armature métallique de la chape (treillis soudé).

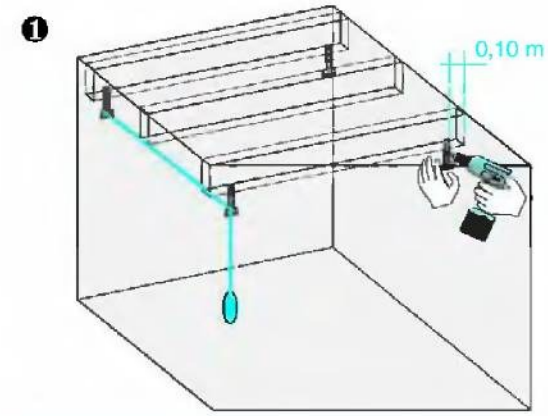


Coulez la chape flottante sur une épaisseur minimale de 4 cm.

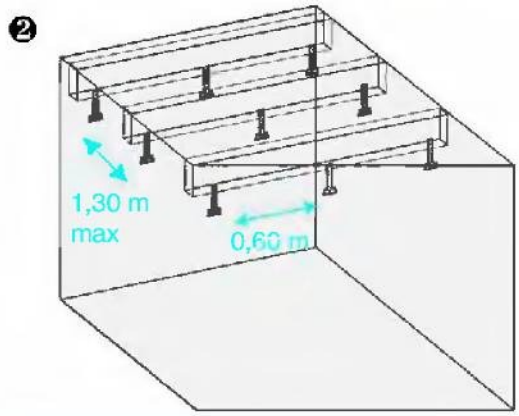


La chape est prête pour recevoir un revêtement de sol.

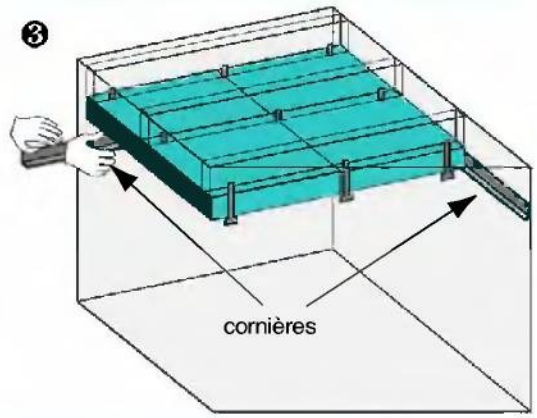
Figure 455 : Principe de la chape flottante



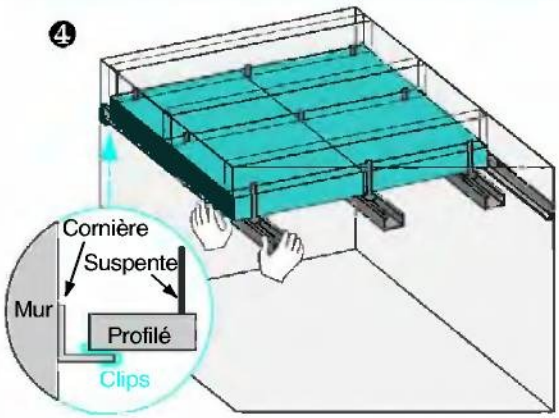
Posez des suspentes aux quatre coins de la pièce et tracez l'alignement à l'aide d'un cordeau.



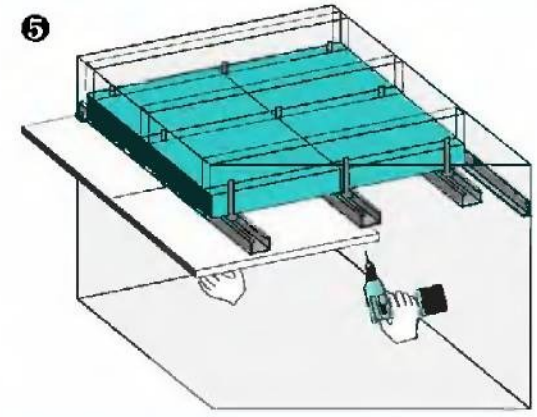
Fixez toutes les suspentes sur les chevrons en respectant les espacements d'entraxes indiqués ci-dessus.



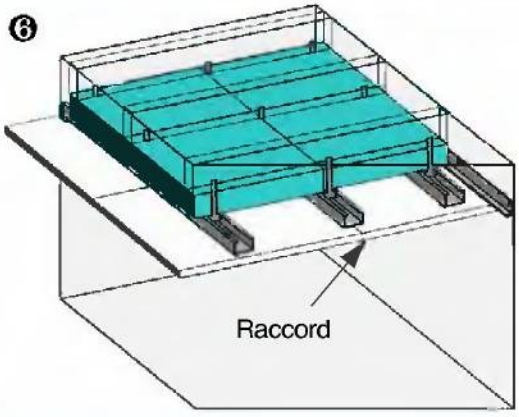
Placez l'isolant entre les solives ou sous le plafond existant. Fixez des cornières sur les murs en ceinturage de la pièce.



Clipsez les profilés métalliques sur les suspentes. Au niveau des murs, les profilés sont fixés sur les cornières à l'aide de clips.



Placez les plaques de plâtre perpendiculairement au sens des profilés et vissez-les à l'aide de vis autoforeuses.



Les raccords entre plaques sont effectués obligatoirement sur un profilé. Procédez ensuite à la pose des joints.

Figure 456 : Principe de pose de l'isolation en sous-face

Mais si la structure du plancher le permet ou si vous n'avez pas de contraintes d'épaisseur, vous pouvez aussi créer une dalle flottante en béton comme précédemment, avec le même type de panneaux isolants.

Isolation en sous-face

Pour ce mode d'isolation, les fabricants proposent de nombreuses solutions adaptées à tous les types de plancher. Par souci de simplicité, nous n'évoquerons que le cas d'un plancher sur solives. Le principe consiste à créer une structure métallique dans laquelle sera inséré un isolant.

Des plaques de plâtre de type BA 13 seront fixées sur la structure. Le mode de pose est identique dans les autres situations ; seul diffère le type des supports. Ce principe peut également être utilisé pour le plafond de la pièce à isoler.

Matériel pour l'isolation en sous-face

Le matériel est analogue à celui nécessaire à une isolation de combles, comme nous l'avons vu précédemment. Il est constitué des éléments suivants :

- un isolant en rouleau ou en plaque ;
- des suspentes adaptées au type de plancher ;
- des profilés et des cornières, pour la fixation des plaques de plâtre ;
- des plaques de plâtre BA 13 et des vis de fixation, des bandes de joints et de l'enduit).

Technique de pose d'un isolant en sous-face

La première étape consiste à poser les suspentes. Fixez les suspentes aux quatre coins de la pièce, sur les solives à 10 cm des murs (20 en cas de pose d'un doublage). Tracez l'alignement des autres suspentes à l'aide d'un cordeau traceur. Les profilés seront placés perpendiculairement aux solives. Respectez un entraxe de 0,60 m entre les profilés avec des fixations tous les 1,30 m au maximum. La hauteur des suspentes sera fonction de l'épaisseur de l'isolant à mettre en œuvre.

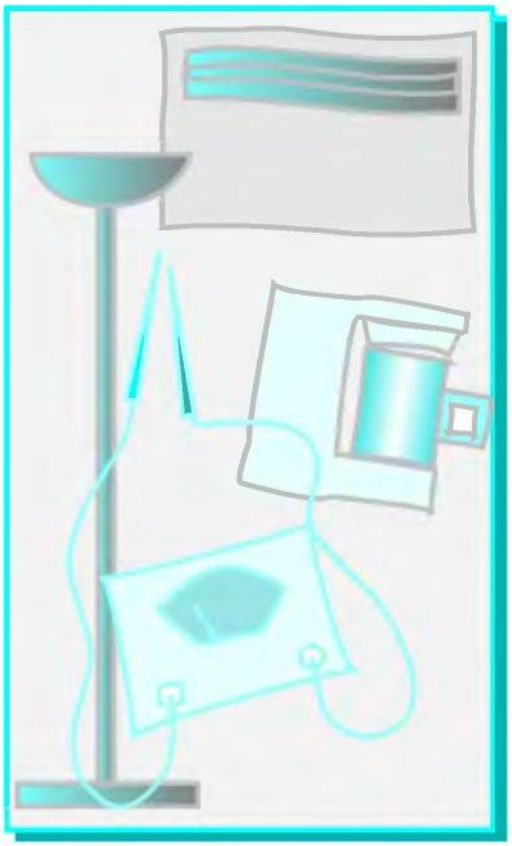
Placez des cornières au niveau des parois de la pièce au même niveau que les profilés.

Placez l'isolant entre les suspentes ou fixez-les à l'aide de celles-ci selon le type utilisé. Attention au positionnement de la face équipée du pare-vapeur. Si le local

Figure 457 :
Pose des bandes de joint entre les plaques

à isoler est situé au-dessus, placez le pare-vapeur vers le haut. Si vous utilisez cette solution pour isoler une pièce en plafond, le pare-vapeur doit être placé du côté de la pièce.
Installez les profilés en les clipsant sur les suspentes et dans les cornières murales. Posez les plaques de plâtre parallèlement aux solives ; fixez-les à l'aide de vis autoforeuses tous les 0,25 m. Les raccords en bout de plaque se feront obligatoirement sur un profilé.

La figure 456 illustre la réalisation chronologique de l'isolation en sous-face.
Procédez à la pose des bandes de jointoiement et de l'enduit comme indiqué précédemment et à la figure 457.



Les dépannages

La plupart des pannes survenant sur une installation électrique domestique sont souvent bénignes et ne requièrent pas l'intervention d'un dépanneur électricien. Si vous êtes bricoleur, vous trouverez dans cet ouvrage de nombreux exemples de pannes types, la façon de les détecter et de les résoudre.

Si vous n'avez pas du tout l'âme d'un bricoleur ou si la tâche vous semble trop ardue, cet ouvrage propose des solutions simples qui vous permettront, dans la majorité des cas, de ne pas être totalement privé d'électricité en attendant un dépanneur. Si tel est votre cas, ne faites intervenir que des gens de métier (votre électricien, l'artisan de votre rue, celui que vous recommande votre voisin, etc.). Évitez de faire appel aux sociétés de dépannage rapide multiservices.

Nous présenterons les pannes les plus courantes que vous pourrez être amené à rencontrer. Vous trouverez aussi des conseils pour réparer divers appareils électriques (chauffage, luminaires, électroménager) et pour rénover les éléments vieillissants de votre installation.

La résolution de pannes

Apprendre à résoudre les pannes d'un circuit électrique n'est pas chose facile. Si la plupart d'entre elles sont simples à identifier, certaines risquent de vous donner du fil à retordre… L'électricité est capricieuse et même les professionnels avertis peinent parfois pour trouver la solution. Vous devrez toujours faire preuve de méthode et de logique et veiller à opérer en toute sécurité. Nous insisterons sur ces principes fondamentaux qui devront devenir des réflexes.

La méthode la plus sûre consiste à toujours aller du plus simple au plus compliqué. Si, par exemple, vous n'avez plus de lumière au plafonnier de votre chambre, ne commencez pas par tout démonter.

Définissez l'ampleur de la panne : vérifiez qu'elle n'est pas générale et que les autres pièces sont alimentées.

Si seule cette pièce est privée de lumière, démontez l'ampoule et assurez-vous qu'elle n'est pas défectueuse. Vérifiez ensuite le fusible protégeant le circuit de l'ampoule dans le tableau de protection. Si ces deux organes sont corrects, vérifiez la présence de tension au niveau de l'alimentation du luminaire.

Si la tension est présente, le luminaire est certainement défectueux, démontez-le et vérifiez-le. S'il n'y a pas de tension, quelle que soit la position de la touche de l'interrupteur, vérifiez le bon fonctionnement de ce dernier. S'il est correct, la panne est plus sérieuse et, dans ce cas, la recherche devra se poursuivre sur le circuit électrique.

Cet exemple, que nous étudierons plus en détail, montre que les premières vérifications sont très simples et ne nécessitent que peu de démontages excepté celui du luminaire et de l'interrupteur. Elles permettent de résoudre la grande majorité des pannes.

Chaque fois que vous vérifiez un élément, faites-le consciencieusement afin d'être tout à fait sûr de son bon fonctionnement et ne plus avoir à y revenir. Par exemple, pour tester un interrupteur, n'hésitez pas à le démonter et à le vérifier à l'aide d'un ohmmètre en actionnant plusieurs fois la touche (il se peut qu'il se bloque seulement par intermittence).

N'hésitez pas à couper le courant, au niveau du disjoncteur d'abonné, pour toutes les interventions qui peuvent s'effectuer hors tension, même si cette précaution vous semble disproportionnée (pour changer une ampoule sur un luminaire ancien, par exemple). L'électricité est dangereuse et la sécurité n'a pas de prix.

Il est toujours préférable de couper l'alimentation électrique de l'installation au niveau du disjoncteur d'abonné. La coupure au niveau d'un fusible ou d'un disjoncteur divisionnaire n'est jamais sûre à 100 %. Le tableau de protection peut être mal repéré et vous ne couperiez pas le bon circuit ; ou bien les fusibles ne coupent qu'un fil (protection unipolaire) et pas toujours la phase. La coupure seule de l'interrupteur, pour un éclairage, n'est pas non plus un gage de sécurité.

Sur de vieilles installations, il se peut que le neutre soit coupé au lieu de la phase, ce qui fait que le danger d'électrisation subsiste.

Important : lorsque vous coupez le disjoncteur d'abonné pour une intervention, veillez à ce que personne ne puisse le réenclencher pendant votre travail. Posez une pancarte signalant de ne pas le remettre en service et bloquez la touche de mise en fonction avec du ruban adhésif ou par tout autre moyen.

Les pannes d'alimentation générale

Dans cette section, nous aborderons les pannes qui sont du ressort du distributeur, sur lesquelles vous ne pourrez pas intervenir mais que vous pouvez avoir provoquées. Pour résoudre ce type de panne, vous devrez faire appel au service de dépannage de votre distributeur, EDF ou autre.
Nous étudierons successivement les pannes collectives, puis individuelles. Il est très facile de diagnostiquer ce genre de dérangement, car vous constaterez l'absence d'électricité sur toute l'installation bien que le disjoncteur d'abonné soit en position marche ou 1.
Pour être sûr qu'il s'agit d'une panne générale, il faut :

— démonter le capot inférieur du disjoncteur d'abonné ;
— vérifier qu'il est en position marche (manette de commande sur 1) ;
— tester la tension en sortie du disjoncteur avec un appareil de mesure (voltmètre) qui doit indiquer : 0 volt (figure 458).

Si la tension est de 220 V, en monophasé, vous êtes confronté à un autre type de panne.

Les pannes collectives

Les pannes collectives sont 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 également ne sont 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.

Les pannes individuelles

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, comme expliqué précédemment, puis appelez le service de dépannage du distributeur. La panne peut être due à la destruction des fusibles au niveau du coupe-circuit, 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.

Les pannes des dispositifs de protection

Quatre phénomènes principaux peuvent être la cause de pannes sur les installations électriques domestiques :

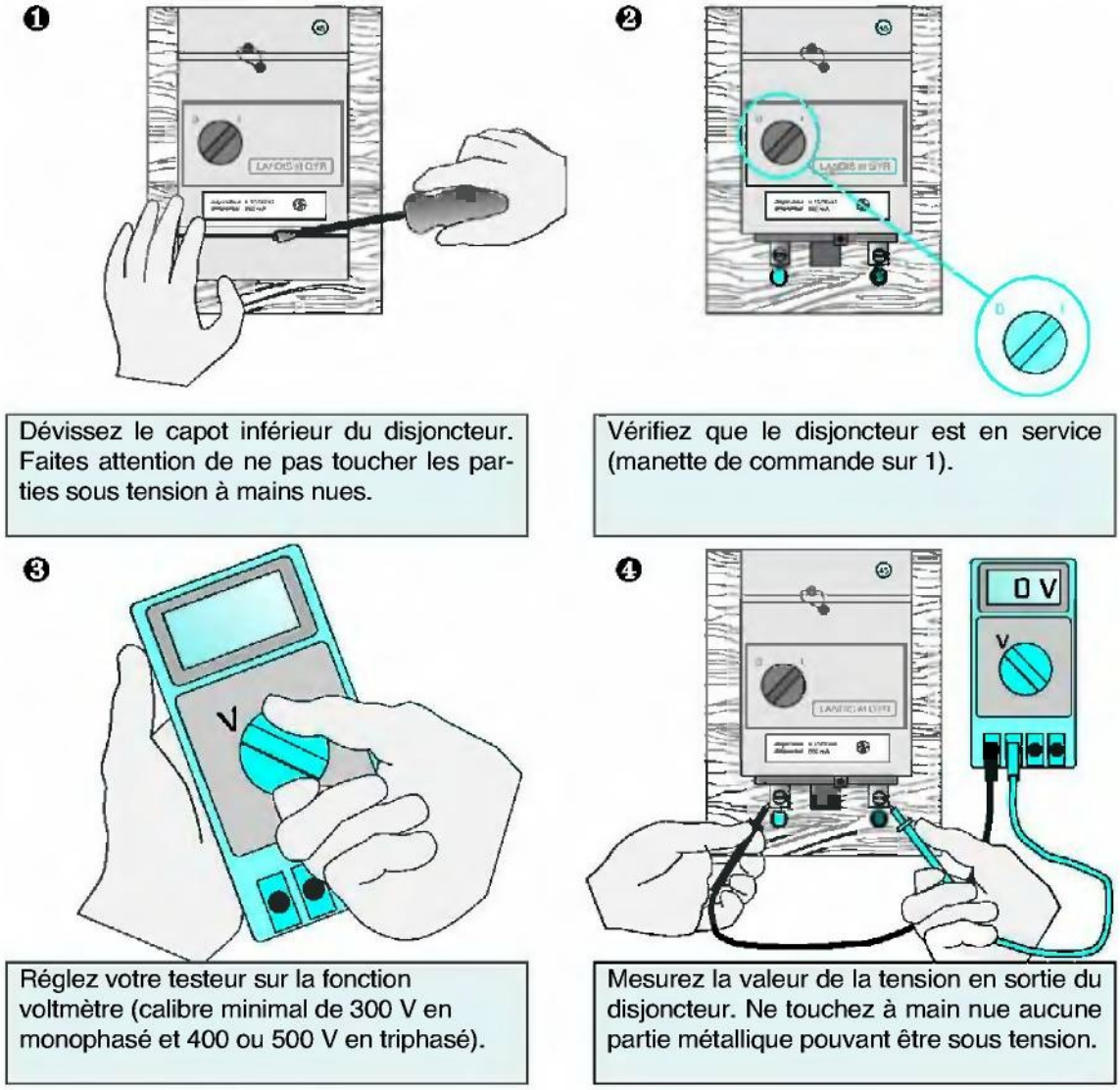


Figure 458 : Test de la tension de sortie du disjoncteur

le court-circuit, la surcharge, le défaut d'isolement et la surtension.

Les installations électriques respectant les dernières normes sont prévues pour déceler tous ces incidents et déclencher la coupure de l'alimentation électrique dans les plus brefs délais.
Sur des installations anciennes ou bricolées, ces dysfonctionnements peuvent avoir des conséquences beaucoup plus graves.

Les pannes de disjoncteur et leurs remèdes

Ce chapitre a pour but de vous permettre d'identifier rapidement les dysfonctionnements au niveau du disjoncteur d'abonné, de les analyser et d'y remédier.
Dans la majorité des cas, le disjoncteur se déclenche et coupe toute l'installation. Si vous ne parvenez pas à résoudre la panne, nous vous indiquerons des solu-

tions 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 459.

Les surcharges

La surcharge se concrétise par le déclenchement du disjoncteur d'abonné. L'appareil détecte que la consommation d'électricité a dépassé le seuil de réglage. Cet incident se produit essentiellement lorsque trop d'appareils fonctionnent simultanément. Les appareils considérés étant, bien entendu, 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 est effectuée par 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 de mettre hors service un ou plusieurs appareils gros consommateurs d'énergie et de réenclencher le disjoncteur, afin de pouvoir utiliser l'appareil que vous désirez.

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 et 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 ultérieurement.
Pour éviter ce problème, demandez une augmentation de puissance à votre distributeur, qui se traduira, notamment, par une augmentation du tarif de votre abonnement.

Les courts-circuits

Le court-circuit se traduit également par le déclenchement du disjoncteur. Il est très 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 d'un mécanisme ou d'un appareil électrique ;
- 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

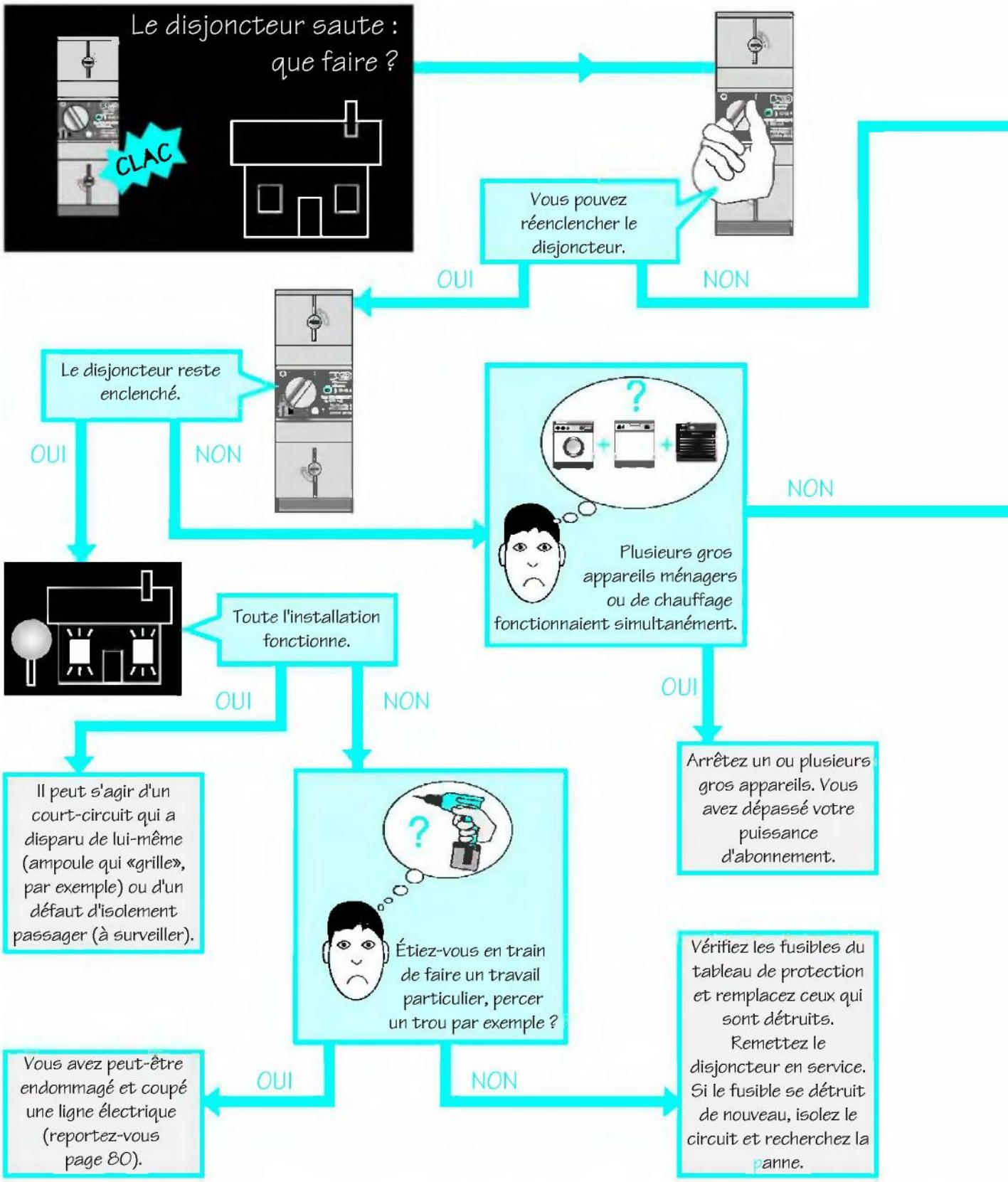
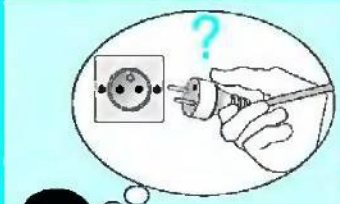


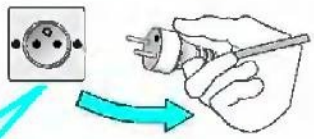
Figure 459 : Organigramme de recherche d'une panne de disjoncteur



Avez-vous mis en service ou branché un appareil lors du déclenchement du disjoncteur ?

OUI

Débranchez cet appareil et réenclenchez le disjoncteur. Reste-t-il enclenché ?

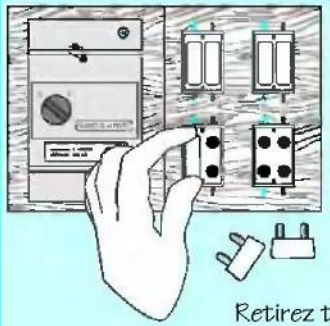


NON

OUI

Cet appareil présente un défaut, faites-le réparer !

NON



Retirez tous les fusibles du tableau de protection et replacez-les un à un en essayant de réenclencher le disjoncteur à chaque fois (voir page 552). Vérifiez qu'aucune ligne n'est raccordée sous le disjoncteur sinon, débranchez-la !

OU

Malgré tous les fusibles retirés, il n'est pas possible de réenclencher le disjoncteur.

Vous disposez d'une protection unipolaire.

OUI

NON

OU

Le disjoncteur reste enclenché sauf si vous remettez un circuit sous tension.

Isolez le circuit défectueux et remettez en service le reste de l'installation . Recherchez la panne sur ce circuit.

Vérifiez que vous n'avez pas une inversion phase / neutre au tableau de protection.

Vérifiez la ligne entre le tableau de protection et le disjoncteur et l'état des alimentations des dispositifs de protection.

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 en service le disjoncteur le fusible se détruira instantanément.

Si la protection des lignes 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 545 pour résoudre une panne d'alimentation générale.

Certains courts-circuits peuvent aussi se résoudre d'eux-mêmes. On peut observer ce phénomène lorsqu'une ampoule 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, tous les courts-circuits ne coïncident pas avec un fait précis. Ils peuvent aussi se produire sur un appareil fixe, par exemple un chauffe-eau, ou sur une ligne, 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 ; 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 459 vous permet d'effectuer la recherche rapide d'une panne au niveau du disjoncteur.

Le défaut d'isolement

Le défaut d'isolement est détecté par le disjoncteur d'abonné si ce défaut atteint au moins la valeur de 500 mA. 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 très souvent 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 vient en contact de connexions électriques (récipient qui déborde sur une plaque de cuisson électrique, fuite dans un appareil de lavage, etc.) ;
— 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 avez constaté ce type d'événement, il suffit la plupart du temps d'assécher l'appareil ou les lignes électriques pour résoudre le problème. 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 petite rénovation.

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 460) :
— le disjoncteur est coupé, retirez tous les fusibles ;
— remettez en place un fusible, essayez de réenclencher le disjoncteur. S'il demeure enclenché, recoupez-le et mettez en place 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 et 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 de la ligne.

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 461).
Pour affiner la recherche, déconnectez tous les appareils raccordés sur la ligne concernée. 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 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

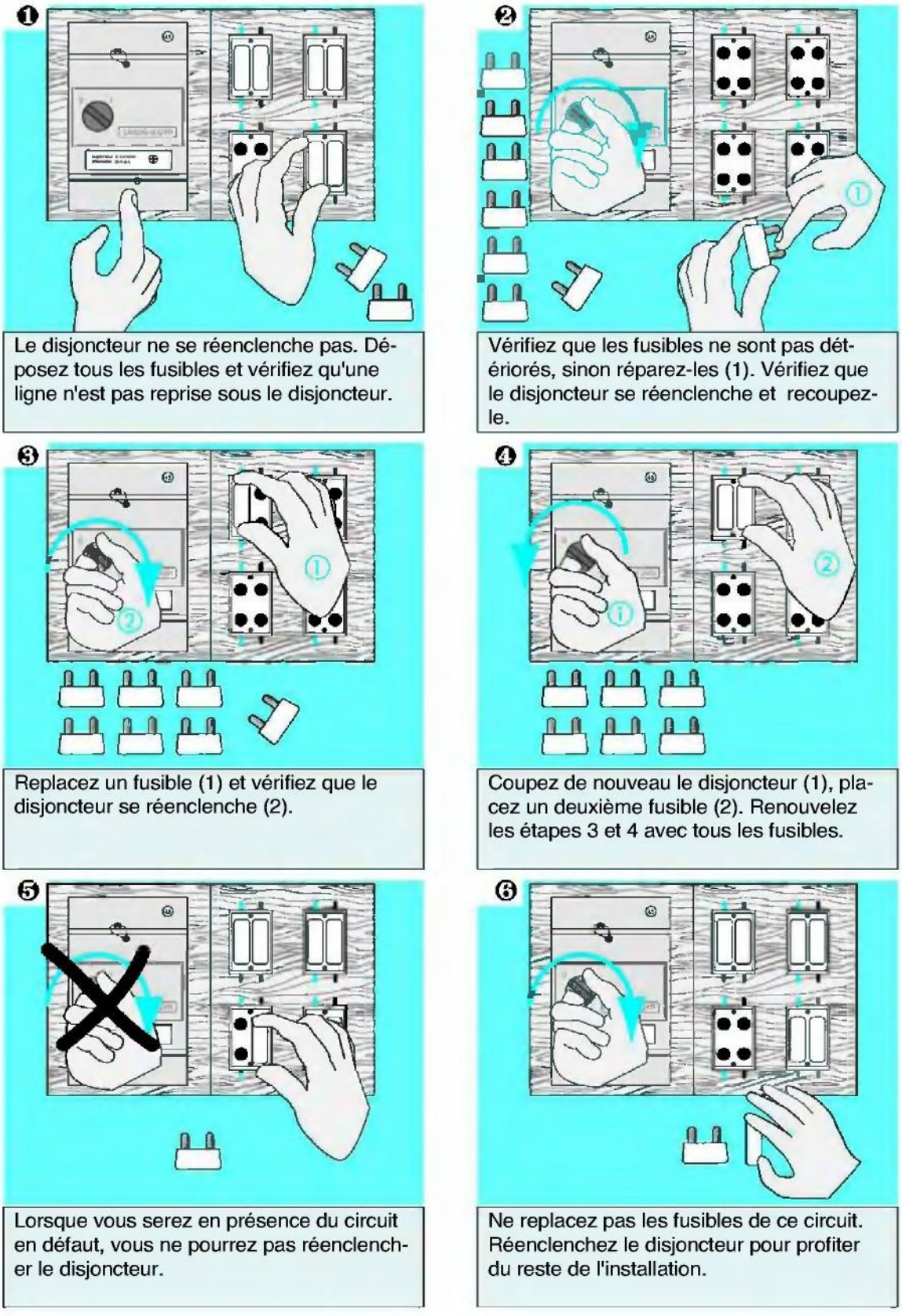
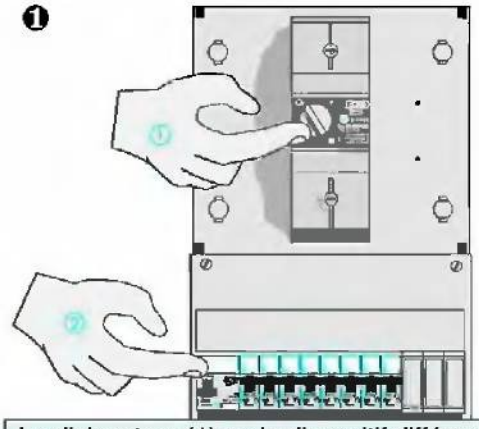


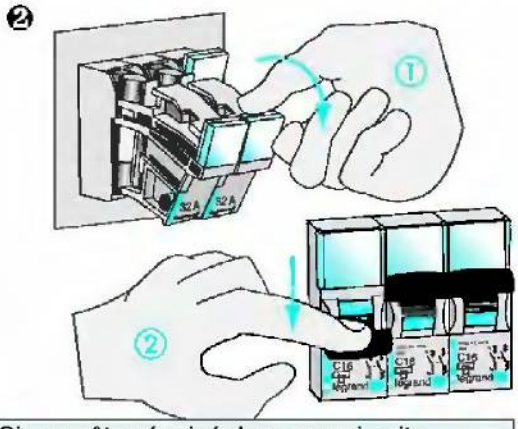
Figure 460 : Isolement d'une ligne en défaut

❶



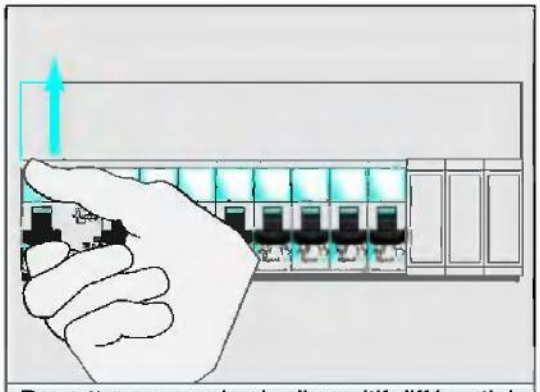
Le disjoncteur (1) ou le dispositif différentiel (2 si vous en êtes équipé) refuse de s'enclencher.

❷



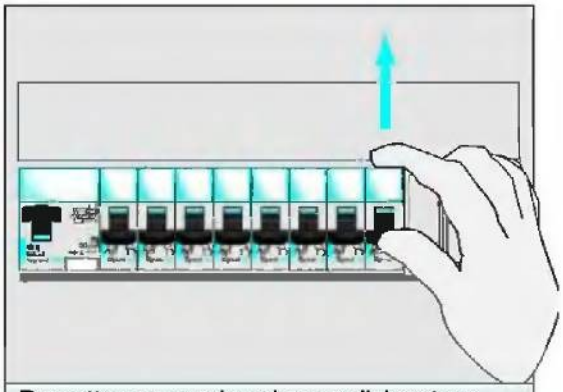
Si vous êtes équipé de coupe-circuits, ouvrez tous les tiroirs (1). Si vous êtes équipé de disjoncteurs divisionnaires, baissez toutes les manettes sur OFF (2).

❸



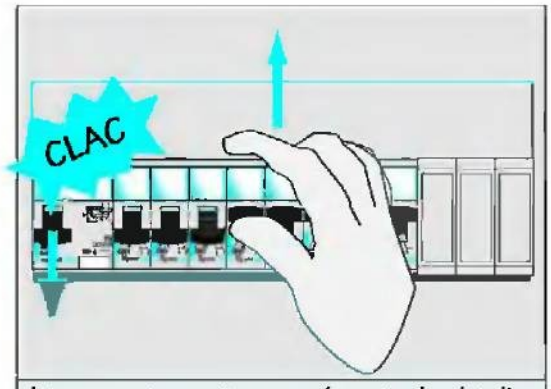
Remettez en service le dispositif différentiel ou le disjoncteur EDF.

❹



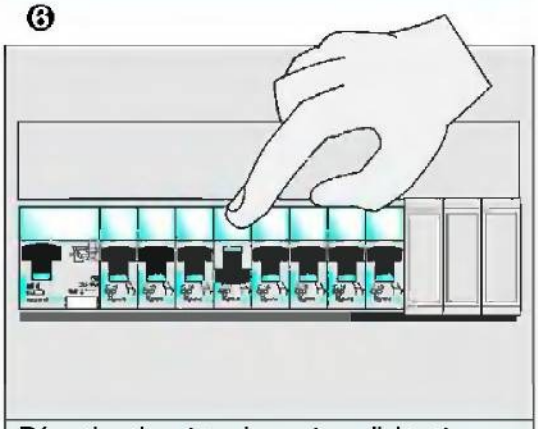
Remettez en service chaque disjoncteur divisionnaire ou coupe-circuit.

❺



Lorsque vous serez en présence du circuit en défaut, le fait de mettre en service le disjoncteur divisionnaire va déclencher le dispositif différentiel ou le disjoncteur.

❻



Réenclenchez tous les autres disjoncteurs divisionnaires pour profiter du reste de l'installation. Recherchez la panne sur le circuit en défaut.

Figure 461 : Isolement d'une ligne en défaut avec des disjoncteurs

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 de la ligne.

Vous pouvez vous assurer que vous êtes en présence d'un défaut d'isolement en utilisant un ohmètre. Une fois les fusibles retirés (ou le disjoncteur divisionnaire coupé), mesurez la résistance entre le conducteur de phase au départ de la ligne 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 votre appareil de mesure indique une résistance infinie, il ne s'agit pas d'un défaut d'isolement ou celui-ci est peut-être intermittent.

Cette technique fonctionnera 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 (figure 462) 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 aussi, 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.

Les figures 460 et 462 présentent des coupe-circuits anciens qui ne sont plus installés actuellement 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 effets, faites appel à un professionnel qui, équipé d'appareils de détection plus perfectionnés, parviendra certainement à situer l'origine de la panne.
Lorsque vous avez isolé la ligne en défaut, reportez-vous à la page 569 pour plus d'informations sur la façon de réparer la panne.

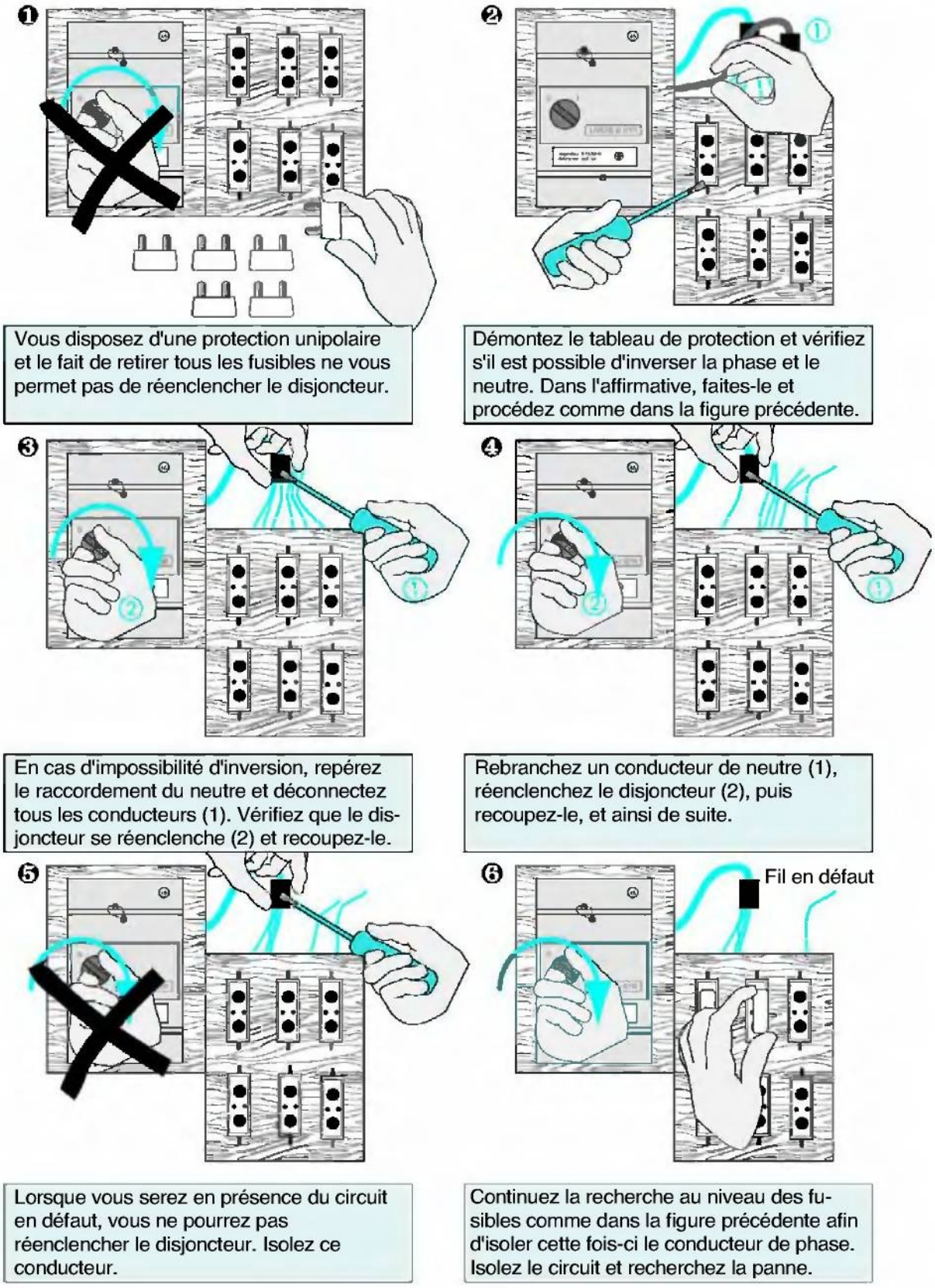


Figure 462 : Recherche d'une ligne en défaut d'isolement (protection unipolaire)

Déséquilibrage des phases en triphasé

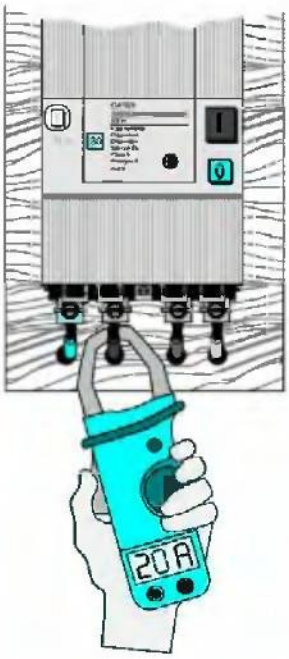
Ce type de problème ne concerne que les installations électriques alimentées en triphasé, c'est-à-dire avec trois phases et un neutre. La conséquence est également le déclenchement du disjoncteur.

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.

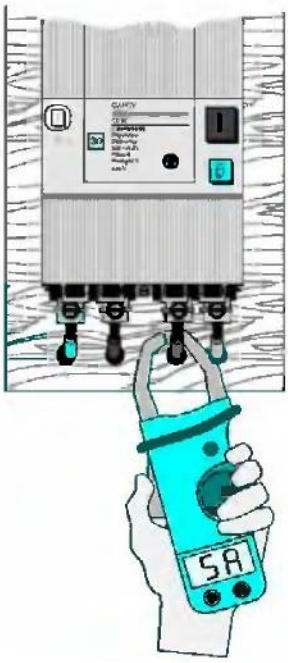
Si vous disposez d'une installation alimentée en triphasé depuis plusieurs années et que vous n'avez jamais constaté

Mesure d'un déséquilibrage des phases

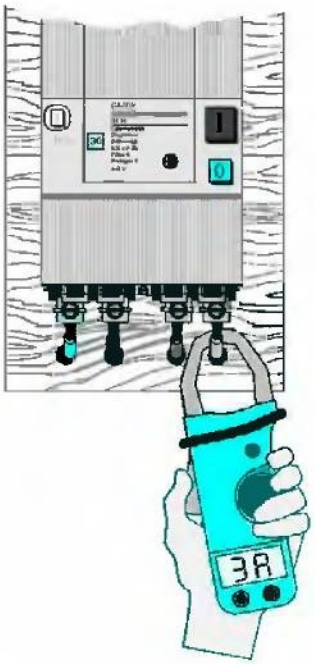
Mesure de la phase 1



Mesure de la phase 2



Mesure de la phase 3



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.

Figure 463 : La mesure de l'équilibrage des phases

ce type de défaut, il n'apparaîtra jamais de lui-même. Le déséquilibrage ne peut se produire que si vous avez ajouté un circuit assez gros consommateur sur une seule phase.

Pour constater le défaut, faites fonctionner les appareils qui étaient en marche lors du déclenchement du disjoncteur puis, à l'aide d'une pince ampèremétrique (figure 463), mesurez l'intensité de chaque phase. Si vous constatez une différence importante, vous êtes en présence d'un déséquilibrage de phases.

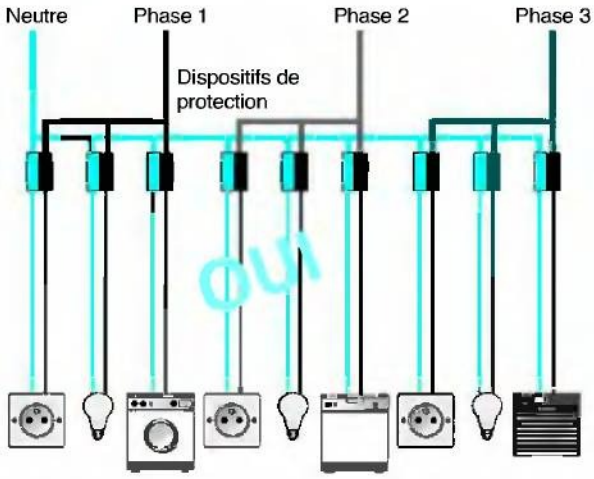
Pour rééquilibrer les phases, il faut intervenir au niveau du tableau de protection en répartissant le plus équitablement possible les circuits en 230 V sur les trois phases, en fonction de leur consommation (figure 464).

La coupure d'une phase

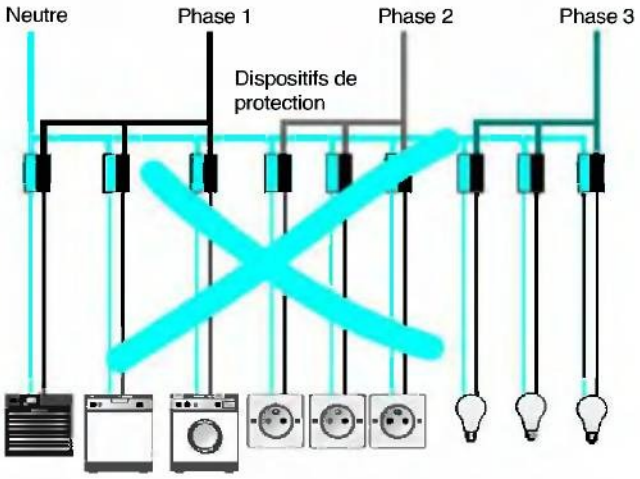
La coupure d'une phase ne peut se produire que sur une installation en triphasé. En monophasé, cela se traduirait par l'absence de courant. En triphasé, l'installation continue de fonctionner avec les deux phases restantes et le neutre. Cela ne provoque pas le déclenchement du disjoncteur.
Ce phénomène peut être détecté de plusieurs façons :

— une partie de l'habitation n'est plus alimentée en électricité, l'autre partie fonctionne correctement ; tous les fusibles concernant 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.

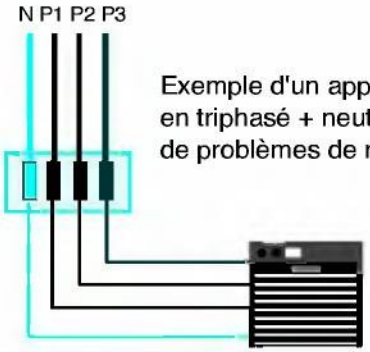
Répartition des circuits en triphasé



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 464 :
L'équilibrage des phases

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 465).

Si vous n'obtenez pas une tension de 230 V entre le neutre et chaque phase ou 400 V entre chaque phase, vous êtes en présence d'une coupure de phase en amont du disjoncteur. Contactez alors votre distributeur (EDF 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.

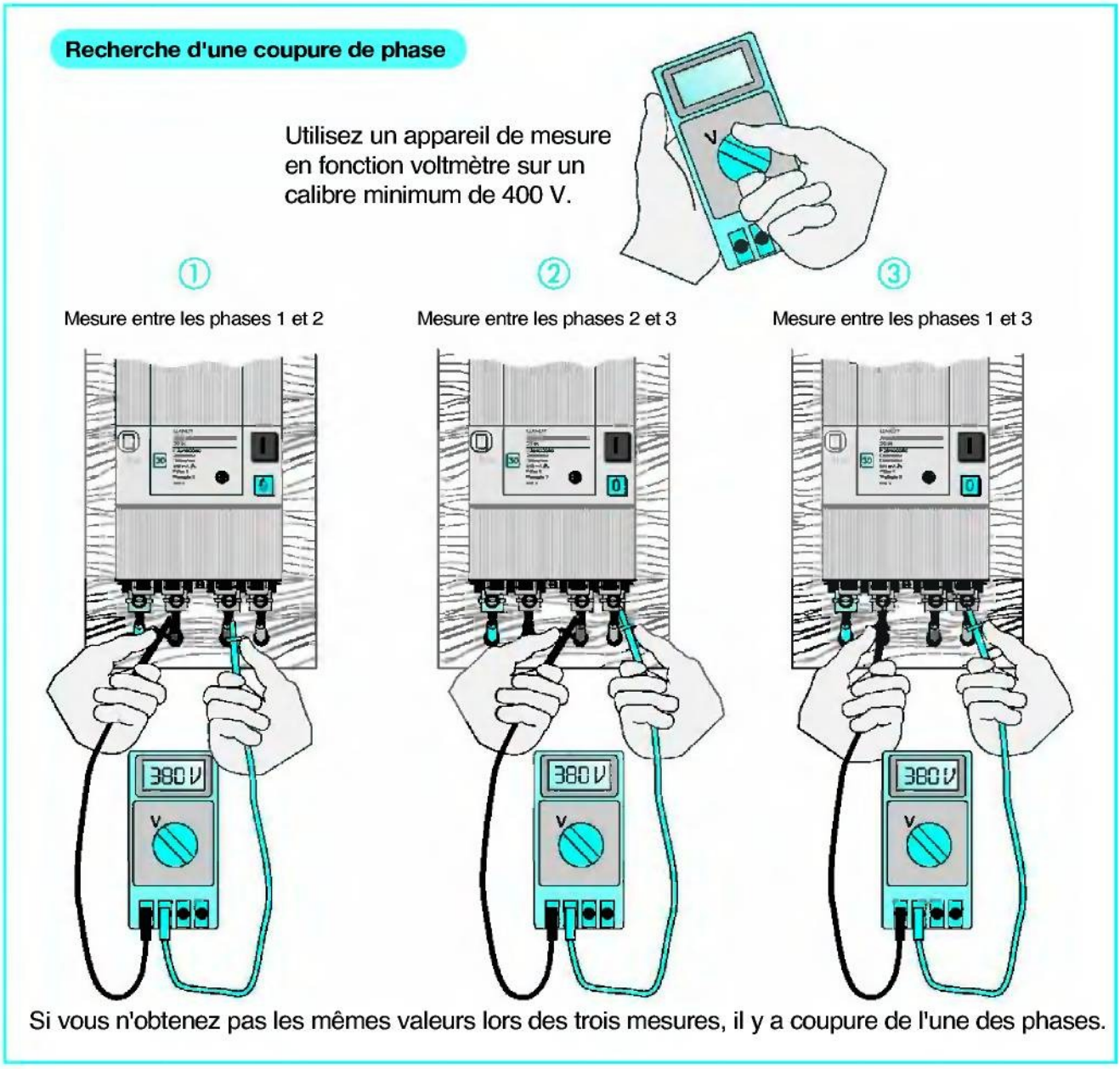


Figure 465 : La mesure de la présence des phases

Les pannes des dispositifs différentiels et leurs remèdes

Les dispositifs différentiels 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.

Le défaut d'isolement

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 en service les circuits.

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, il est nécessaire de procéder à une recherche comme pour un défaut d'isolement pour un disjoncteur d'abonné (voir paragraphes précédents), à savoir : dépose des fusibles ou coupure des disjoncteurs divisionnaires en aval du dispositif différentiel et réenclenchement individuel.

Le court-circuit

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 (fileries, appareils raccordés).

Appareil détérioré

Dans de très rares cas, il est possible qu'un dispositif différentiel soit lui-même la cause d'une panne. Vous devez vérifier, en premier lieu, que vous n'êtes pas en présence des deux types de déclenchements décrits précédemment.
Coupez le disjoncteur d'abonné et déconnectez les fileries 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, à l'aide d'un voltmètre, testez la tension à sa sortie. 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.

Les pannes des coupe-circuits et des disjoncteurs

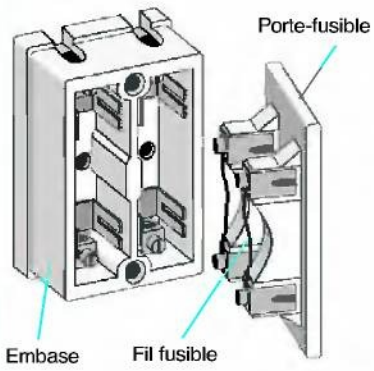
Les coupe-circuits anciens

Les coupe-circuits de première génération étaient généralement fabriqués en porcelaine pour la partie isolante et en laiton ou alliage de laiton pour les parties conductrices.

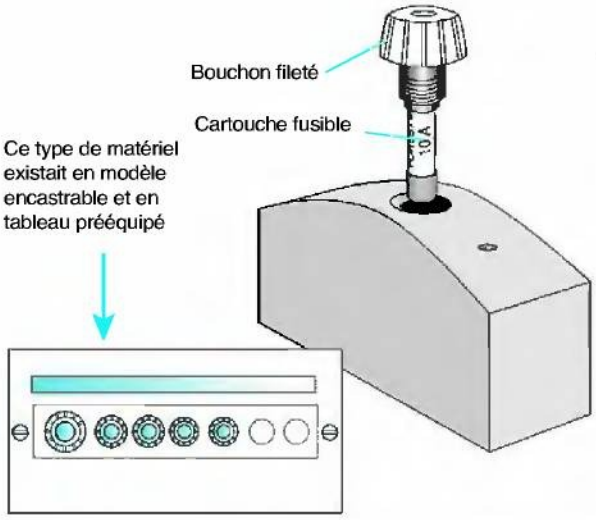
Les modèles les plus antiques sont appelés « tabatières » (figure 466). Le fusible consistait en un fil serré par deux vis dans un capot qui se plaçait dans une embase. Ces modèles ne présentent plus

Les coupe-circuits périmés

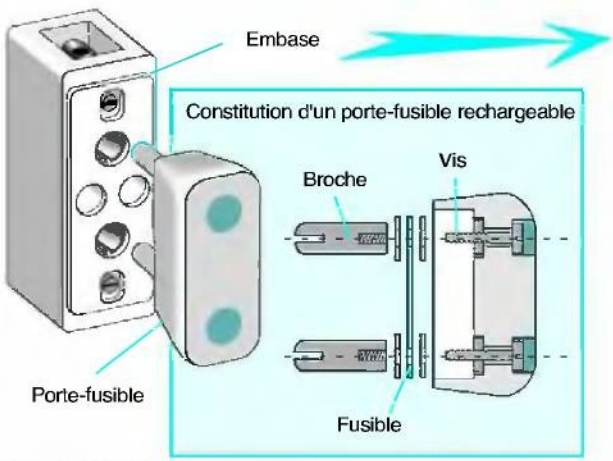
Coupe-circuit à tabatière

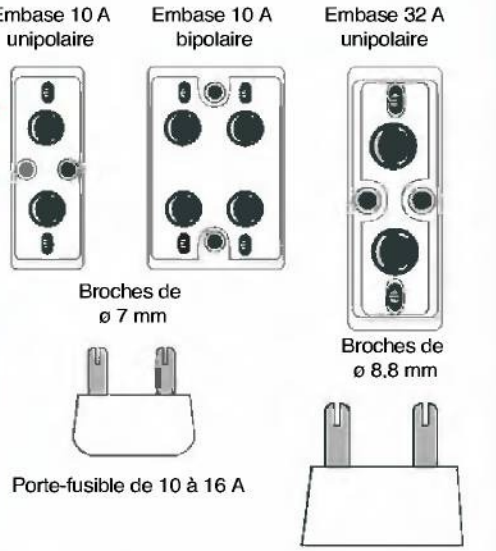


Coupe-circuit ancien à cartouche



Coupe-circuit à broches





Autres protections adaptables sur les coupe-circuits à broches

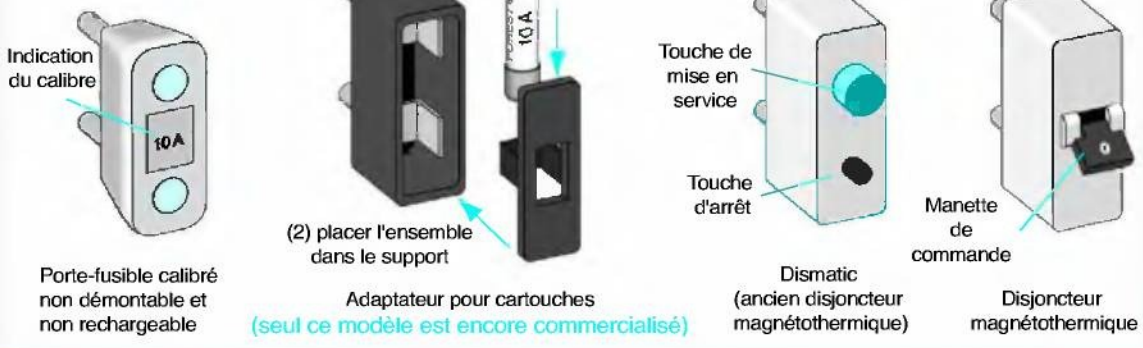


Figure 466 : Les premiers coupe-circuits

une protection satisfaisante et ils doivent impérativement être remplacés.
Les coupe-circuits à broches sont également très présents. Ces modèles furent utilisés jusqu'à l'apparition des tableaux modulaires. Ils comportaient un porte-fusible et une embase (figure 466). Le porte-fusible est composé d'un support en porcelaine dans lequel se vissent deux broches qui s'enclenchent dans l'embase et qui viennent serrer un fil fusible ou un fusible sur plaquette. Le fil fusible et les fusibles en plaquettes ne sont plus commercialisés. Il existait aussi pour ces modèles des porte-fusibles calibrés non démontables. Quand le fusible était détruit, il était nécessaire de remplacer le porte-fusible entier. Ce type de matériel a également disparu.

Les fabricants proposent désormais des porte-fusibles contenant des cartouches calibrées qui s'adaptent sur les embases. Ce système est plus sécurisant et le seul qui existe encore pour ce type de matériel.

Des versions magnétothermiques de ces appareils ont également été proposées. Elles permettaient de disposer du même type de protection que les disjoncteurs divisionnaires en ne changeant que le porte-fusible. Ces appareils ne sont plus commercialisés aujourd'hui.

Les coupe-circuits étaient généralement installés sur des tableaux en bois. On ne réalisait pas de protection unipolaire + neutre mais une protection bipolaire. Deux porte-fusibles étaient nécessaires : l'un sur le neutre, l'autre sur la phase.
D'autres systèmes de coupe-circuits sont apparus, qui utilisaient des cartouches calibrées (figure 466). Ils assuraient généralement une protection unipolaire, ce qui ne répond plus aux normes actuelles. Ils étaient équipés d'un bouchon cylindrique contenant la cartouche fusible à visser dans l'embase.

Il existe également dans les installations domestiques des coupe-circuits sectionnables destinés à une utilisation industrielle. Ces appareils peuvent se fixer en saillie sur un tableau en bois comme les anciens modèles en porcelaine. Ils sont équipés de cartouches cylindriques et sont au nombre de deux en cas de protection bipolaire. Souvent le coupe-circuit placé sur le conducteur de neutre contient un cylindre métallique. C'est tout à fait normal ; seule la phase est protégée par un fusible. Les volets d'ouverture du coupe-circuit de la phase et du neutre sont alors solidarisés mécaniquement pour ne permettre qu'une ouverture simultanée. Ces appareils sont toujours commercialisés mais n'étant pas normalisés pour une installation domestique, ils sont à éviter.

Les pannes des coupe-circuits et leurs remèdes

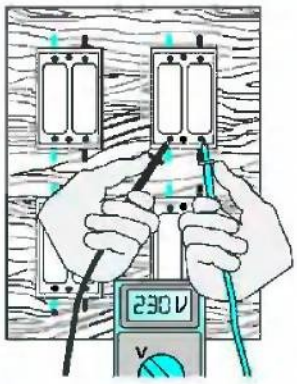
Par nature, les fusibles sont prévus pour se détruire et ainsi provoquer la coupure du circuit et donc mettre le circuit hors service. Mais des coupe-circuits d'époque peuvent aussi être la cause de pannes.

Cas d'un fusible détruit
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 ;

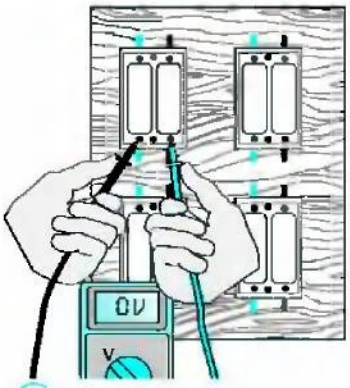
Recherche d'un fusible détruit sur une installation ancienne

• Vous disposez d'une protection unipolaire + neutre ou bipolaire

① À l'aide d'un voltmètre, mesurez la tension d'arrivée au coupe-circuit sur les vis de raccordement.

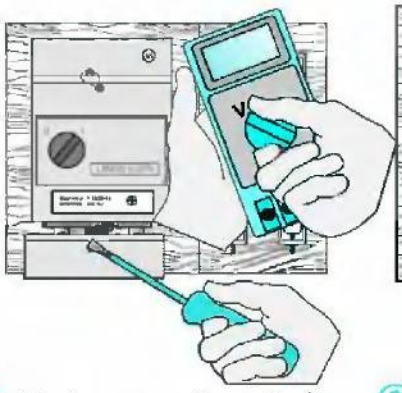


② Mesurez également la tension en sortie du coupe-circuit (en cas d'inversion de l'alimentation et du départ du coupe-circuit).

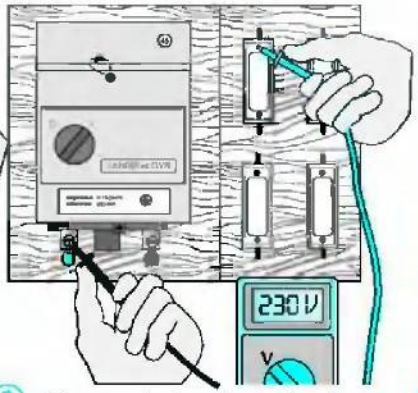


③ Si vous mesurez zéro volt, le fusible est détruit. Éliminez le défaut, puis remplacez les fusibles.

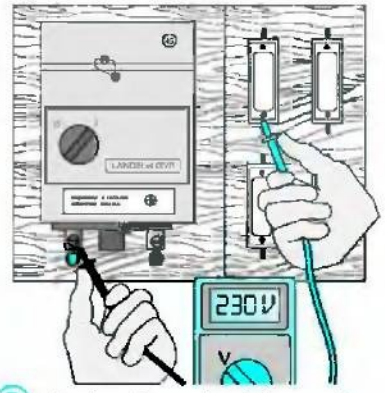
• Vous disposez d'une protection unipolaire



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 volts.



③ La tension entre la borne de neutre et la sortie du coupe-circuit doit être de 230 V. Sinon, 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 carouche 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 :
— zéro, le fusible est correct ;
— infini (∞), le fusible est détruit.

Positionnez votre appareil de mesure sur ohmmètre et mesurez entre les extrémités de la cartouche.

Figure 467 : Test des coupe-circuits avec un voltmètre

— 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.

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.) et essayer de remplacer le fusible. Si malgré ces opérations la destruction du fusible se reproduit , vous devrez examiner la ligne (voir p. 564).

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.
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 les vérifier 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 467). 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 et 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.

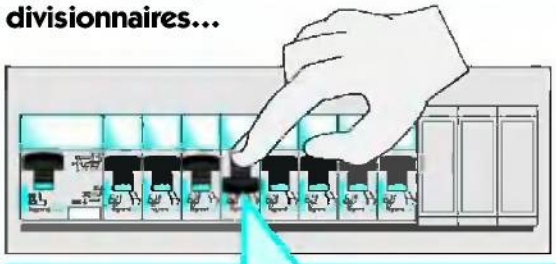
Dans le cas d'un tableau de protection moderne comportant des protections unipolaires + neutre, utilisez un ohmmètre pour tester chaque cartouche. Si votre appareil indique zéro ohm, le fusible est correct : s'il indique une résistance infinie, le fusible est défectueux. Reportez-vous à la figure 468 pour plus de détails.

Cas d'un échauffement anormal

Ce type de dysfonctionnement se produit souvent avec les coupe-circuits en porcelaine. Le coupe-circuit défaillant est très chaud et dégage même 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.

Recherche d'un fusible détruit sur une installation récente

• Avec des disjoncteurs divisionnaires...

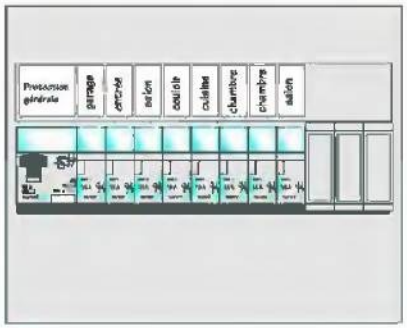


Le disjoncteur dont la manette est baissée indique le circuit en défaut. Éliminez le défaut et remontez la manette.

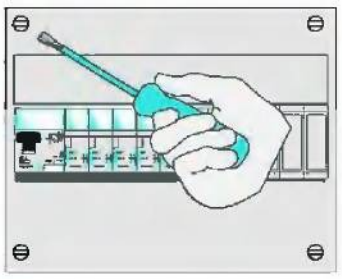
• Avec des coupe-circuits à voyant de fusion...

Le coupe-circuit dont le voyant est allumé (ou éteint selon les modèles) a coupé le circuit. Éliminez le défaut et remplacez la cartouche.

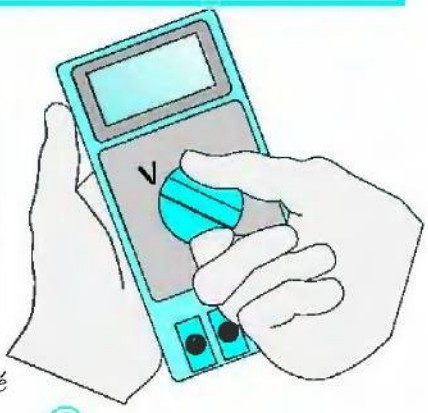
• Avec des coupe-circuits sans voyant de fusion...



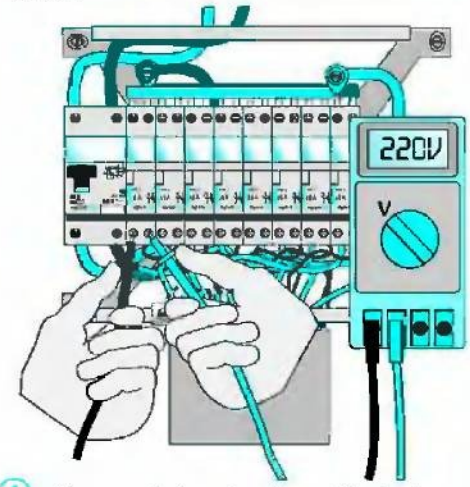
① Si le tableau est correctement repéré, ouvrez le coupe-circuit en défaut et remplacez la cartouche par une autre de même taille et de même valeur.



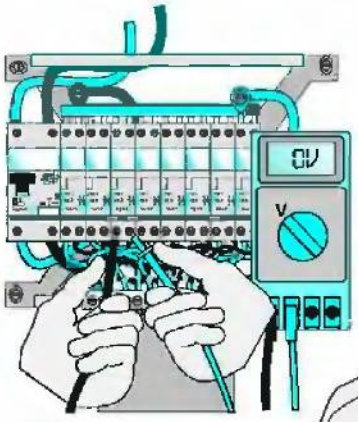
② Si le tableau n'est pas repéré ou est mal repéré, déposez le capot du tableau de protection.



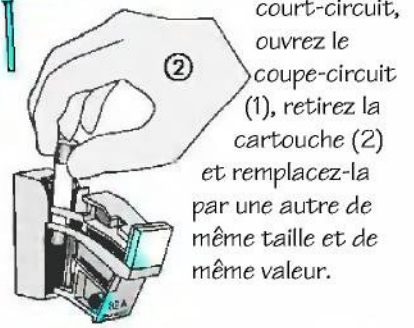
③ Munissez-vous d'un voltmètre réglé sur un calibre correspondant à la tension à mesurer.



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 zéro volt 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 468 : La recherche d'un fusible détruit

Le fusible étant mal calibré, il ne coupe pas le circuit. L'élévation de température peut se transmettre aux fileries, 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. Pour des porte-fusibles à broches, vérifiez que celles-ci sont bien serrées sur le fil fusible ou la plaquette (figure 469). Remettez le porte-fusible en place.

Si l'échauffement persiste, vérifiez le serrage des fileries en arrivée et en 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. Déconnectez les fileries, éliminez la partie endommagée et réalisez une connexion correcte bien serrée. Si la ou les vis de serrage ne peuvent plus être dévissées, vous devrez remplacer 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.

Si vous disposez de coupe-circuits modernes, 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 470 qui présente diverses solutions.

Cas d'une cartouche inadaptée
Dans les coupe-circuits modernes, 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 lorsque l'on referme le coupe-circuit. Le fusible est correct mais le circuit reste coupé.

Le remplacement d'un coupe-circuit ancien

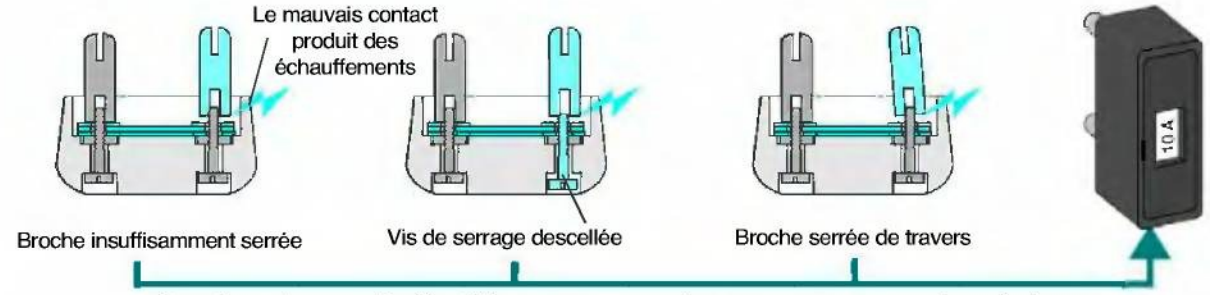
La figure 471 illustre la méthode à suivre pour le remplacement d'un ancien fusible tabatière. Cette solution n'est présentée qu'à titre d'exemple de dépannage provisoire, car une installation équipée de ce type de protection doit être rénovée impérativement et totalement.
Vous devez en premier lieu couper l'alimentation électrique au niveau du disjoncteur d'abonné en prenant soin que personne ne puisse le réenclencher accidentellement.

Déposez les moulures en entourage du coupe-circuit, déconnectez les fils et déposez le coupe-circuit et son support en bois. Si vous intervenez sur un coupe-circuit placé sur un tableau en bois, la méthode de remplacement commence au paragraphe suivant.

Repérez les fils d'alimentation et le départ de la ligne. Installez un tableau modulaire dont la taille est adaptée à la place dont vous disposez. Placez un

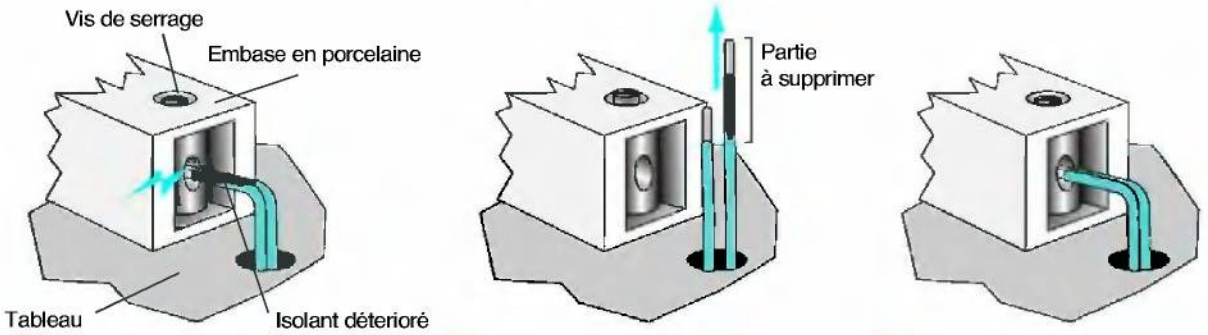
Les mauvais serrages sur des coupe-circuits

• Exemples de mauvais serrages de porte-fusibles à broches



Remplacez le porte-fusible défectueux par un adaptateur pour cartouche cylindrique

• Exemple de mauvais serrage 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 et supprimez la partie détériorée.

③ Dénudez l'extrémité du conducteur réparé et replacez les deux fils. Serrez correctement la vis. Si la vis est détériorée, remplacez le coupe-circuit.

• Exemples de mauvais serrages dans un tableau modulaire

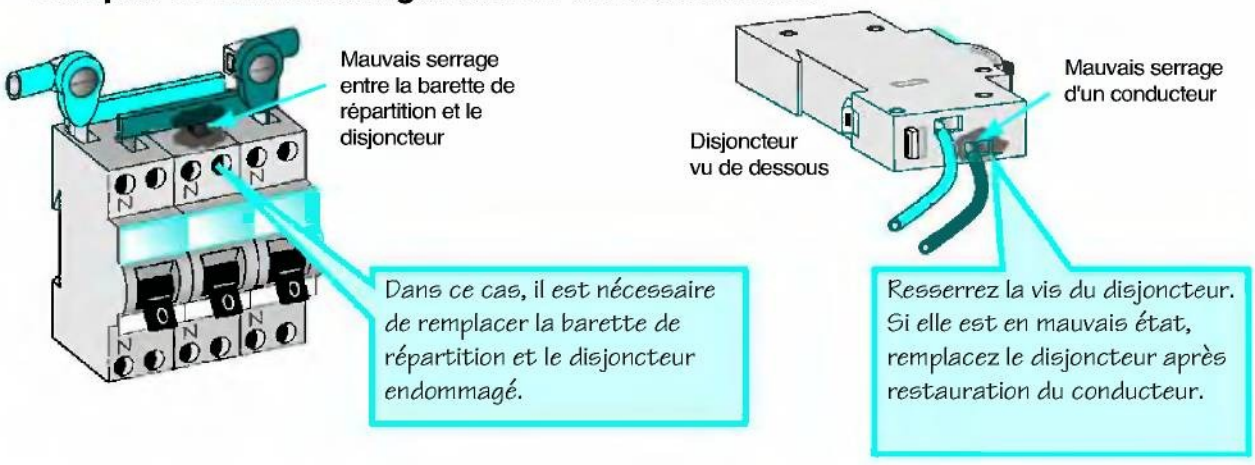
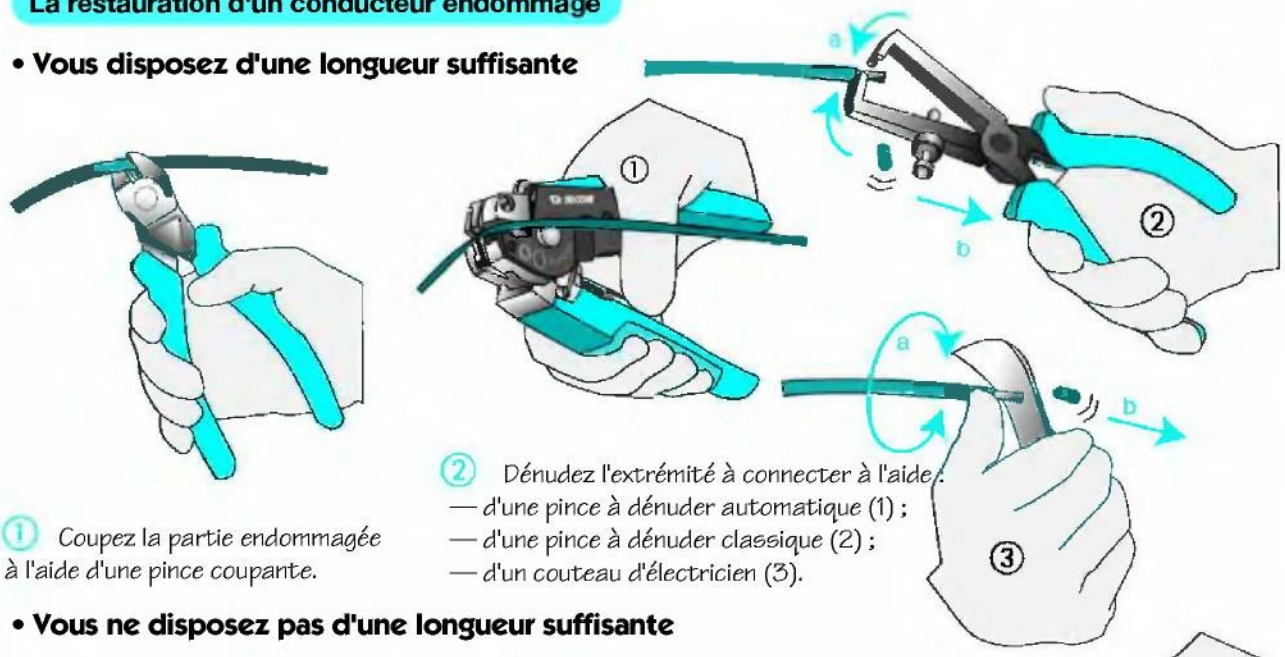


Figure 469 : La vérification des coupe-circuits à broches

La restauration d'un conducteur endommagé

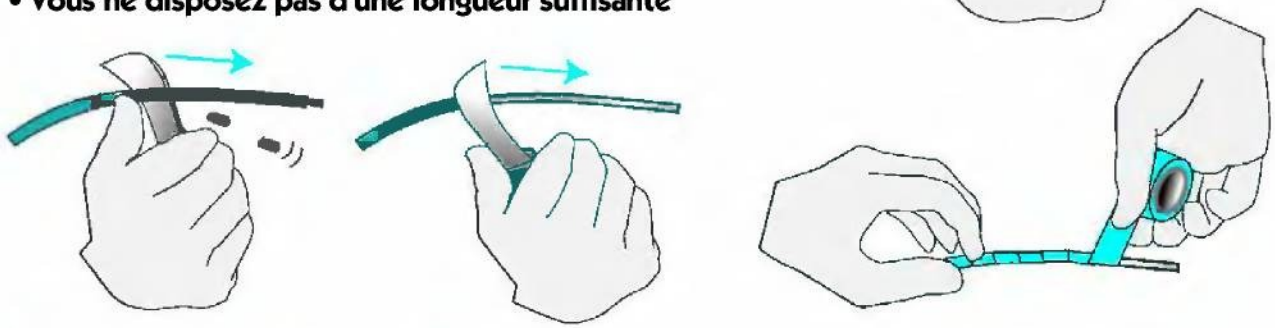
• Vous disposez d'une longueur suffisante



① Coupez la partie endommagée à l'aide d'une pince coupante.

② Dénudez l'extrémité à connecter à l'aide :
— 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

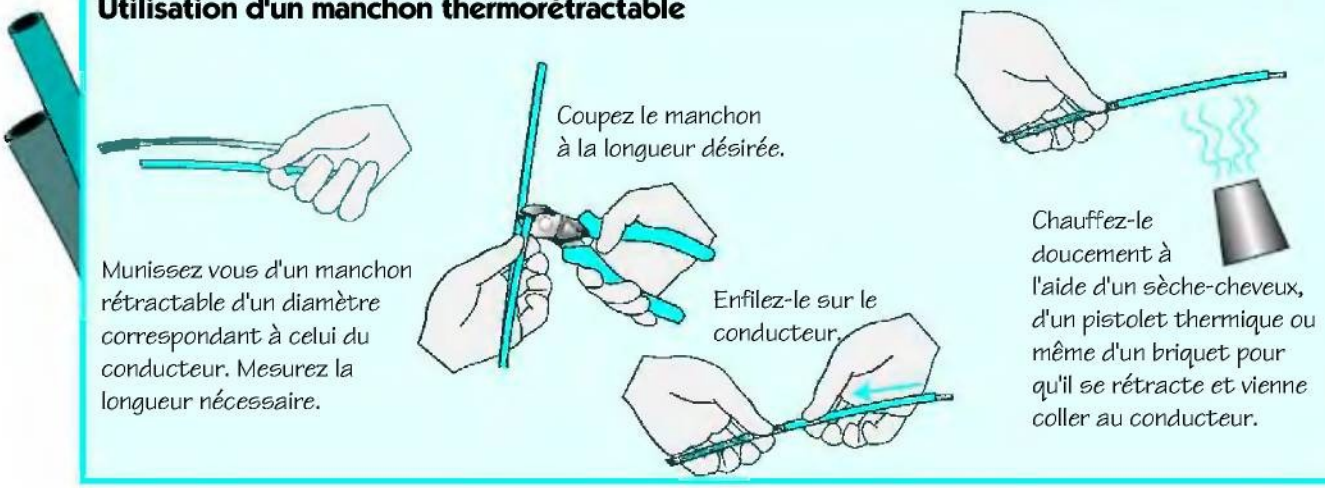


① Retirez l'isolant calciné à l'aide d'un couteau d'électricien.

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 un manchon thermorétractable (voir ci-dessous).

Utilisation d'un manchon thermorétractable



Munissez vous d'un manchon rétractable d'un diamètre correspondant à celui du conducteur. Mesurez la longueur nécessaire.

Coupez le manchon à la longueur désirée.

Enfilez-le sur le conducteur.

Chauffez-le doucement à l'aide d'un sèche-cheveux, d'un pistolet thermique ou même d'un briquet pour qu'il se rétracte et vienne coller au conducteur.

Figure 470 : La restauration d'un conducteur

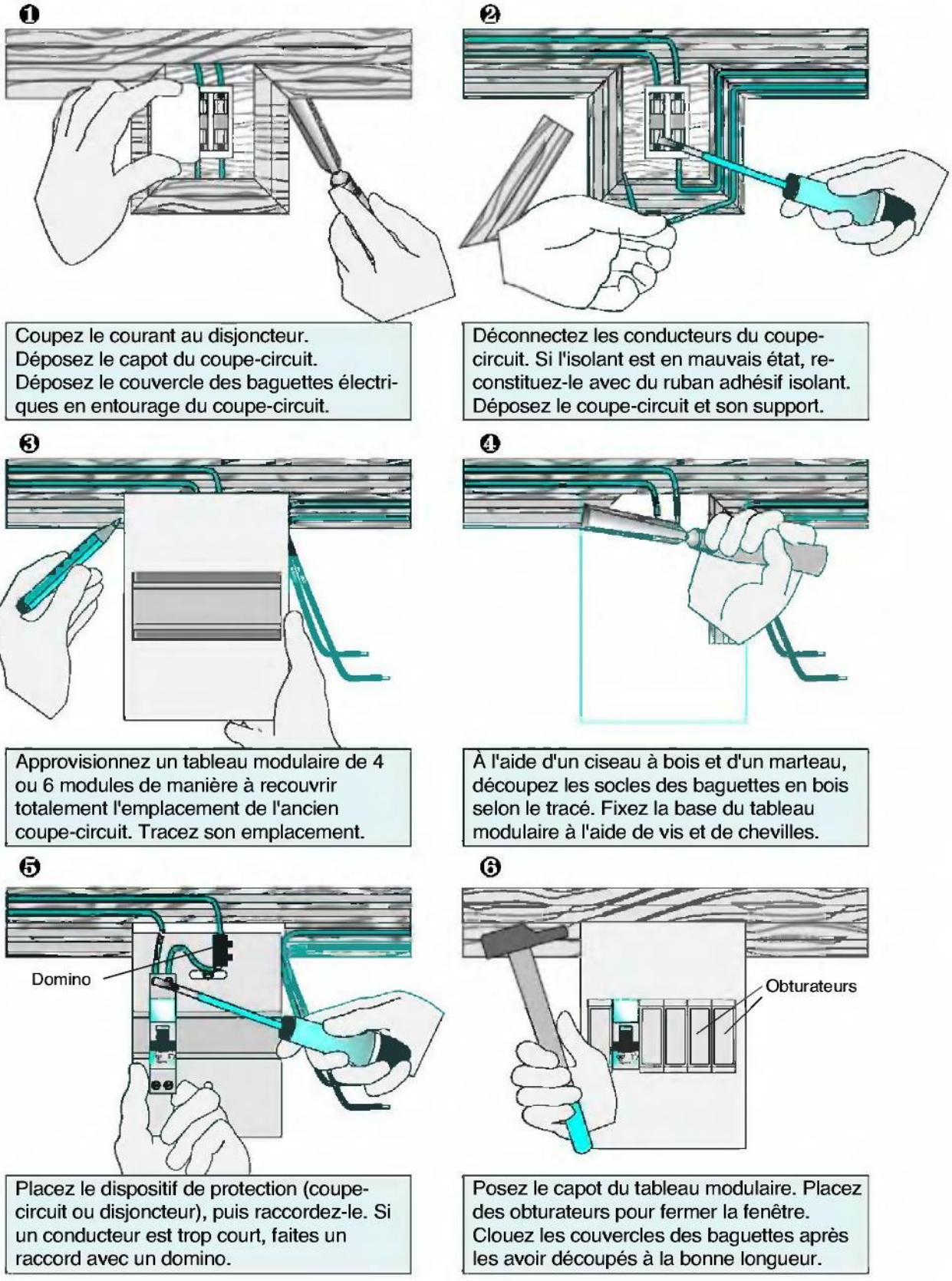


Figure 471 : Le remplacement d'un coupe-circuit en porcelaine

nouveau coupe-circuit ou un disjoncteur divisionnaire, puis raccordez-le. Sur des lignes anciennes, choisissez le calibre du dispositif de protection selon les indications du tableau de la figure 437.
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.

Dans le cas où l'alimentation de l'ancien coupe-circuit est reprise par épissure sur une ligne générale de l'installation, il est nécessaire de supprimer les épissures, source de pannes ultérieures, comme indiqué figure 471.
Toutes ces opérations étant terminées, remettez le disjoncteur en service.
Si vous disposez d'un tableau de protection moderne, le remplacement d'un module fusible ou d'un disjoncteur divisionnaire est simplifié.
Après coupure du courant, il suffit de démonter les barettes de répartition et les lignes, puis de remplacer le module. La figure 472 présente la méthode à suivre.

Les pannes des disjoncteurs divisionnaires

Les disjoncteurs divisionnaires sont très rarement la source de pannes. 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.
Des connexions mal serrées en alimentation ou en départ peuvent également endommager un disjoncteur divisionnaire.

Les pannes sur les circuits

Vous trouverez ci-après les pannes les plus fréquemment rencontrées sur les lignes électriques. La plupart peuvent être résolues par un bricoleur confirmé.

Cas d'un échauffement anormal

Un échauffement anormal des lignes est très néfaste pour les conducteurs : il entraîne le vieillissement prématuré de l'isolant, la dégradation des raccordements et, dans le pire des cas, 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.

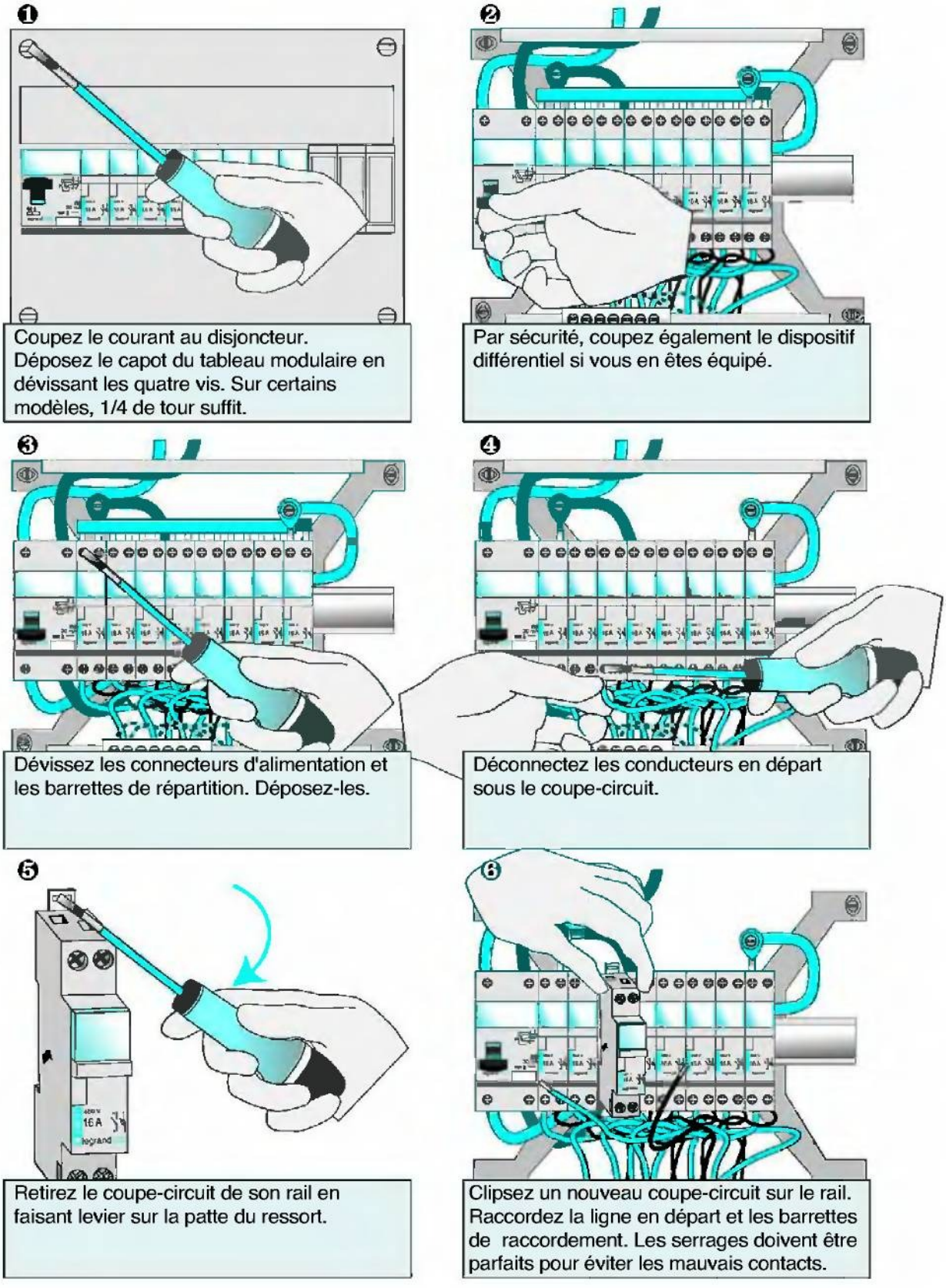


Figure 472 : Le remplacement d'un coupe-circuit modulaire

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.

Cas d'un mauvais contact dû à une épissure

Ce problème est souvent la conséquence de celui cité plus avant. Autrefois, les raccords étaient très souvent réalisés à l'aide d'épissures directement dans les moulures. Ce type de raccordement, maintenant interdit, permettait de faire des raccords ou des repiquages, c'est-à-dire des dérivations, dans peu d'espace.

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

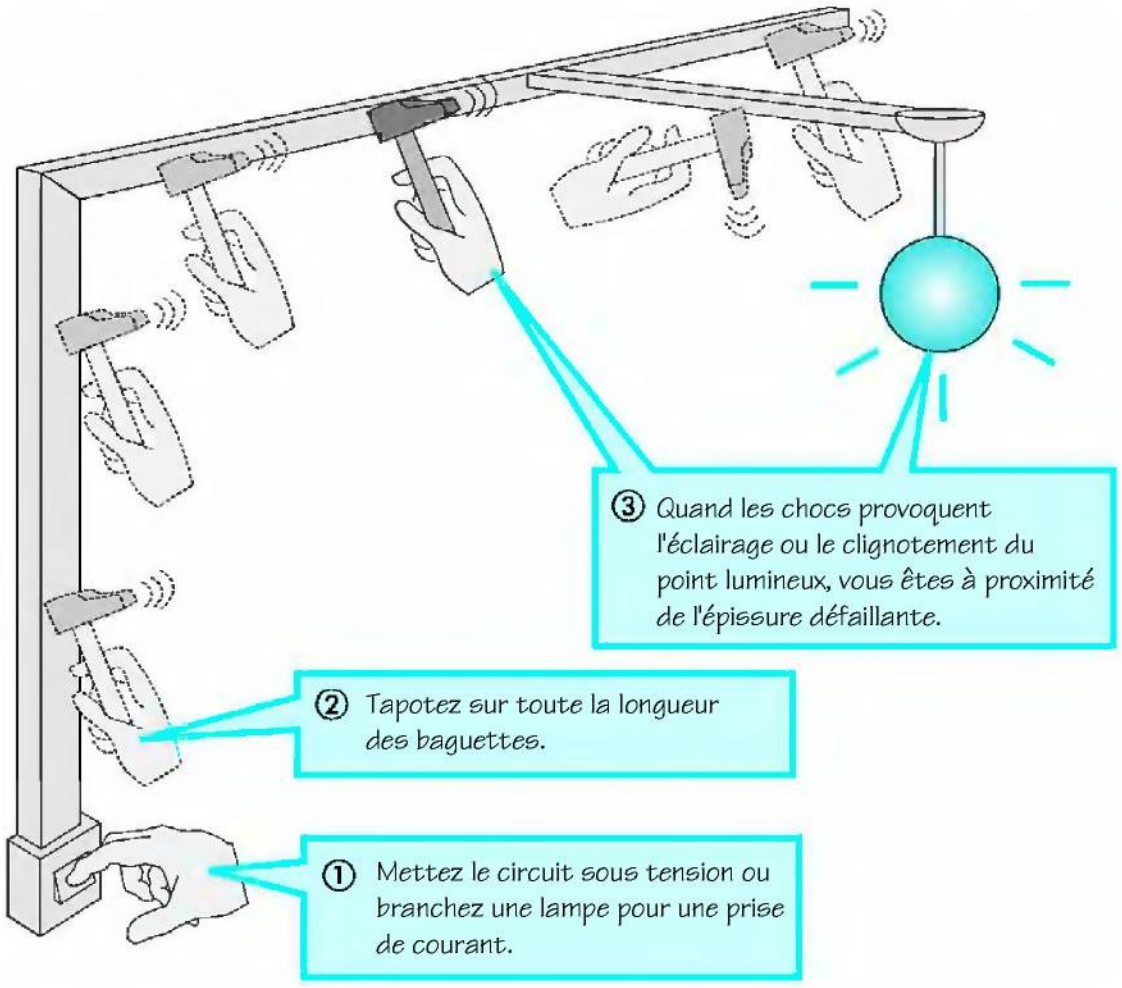


Figure 473 : Recherche d'un mauvais contact sur une épissure

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-là.
La deuxième technique doit être appliquée 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 pièces 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 473 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. Approvisionnez 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 474 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 taille et de faible diamètre et donnez toujours un petit coup de marteau sur la pointe du clou.

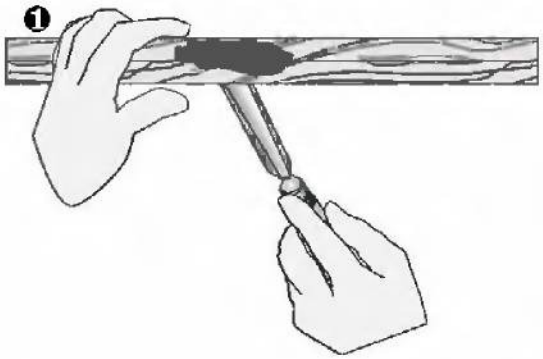
Si vous ne trouvez pas l'épissure en défaut, il sera nécessaire de déposer tous les couvercles des baguettes de la ligne pour suivre le circuit et vérifier les conducteurs. Dans ce cas, profitez de cette opportunité pour remplacer les moulures et les conducteurs par des matériels aux normes actuelles.

Cas de lignes coupées

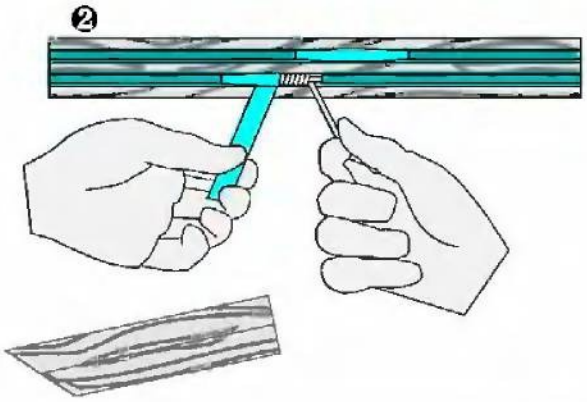
Les lignes se coupent rarement d'elles-mêmes, sauf dans le cas d'une épissure, comme nous venons de le voir. Généralement, la coupure est la conséquence d'une intervention malheureuse : pose d'un clou ou d'une vis dans une moulure ou percement d'un trou dans la paroi.

En apparent

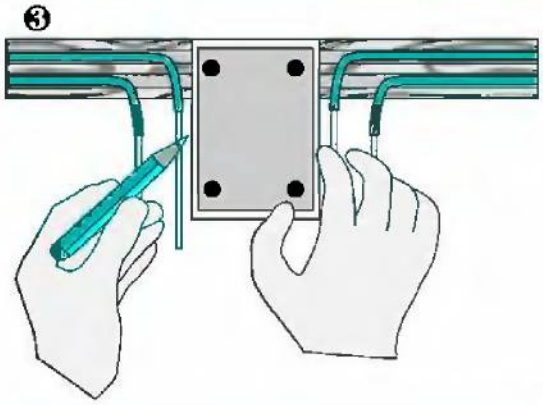
Pour réparer une ligne apparente coupée, c'est-à-dire une ligne en saillie ou sous baguette, la solution consiste à créer un nouveau raccord dans une boîte de dérivation, comme indiqué au paragraphe précédent.



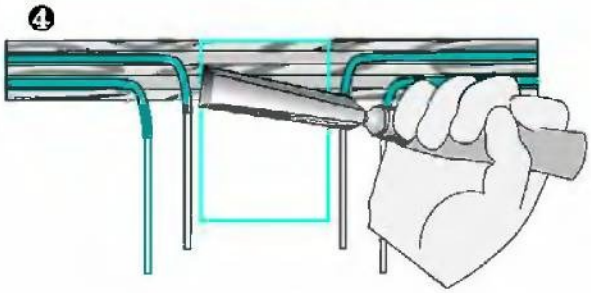
Après repérage de l'emplacement de l'épissure, coupez le courant au niveau du disjoncteur. Déposez délicatement le couvercle de la baguette électrique.



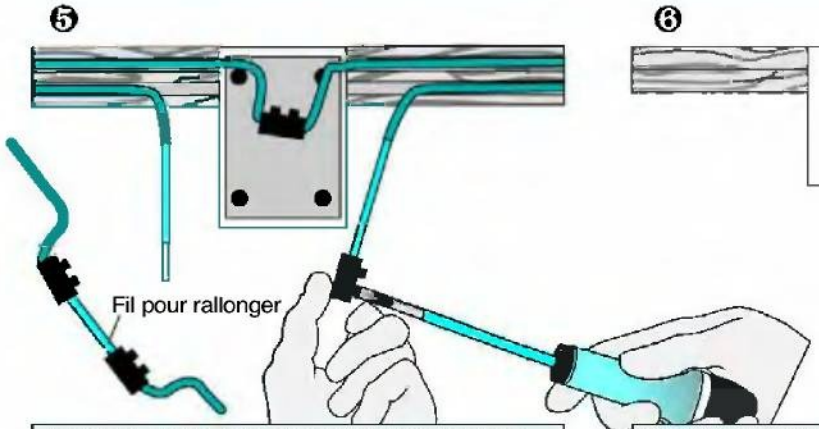
Déposez l'isolant entourant l'épissure, puis défaites les spires pour récupérer de la longueur sur les conducteurs. S'il existe deux épissures, dans le doute, déposez les deux.



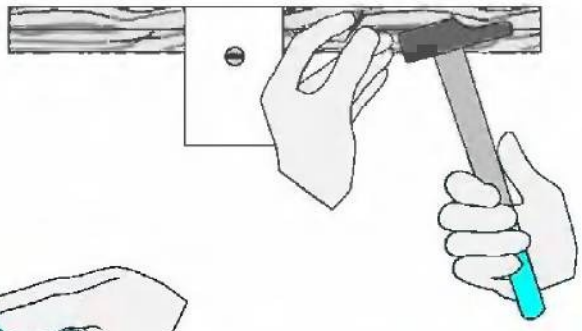
Approvisionnez une boîte de connexion pour montage en apparent, placez-la à l'endroit où se situaient les épissures, puis tracez son emplacement.



À l'aide d'un ciseau à bois et d'un marteau, découpez les socles des baguettes en bois selon le tracé. Fixez la boîte à l'aide de vis et de chevilles.



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.



Fermez la boîte de connexion. Clouez les couvercles des baguettes après les avoir recoupés à la longueur adéquate.

Figure 474 : La réparation d'un circuit avec épissure

En encastré

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 sans savoir lequel a provoqué la coupure, vous devrez agrandir chacun d'eux.

La meilleure solution 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. La figure 475 présente la méthode du réaiguillage.

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, approvisionnez une boîte de dérivation encastrable. 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. La figure 476 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.

Cas de lignes en défaut d'isolement

En premier lieu, il est indispensable de s'assurer que le défaut d'isolement provient bien de la ligne et non pas de l'appareil ou de l'éclairage qui y est raccordé. Vous devez déconnecter tous les appareils raccordés sur la ligne, y compris les luminaires, puis vérifier la persistance du défaut. Pour ce faire, mesurez 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. La figure 477 présente les mesures prélimaires à effectuer.

Comme indiqué précédemment, ce type de dysfonctionnement 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). Il peut s'agir également d'un antique tube métallique encastré où 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 d'époque

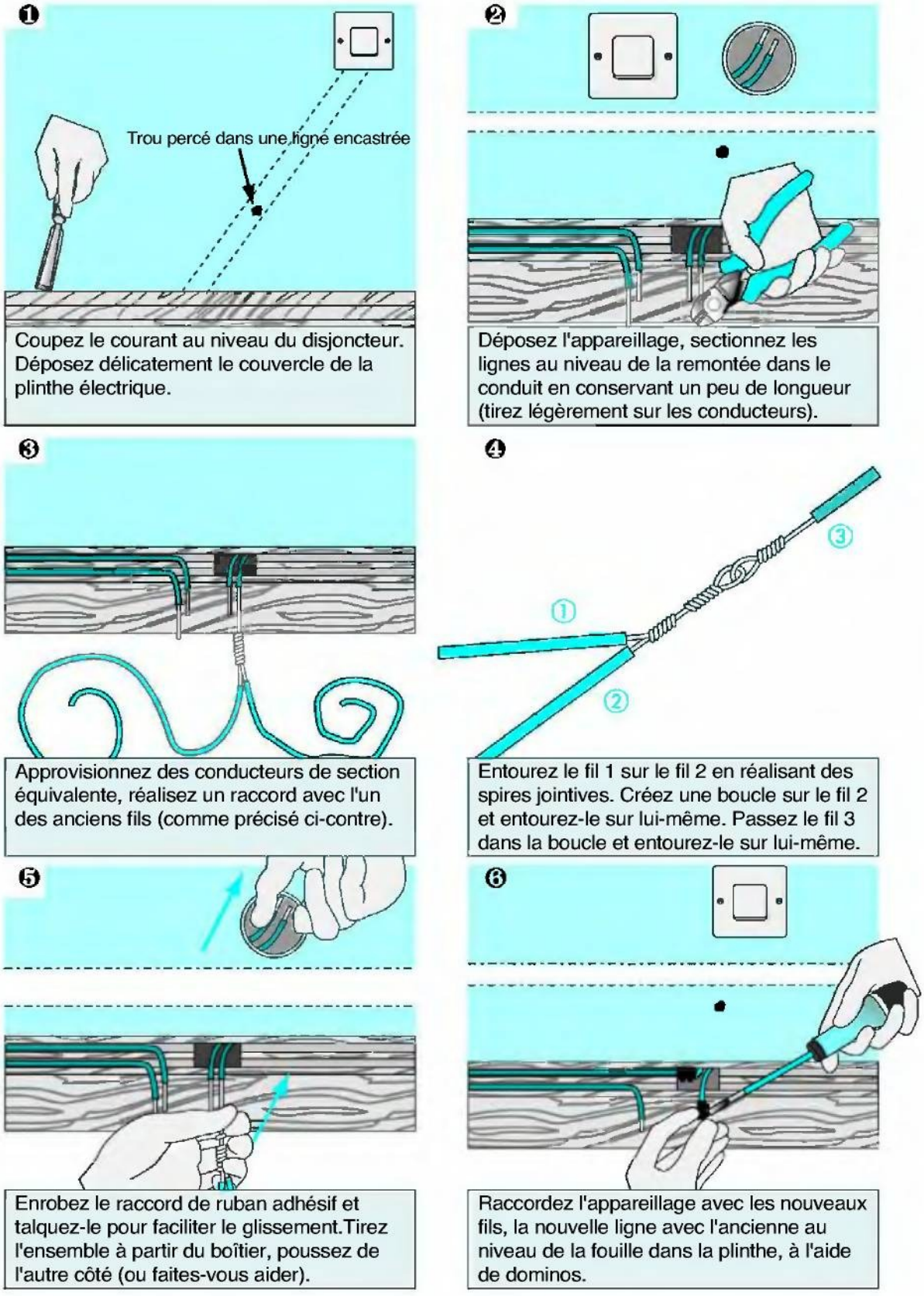


Figure 475 : Le réaiguillage d'une ligne encastrée

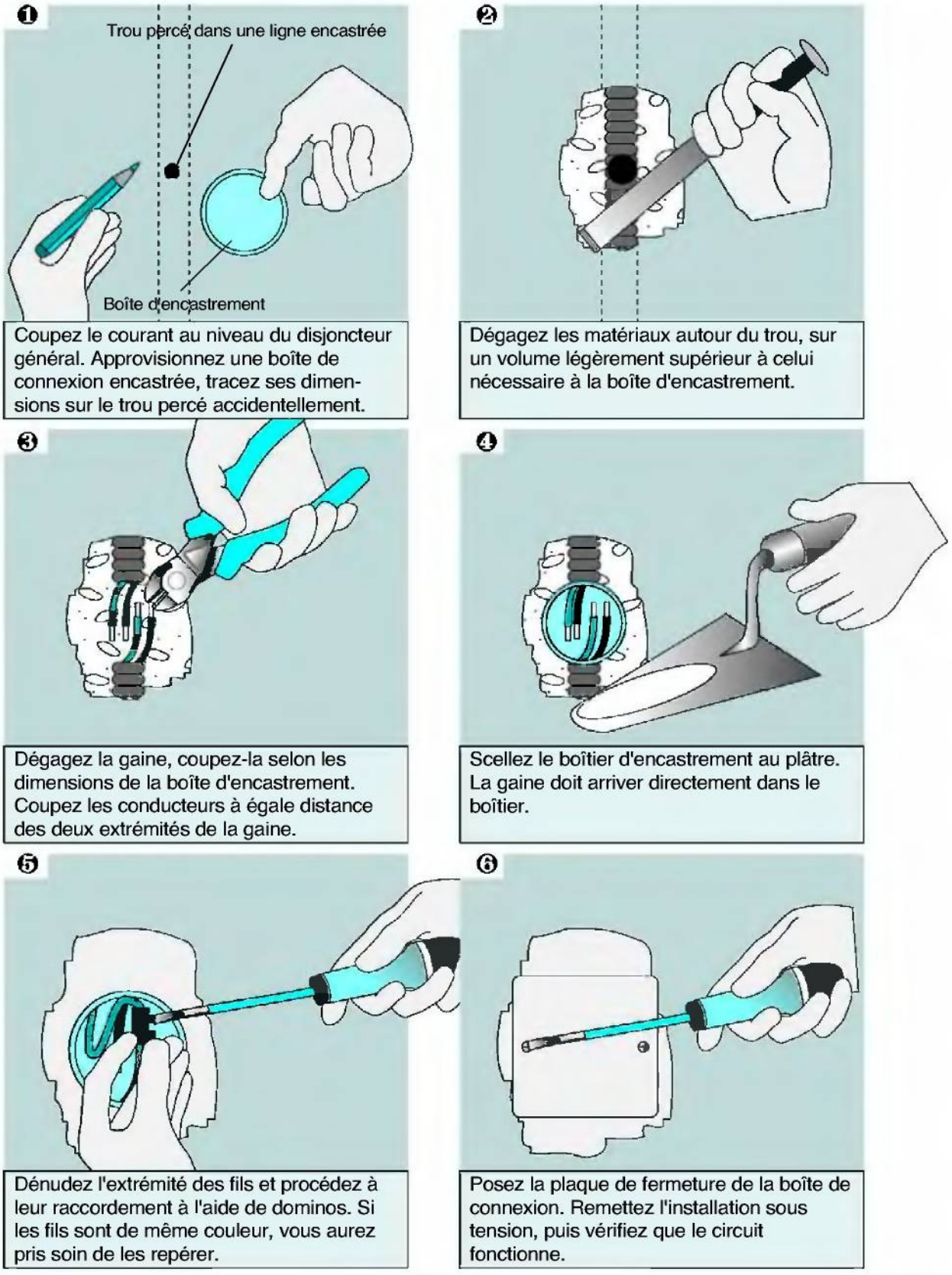


Figure 476 : La réfection d'une ligne encastrée

Les recherches préliminaires d'un défaut d'isolement

① Coupez le courant et assurez-vous que vous êtes bien en présence d'un défaut d'isolement

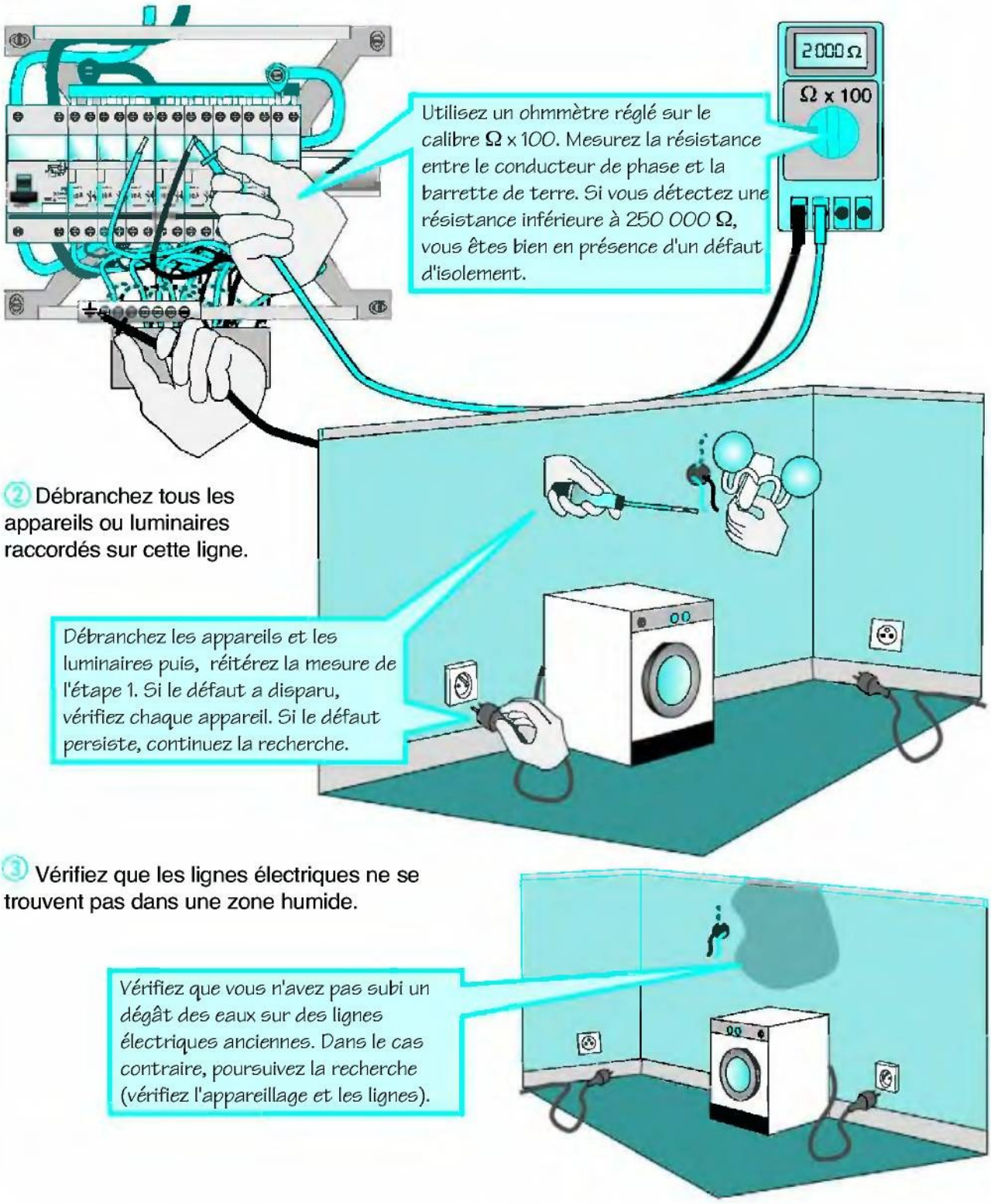


Figure 477 : Recherche d'un défaut d'isolement

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 réaiguiller des nouvelles lignes, comme dans le cas d'une coupure de ligne.

Quand il se produit un défaut d'isolement sur une ligne sans raison particulière, il est très difficile d'en rechercher l'origine. Vous pouvez vérifier toutes les moulures électriques, observer si aucun objet métallique n'y a été planté et retirer tout ce qui semble douteux. Le défaut peut se

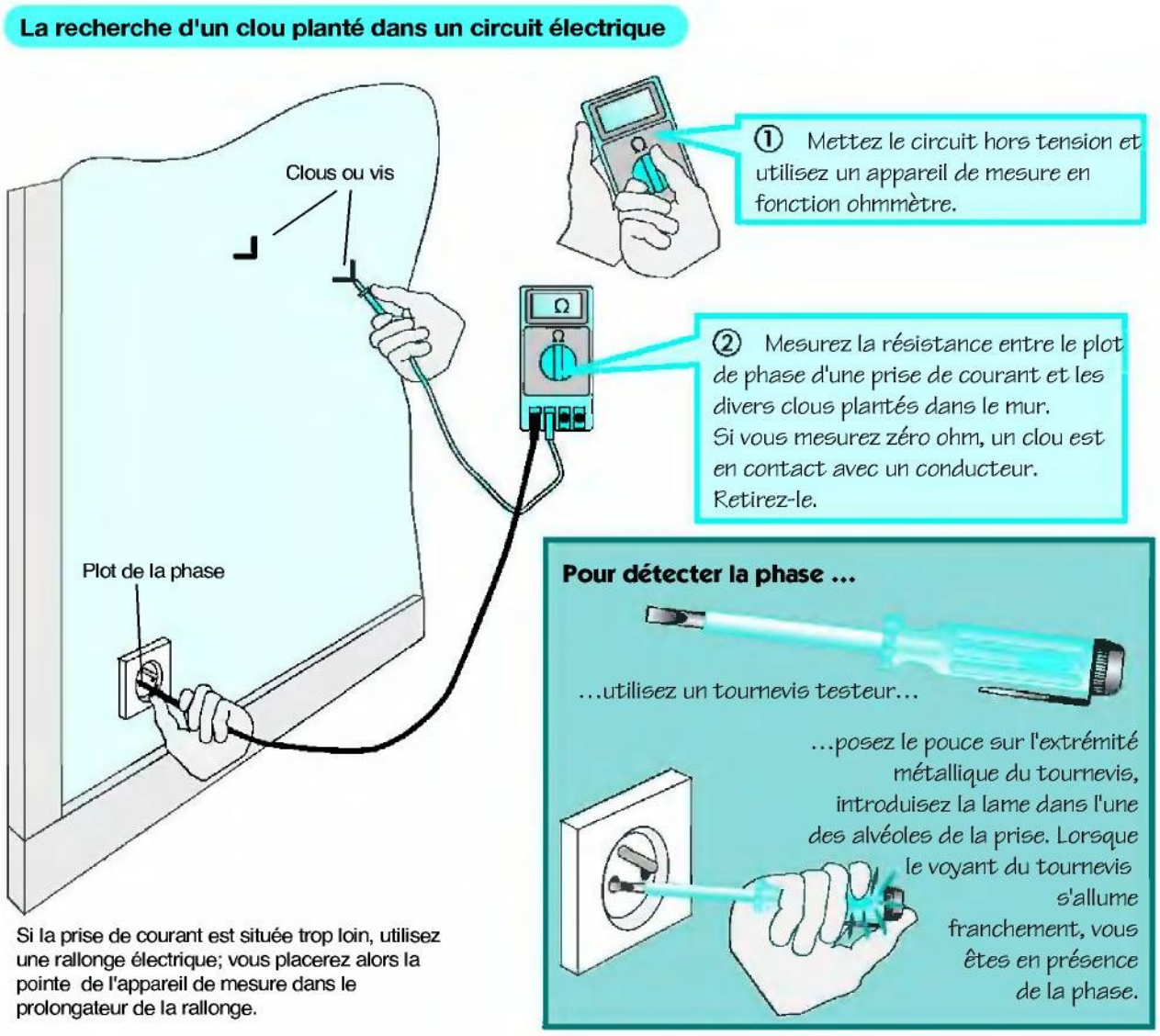


Figure 478 : Recherche d'un clou dans une ligne encastrée

produire des années après la pose d'un clou ou d'un piton.
Pour une installation encastrée, vous pouvez (disjoncteur coupé), à l'aide d'un ohmmètre, tester la résistance entre le conducteur de phase, par exemple dans une prise, et les divers clous et pitons plantés dans les murs. Si vous détectez la moindre résistance entre ces deux points de mesure, retirez le clou incriminé, puis essayez de remettre en service. La figure 478 présente cette méthode de recherche.

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 d'appareillage

Cette partie traite de la plupart des pannes pouvant survenir au niveau de l'appareillage de l'installation mais aussi, de manière générale, sur un circuit complet. On appelle appareillage tout le matériel qui sert à la commutation (interrupteurs, variateurs, boutons-poussoir, etc.) et au raccordement, c'est-à-dire les prises de courant. L'appareillage est différent selon qu'il est destiné à une installation en saillie ou encastrée. Les vieux appareillages en saillie sont aisément remplaçables alors que les appareillages encastrés nécessitent souvent le scellement d'un nouveau boîtier dans la paroi. Cela présente l'inconvénient d'endommager la décoration.

Les pannes des prises de courant et leurs remèdes

Pour détecter rapidement un problème de prises de courant sur une ligne, reportez-vous à l'organigramme de la page 588. Nous détaillerons ci-après les pannes pouvant survenir sur une ou plusieurs prises de courant.

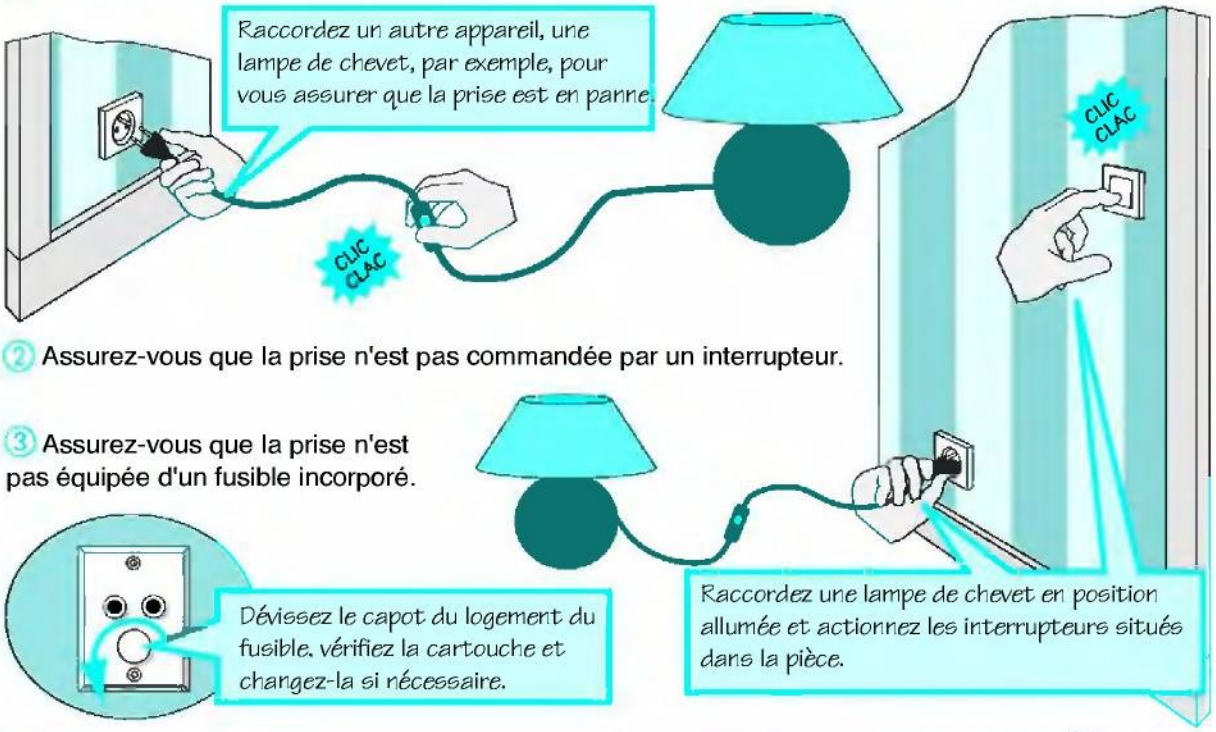
Panne sur une seule prise

Avant toute chose, assurez-vous que ce n'est pas l'appareil raccordé sur cette prise qui ne fonctionne pas. Pour vérifier, testez la tension sur 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.

Une panne survenant sur une seule prise peut être due à plusieurs phénomènes.
En premier lieu, 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 prise entre la prise et la fiche. Vous remarquerez alors une trace d'échauffement (figure 479) 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, sur cette prise, n'est pas raccordé un appareil gros consommateur d'énergie, il est possible que vous ne constatiez pas de trace d'échauffement. Dans ce cas, démontez la prise, puis vérifiez les serrages.

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 un 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.

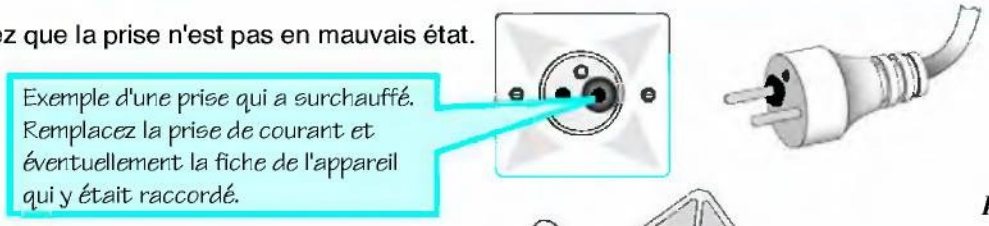
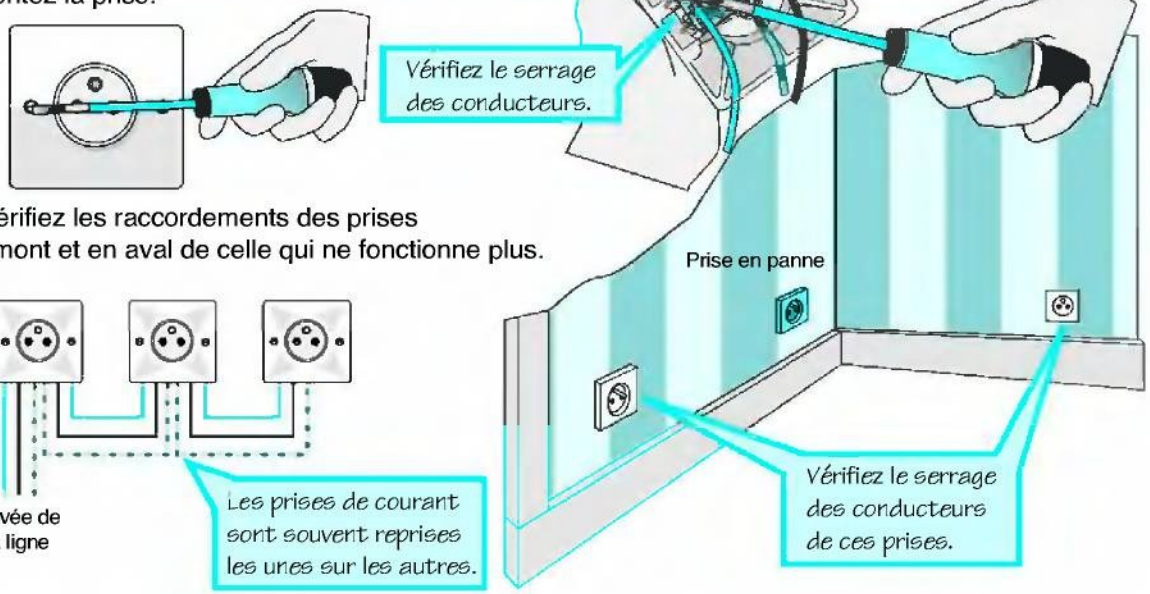


Figure 479 : La recherche d'une panne sur une prise de courant

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.

Si la prise et les raccordements vous paraissent corrects, vous devez poursuivre vos investigations. Les prises sont très souvent reprises les unes sur les autres : c'est ce qu'on appelle le repiquage. Vérifiez que la prise située la plus près de celle qui est en panne fonctionne (figure 479). Démontez-la, puis vérifiez s'il y a un repiquage et assurez-vous que les serrages sont corrects. Si cela ne donne rien, 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 d'une cloison, dans une autre pièce, ou qu'il existe un raccord dans un boîtier d'interrupteur encastré.

Attention ! Certaines prises de courant anciennes étaient équipées d'un fusible incorporé (figure 479). Dans ce cas, il suffit de remplacer la cartouche pour remettre la prise en service.
Si toutes ces recherches sont restées infructueuses, la panne peut se situer au niveau des lignes d'alimentation, par exemple en cas d'épissure défectueuse ou d'une boîte de connexion (voir plus haut). Dans ce cas, suivez la ligne à partir de la prise.

Panne sur plusieurs prises

Lorsqu'une panne intervient 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 vieille prise

En présence d'une prise trop ancienne ou défectueuse, la meilleure solution consiste à la remplacer. Si cette prise 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 d'isolation par 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'installation différents : prise en saillie, encastrée ou dans une plinthe. Examinons chacune de ces situations.

Cas d'une prise de courant en saillie
Prenons le cas d'une prise alimentée par des conducteurs sous moulure en bois. Coupez l'alimentation générale de l'installation. Déconnectez, puis déposez la prise de courant (figure 480). Déposez le couvercle de la moulure en bois, coupez-la à l'horizontale à l'aide d'un ciseau à bois en bon état afin d'éviter les éclats de bois. Le fait de recouper la moulure

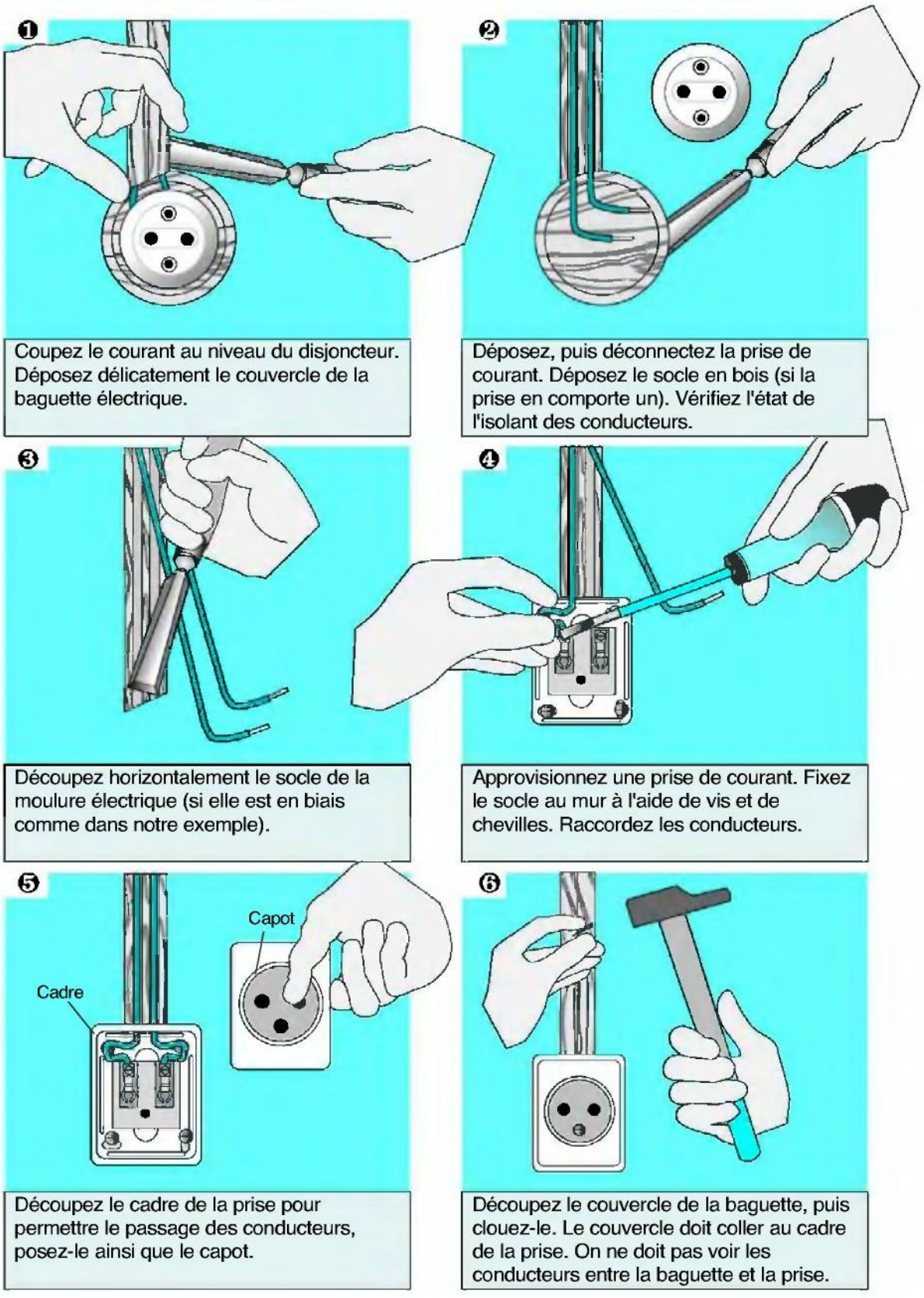


Figure 480 : Le remplacement d'une prise de courant en saillie

permettra de gagner un peu de longueur sur les conducteurs et permettra à la nouvelle prise de joindre parfaitement à 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, reconstituez-le avec du ruban adhésif isolant ou avec un manchon thermorétractable. Ce type de manchon est 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.

Pour changer une prise d'époque en porcelaine, déposez le socle en bois devenu inutile. Placez la nouvelle prise, fixez-la à l'aide de vis et chevilles appropriées à la nature de la paroi. Raccordez les conducteurs en les serrant correctement, puis mettez en place le capot de protection. Ensuite, recoupez le couvercle de la moulure en bois de façon qu'elle épouse parfaitement le bord du capot. Remettez l'installation sous tension, vérifiez le bon fonctionnement de cette nouvelle prise.

Cas d'une prise de courant encastrée

Le remplacement d'une prise encastrée moderne est très aisé. La figure 481 présente les diverses étapes à suivre. La seule difficulté repose sur le type de boîtier que vous allez rencontrer lors du démontage de la prise. Les boîtiers ronds sont largement utilisés et compatibles avec de nombreux types d'appareillage munis de griffes. Les griffes s'écartent dans le boîtier lors du serrage. 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.

Le remplacement d'une prise encastrée ancienne demande 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 482).

Coupez l'alimentation générale de l'installation. Déconnectez, puis déposez la prise de courant. Déposez le vieux boîtier. Choisissez un nouveau boîtier adapté au type d'appareillage 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.

Vérifiez l'état de l'isolant des conducteurs et rénovez-le si nécessaire. Connectez la nouvelle prise, puis mettez-la en place. Rétablissez l'alimentation, puis testez la prise.

Cas d'une prise de courant en plinthe

Cette méthode de pose des prises de courant est très répandue. Toutes les prises de plinthe anciennes avec plastron métallique doivent être remplacées.

Coupez l'alimentation générale de l'installation. Déposez, puis déconnectez la prise de courant (figure 483). Vérifiez l'état de l'isolant. Les prises de plinthe sont toujours commercialisées mais les modèles récents requièrent un trou d'encastrement plus grand que les modèles anciens. Il est nécessaire d'agrandir le trou de la plinthe, par exemple, à l'aide d'une râpe à bois demi-ronde. Cette opération effectuée, connectez, puis

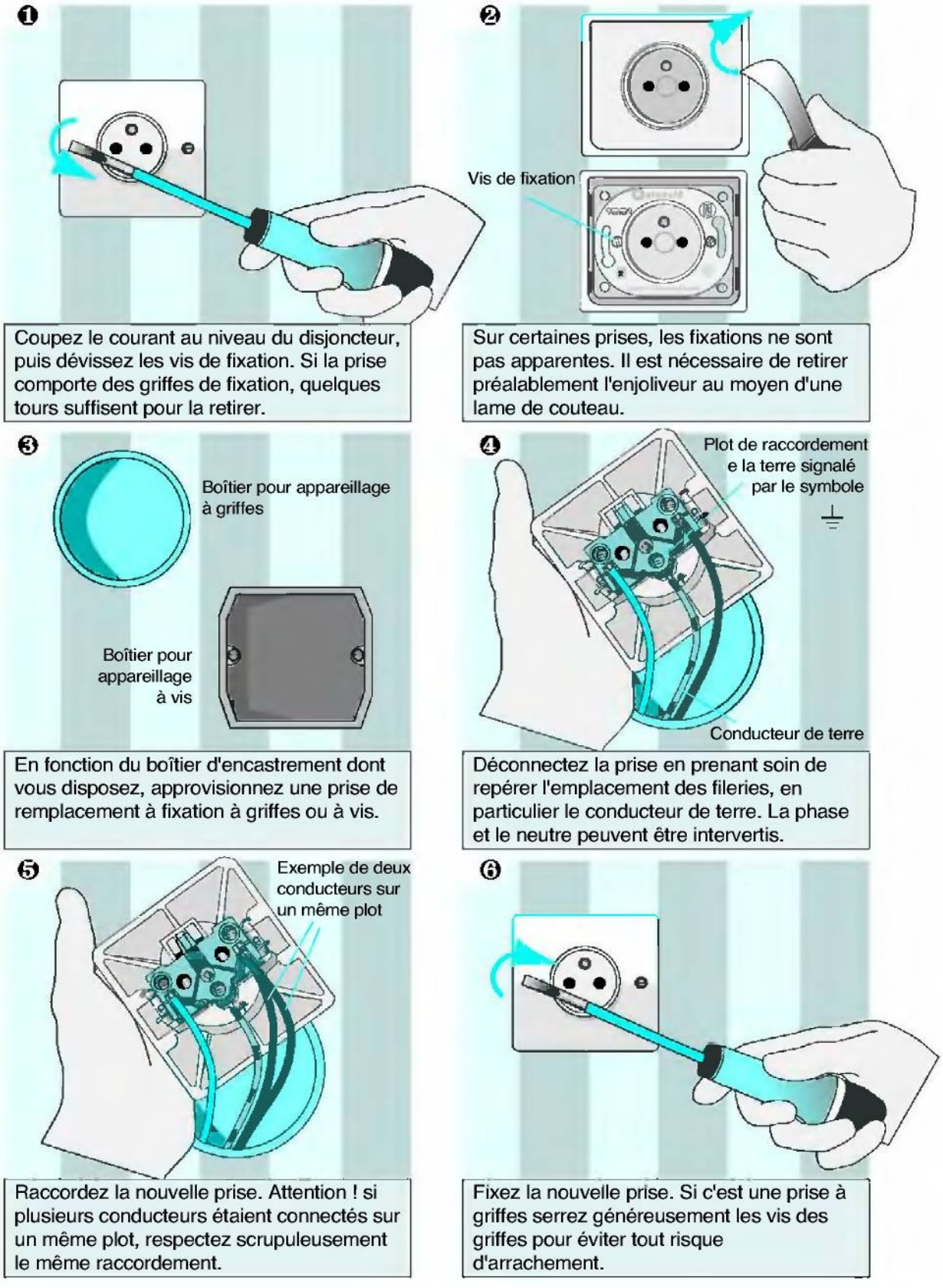


Figure 481 : Remplacement d'une prise récente

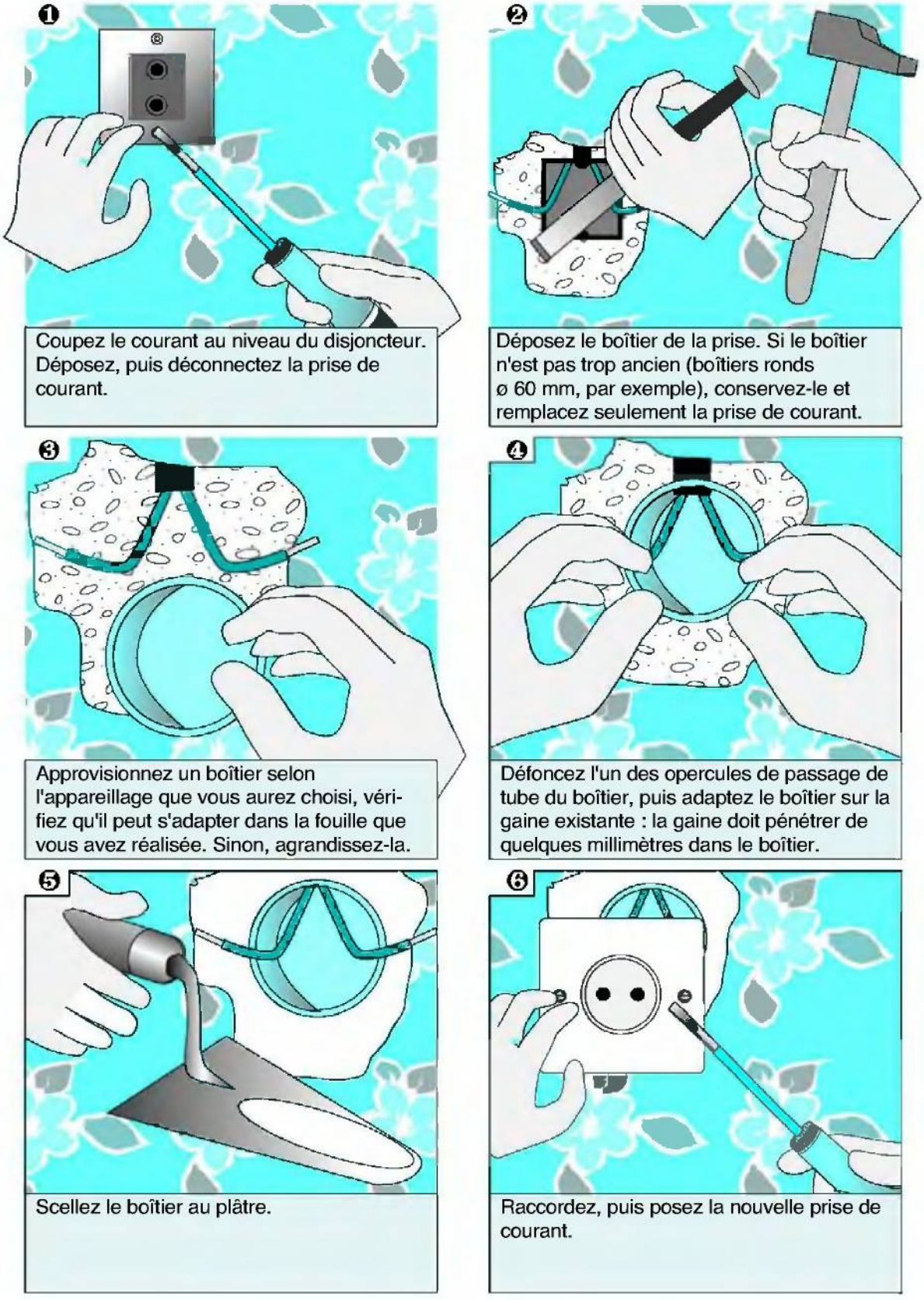


Figure 482 : Remplacement d'une prise de courant encastrée

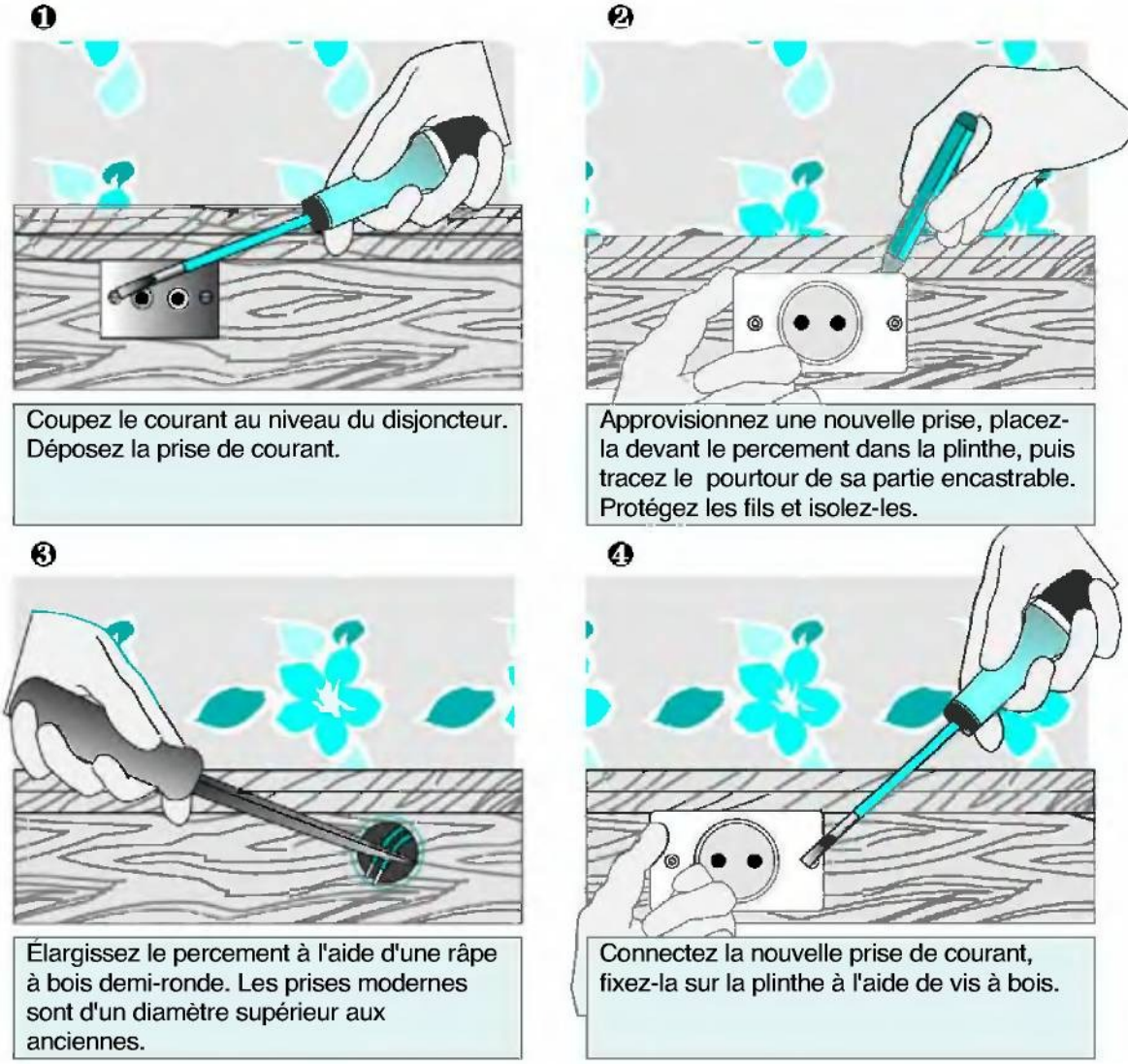


Figure 483 : Remplacement d'une prise en plinthe

reposez la nouvelle prise. Vérifiez son bon fonctionnement. Si d'autres prises se reprennent sur celle que vous avez remplacée, vérifiez qu'elles fonctionnent également.

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 484. Ce schéma vous permettra d'analyser rapidement la nature de la panne à laquelle vous êtes confronté.

Les pannes des commutateurs et leurs remèdes

Les commutateurs, quel que soit leur type, sont rarement sujets aux pannes. Vérifiez toujours que la panne ne provient ni de l'appareil raccordé ni du dispositif de protection. Pour vérifier si la panne ne provient pas de l'appareil (une

suspension, par exemple) il suffit de mesurer la présence de tension en alimentation du luminaire. Si vous obtenez 230 V, le circuit est correct : c'est le luminaire qui est en cause. 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 485 présente la méthode de recherche sur un luminaire.
Comme pour les prises de courant, il existe des interrupteurs à fusible intégré. Dans ce cas, la première chose à faire est de vérifier l'état du fusible.

Cas d'un mauvais serrage

Un mauvais serrage dans un commutateur se traduit par un grésillement qui, très souvent, fait vaciller le point lumineux qu'il commande. Dans ce cas, il suffit de déposer le commutateur, de vérifier le serrage des conducteurs.
Dans le cas d'un va-et-vient simple ou avec permutateur, prennez soin de vérifier tous les commutateurs.

Cas d'un appareil détérioré

Un appareil peut être détérioré par l'usure : les actions sur la manette permettent de temps en temps l'allumage et l'extinction. Un mauvais serrage ou un court-circuit peuvent également détruire l'appareil. Pour vous assurer de son état, déposez le commutateur, puis, à l'aide d'un ohmmètre, testez la résistance entre chaque plot, appuyez sur la touche et répétez l'opération.

Pour un interrupteur, la mesure doit indiquer zéro ohm sur une position et 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 n°1, résistance infinie entre le commun et le plot n°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 de nouveau un court-circuit avec le shunt, ce qui serait très 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 malgré tout adopter une solution provisoire : déposez le commutateur dé-

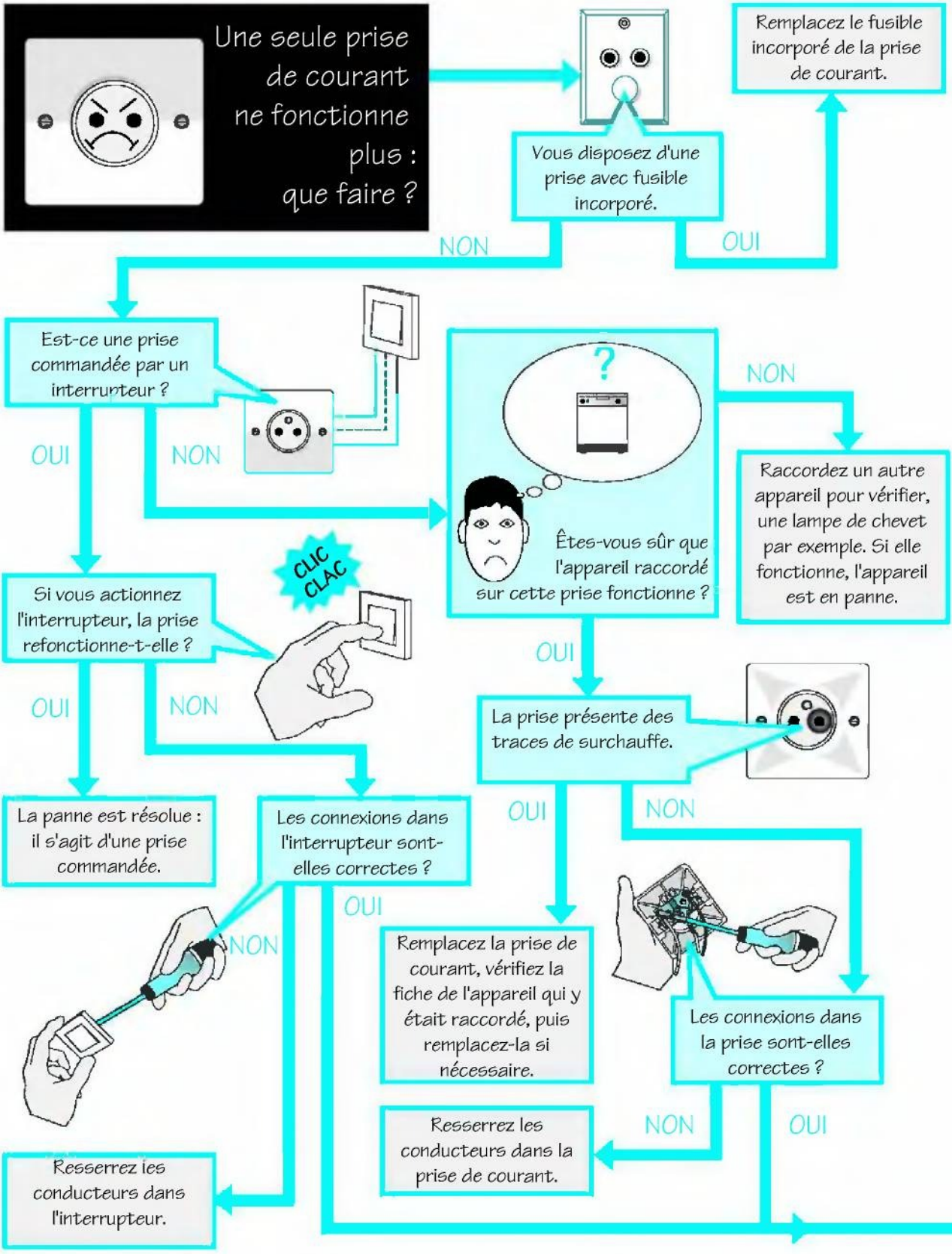


Figure 484 : Recherche d'une panne sur un circuit de prises de courant

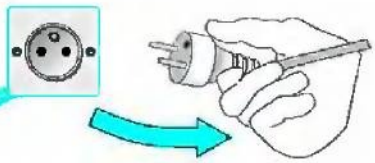
Plusieurs prises de courant ne fonctionnent plus : que faire ?

Les dispositifs de protection sont tous en état de fonctionnement.

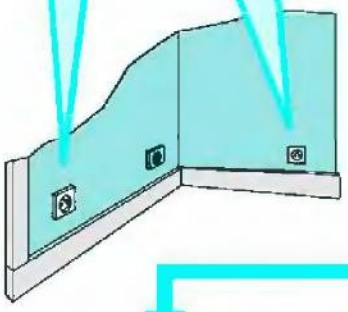
NON

OUI

Débranchez tous les appareils raccordés sur ce circuit et remettez en état les dispositifs de protection.



Démontez les prises qui fonctionnent situées en amont et en aval. S'il existe des repiquages, vérifiez-les.



Les repiquages sont-ils corrects ?

NON

OUI

Remettez-les en état.

Les prises fonctionnent de nouveau.

NON

OUI

Essayez de rebrancher les appareils un à un pour vérifier si l'un d'eux ne fait pas sauter les dispositifs de protection. Vous avez peut-être aussi raccordé trop d'appareils.

Avez-vous effectué des travaux (percement de trous, pose de vis) ?

NON

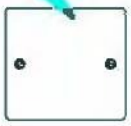
OUI

Vérifiez que vous n'avez pas sectionné un conducteur ou une ligne.

Existe-t-il des boîtes de connexion à proximité ?

NON

OUI

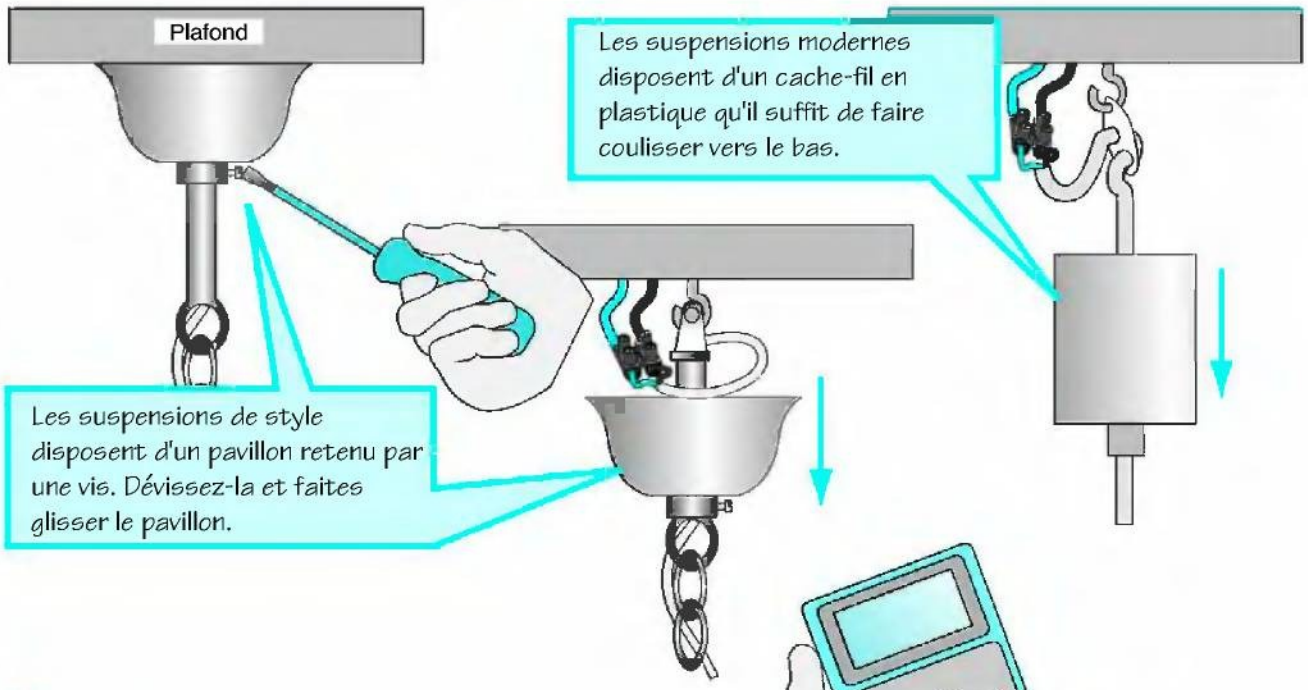


Vérifiez la ligne en partant de la première prise de courant qui ne fonctionne plus.

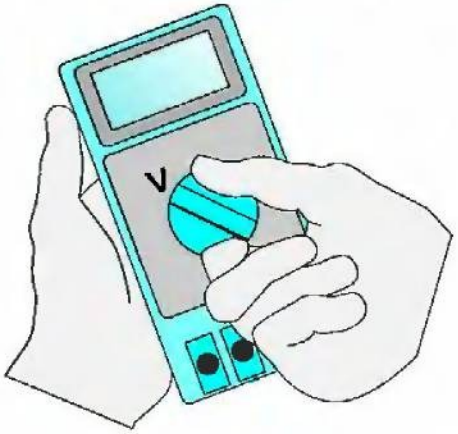
Vérifiez les raccordements et remettez en état tous ceux qui vous semblent suspects.

Mesure de la tension d'un luminaire (suspension)

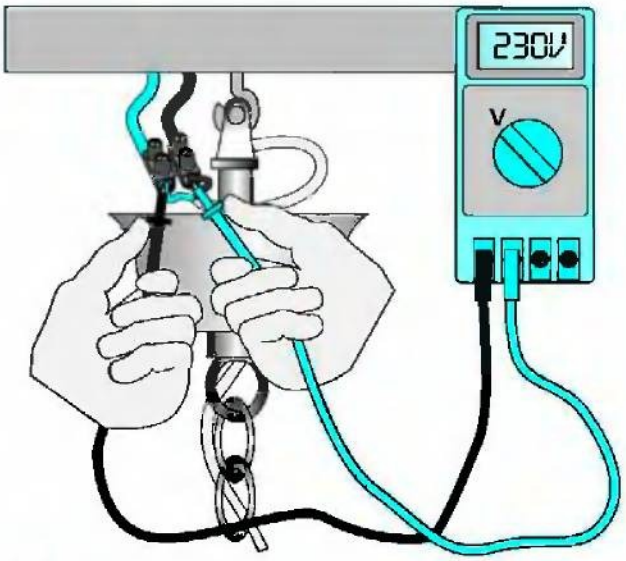
① Démontez le pavillon ou le cache-fil.

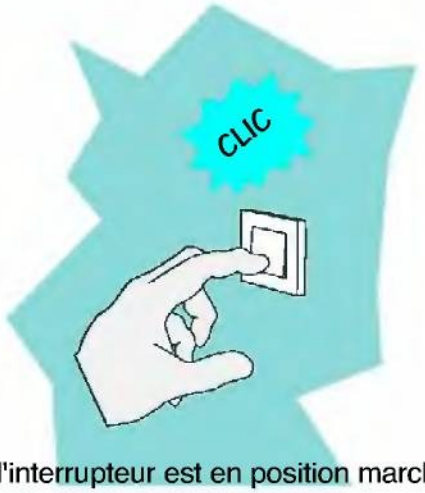


② Munissez-vous d'un appareil de mesure réglé en fonction voltmètre.



③ Mesurez la tension sur le domino de raccordement.





④ Si vous ne mesurez aucune tension, assurez-vous que l'interrupteur est en position marche.

Figure 485 : Mesure de la tension d'un luminaire

fectueux, 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.
La figure 486 présente ces méthodes de dépannage.
Pour remplacer un commutateur en saillie ou en encastré, le principe est analogue à celui d'une prise de courant.

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 487) 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, placés généralement dans le tableau de protection, 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.

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-poussoir 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 488), appuyez sur l'un des boutons de commande. Si rien ne se produit, appuyez sur les autres boutons-poussoir. Si un seul (voire deux) bouton ne fonctionne pas, il est nécessaire de le(s) 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.

Comment tester un interrupteur ?

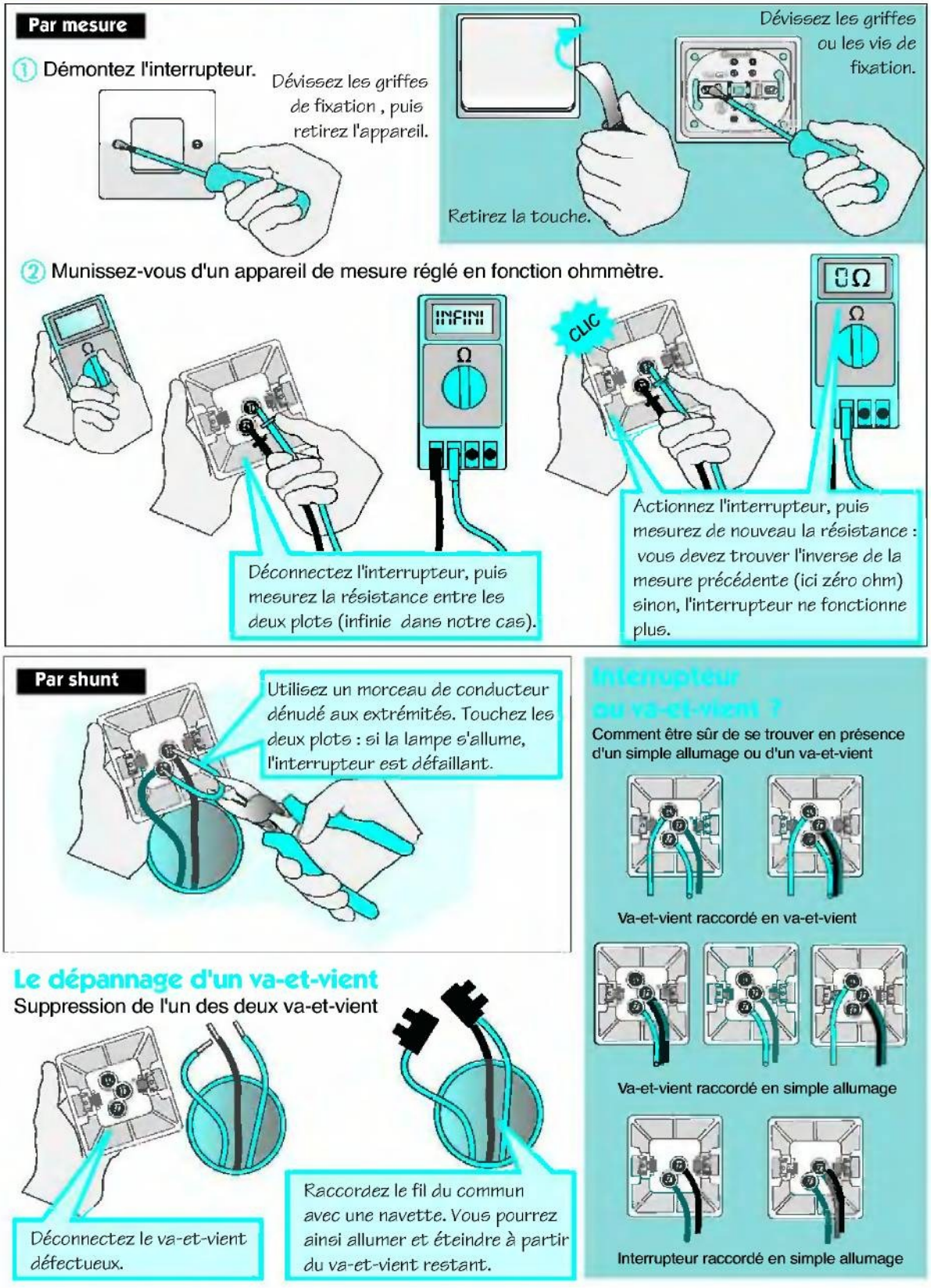
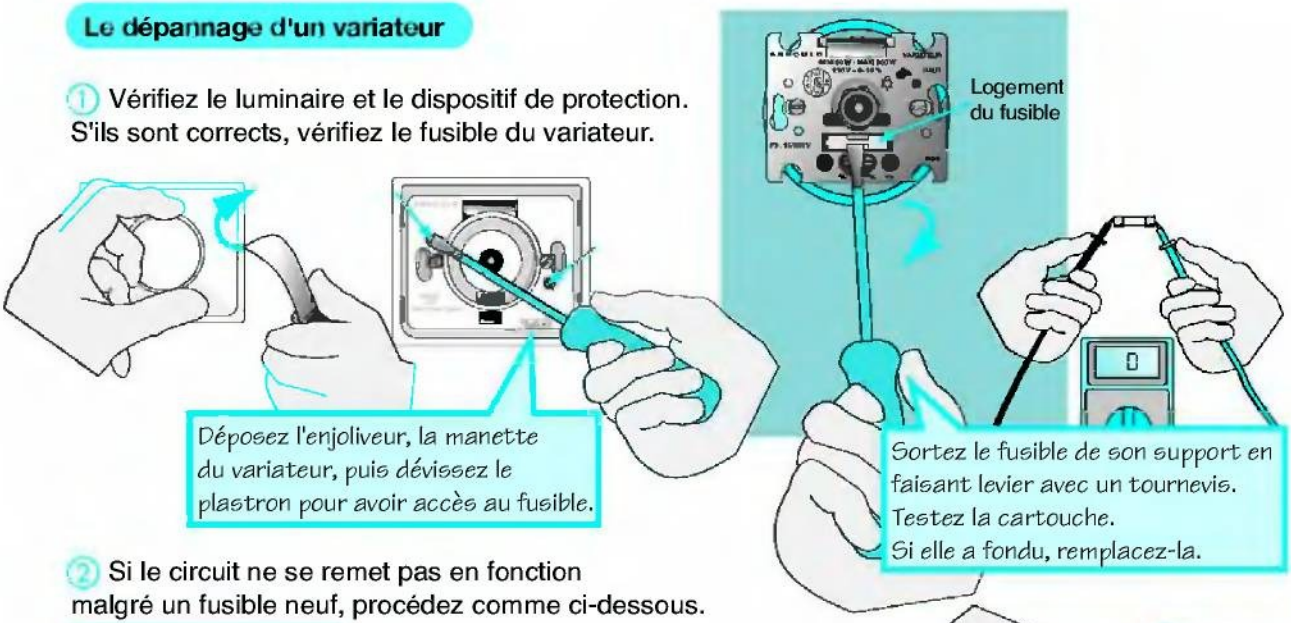


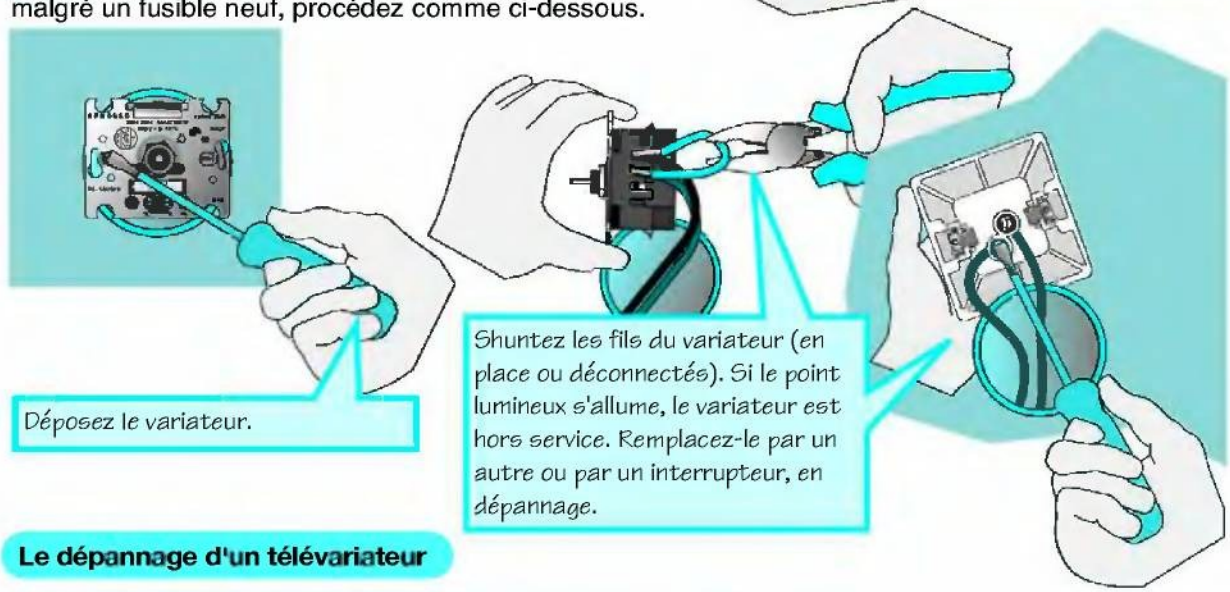
Figure 486 : Vérification d'un commutateur

Le dépannage d'un variateur

① Vérifiez le luminaire et le dispositif de protection. S'ils sont corrects, vérifiez le fusible du variateur.



② Si le circuit ne se remet pas en fonction malgré un fusible neuf, procédez comme ci-dessous.



Le dépannage d'un télévariateur

① Si aucun bouton n'actionne le télévariateur, vérifiez le dispositif de protection et le luminaire.

② Si un seul bouton-poussoir ne fonctionne plus, remplacez-le.

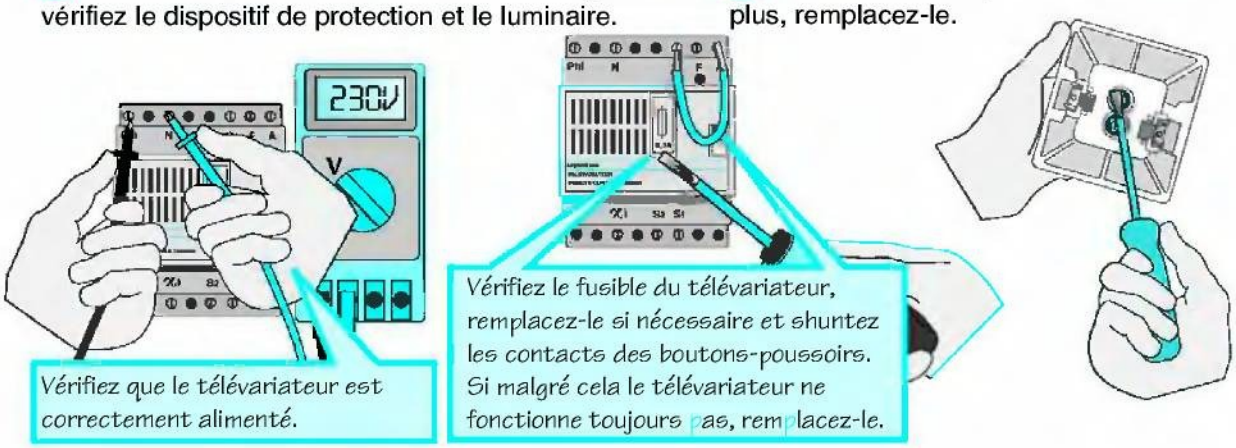


Figure 487 : Recherche d'une panne sur un circuit avec variation

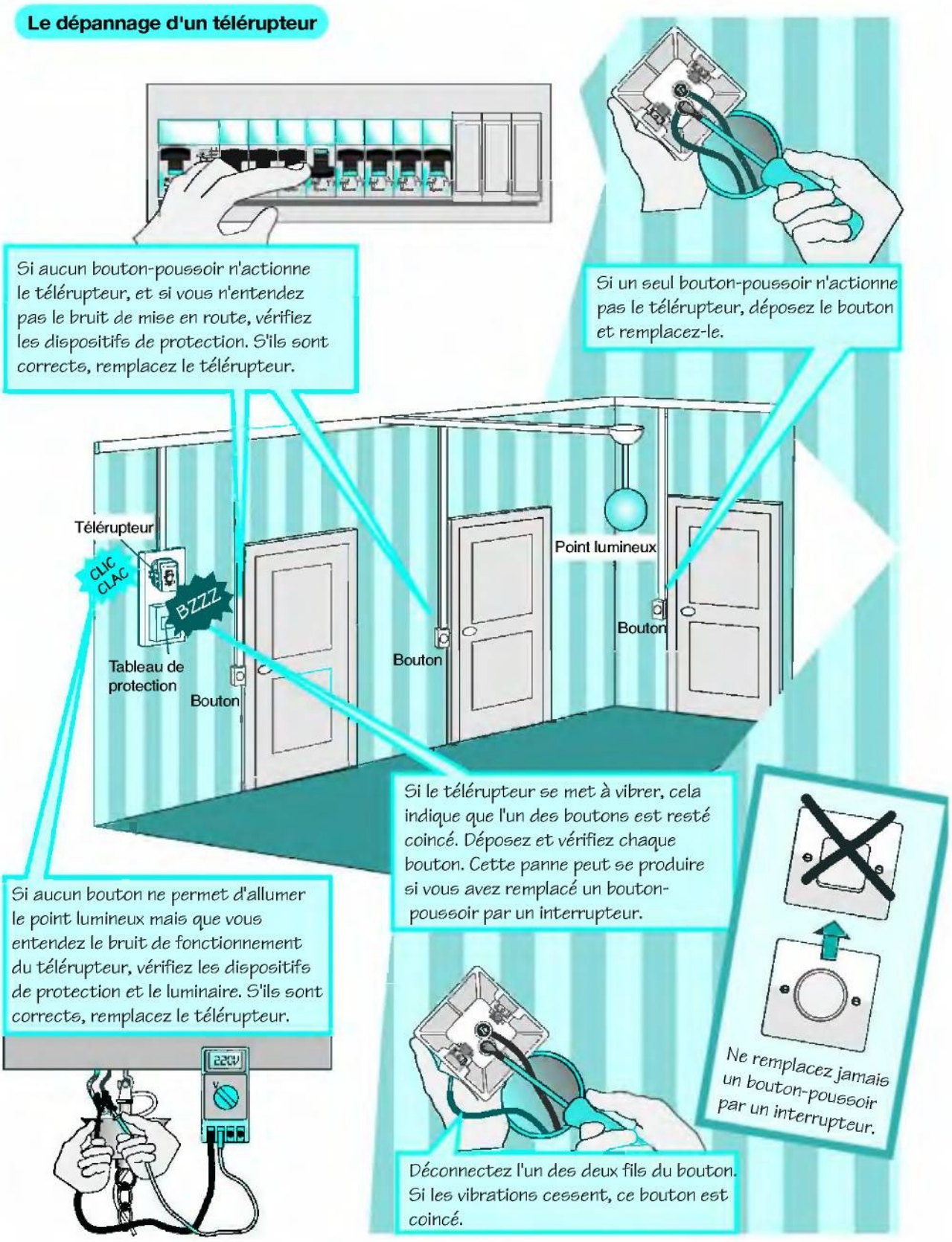


Figure 488 : Dépannage d'un télérupteur

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 entre en vibrations et que vous parvenez difficilement à éteindre le point lumineux, vérifiez chaque bouton-poussoir. Cette panne est due à un bouton-poussoir resté coincé 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 si le dépannage n'est pas possible dans l'immédiat.

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

Vous trouverez la méthode complète de recherche d'une panne sur un circuit commandé grâce à l'organigramme de la figure 489, quel que soit le type de circuit. Ce graphique vous permettra d'analyser rapidement la nature de la panne à laquelle vous êtes confronté.

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 490).
Si le circuit sonnette ne fonctionne plus, vérifiez son dispositif de protection. Si celui-ci est correct, mesurez l'alimentation et la sortie du transformateur. Si 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 bouton-poussoir ou de sa ligne. Démontez le bouton-poussoir, puis shuntez ses deux fils :
— la sonnette fonctionne : le bouton-poussoir est défectueux, remplacez-le ;
— 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 bouton-poussoir ou d'un court-circuit au niveau de sa ligne. Ne laissez pas la sonnette fonctionner sans discontinuer, car elle risque de se détruire. Vérifiez le bouton-poussoir et la ligne.

Dépannage des appareils

Grâce aux conseils précédents, vous avez appris à dépanner votre installation électrique, mais de nombreuses pannes proviennent également des appareils reliés à l'installation. Comment diagnostiquer rapidement une panne et résoudre les problèmes les plus courants pouvant survenir sur les appareils électriques ? C'est ce que nous allons découvrir dans cette troisième partie.

Les pannes provoquées par les appareils

Les appareils électriques sont sujets au même type de panne que celles de l'installation. Ces dysfonctionnements sont les courts-circuits et les défauts d'iso-

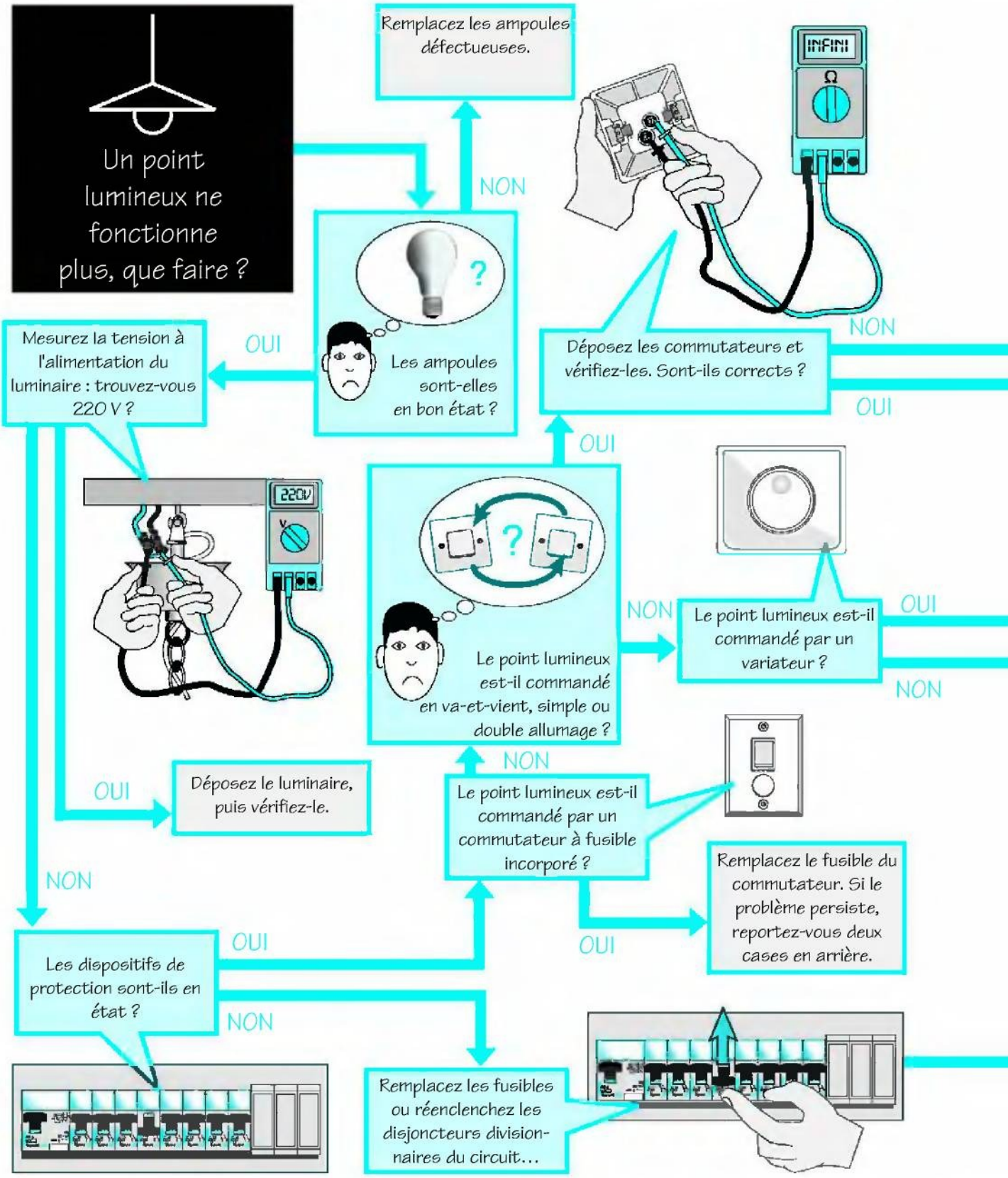


Figure 489 : Recherche d'une panne sur un circuit d'éclairage

NON

La panne se situe au niveau des lignes ou des boîtes de connexion. Vous êtes en présence d'un court-circuit ou d'un défaut d'isolement.

OUI

La panne est résolue : c'est le variateur qui est déficient ; il convient donc de le remplacer.

Déposez le variateur, puis remplacez-le par un interrupteur ou un va-et-vient.

NON

Remplacez le fusible intégré au variateur. Le circuit fonctionne-t-il ?

OUI

La panne est résolue.

Remplacez-les ou remettez-les en état.

Le circuit est commandé par un télérupteur.

Vérifiez le télérupteur et les boutons- poussoirs du circuit. Si vous ne détectez pas de panne, vérifiez le circuit.

La panne se situe au niveau des lignes ou des boîtes de connexion. Vous êtes en présence d'un court-circuit ou d'un défaut d'isolement.

OUI

Les dispositifs de protection se déclenchent de nouveau.

NON

C'est le luminaire qui est en panne. Réparez-le.

Déposez le luminaire, puis remettez en service les dispositifs de protection.

OUI

… les dispositifs de protection se déclenchent de nouveau.

NON

La panne est résolue. Vérifiez le luminaire : une ampoule a peut-être provoqué un court-circuit en se détruisant.

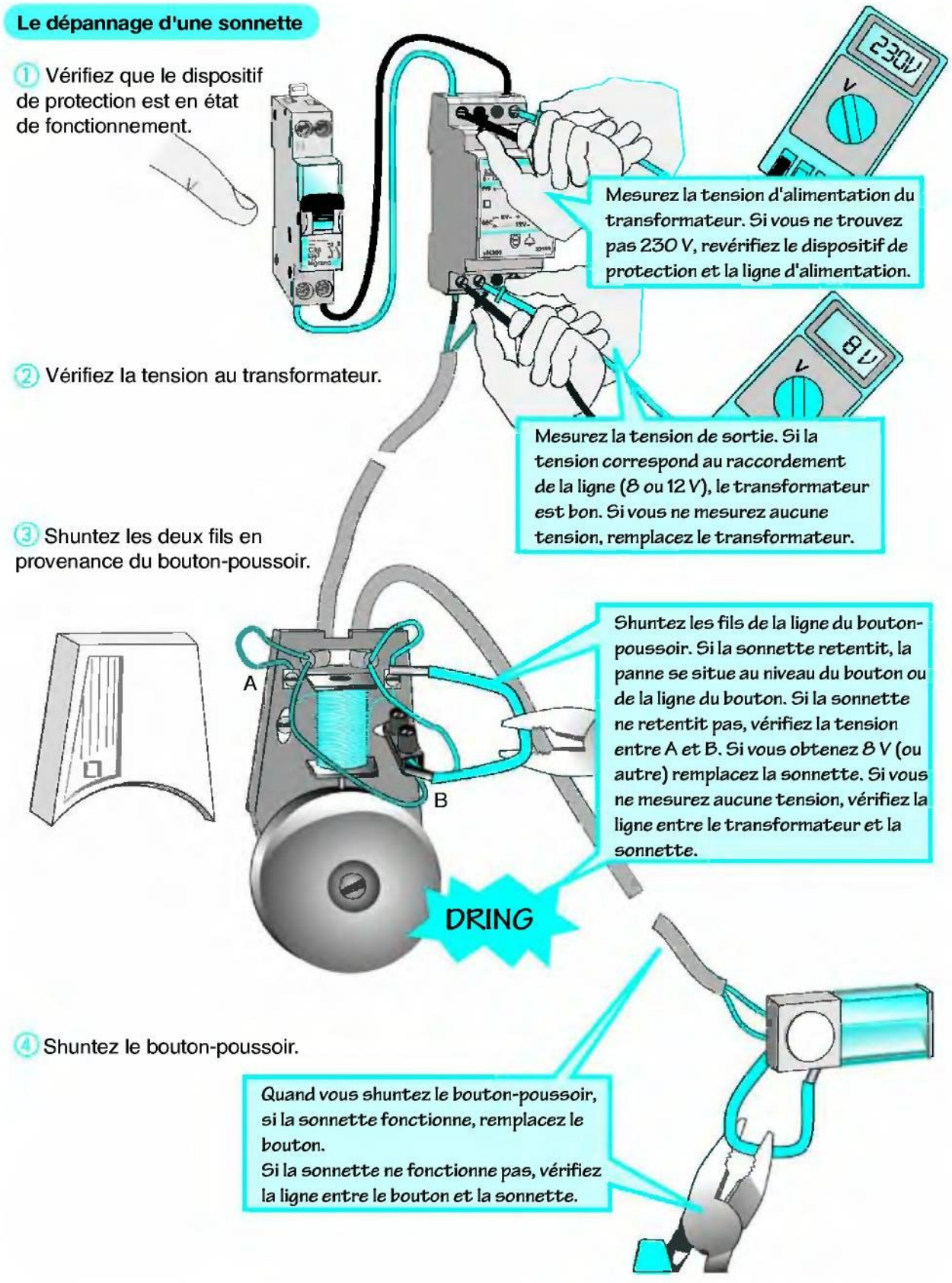


Figure 490 : Recherche d'une panne sur un circuit sonnerie

lement. D'autres causes sont possibles, mais elles n'affectent pas le fonctionnement de l'installation électrique.

Dépannage d'un chauffe-eau électrique

Le chauffe-eau électrique n'est qu'une cuve isolée munie d'une résistance électrique destinées à chauffer et stocker l'eau chaude sanitaire. Le mécanisme est donc relativement simple. Cependant, la présence d'eau et d'électricité rend cet appareil sensible aux pannes.

Pannes hydrauliques ou 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, ou bien le chauffe-eau fuit.

En revanche, si l'eau du robinet d'eau chaude arrive froide, la panne est de nature électrique.

L'eau est froide

Démontez le capot de protection en plastique situé sous le chauffe-eau (figure 491). Mesurez la tension sur les fils d'arrivée.

S'il n'y a aucune tension, vérifiez :
— les dispositifs de protection (fusible ou disjoncteur) ;
— 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 ;
— le contacteur jour/nuit si vous disposez du double tarif ; dans ce cas, positionnez la manette sur 1 ou marche forcée.

À ce stade, le chauffe-eau doit de nouveau être alimenté en 230 V. Si les fusibles se détruisent, poursuivez au paragraphe suivant.
Vérifiez le contact de sécurité de surchauffe au niveau du thermostat. 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 baisser le réglage de la température d'une graduation.

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. À l'aide 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.

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 : il suffit de dévisser l'écrou qui la maintient.

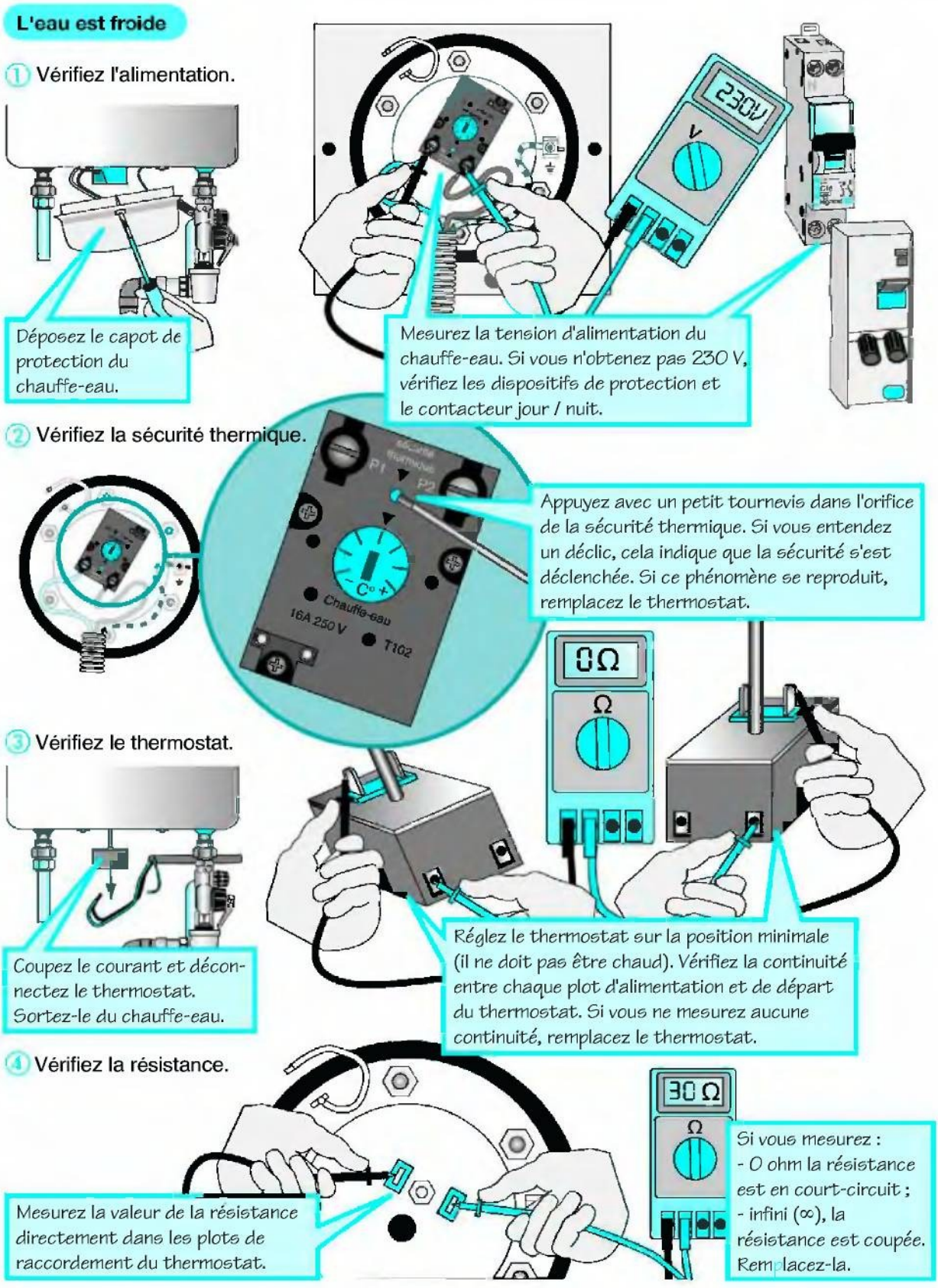


Figure 491 : Cas d'un chauffe-eau qui ne chauffe plus

Le remplacement d'une résistance blindée est plus délicat. Pour remplacer une résistance blindée (figure 492) :

- coupez le courant et déconnectez le thermostat ;
- coupez l'eau, puis vidangez la cuve ;
- 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 ;
- approvisionnez une nouvelle platine correspondant à votre modèle de chauffe-eau ainsi qu'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.

L'eau est trop chaude

Dans l'hypothèse où 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 493). Démontez le capot du chauffe-eau comme expliqué dans le paragraphe précédent, coupez l'alimentation électrique, puis déposez le thermostat. Pour vérifier son fonctionnement, utilisez un ohmmètre. Entre chaque contact d'entrée et de sortie, mesurez la continuité, puis 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 trouvez des traces de rouille ou d'humidité importantes, il faudra certainement remplacer le chauffe-eau. Sinon, vérifiez l'isolement entre la résistance et la carcasse du chauffe-eau, à l'aide 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. Outre le déclenchement du disjoncteur, le court-circuit peut également être la cause de la destruction du fusible.

La recherche d'une panne sur l'alimentation d'un chauffe-eau

Le fait de ne plus avoir d'eau chaude peut aussi être dû au circuit d'alimentation du chauffe-eau. Deux cas de figure sont possibles selon que le chauffe-eau est alimenté en continu ou en heures creuses.

Les chauffe-eau alimentés en continu

L'alimentation en continu est la plus simple. Le chauffe-eau est alimenté par une ligne directe, protégée par un coupe-circuit ou un disjoncteur divisionnaire. Dans les installations anciennes, ce n'est pas toujours le cas : il est probable que l'alimentation du chauffe-eau soit reprise sur une ligne existante. Le chauffe-eau est alors protégé par un PAC. Si le chauffe-eau n'est plus alimenté, vérifiez les dispositifs de protection ou la ligne

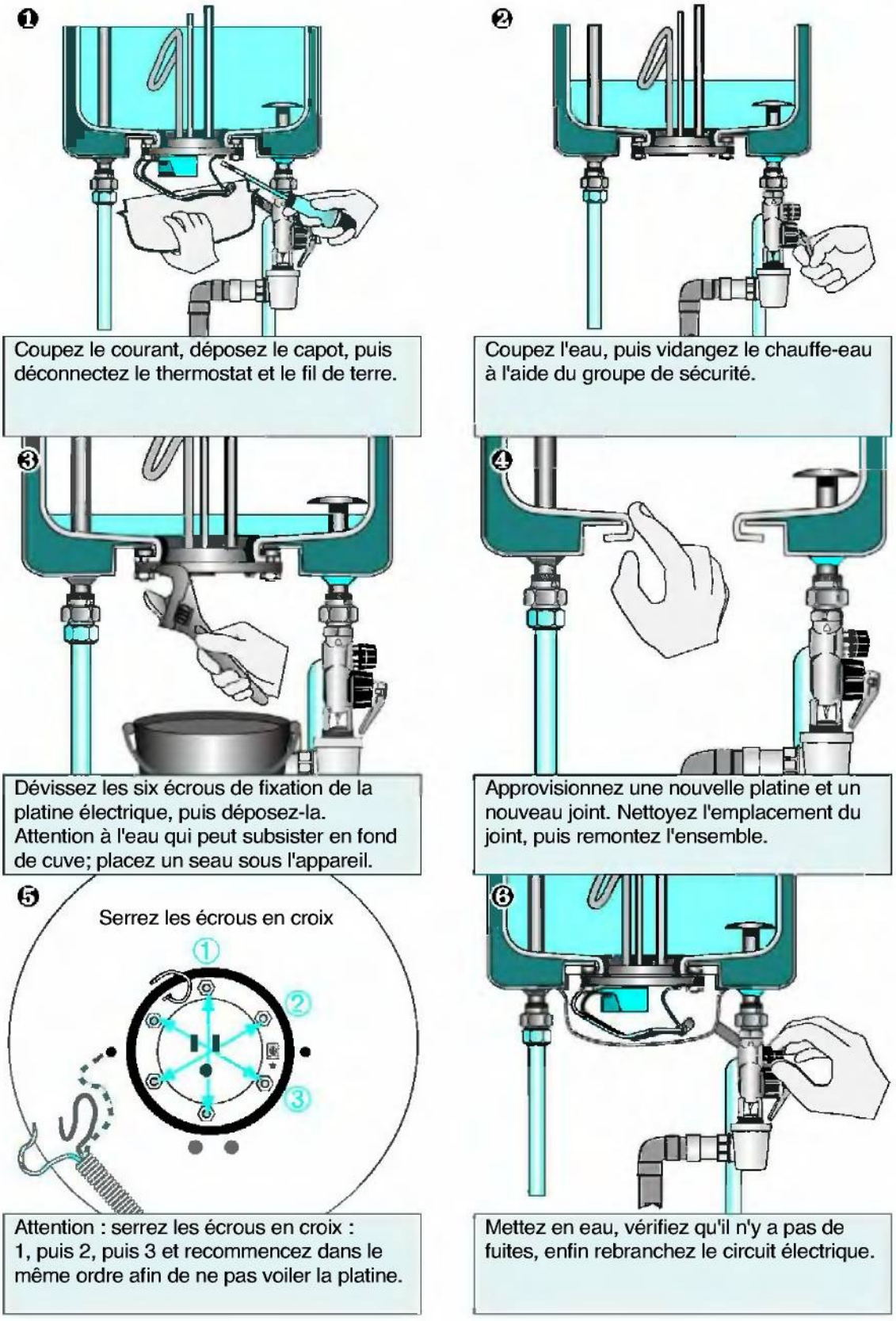


Figure 492 : Remplacement d'une résistance blindée

L'eau est trop chaude

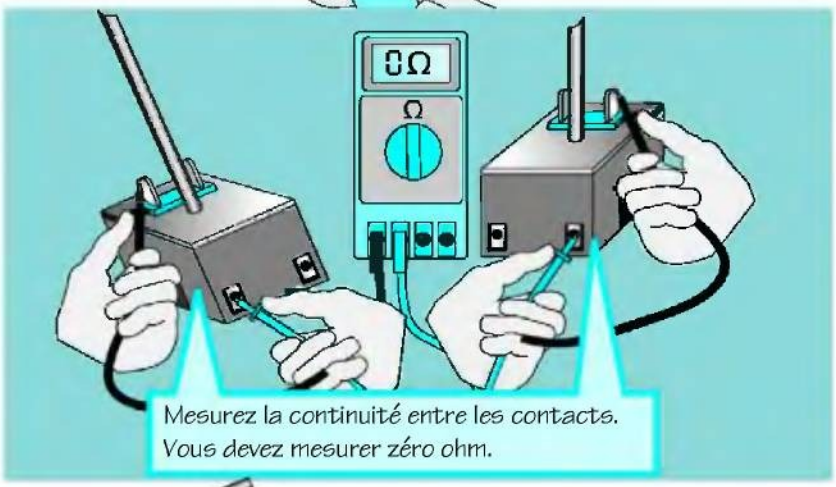
① Réglez le thermostat.

Déposez le capot de protection du chauffe-eau.

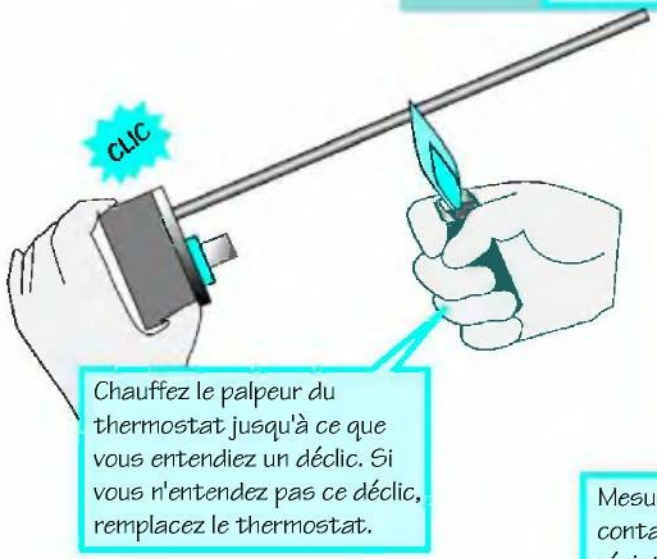
Diminuez la température de réglage du thermostat. Attendez jusqu'au lendemain.

② Vérifiez le thermostat.

Coupez le courant , puis déconnectez le thermostat. Sortez-le du chauffe-eau et laissez-le refroidir.



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 entre au moins l'un des deux contacts, remplacez le thermostat.

Figure 493 : Test d'un thermostat

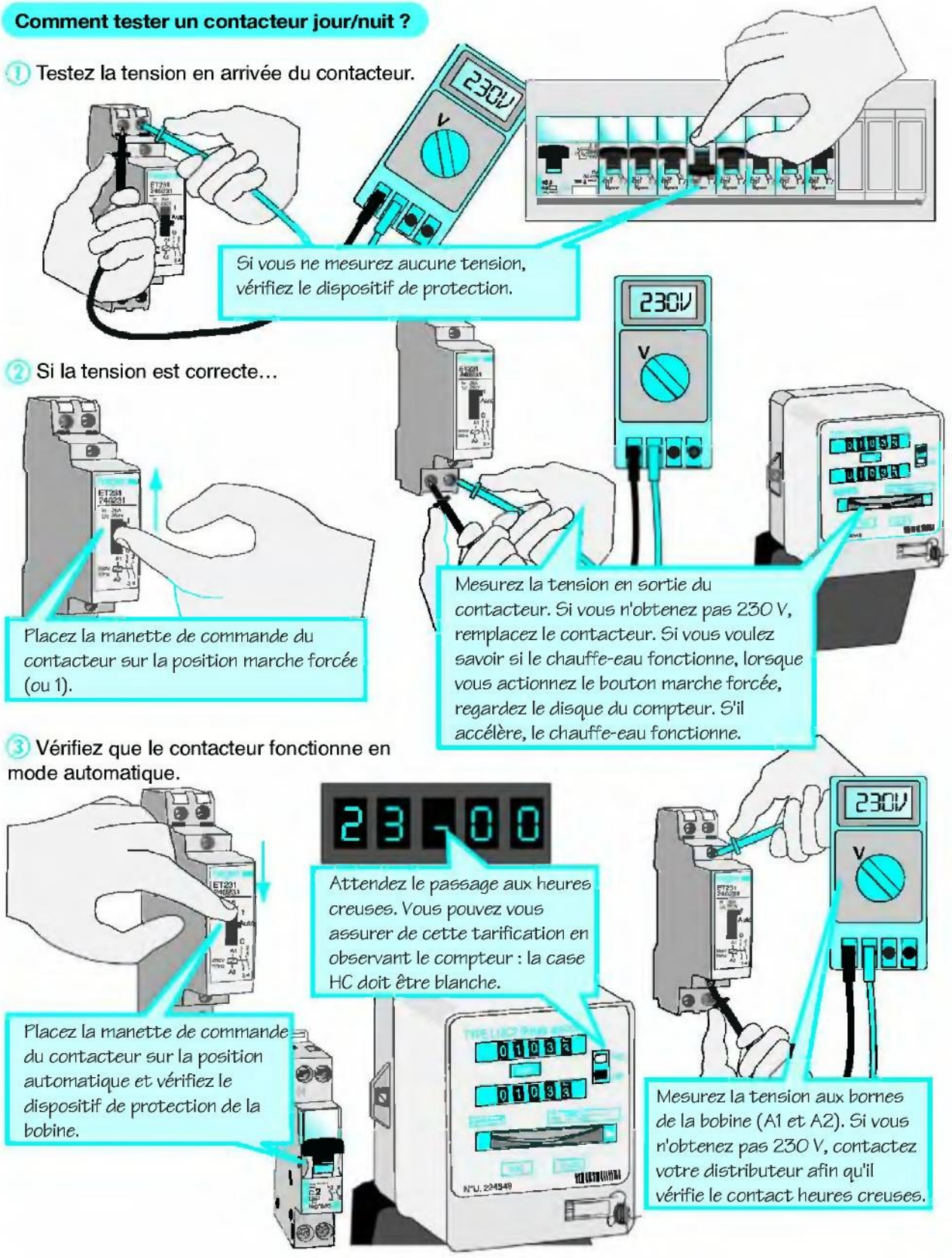


Figure 494 : Test d'un contacteur heures creuses

si ces derniers sont corrects. Dans le cas d'un PAC, vérifiez les deux cartouches fusibles, puis l'alimentation et la sortie du PAC. S'il s'avère que la touche de commande ne permet plus ni l'ouverture ni la fermeture du circuit, remplacez le PAC.

Les chauffe-eau en heures creuses

Le manque d'eau chaude peut être dû à un dysfonctionnement 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 494).

Vérifiez néanmoins que le contacteur jour/nuit fonctionne correctement en position automatique.

Attendez la permutation en heures creuses (vers 23 heures), puis testez la 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 votre 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 zéro volt en sortie, remplacez le contacteur.

Si vous ne mesurez pas de tension en alimentation du contacteur, vérifiez le dispositif de protection du chauffe-eau.

Détartrer un chauffe-eau électrique

Si l'eau de votre région est calcaire, il est recommandé de détartrer le chauffe-eau électrique tous les cinq ans environ (figure 495). Il est préférable de remplacer la résistance en même temps. Si elle n'est pas trop corrodée, remplacez uniquement l'anode et le joint de cuve. Avant d'intervenir, coupez l'eau, actionnez le groupe de sécurité, ouvrez les robinets d'eau chaude, dévissez légèrement le départ d'eau chaude du chauffe-eau (bague rouge), puis attendez que la cuve se vide entièrement. Pour un chauffe-eau vertical, placez une cuvette sous l'appareil pour recueillir le tartre.

Les appareils de chauffage

Les appareils de chauffage électrique se composent d'une résistance, d'un thermostat de régulation et d'un interrupteur marche/arrêt (figure 496). Les appareils les plus récents disposent également d'une sécurité thermique dont la fonction est de remédier à une éventuelle déficience du thermostat. De plus en plus souvent, les appareils sont équipés d'une régulation électronique. Dans de tels appareils, thermostat, sonde de température, sécurité thermique et éventuellement interrupteur sont intégrés dans un boîtier unique.

Les appareils à bain d'huile intègrent les mêmes éléments que les convecteurs, excepté la résistance qui est de type blindé (comme un chauffe-eau électrique), plongée dans un liquide caloporteur, c'est-à-dire de l'huile.
Les appareils rayonnants sont conçus sur le même principe que les convecteurs. Seul l'élément chauffant diffère.

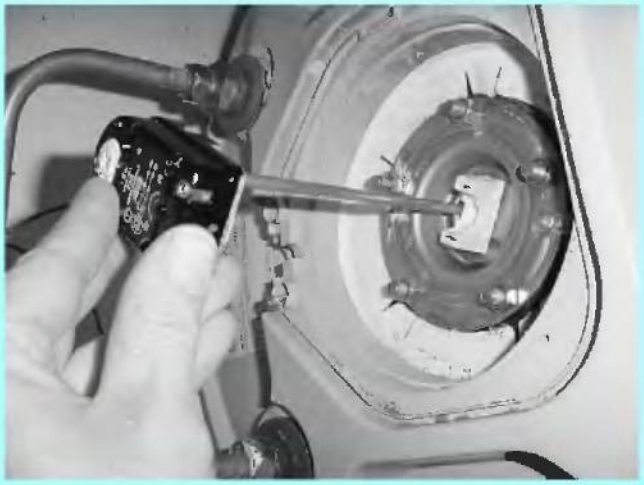
1 - Procurez-vous les pièces de rechange.

2 - Déconnectez, puis dévissez la platine électrique.

3 - Retirez l'ancienne platine.

4 - Vérifiez l'état de la cuve et la quantité de tartre.

5 - Retirez tout le tartre.



6 - Changez le joint, puis remontez la platine.

Figure 495 : Détartrer un chauffe-eau électrique

L'équipement d'un convecteur électrique

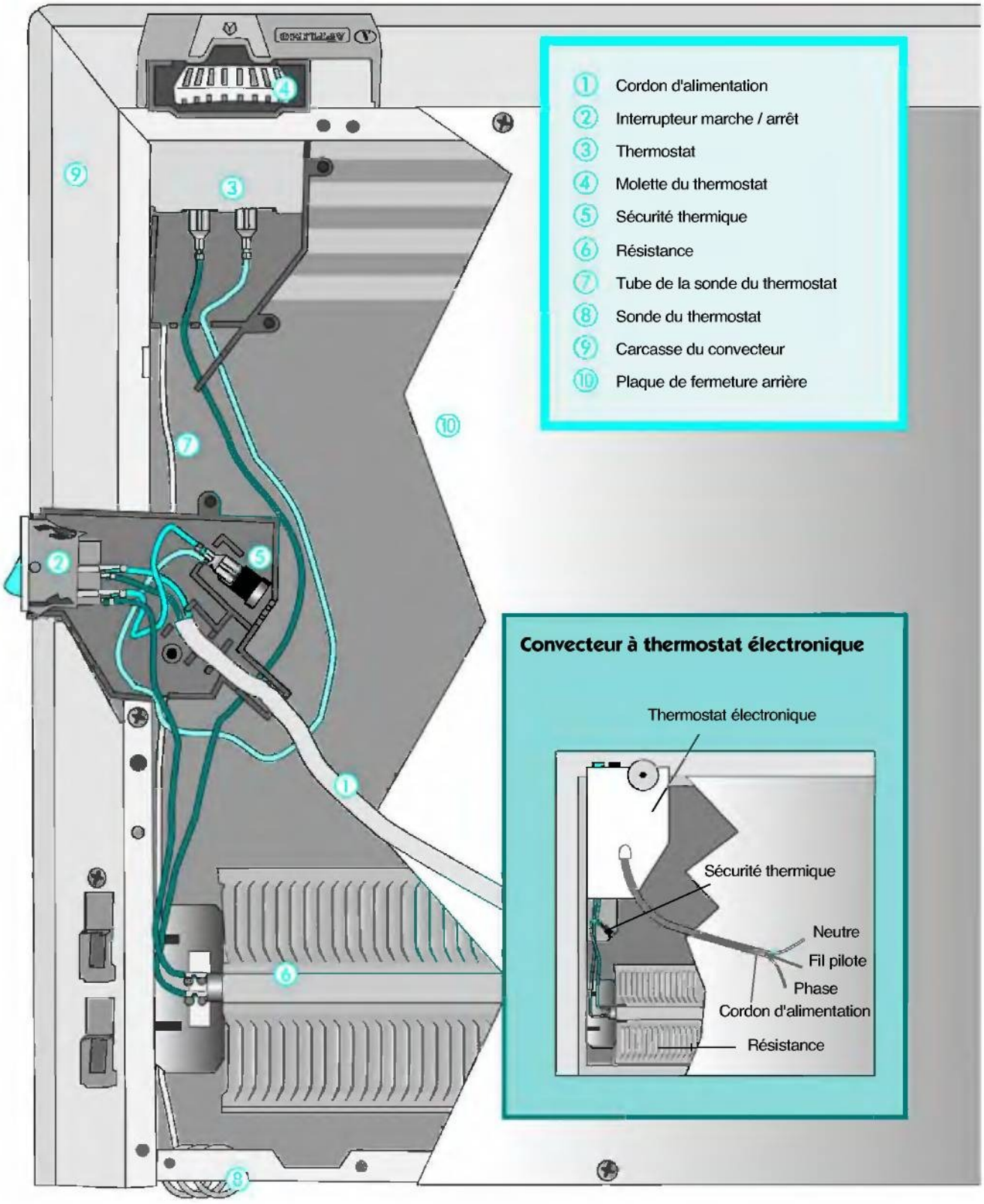


Figure 496 : Constitution d'un convecteur

Les appareils à infrarouge sont équipés d'une ou de deux résistances électriques placées dans un tube à quartz qui émet des rayons infrarouges. La chaleur produite par la résistance est dirigée par un réflecteur métallique. Ces appareils sont équipés seulement d'un interrupteur simple ou à plusieurs positions.

Les pannes des appareils de chauffage et leurs remèdes

Comme tout appareil électrique, les chauffages peuvent provoquer des courts-circuits, présenter des défauts d'isolement ou simplement ne plus fonctionner.

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. 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 », p. 610.

Si la tension est correcte, déconnectez l'appareil, puis démontez la carcasse (figure 497). 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 être munis également d'interrupteurs à trois connecteurs. Le troisième connecteur ne sert pas pour un voyant mais comme va-et-vient.

Si l'interrupteur fonctionne correctement, vérifiez la résistance. À l'aide 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 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. À l'aide d'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 provo-

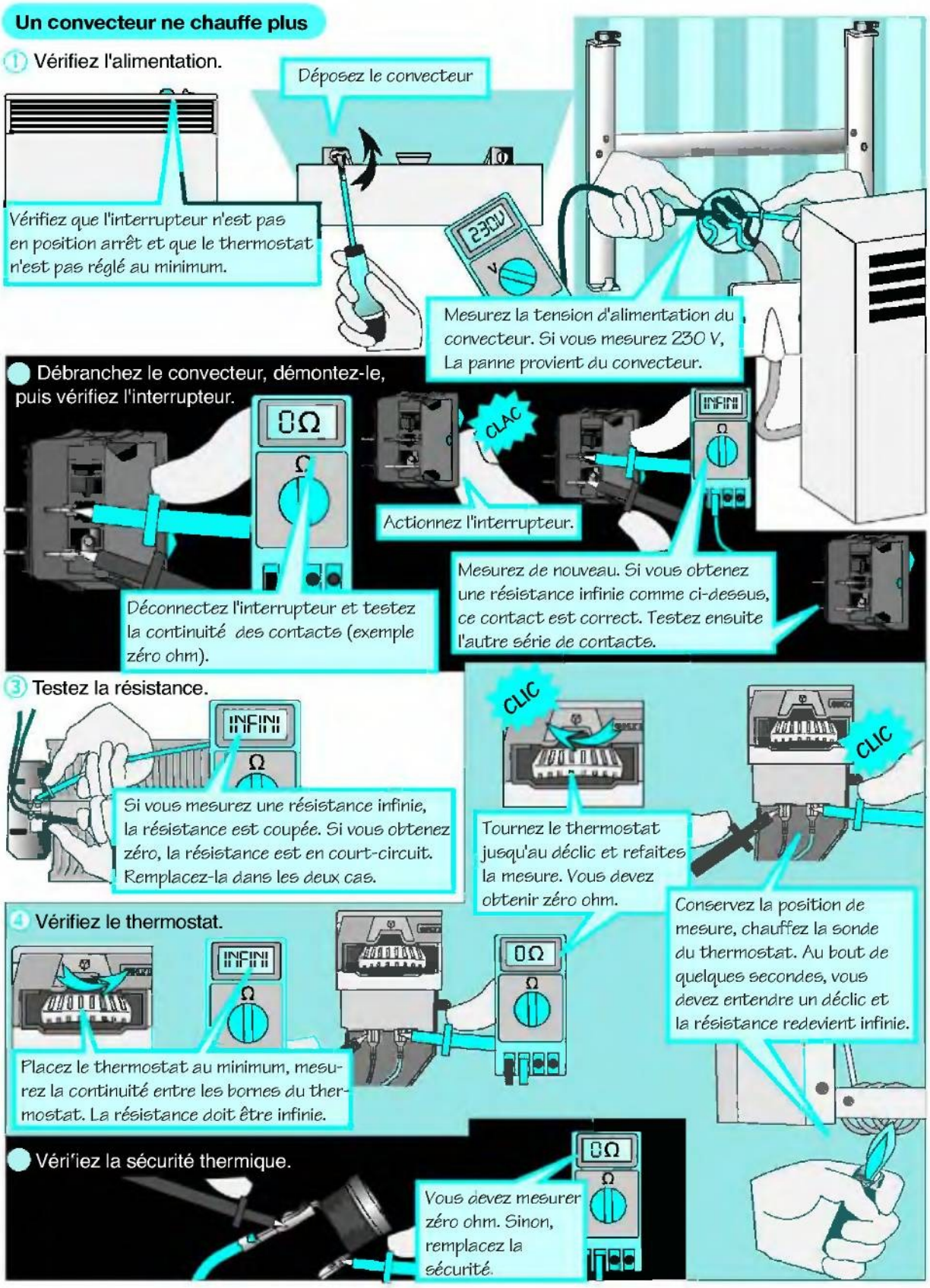


Figure 497 : Dépannage d'un convecteur

quer 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 : le convecteur chauffe de nouveau, cela indique que le convecteur était programmé en mode réduit ou hors gel par le fil pilote ; 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 fonctionnement 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 498).

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.

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 ;
— lors de l'installation de rideaux ou de voilages, prévoyez un espace minimal de 10 cm au-dessus de la grille du convecteur ;
— dépoussiérez régulièrement les grilles haute et basse des convecteurs au moyen d'un aspirateur afin de faciliter la circulation de l'air.

La recherche d'une panne sur un circuit de chauffage

Une recherche s'impose en cas d'absence d'alimentation dans la boîte de connexion. Cette absence peut être due aux

Le radiateur à bain d'huile

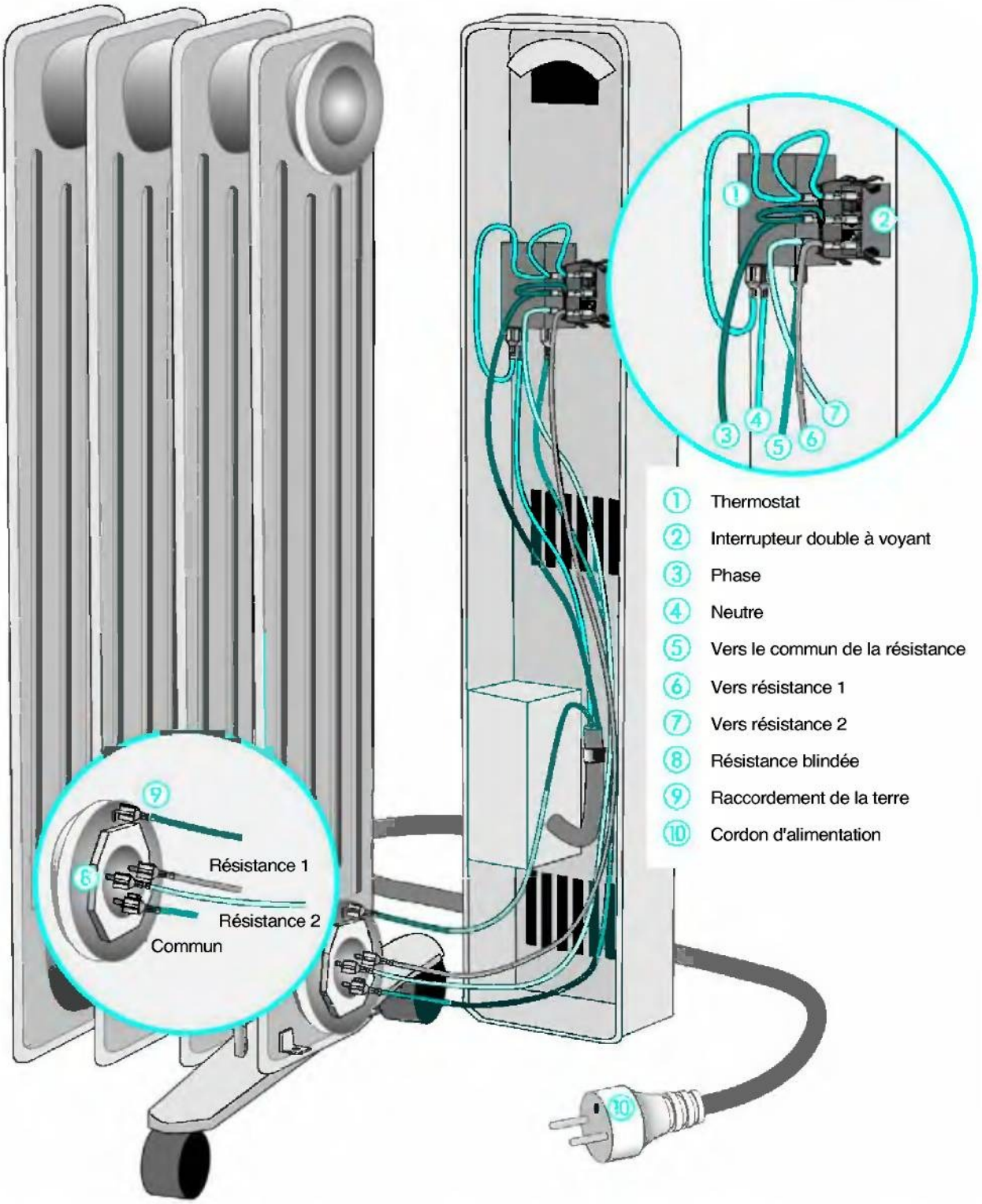


Figure 498 : Le radiateur à bain d'huile

dispositifs de protection, à une mauvaise connexion ou à la régulation.

Les appareils de chauffage alimentés en direct

Le premier point à vérifier est l'état du dispositif de protection. S'il est correct, vérifiez les raccordements dans les boîtes de connexion des autres appareils de la même pièce : il se peut qu'une seule ligne ait été tirée pour alimenter plusieurs appareils. Assurez-vous également que l'installation électrique ne comporte pas de délesteur.

Si tel n'est pas le cas, il est normal que, parfois, les appareils de chauffage ne fonctionnent pas, même si la température ambiante l'exige.
Généralement, le délesteur transmet les ordres de coupure à la bobine d'un contacteur. Vérifiez éventuellement le bon fonctionnement de ce contacteur.

Pour les appareils à thermostat électronique et à fil pilote, le délesteur transmet ses ordres directement par le fil pilote. C'est pourquoi il est utile de débrancher en premier lieu ce fil pour vérifier le fonctionnement d'un convecteur de ce type (voir les paragraphes précédents). Attention ! Ce fil peut être sous tension (230 V).

Les appareils de chauffage régulés

Les appareils de chauffage peuvent être asservis à un programmateur ou à une régulation centralisée. La programmation contrôle les convecteurs ou autres appareils par l'intermédiaire de contacteurs ou d'un fil pilote. Certaines régulations permettent de piloter distinctement plusieurs zones de l'habitation.
Dans le cas d'un chauffage régulé, la recherche de la panne est plus délicate, car il faut s'assurer du bon fonctionnement du programmateur et des contacteurs de commande.

Les luminaires

Les luminaires sont tous les dispositifs qui permettent de raccorder les 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 présente ses spécificités que nous allons présenter dans les paragraphes qui suivent.
Un luminaire se compose d'une structure, de conducteurs et d'un système de douille pour l'adaptation d'une ampoule. L'ampoule de certains luminaires n'est pas alimentée en 230 V ; d'autres dispositifs sont alors nécessaires.
Dorénavant, la norme exige que tous les luminaires fixes soient raccordés par l'intermédiaire d'une boîte de connexion DCL et que toutes les lignes d'éclairage soient équipées d'un conducteur de terre.
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

La constitution de ces suspensions

On distingue deux types de suspension moderne, en fonction du poids de la verrerie (figure 499). Les plus simples,

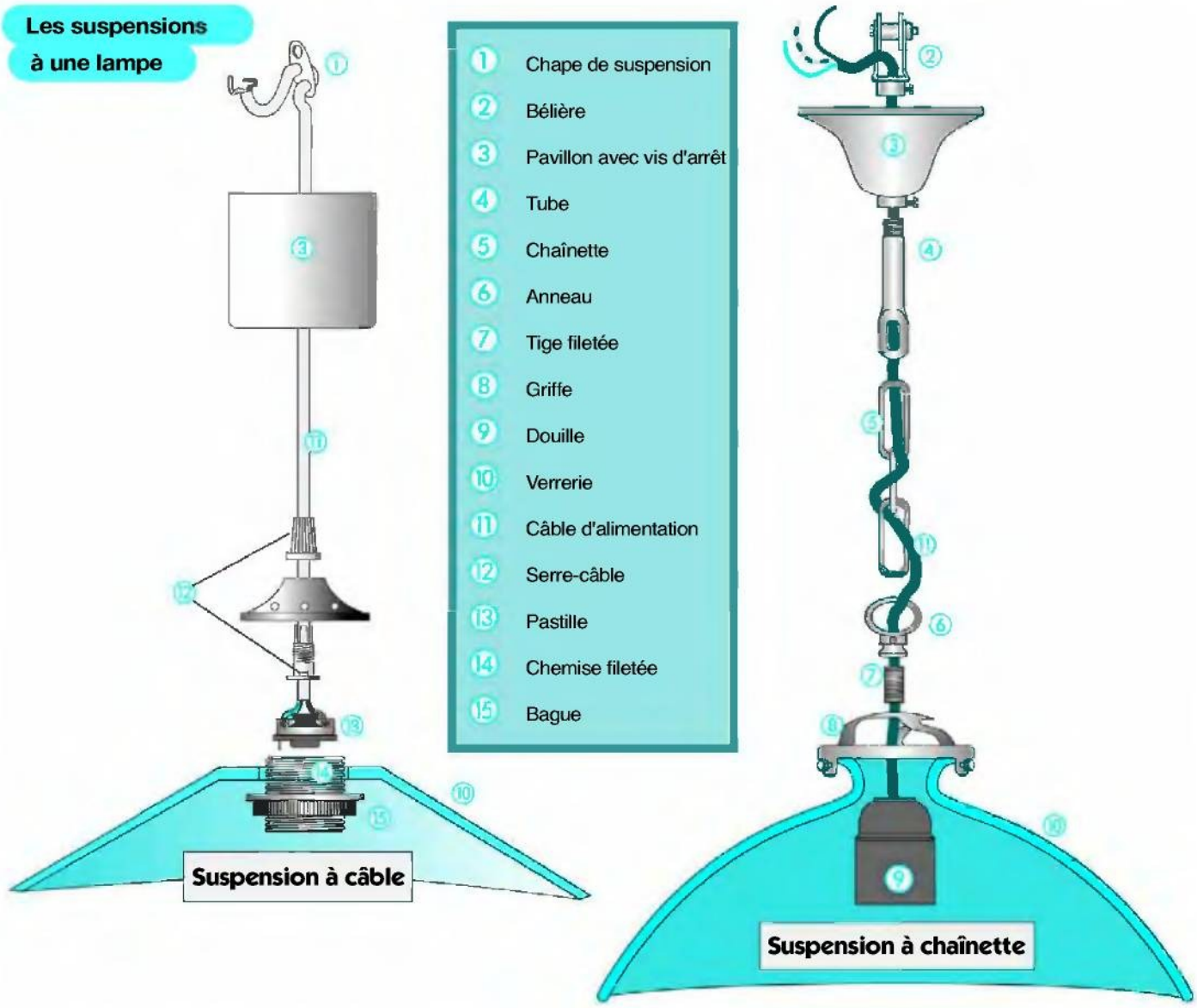


Figure 499 : Les suspensions à une lampe

pour des verreries légères, comprennent une douille et un câble. Celui-ci est relié au crochet du plafond par le biais d'une chape de suspension. Le raccordement est masqué par un pavillon en plastique. La douille est équipée d'un serre-câble dont la fonction est d'empêcher le coulissement et l'arrachement du câble. La verrerie est fixée 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 importantes, 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, une chaînette et un anneau cranté. La fixation de la verrerie est assurée par la bague de la douille ou par une griffe.

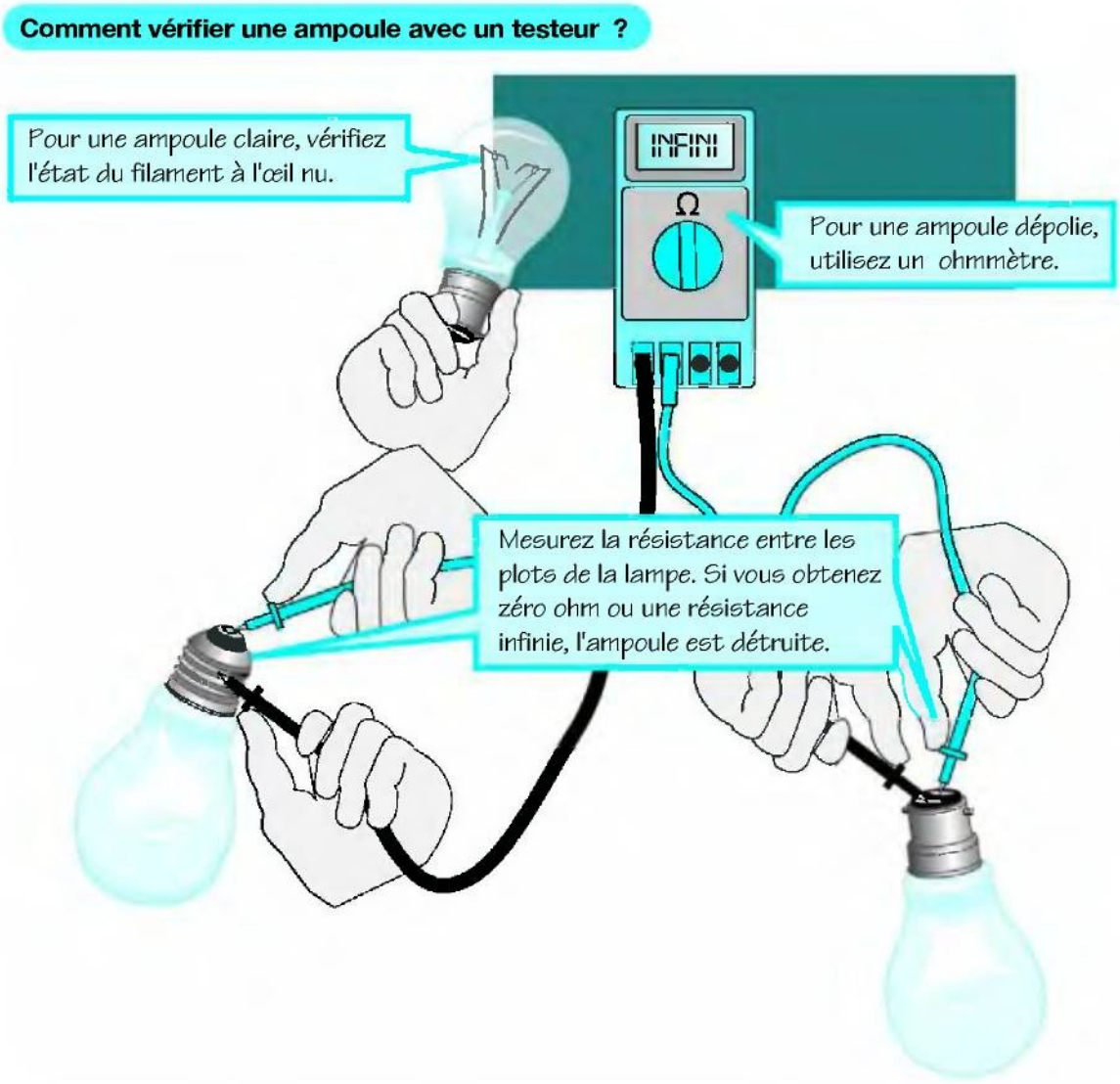


Figure 500 : Test d'une ampoule

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 500). Pour certaines ampoules opaques, il est difficile de juger de l'état de leur 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.

Si l'ampoule est hors de cause, passez à la vérification de l'alimentation du luminaire.

La panne la plus fréquente sur ces appareils provient du raccordement au niveau de la douille (figure 501). 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

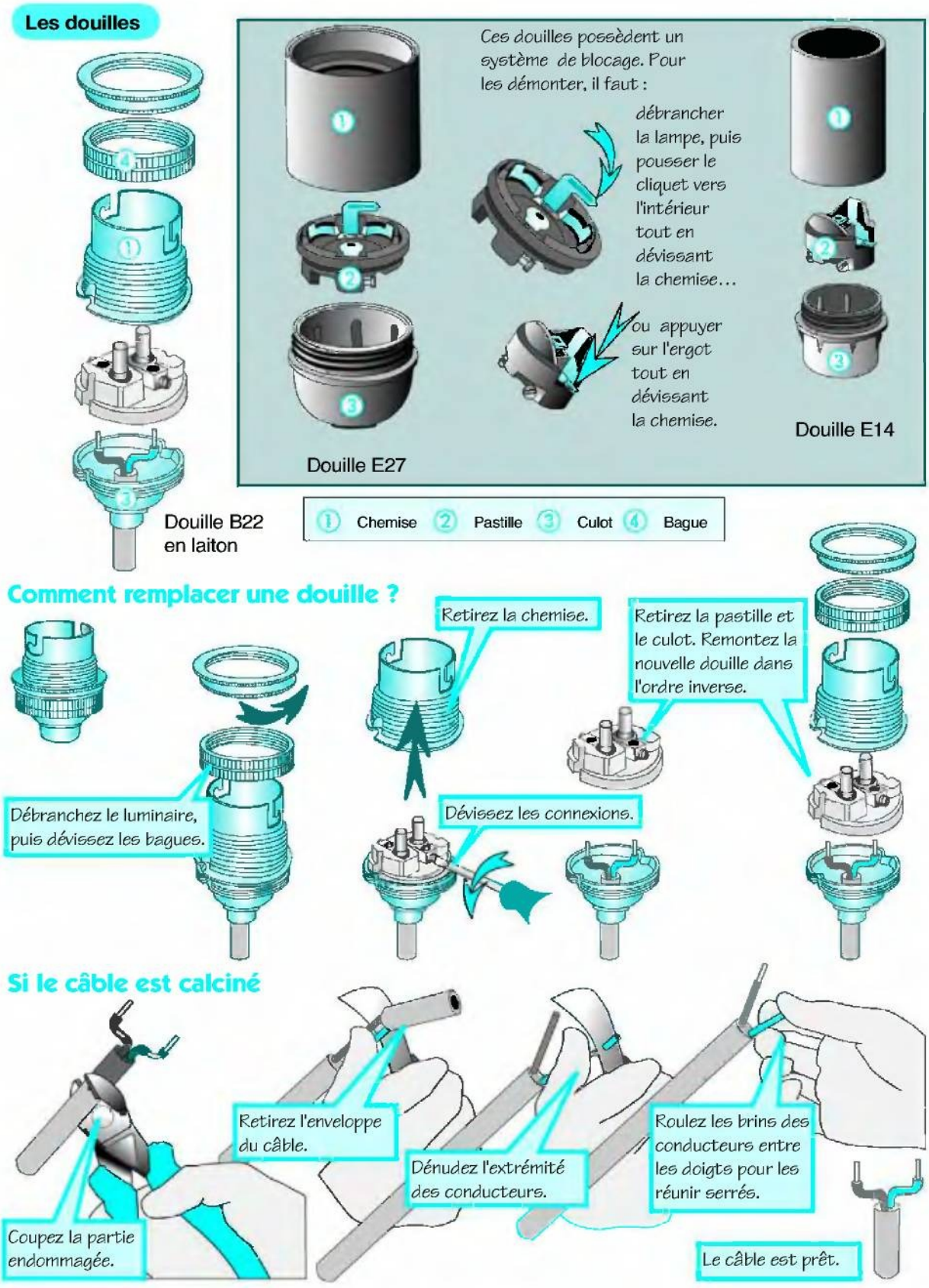


Figure 501 : Réparation d'une suspension à une lampe

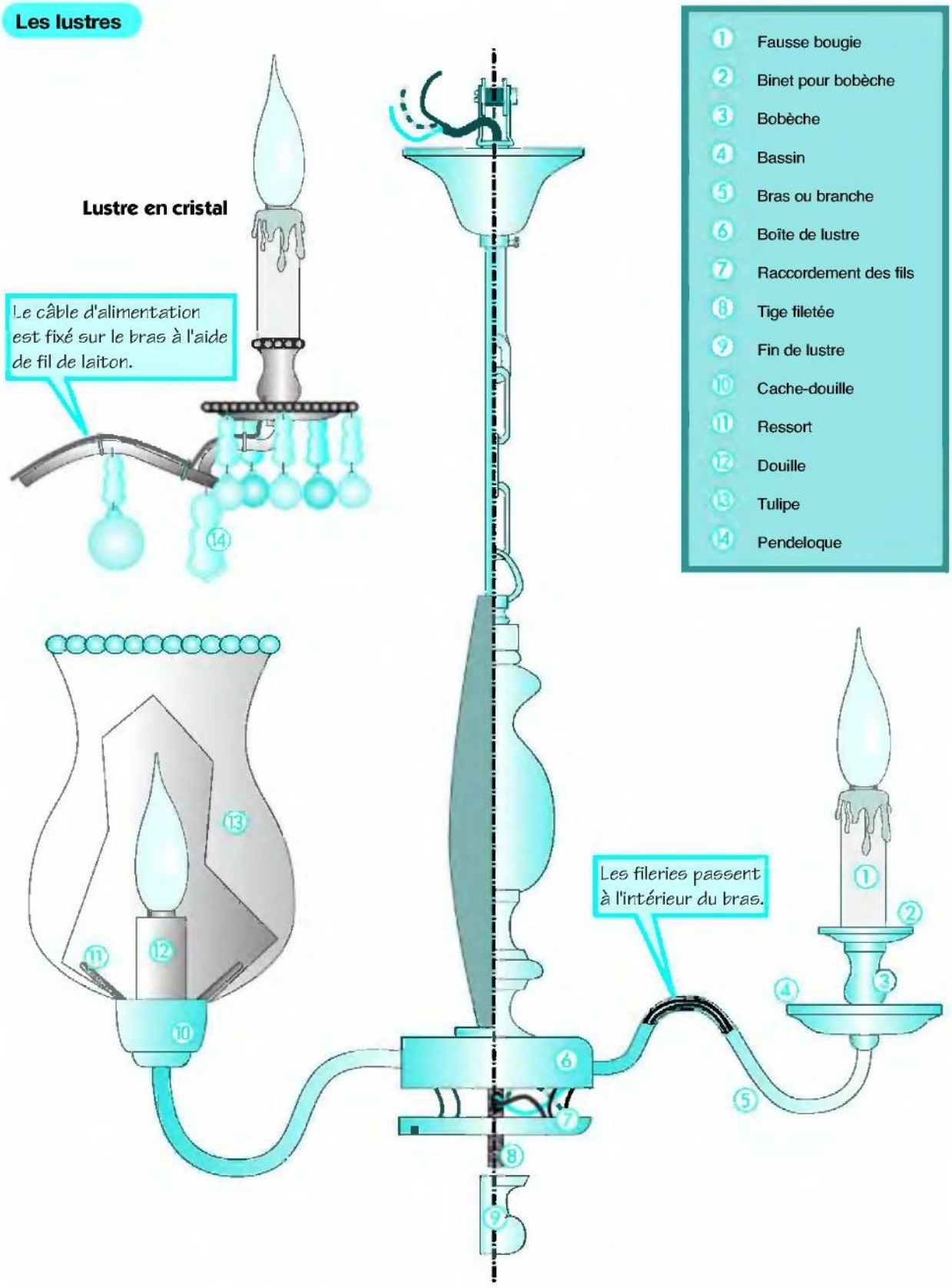


Figure 502 : Les lustres

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.

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 lorsque l'on dévisse l'ampoule. Il faut donc tordre ou enfoncer le cliquet avant de dévisser la chemise de la douille.
Ces douilles existent aussi pour des ampoules à baïonnette. Dans ce cas, elles ne comportent pas de cliquet.

Après le démontage de la douille, 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.

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 forte). 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.

Les lustres

La constitution des lustres

Cette catégorie de luminaire regroupe les suspensions à plusieurs lampes de tous styles (figure 502). 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 se reprennent 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 à l'aide de fils en laiton.
Les supports des lampes peuvent adopter tous les styles et formes imaginables : fausses bougies, verreries, etc.

Les pannes des lustres et leurs remèdes

Si plus aucune ampoule ne fonctionne, vérifiez en premier lieu que l'alimentation est correcte. Si tel est le cas, déposez le lustre, puis vérifiez les fileries, notamment le câble d'alimentation.
Dans le cas où seule une ampoule ne fonctionne plus, vérifiez l'état de celle-ci ainsi que l'état de la douille. Si ces vérifications sont infructueuses, vérifiez que le câble reliant la douille au câble d'alimentation général n'est pas coupé.
Pour les luminaires anciens dont les lampes sont montées sur de fausses bougies, il est souvent nécessaire de remplacer le

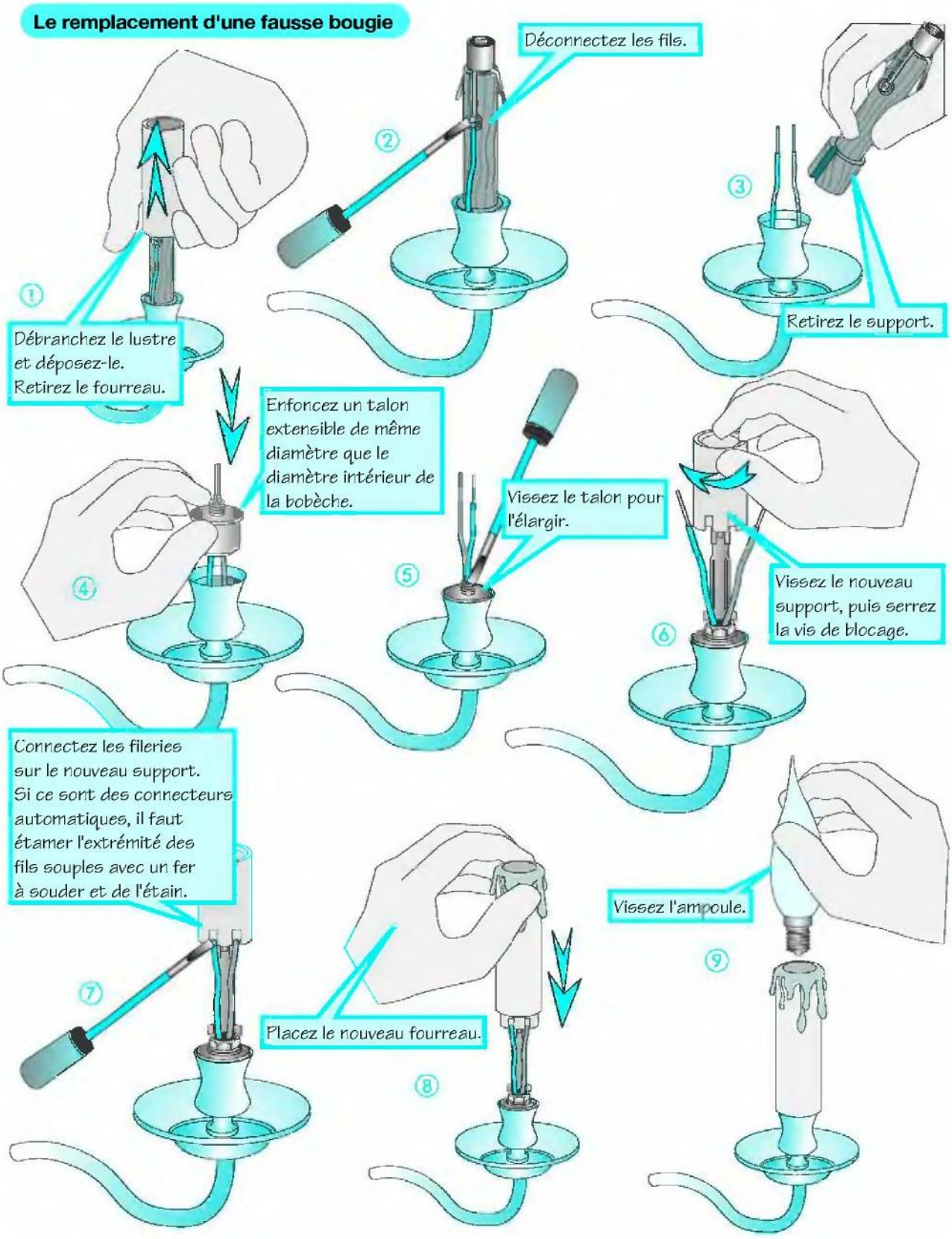


Figure 503 : Le remplacement d'une fausse bougie

support avec douille ainsi que le fourreau de la bougie (figure 503).

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 x 1. Dans les magasins spécialisés, vous trouverez des adaptateurs permettant de passer d'un pas à un autre (figure 504).

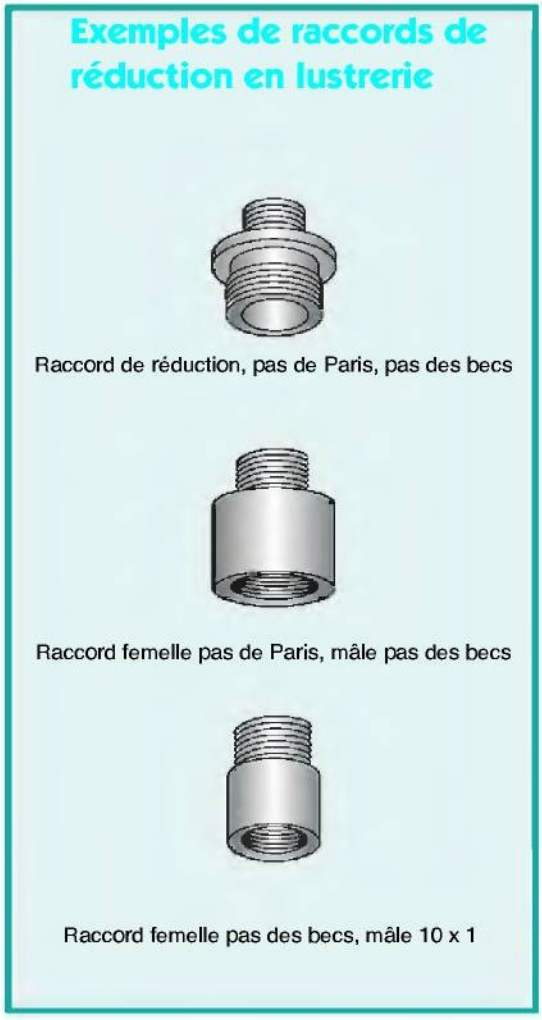


Figure 504 :
Les adaptateurs pour pas de vis

En cas de court-circuit ou de défaut d'isolement sur un lustre, outre les douilles, il est nécessaire de vérifier toute la filerie du luminaire. Une filerie ancienne dont l'isolant est endommagé et cassant devra être intégralement remplacée. Cette opération s'avère délicate lorsque les conducteurs électriques passent dans la structure du lustre. Deux méthodes sont possibles (figure 505) :

— 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.

Une fois le câble passé, réalisez les connexions. Pour l'équipement interne, on utilise généralement des câbles de type méplat de faible section (2 x 0,40 mm² à 2 x 0,75 mm²). Le câble d'alimentation général 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 général. Connectez-le sur une partie métallique du luminaire par l'intermédiaire d'une vis ou d'une cosse à sertir.

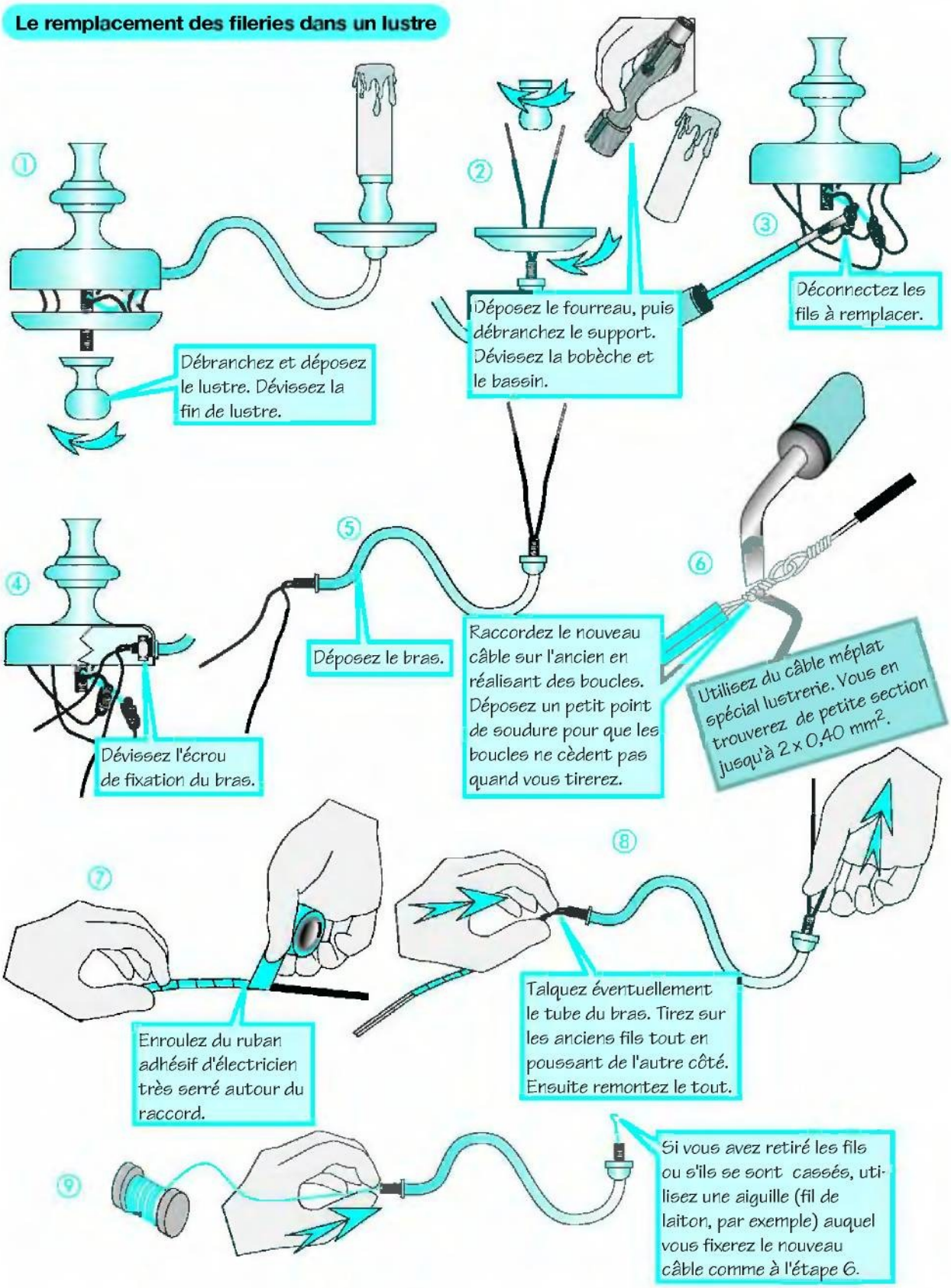


Figure 505 : Remplacement des fileries d'un lustre

Les lampes à poser

La constitution des lampes à poser

L'équipement électrique d'une lampe à poser (figure 506) est 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 (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 pannes des lampes à poser et leur remède

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. Auquel 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 507).

Le montage d'une lampe

Il est possible de monter soi-même une lampe grâce à plusieurs systèmes présentés ci-après (figure 508).

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 adhère au goulot de la bouteille.

Pour équiper un vase, utilisez un bilame, qui s'écarte dans la partie évasée du récipient et sur lequel se fixent le dessus du vase et la douille.

Pour un vase percé, utilisez la même technique que celle présentée à la figure 506. 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 employer un passe-fil. La douille doit être équipée d'un système d'arrêt de traction.

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

La constitution des lampadaires halogènes

L'équipement électrique d'un lampadaire halogène comprend un cordon d'alimentation sur lequel sont placés un variateur de lumière et une douille spéciale en céramique (figure 509). La lampe est protégée par un écran de sécurité composé d'une grille ou d'une plaque en verre borro-silicate pour parer à toute

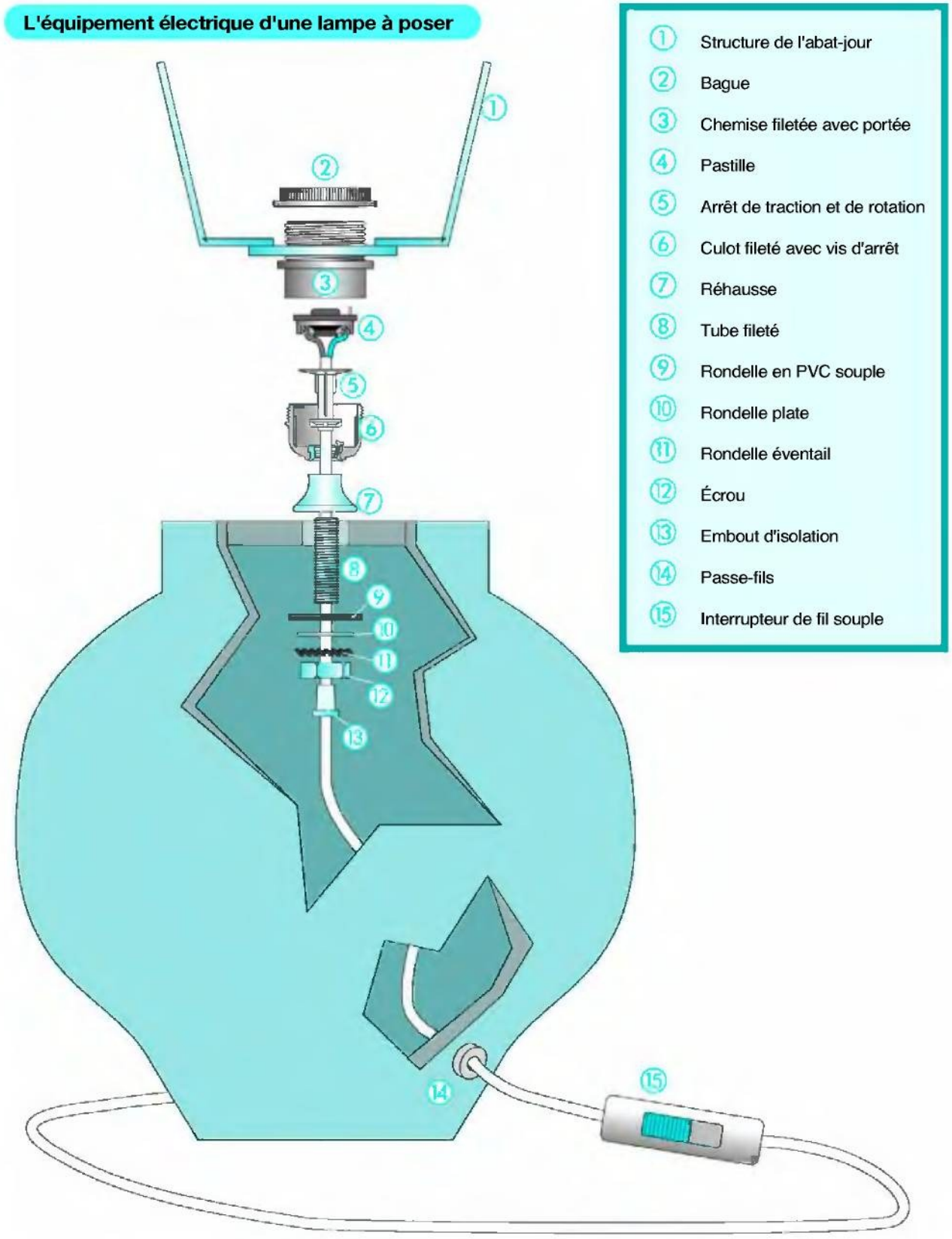
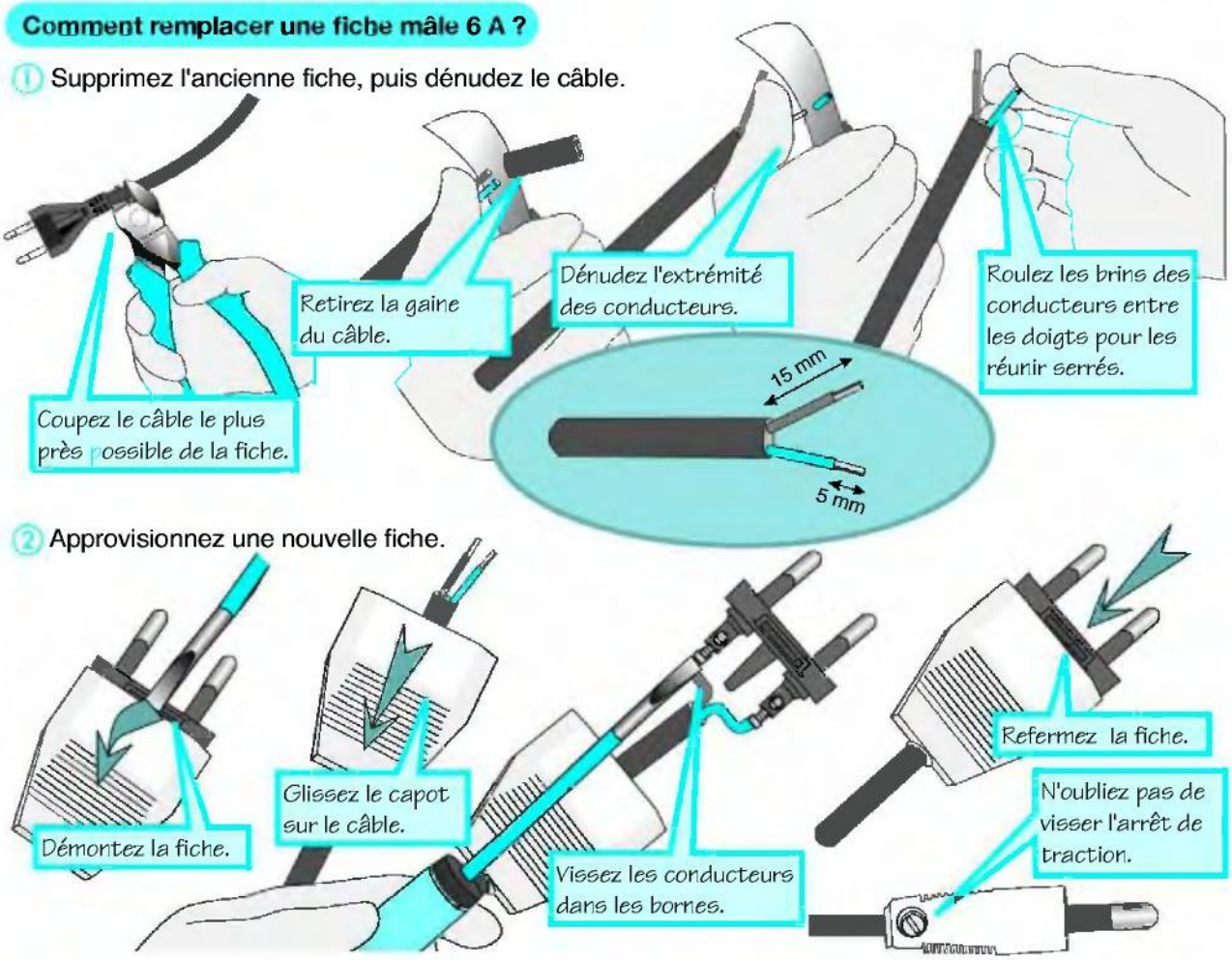


Figure 506 : Les lampes à poser

Comment remplacer une fiche mâle 6 A ?

① Supprimez l'ancienne fiche, puis dénudez le câble.

② Approvisionnez 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 Approvisionnez un nouvel interrupteur.

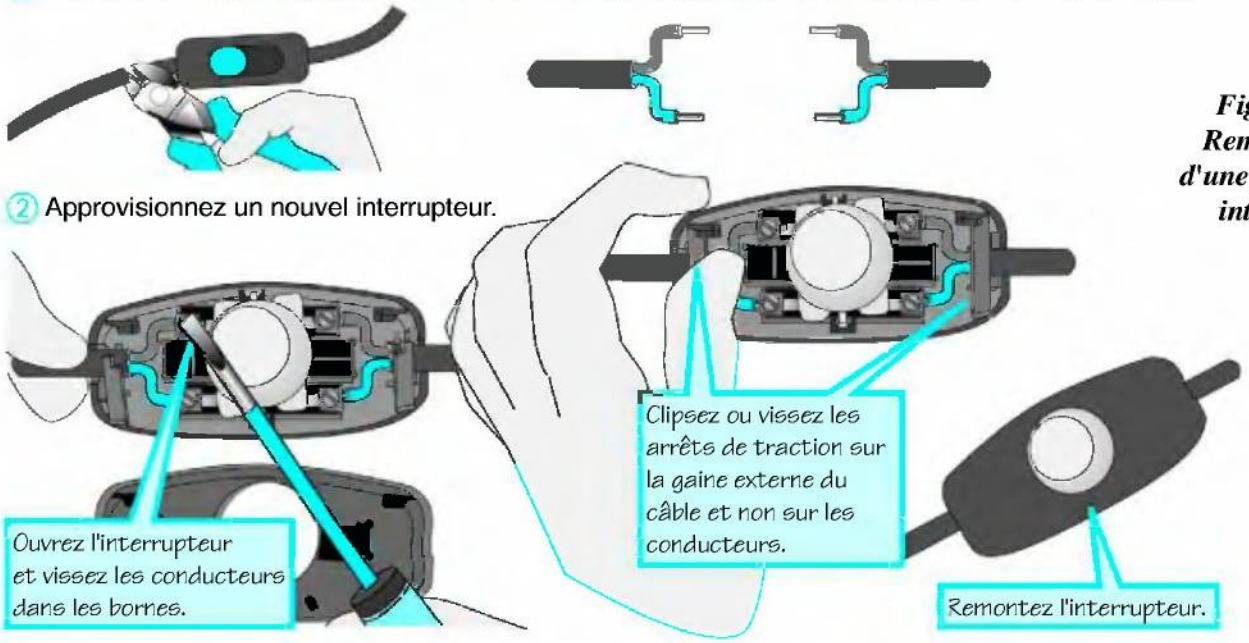


Figure 507 : Remplacement d'une fiche et d'un interrupteur

Quelques exemples de montage de lampes

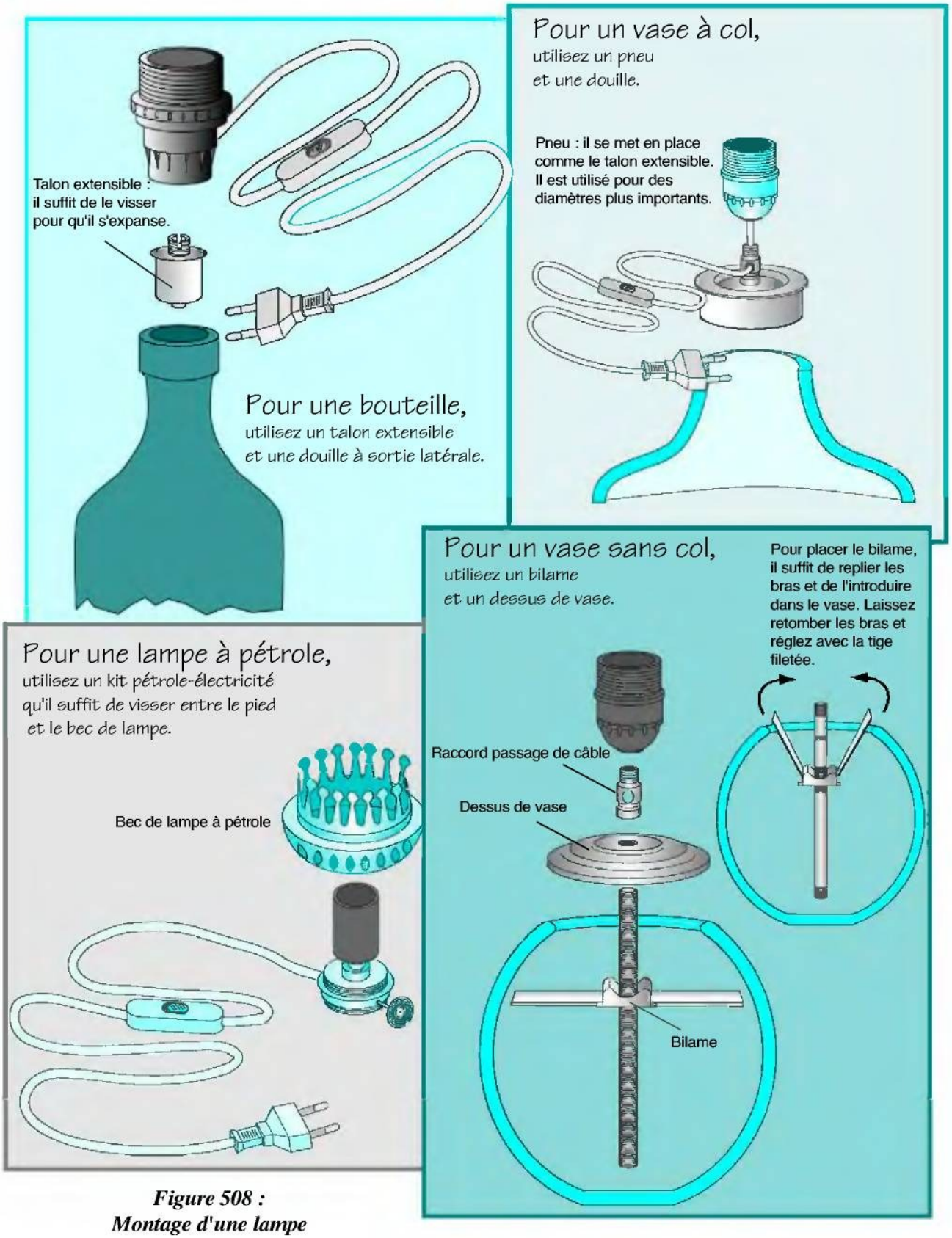
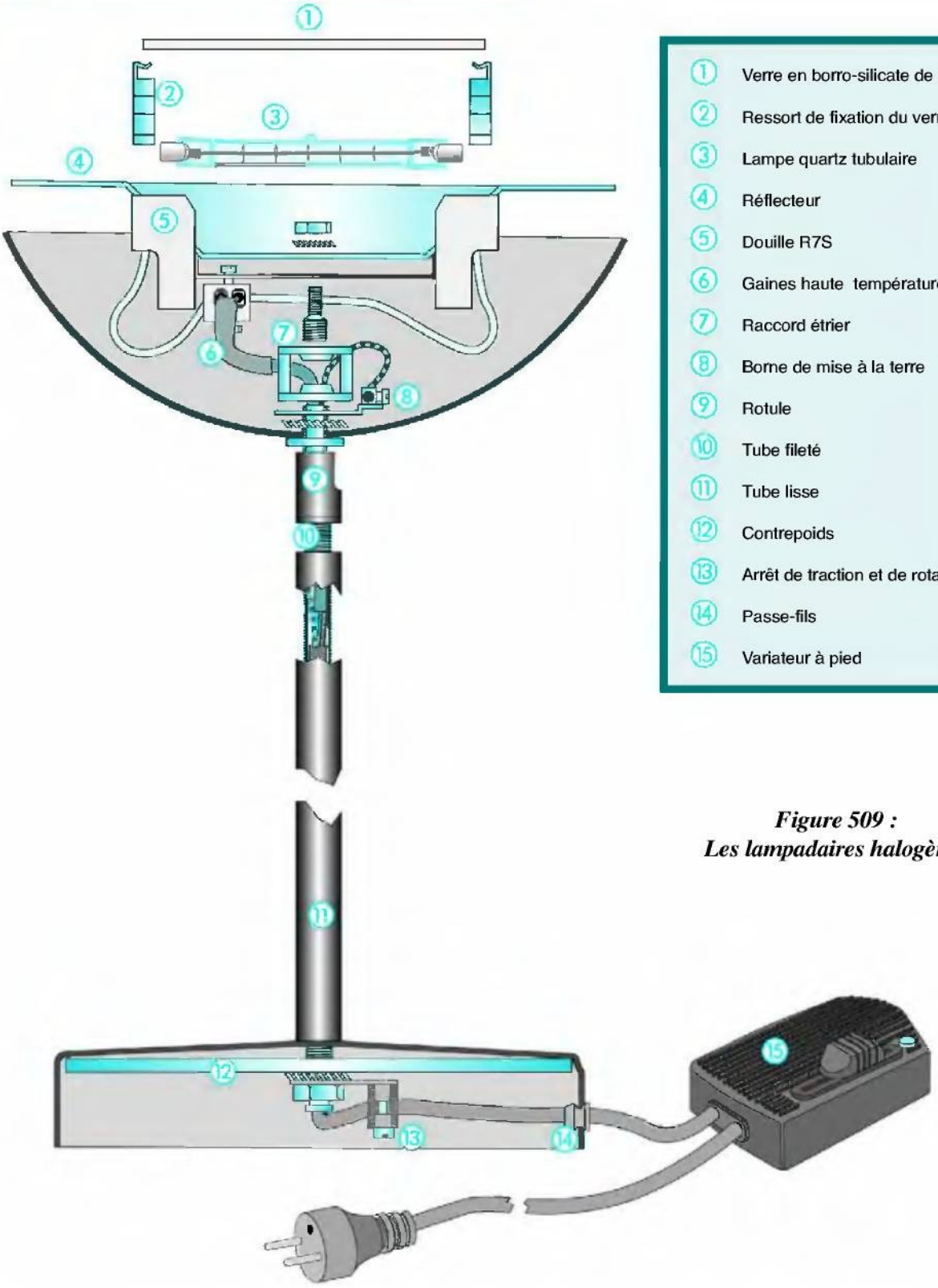


Figure 508 :
Montage d'une lampe

L'équipement électrique d'un lampadaire halogène



1. Verre en borro-silicate de protection
2. Ressort de fixation du verre
3. Lampe quartz tubulaire
4. Réflecteur
5. Douille R7S
6. Gaines haute température
7. Raccord étrier
8. Borne de mise à la terre
9. Rotule
10. Tube fileté
11. Tube lisse
12. Contrepoids
13. Arrêt de traction et de rotation
14. Passe-fils
15. Variateur à pied

Figure 509 :
Les lampadaires halogènes

explosion éventuelle de la lampe. Sous la lampe est placé un réflecteur en aluminium destiné à diriger le flux lumineux. Les ampoules halogènes dégagent énormément de chaleur, c'est pourquoi les fils issus du câble d'alimentation sont surgaînés avec des manchons isolants haute température en fibre de verre siliconé. Les lampadaires halogènes doivent obligatoirement posséder une prise de terre.

Les pannes des lampadaires halogènes et leurs remèdes

Le lampadaire 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.

Attention ! Il ne faut pas toucher avec les doigts les tubes halogènes. En effet, une fine pellicule de graisse déposée à sa surface pourrait nuire à l'ampoule. Utilisez par exemple un morceau de papier de soie pour l'extraire de son logement. Pour ce faire (figure 510), 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 à l'aide d'un ohmmètre. Vérifiez les contacts situés aux extrémités de l'ampoule : ils doivent être propres et brillants. Dans le cas contraire, 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 l'ampoule est grillée, remplacez-la par une ampoule de même puissance ou de puissance inférieure, mais jamais supé-

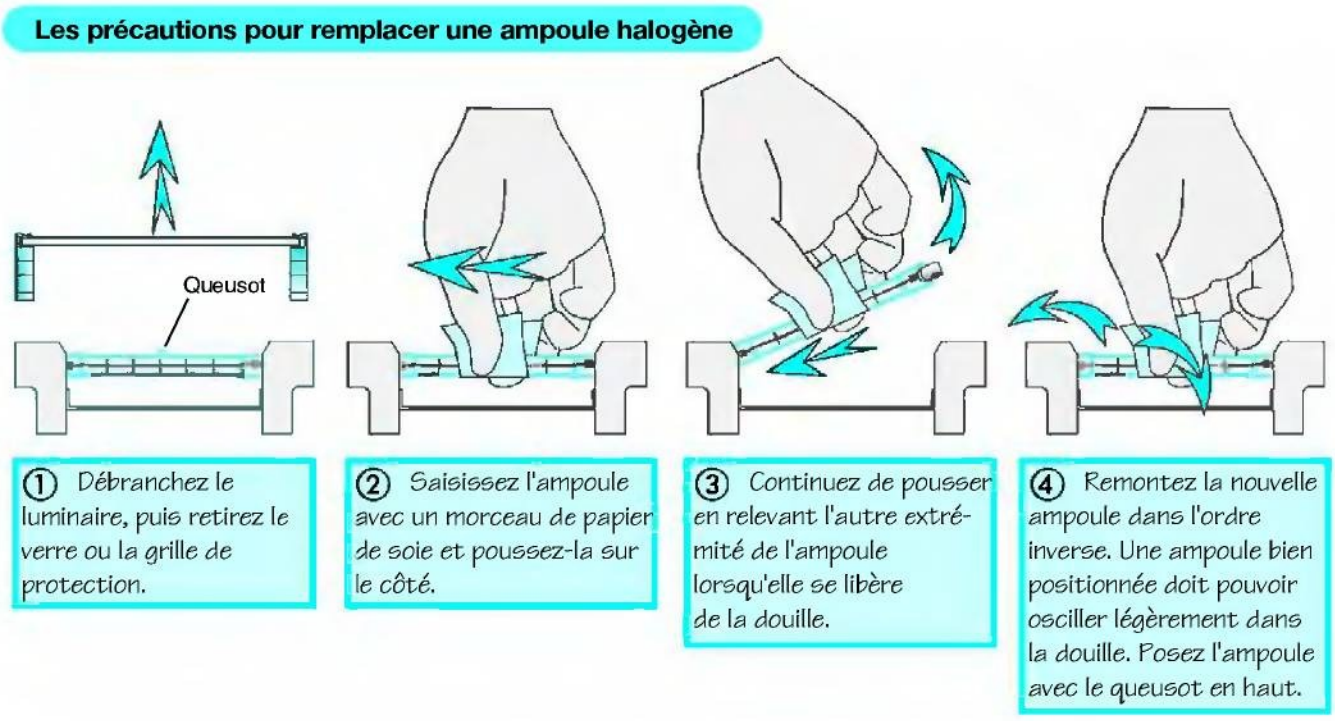


Figure 510 : Mise en place d'une ampoule halogène

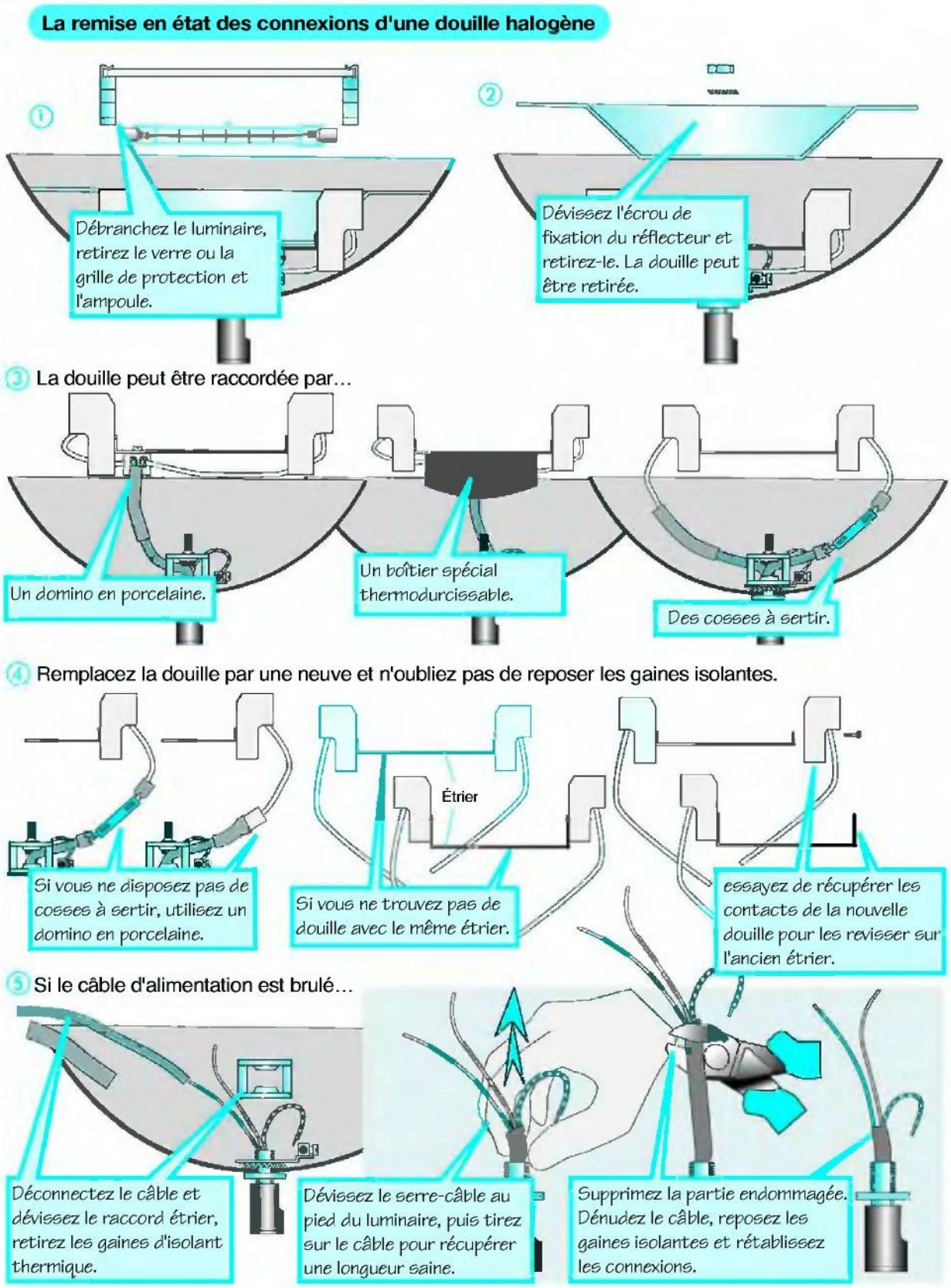


Figure 511 : Remise en état des connexions d'une douille halogène

rieure. La puissance est indiquée sur les embouts en céramique.

Dans l'hypothèse où l'ampoule est correcte, remettez-la en place. Pour ce faire, procédez dans l'ordre inverse de la dépose. La petite bulle de verre située sur le tube, appelée queusot, doit toujours être située vers le haut. 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 et 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, 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, à l'aide 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 phase.

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, portez vos recherches au niveau du raccordement de la douille. Démontez la douille et le réflecteur, puis contrôlez les raccordements. Si les fils du câble d'alimentation sont brûlés, restaurez-les. Pour ce faire (figure 511), tirez sur le câble pour gagner de la longueur, puis coupez la partie endommagée. 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. En supposant que la douille soit en mauvais état, c'est-à-dire dont les contacts sont oxydés ou brûlés, profitez-en pour la remplacer. Attention ! Il existe plusieurs modèles de douilles (figure 512) 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 l'hypothèse 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 513), branchez la phase et le neutre sur les deux broches de la fiche. Le fil de terre, de couleur verte et jaune, doit être raccordé sur le plot correspondant à l'alvéole.

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 514). Dans ce cas, vous pouvez essayer de la reconstituer, en prenant soin de nettoyer cons-

Utilisation des douilles R7S pour les tubes halogènes

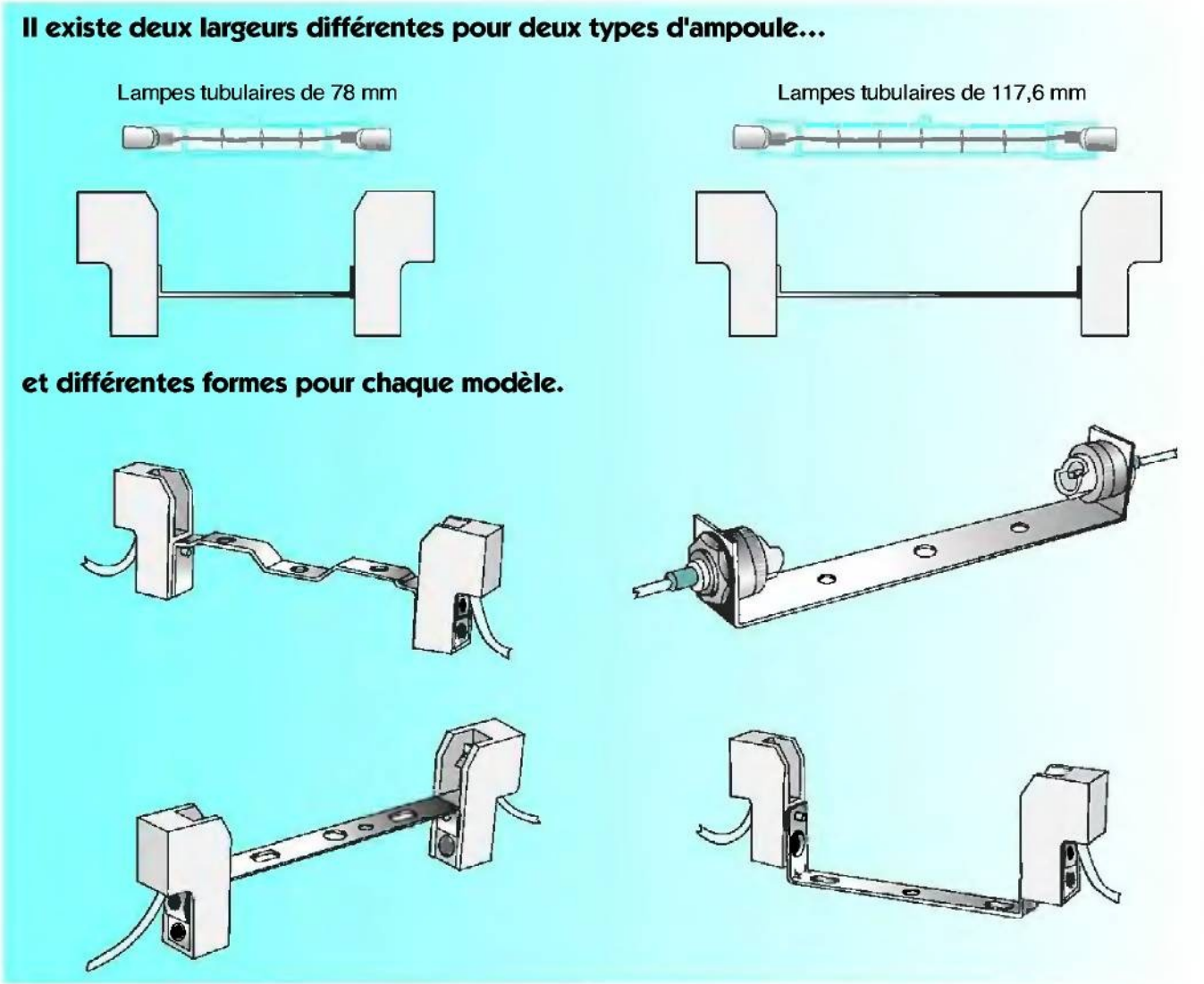


Figure 512 : Les divers types de douilles halogènes

ciencieusement les éléments. Utilisez un fer à souder et du fil d'étain.

Le lampadaire halogène crée un défaut d'isolement ou un court-circuit

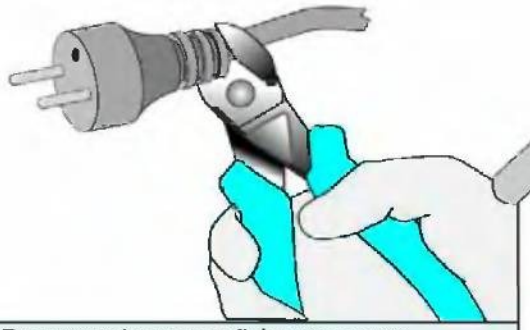
Dans presque tous les cas, ces phénomènes sont dus aux fils qui brûlent au niveau de la douille du lampadaire (voir le paragraphe précédent).

Les luminaires en TBTS (12 V)

La constitution d'un luminaire en TBTS

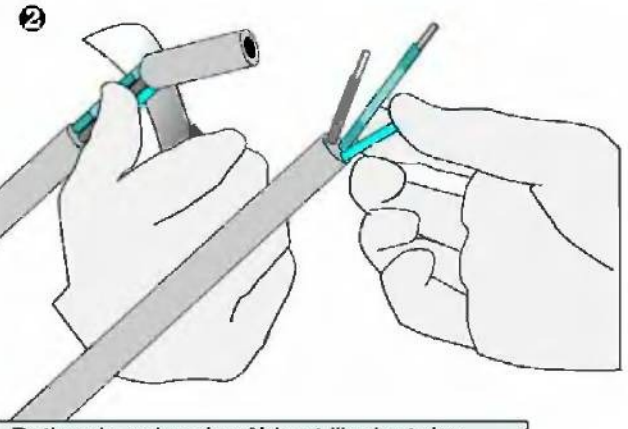
Le circuit électrique des luminaires halogènes en TBTS (Très Basse Tension de Sécurité) se compose d'un cordon d'alimentation muni d'une fiche, d'un transformateur 230/12 V, d'un interrupteur et d'une douille en stéatite, sorte de céramique (figure 515).

❶



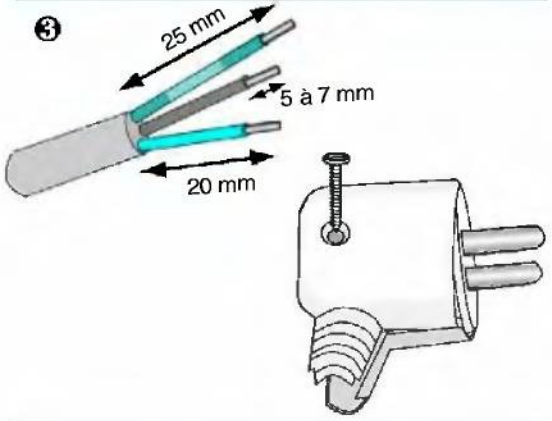
Pour remplacer une fiche avec terre. Si la fiche n'est pas démontable, coupez le câble au plus près de la fiche. Sinon, démontez-la.

❷



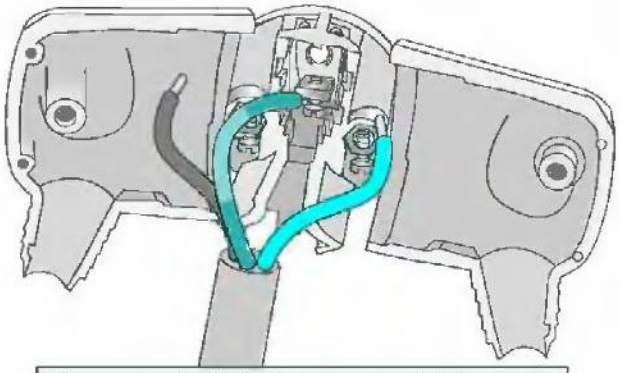
Retirez la gaine du câble et l'isolant des conducteurs. Roulez les brins des conducteurs entre les doigts pour les réunir serrés.

❸



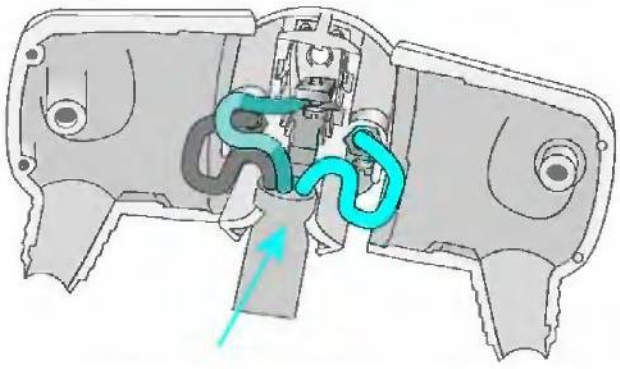
Dénudez le câble en respectant les mesures ci-dessus. Le conducteur de terre (vert et jaune) doit toujours être plus long. Approvisionnez une nouvelle fiche.

❹



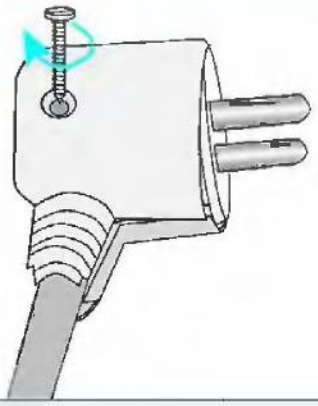
Raccordez le fil de terre sur le plot de connexion correspondant à l'alvéole. La phase et le neutre sont raccordés indépendamment sur les plots des broches.

❺



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.

❻



Remontez la nouvelle fiche.

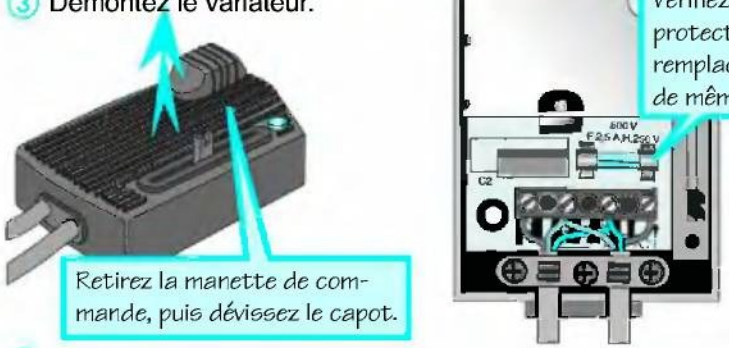
Figure 513 : Raccordement d'une fiche avec terre

La recherche d'une panne sur un lampadaire halogène

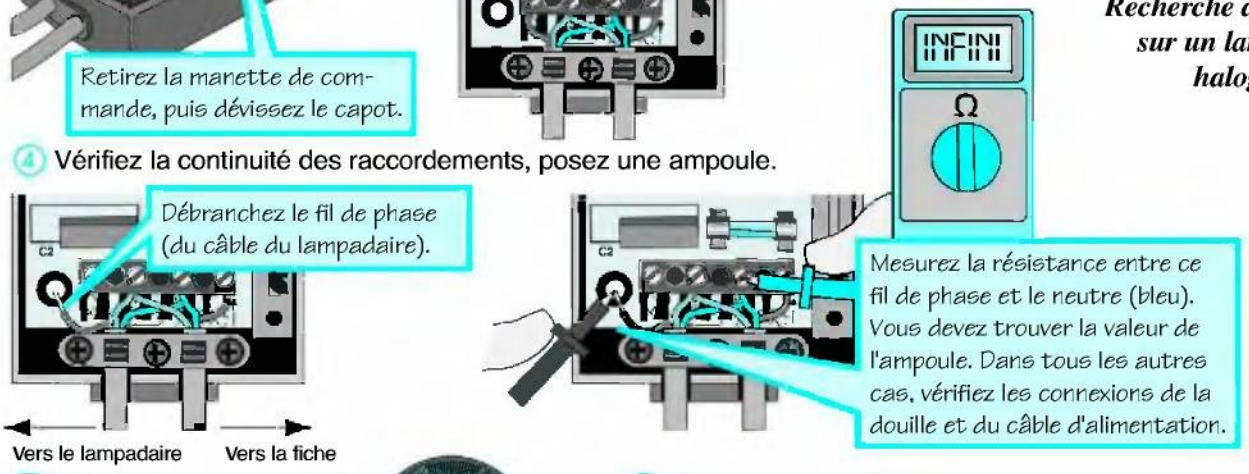
① **Débranchez le luminaire**, vérifiez que la panne ne provient pas de la prise de courant, puis vérifiez l'ampoule.

② Si l'ampoule est correcte, vérifiez l'état de ses plots ainsi que ceux de la douille.

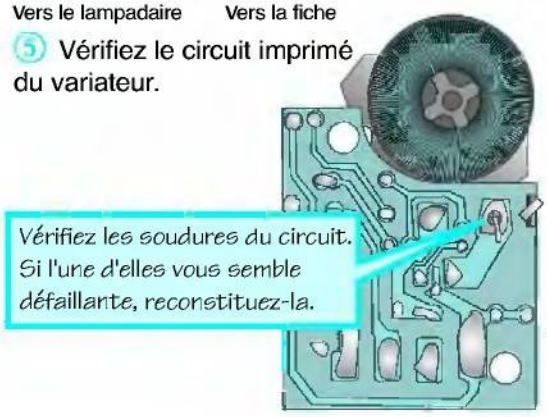
③ Démontez le variateur.



④ Vérifiez la continuité des raccordements, posez 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 correct.
Vérifiez la continuité du câble avec la fiche. Si elle est correcte, remplacez le variateur.

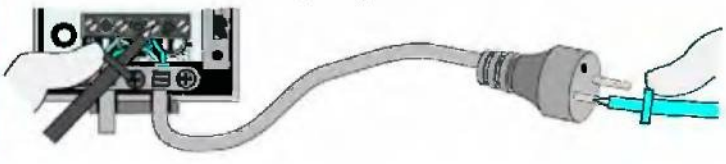


Figure 514 : Recherche d'une panne sur un lampadaire halogène

L'équipement électrique d'une lampe halogène très basse tension (12 V)

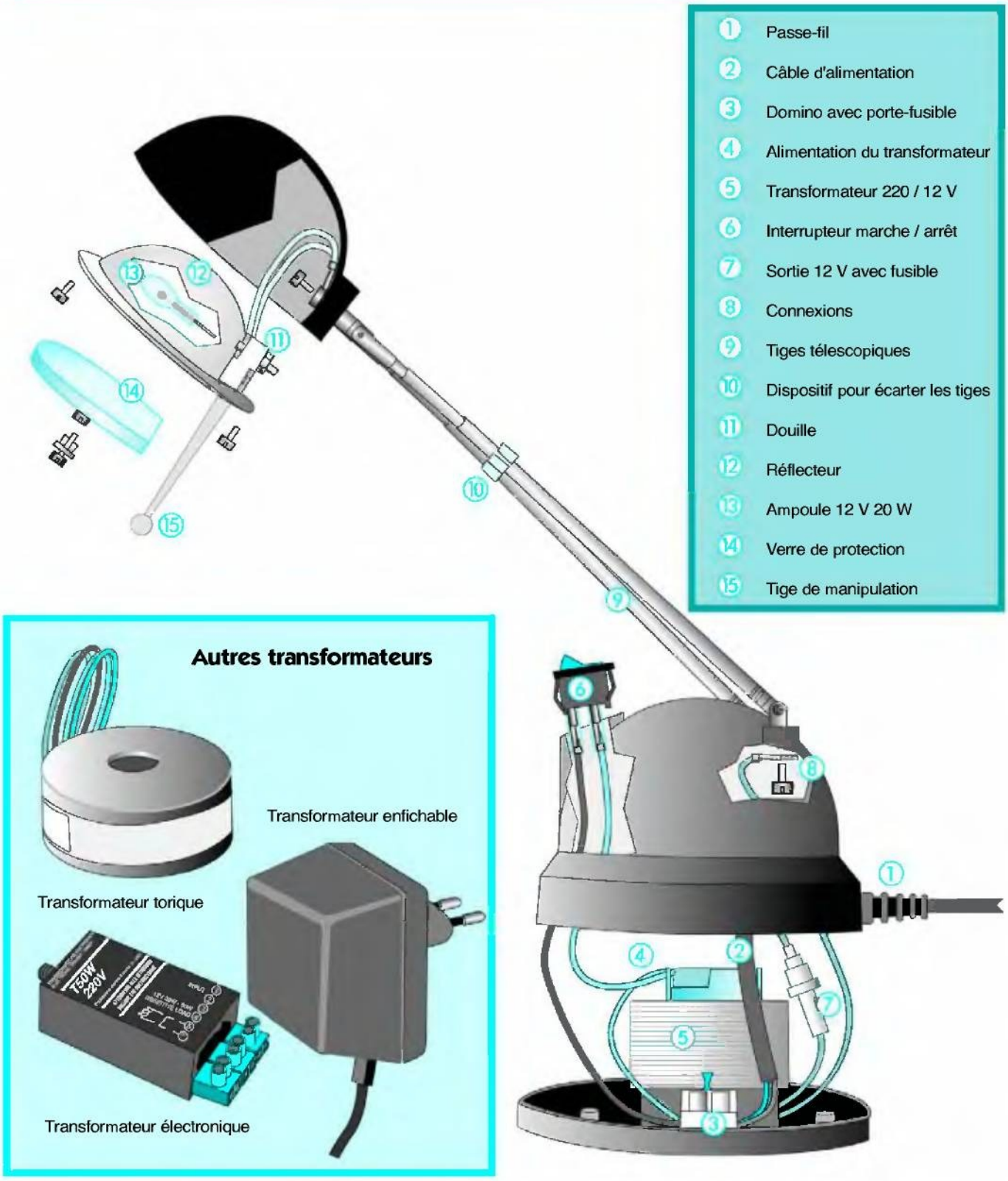


Figure 515 : Les luminaires halogènes en TBTS

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 transformateur. Les modèles et les formes étant très variés pour ce type de luminaires, les constructeurs ont recours à différents types de transformateur : 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 utilisé : ampoules de 20 W, 50 W ou dichroïque.

Les pannes des luminaires en TBTS et leurs remèdes

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'ampoule 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. Généralement, les douilles sont fournies avec des conducteurs prémontés. Reprenez les raccords avec les fileries 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 516). S'il est correct, vérifiez le transformateur, puis, à l'aide 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 fileries d'alimentation de la lampe.

Les luminaires fluorescents

La constitution des luminaires fluorescents

Le circuit électrique d'un luminaire fluorescent (figure 517) comprend un domino pour les fils d'alimentation, 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'antiparasites. Un seul ballast peut alimenter deux tubes fluorescents.

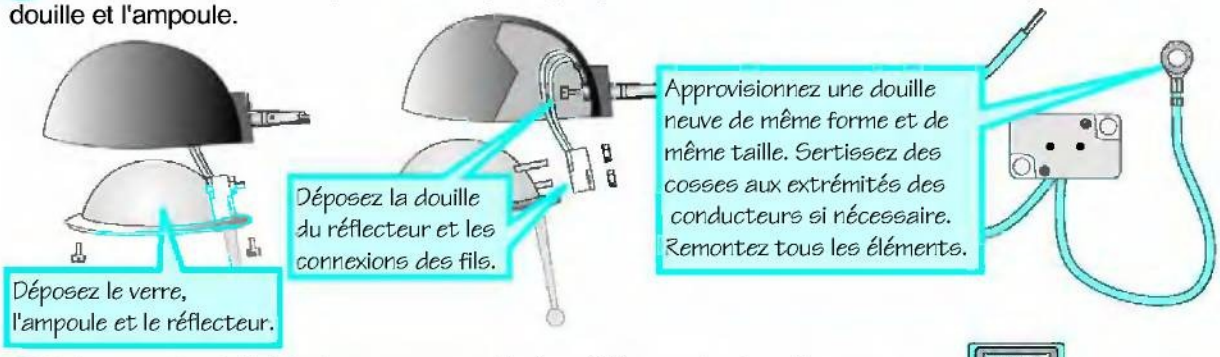
Il existe d'autres systèmes d'alimentation des tubes fluorescents, sans starter ou à allumage électronique.
Les lampes fluorescentes compactes sont équipées uniquement d'une douille spéciale et d'un ballast. Elles intègrent le starter.

Les lampes fluorescentes économiques au format E27 ou B22 sont de plus en

La recherche d'une panne sur une lampe halogène très basse tension

① **Débranchez le luminaire**, vérifiez que la panne ne provient pas de la prise de courant, puis vérifiez l'ampoule.

② Si le luminaire s'éteint régulièrement après quelques minutes de fonctionnement, remplacez la douille et l'ampoule.

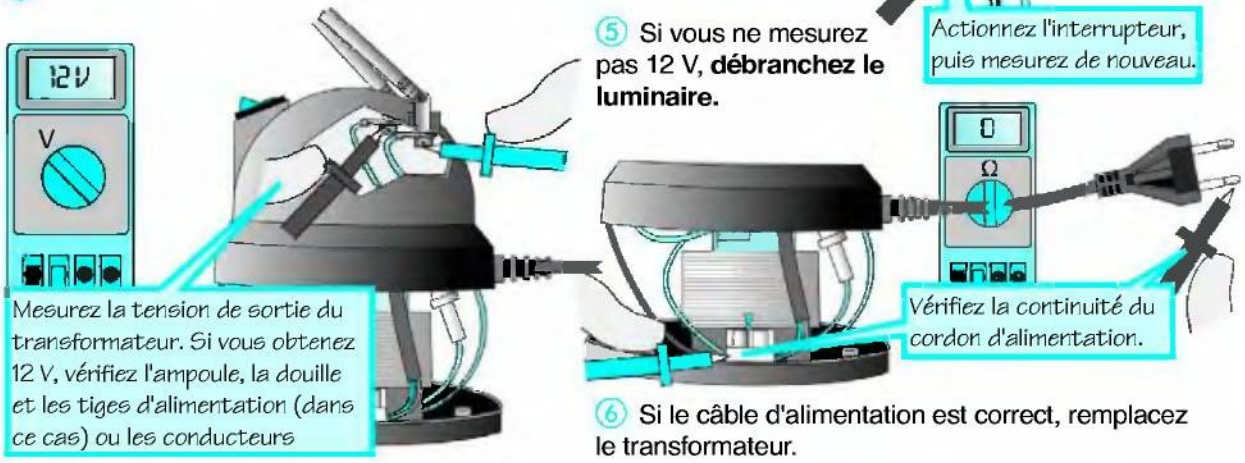


③ Démontez le pied de la lampe.

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.

④ Si toutes ces vérifications sont correctes, branchez le luminaire.

⑤ Si vous ne mesurez pas 12 V, **débranchez le luminaire.**

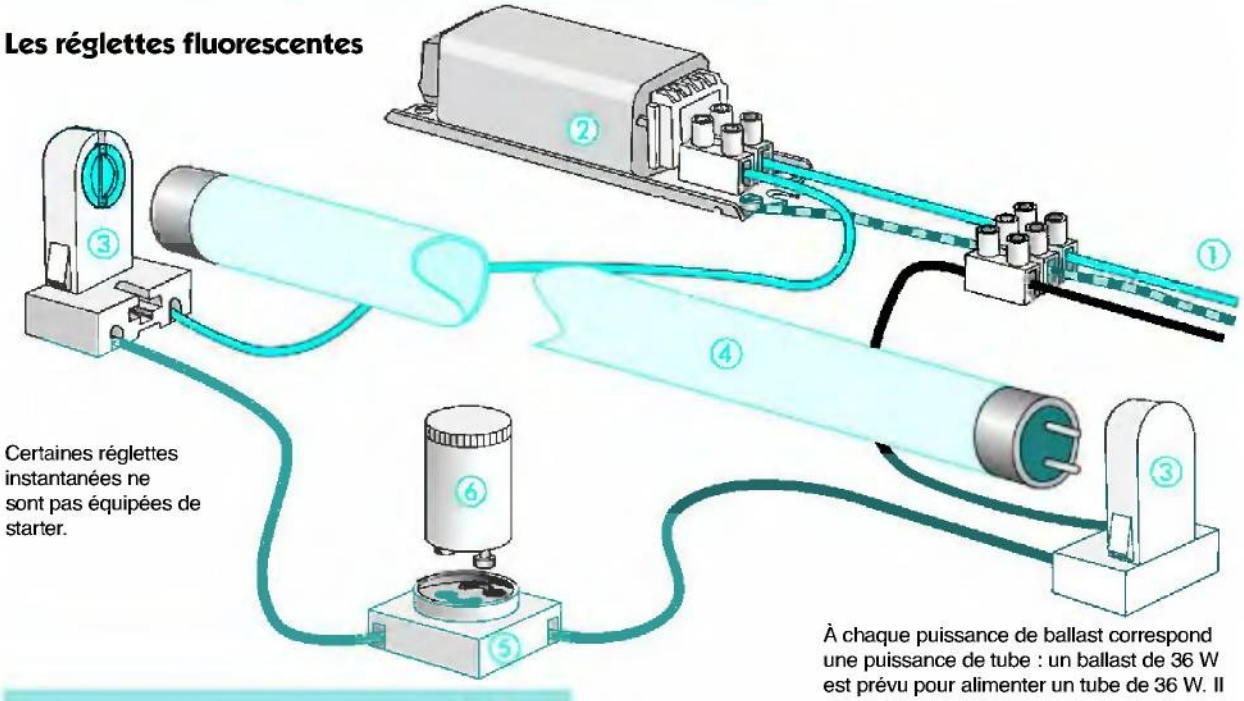


⑥ Si le câble d'alimentation est correct, remplacez le transformateur.

Figure 516 : Recherche d'une panne sur un luminaire halogène en TBTS

L'équipement électrique des luminaires à lampes fluorescentes

Les réglettes fluorescentes



Certaines réglettes instantanées ne sont pas équipées de starter.

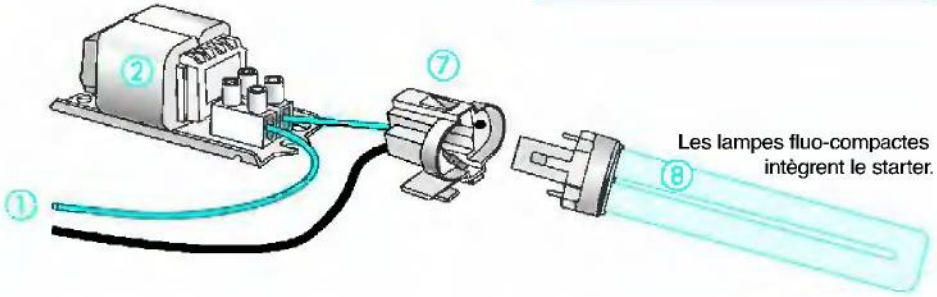
À chaque puissance de ballast correspond une puissance de tube : un ballast de 36 W est prévu pour alimenter un tube de 36 W. Il ne fonctionnera pas avec un tube de 56 W. En revanche, certains montages permettent de n'utiliser qu'un seul ballast de 36 W pour deux tubes de 18 W.

Les lampes fluorescentes économiques

sont équipées de leur propre système d'allumage. Elles s'installent en remplacement des lampes à incandescence.

1. Alimentation
2. Ballast
3. Douille
4. Tube fluorescent
5. Support de starter
6. Starter
7. Douille G.23
8. Lampe fluo-compacte

Les luminaires à lampes fluo-compactes

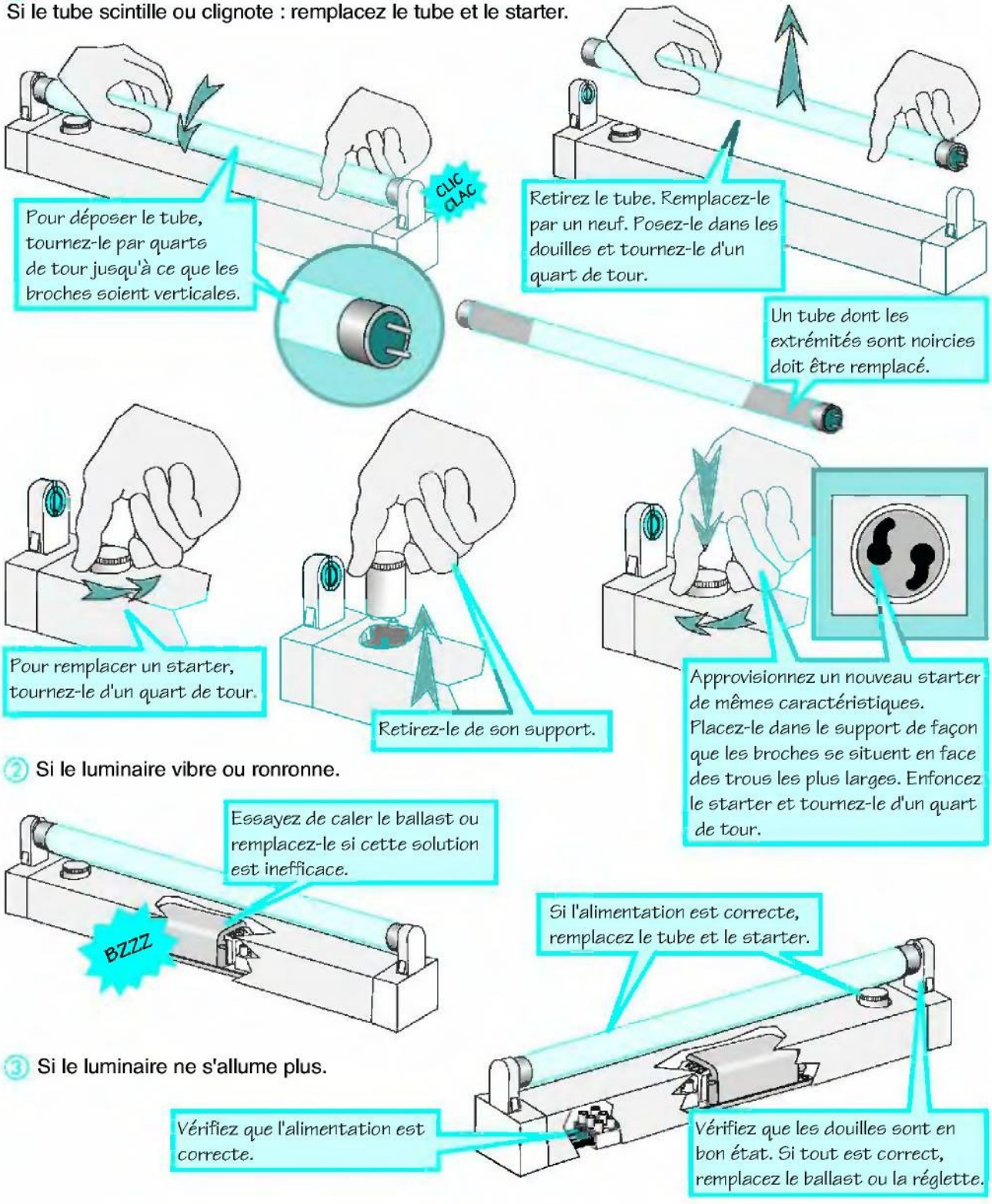


Les lampes fluo-compactes intègrent le starter.

Figure 517 : Les luminaires fluorescents

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 déjà 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 518 : Recherche d'une panne sur un luminaire fluorescent

plus répandues. Elles intègrent un ballast et un starter. Elles se connectent directement sur une douille classique en remplacement d'une lampe à incandescence.

Les pannes des luminaires fluorescents et leurs remèdes

L'allumage du tube est long et difficile

Ce dysfonctionnement est dû au starter (figure 518). 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 (figure 518). 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 cas échéant. Si la réglette ne s'allume toujours pas, remplacez le ballast, voire la réglette.

Les petits appareils électroménagers

Dans cette section sont présentées les principales pannes dont sont victimes les appareils ménagers les plus courants de la maison. Avant de jeter votre fer à repasser ou d'investir dans un nouvel aspirateur, lisez les quelques conseils que nous donnons dans les paragraphes qui suivent.

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.

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 manipulations 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 (figure 519).

Il est donc 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

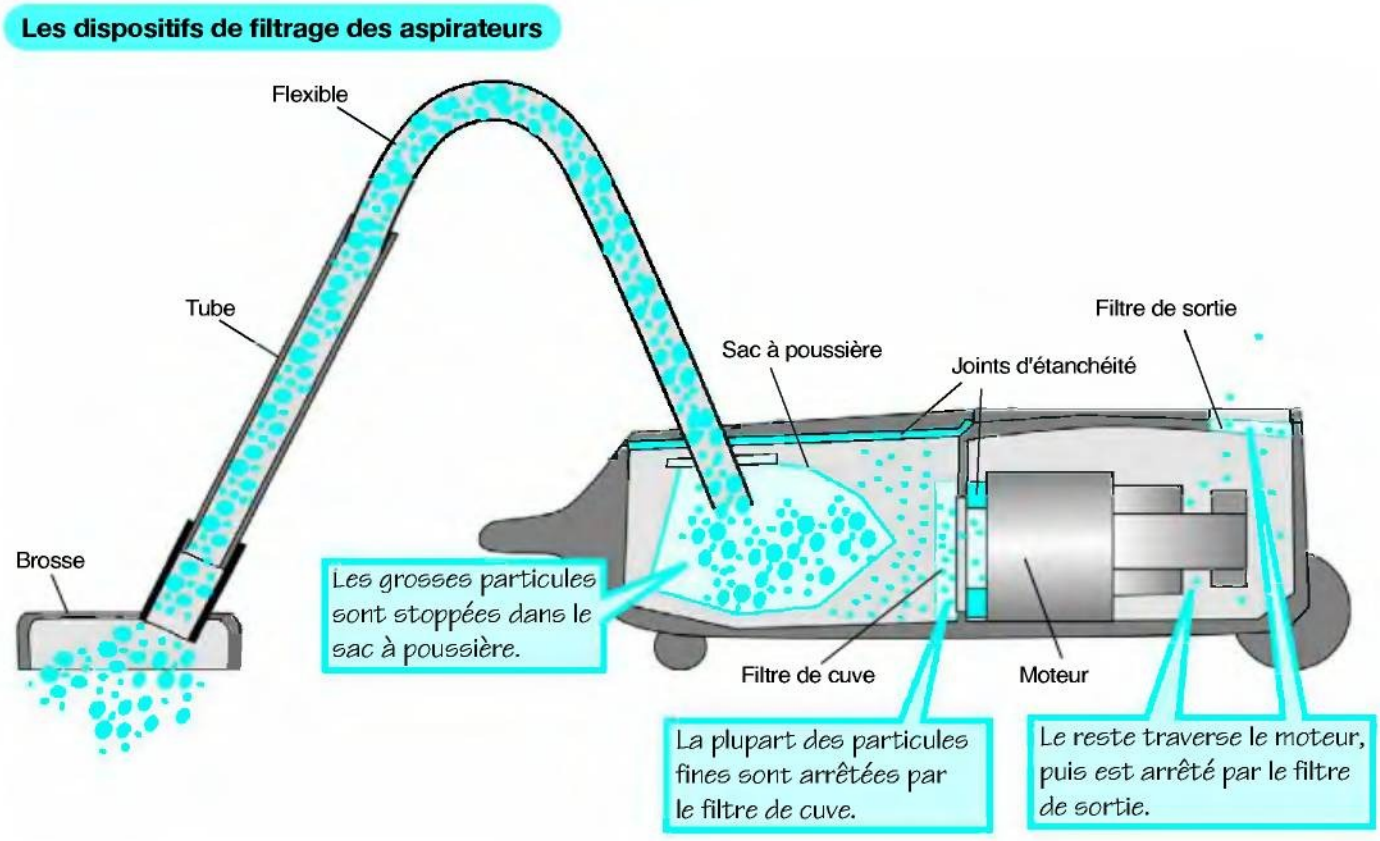


Figure 519 : Les filtres de l'aspirateur

moteur. Évitez d'aspirer des matières humides, sauf si votre 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 520). Le condensateur fait office d'antiparasites. Les modèles plus sophistiqués intègrent d'autres perfectionnements tels qu'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 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 pas

Ce type de panne n'est pas dû à un problème électrique mais au système d'aspiration. Démontez le flexible, puis vérifiez

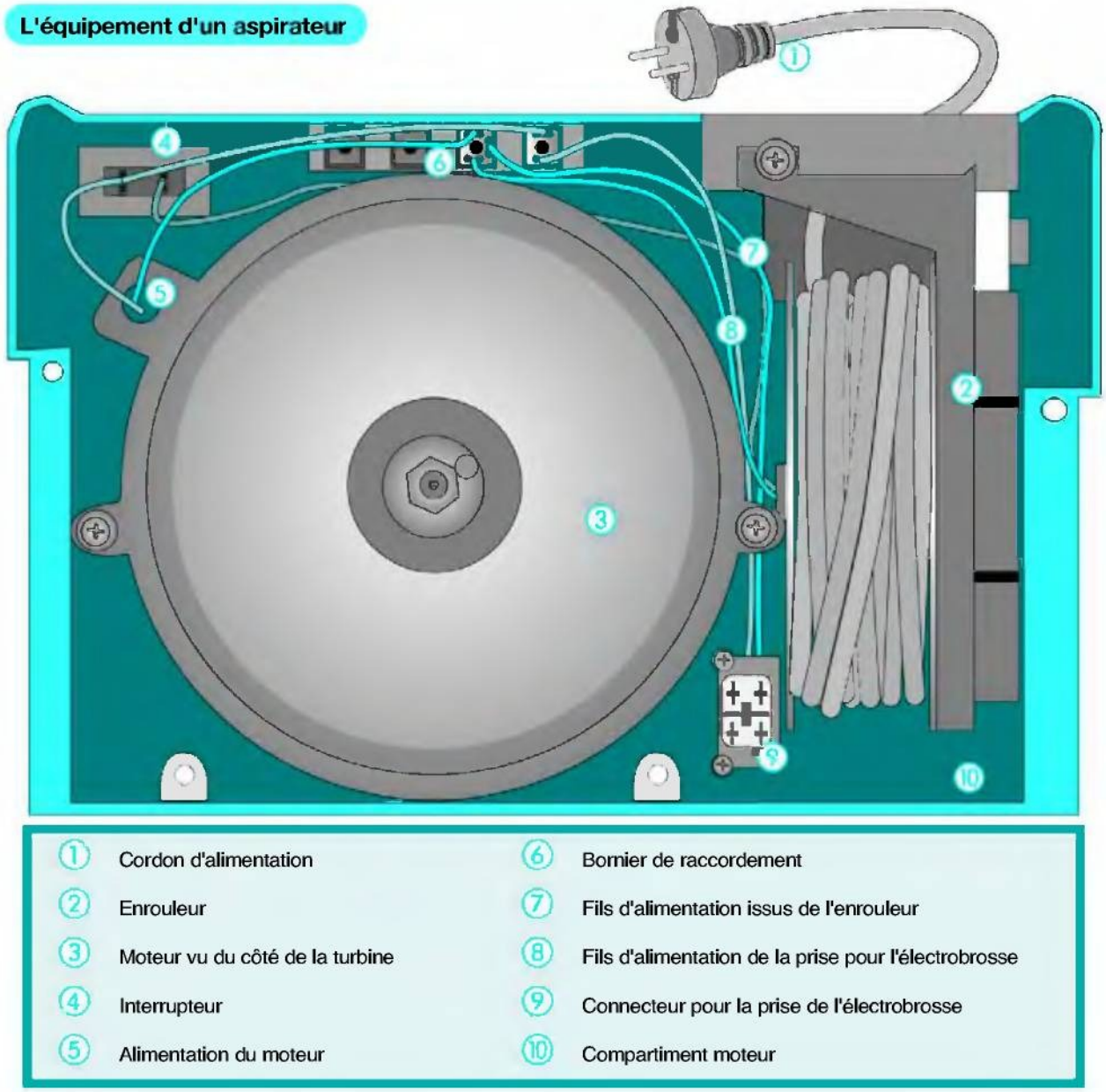


Figure 520 : L'équipement électrique d'un aspirateur

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 pour le déboucher. L'absence d'aspiration indique que le problème se situe au niveau de la cuve de l'aspirateur. Remplacez le sac à poussière ainsi que les filtres.

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 (pièces clipsées, vis spéciales, etc.).

Le remplacement d'un câble d'enrouleur

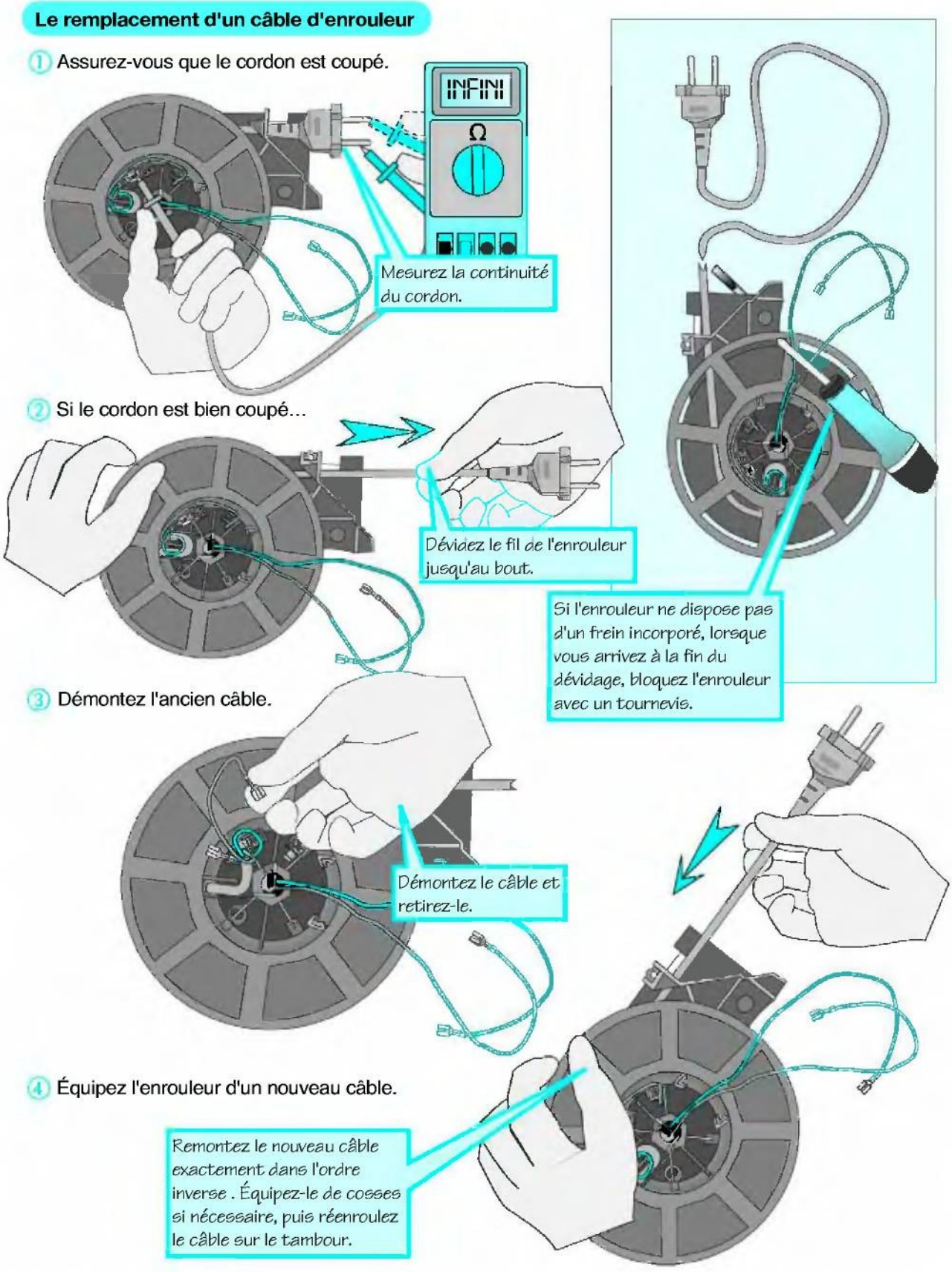


Figure 521 : Remplacement d'un cordon enrouleur

Vérifiez la continuité du cordon d'alimentation. Pour ce faire, utilisez un ohmmètre et mesurez 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 521), 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 majorité des modèles ne nécessite pas d'intervention directe sur le ressort. Dans ce cas, déroulez l'intégralité du cordon de l'enrouleur. Bloquez la bobine à l'aide d'un tournevis, par exemple. Démontez l'ancien cordon, puis adaptez le nouveau cordon de la même manière. N'oubliez pas de resserrer les arrêts de traction.

Si le cordon s'avère correct, poursuivez la recherche au niveau de l'interrupteur marche/arrêt. Déconnectez-le, puis testez-le à l'aide 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.

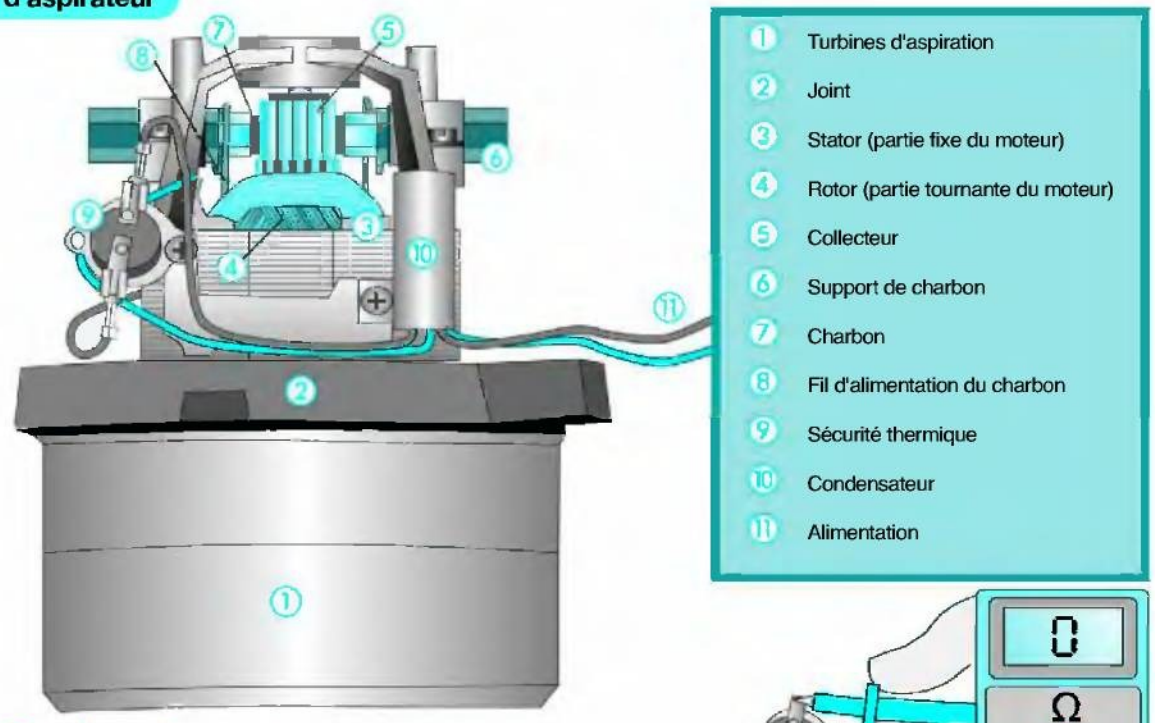
Pour vérifier le moteur (figure 522), mesurez la résistance entre les deux fils d'alimentation. Un moteur en bon état présente une très faible résistance, proche de zéro.

Dans le cas d'une résistance importante ou infinie, il est nécessaire de contrôler les charbons.

Les charbons ou 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. À l'aide d'un ohmmètre, mesurez la résistance entre les deux charbons (figure 522), 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.

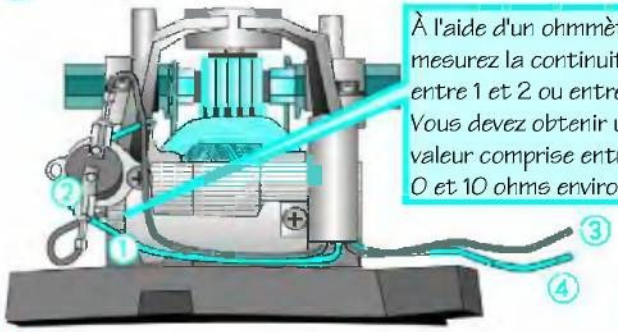
Si les charbons sont en bon état mais que la résistance entre les alimentations du moteur est infinie, remplacez le moteur. Malheureusement, il est fréquent que le prix du moteur en pièce détachée ne permette pas de réaliser de substantielles économies par rapport à l'achat d'un aspirateur neuf.

Le moteur d'aspirateur

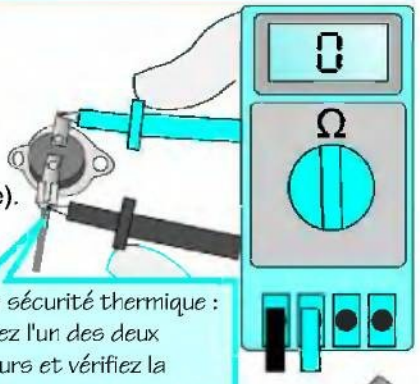


La vérification d'un moteur

① Mesurez la continuité des bobinages du moteur (appareil débranché).



À l'aide 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.

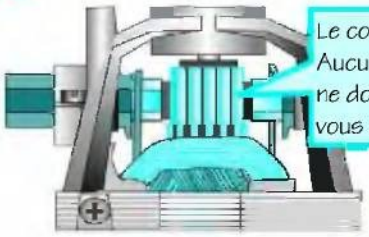


Vérifiez la sécurité thermique : débranchez l'un des deux conducteurs et vérifiez la continuité. Le circuit doit être fermé (0 ohm).

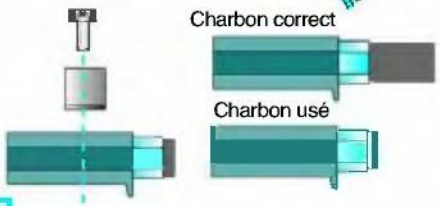
Vérifiez que le condensateur est en bon état.

Exemple de condensateur qui a éclaté.

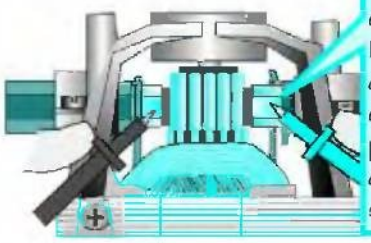
② Vérifiez le collecteur et les charbons.



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 522 : Vérification du moteur d'un aspirateur

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 ou lorsque les filtres sont obstrués.

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 523), composé :

- d'un réservoir d'eau, avec ou sans système antitartre ;
- d'un boisseau, tige permettant d'introduire l'eau au goutte-à-goutte dans la chambre de vaporisation, elle-même sertie dans la semelle ;
- d'un spray, petite pompe puisant l'eau dans le réservoir ;
- d'une touche double-vapeur commandant une petite pompe qui envoie une quantité déterminée d'eau à l'intérieur de 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. Utilisez toujours de l'eau déminéralisée, même pour les modèles acceptant directement l'eau du robinet, à l'efficacité relative. Vous conserverez ainsi votre appareil en état beaucoup plus longtemps.

Le fer ne chauffe plus

Le cordon d'alimentation constitue l'origine de la majorité des pannes (figure 524). Il faut démonter le talon du fer 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.

Si le cordon est en bon état, démontez la semelle du fer pour accéder à la partie électrique.

Testez la résistance à ses bornes avec un ohmmètre. La valeur en ohm doit être supérieure à zéro (environ 40 ohms), mais pas infinie. Dans le cas contraire, remplacez la semelle.

Si la résistance est correcte, vérifiez le thermostat. Tournez la manette de commande pour fermer le circuit, puis testez

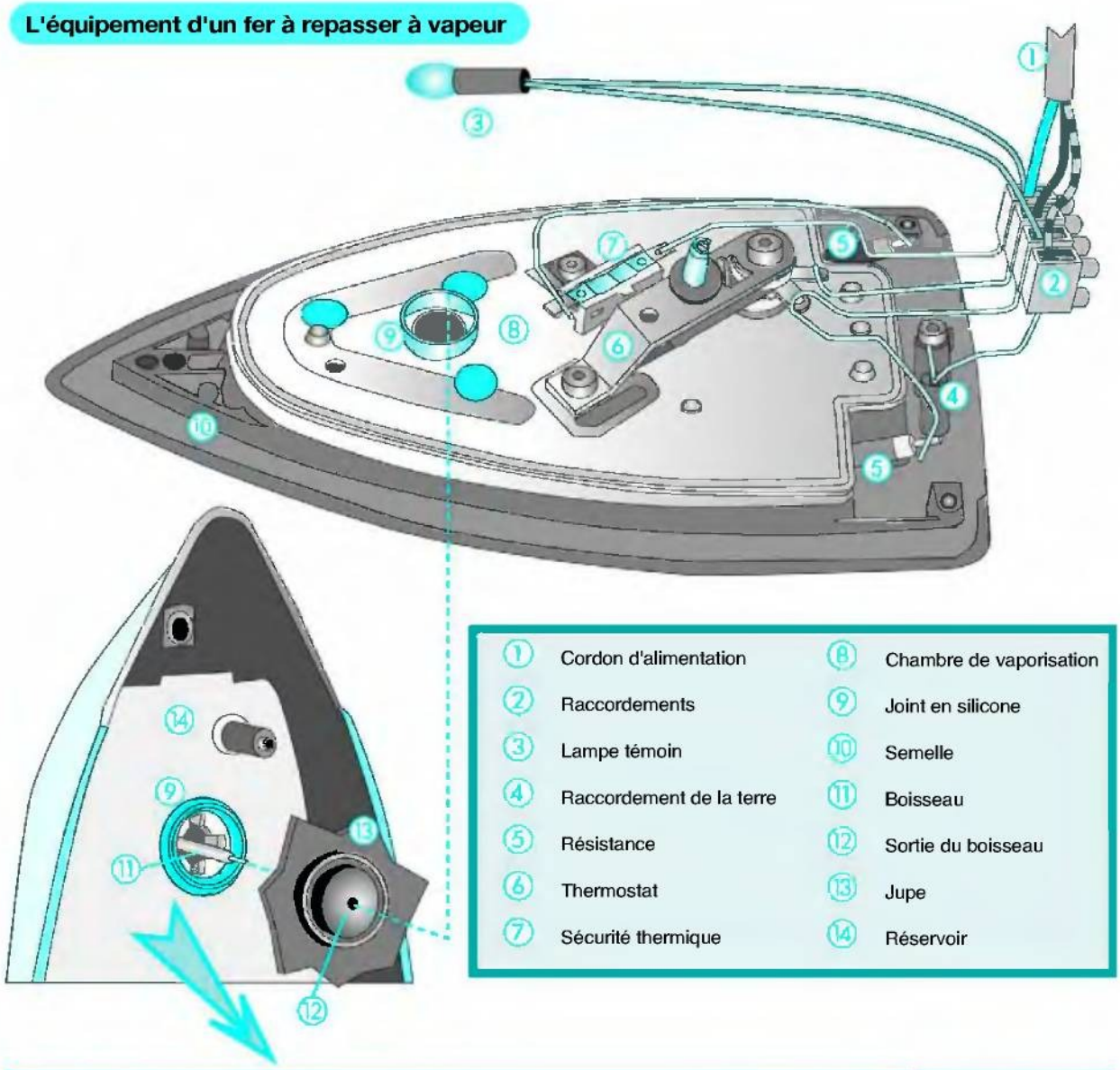
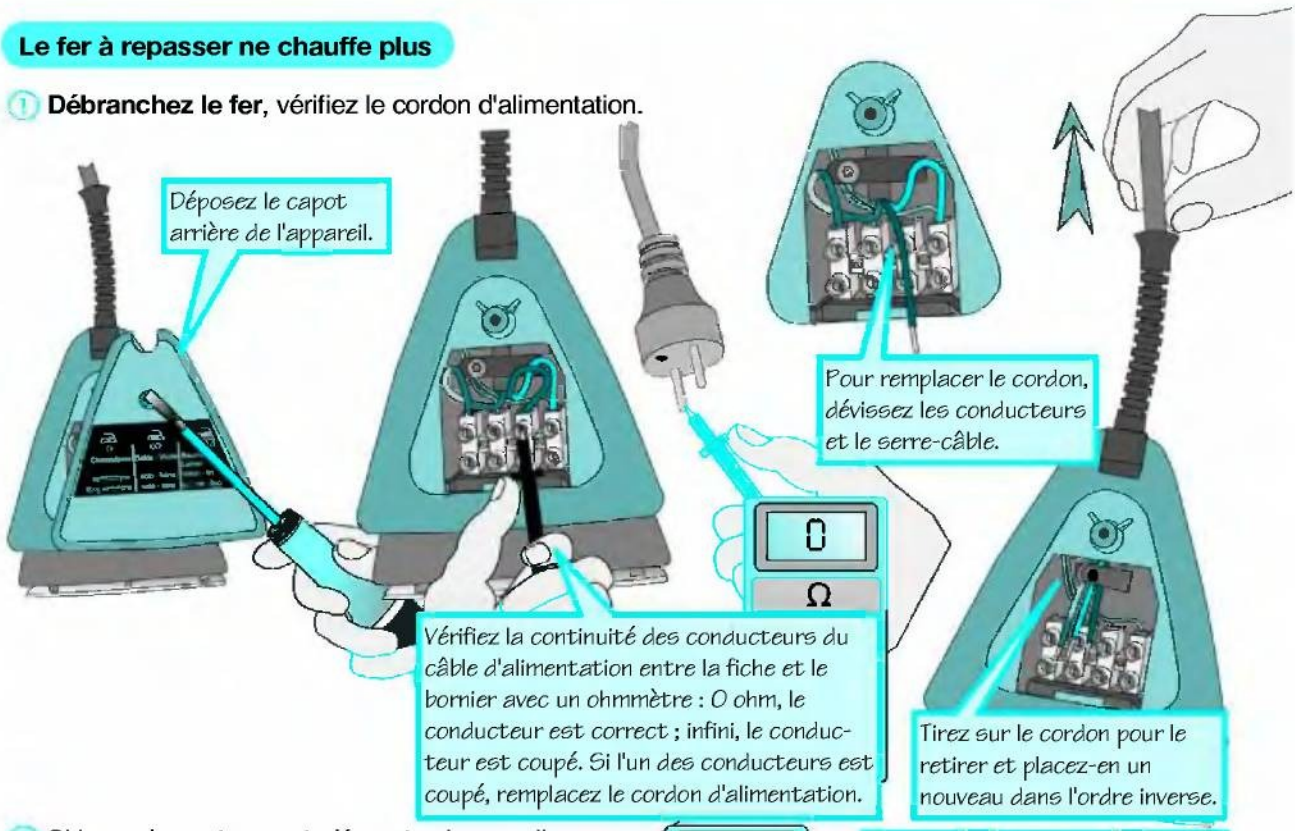


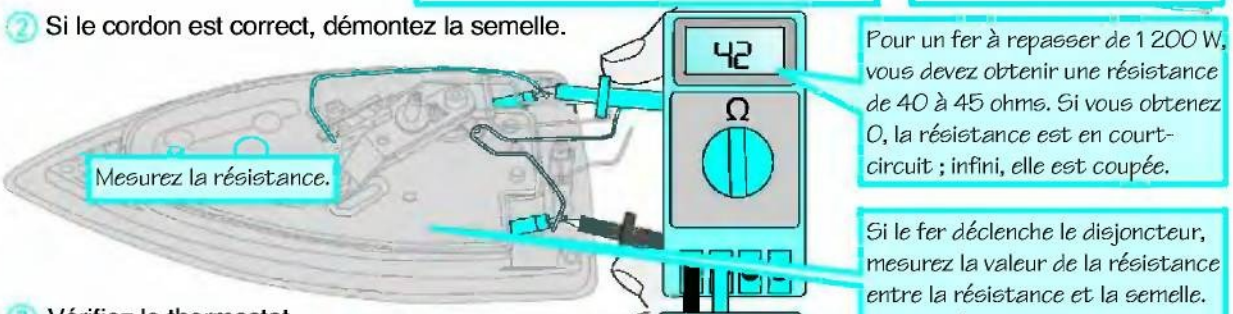
Figure 523 : L'équipement d'un fer à repasser

Le fer à repasser ne chauffe plus

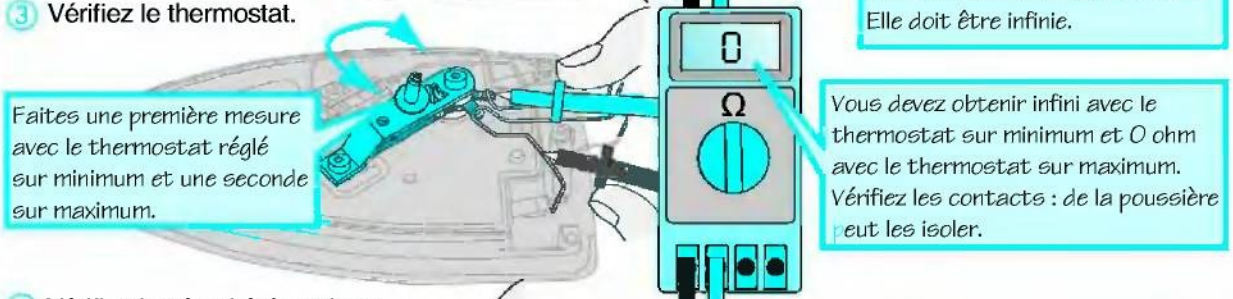
① **Débranchez le fer,** vérifiez le cordon d'alimentation.



② Si le cordon est correct, démontez la semelle.



③ Vérifiez le thermostat.



④ Vérifiez la sécurité thermique.

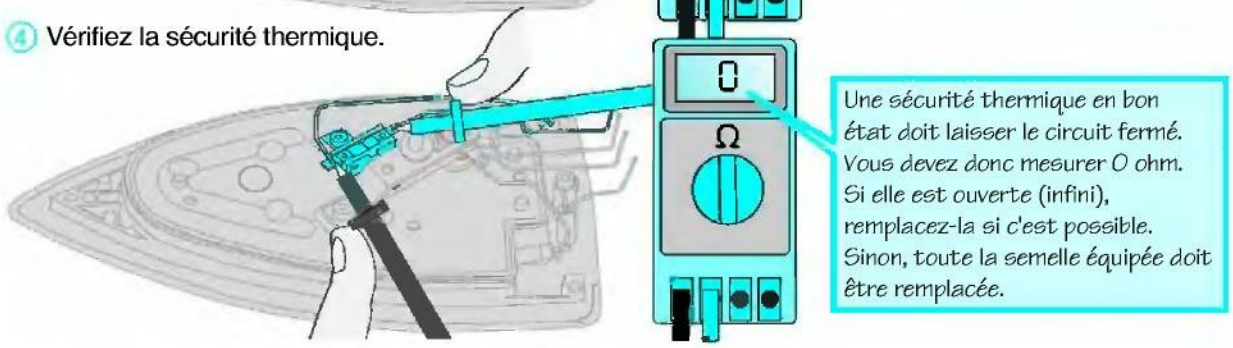


Figure 524 : Le fer ne chauffe plus

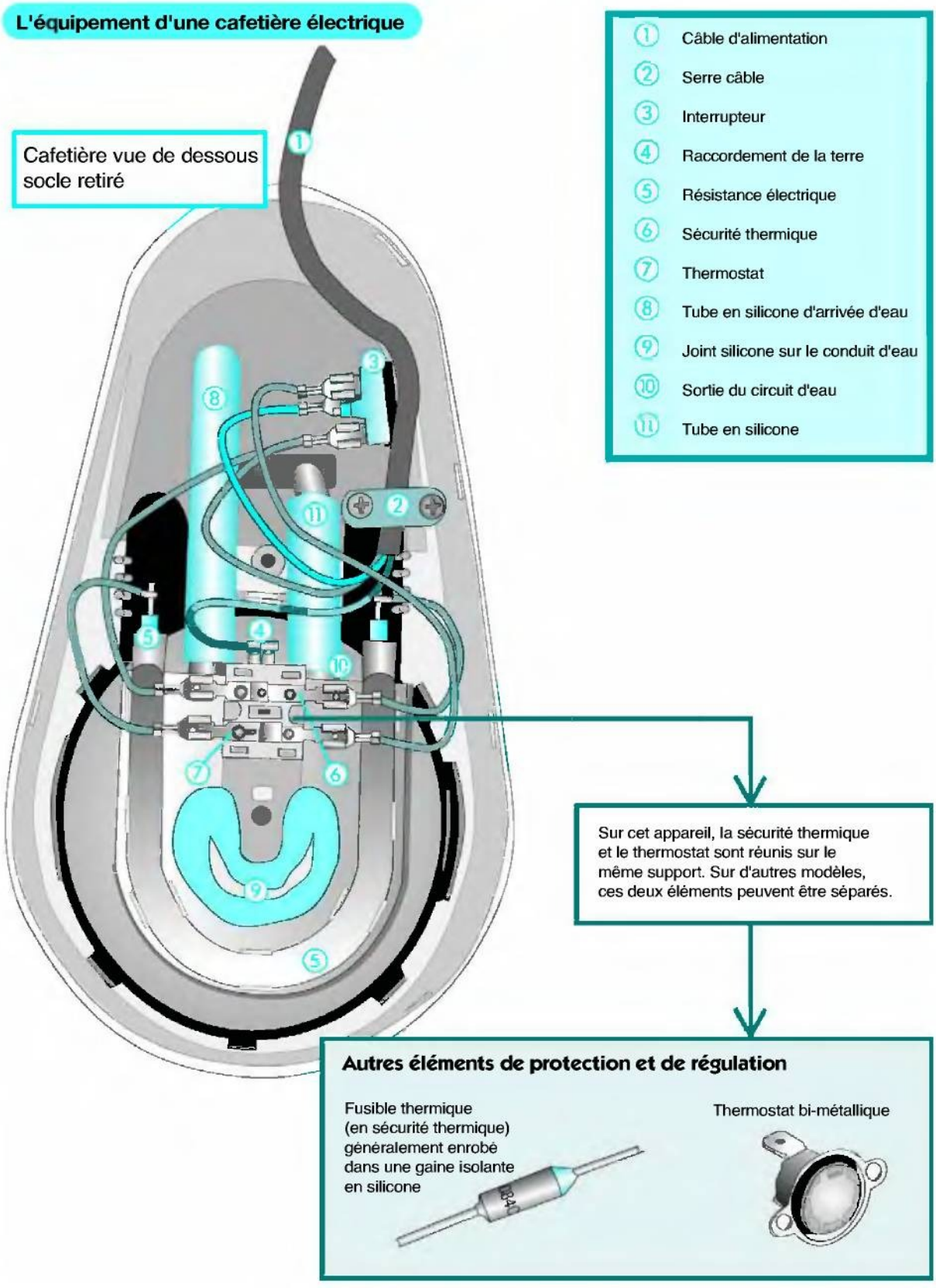


Figure 525 : L'équipement d'une cafetière électrique

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 le remplacer.

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 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.

La cafetière électrique

L'équipement électrique d'une cafetière est similaire à celui d'un fer à repasser (figure 525). Il se compose d'un cordon d'alimentation avec un interrupteur, d'une résistance équipée d'un thermostat et d'une sécurité de surchauffe. L'eau provenant du réservoir chemine le long de la résistance électrique, puis est envoyée vers le filtre. À la différence de celle des fers à repasser, la sécurité thermique de ces appareils est aisément remplaçable.

Les cafetières électriques sont très sensibles au tartre. Respectez scrupuleusement les prescriptions du fabricant quant à la méthode et la fréquence de détartrage de l'appareil. La cafetière est entartrée lorsque l'eau passe difficilement ou plus du tout.

La cafetière ne chauffe plus
Vérifiez la continuité du cordon électrique, le fonctionnement de l'interrupteur, la résistance, le thermostat et la sécurité thermique (voir le paragraphe précédent « Le fer ne chauffe plus »).

La cafetière déclenche le disjoncteur
Comme pour le fer à repasser, il s'agit d'un défaut d'isolement ou d'un court-circuit provoqué par la présence d'eau. Dans le meilleur des cas, c'est-à-dire une fuite, il suffit de remplacer les joints en silicone reliant les tubulures d'eau à la résistance. Dans le pire des cas, il s'agit d'un défaut d'isolement entre la résistance et le conduit de l'eau. Il faut alors remplacer le bloc de résistance.

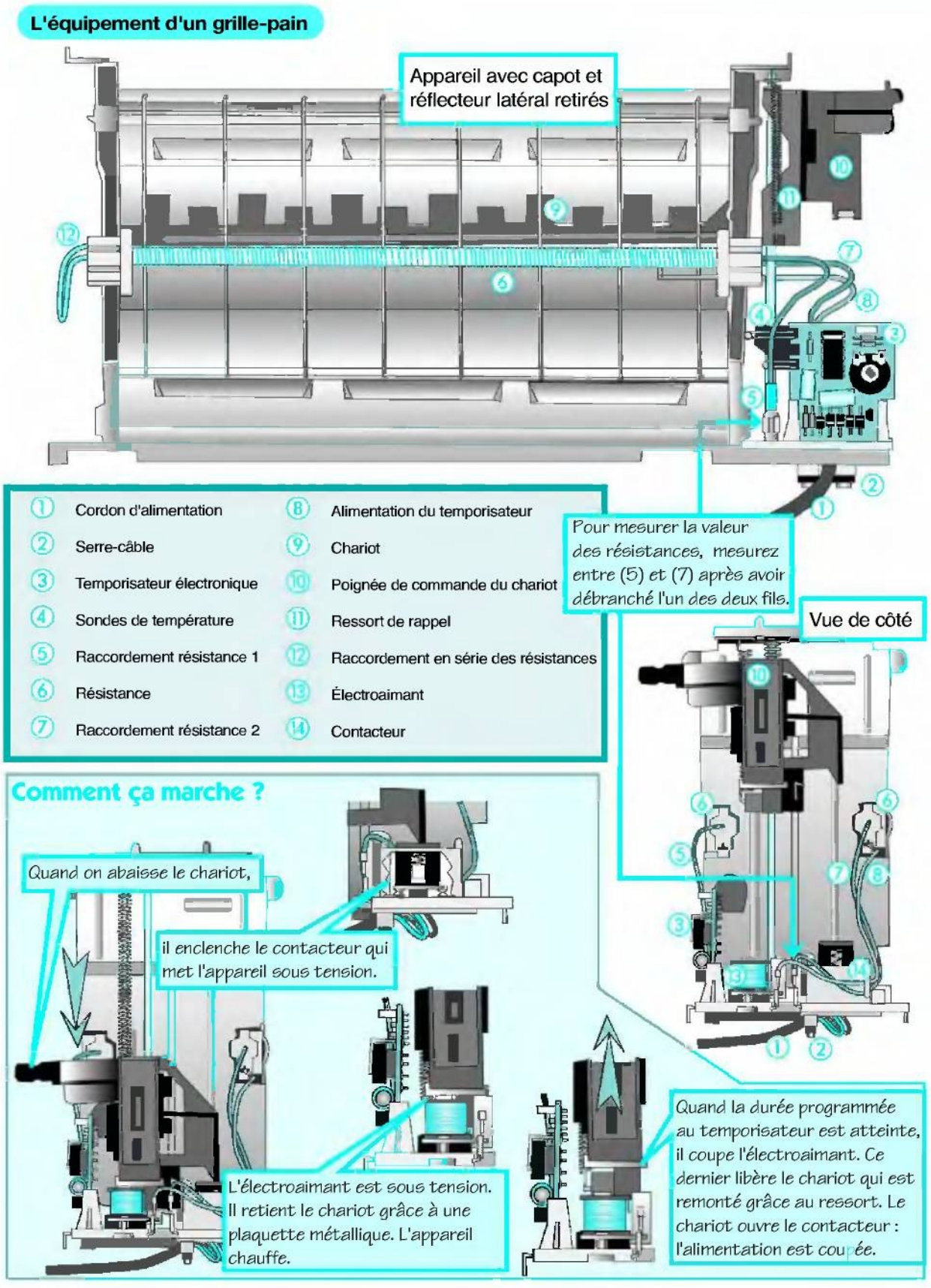


Figure 526 : L'équipement électrique d'un grille-pain

Le grille-pain

Un grille-pain comprend deux résistances électriques en série associées à un système de minuteur muni d'une molette de réglage de la durée de fonctionnement (figure 526). Ce dispositif déclenche la remontée du chariot en fin de cuisson. Le minuteur est composé d'un bilame ou d'un système électronique avec électroaimant qui permet l'accrochage du chariot en position basse.

La recherche de panne sur ce type d'appareil est relativement simple. Dans un premier temps, vérifiez la continuité du cordon électrique, puis la résistance de l'élément chauffant. Si celui-ci est détérioré, remplacez-le. Généralement, il est raccordé par un système de cosse qui simplifie l'intervention. Si le cordon et la résistance sont corrects, vérifiez les contacts commandés par le chariot, qui doivent être fermés lorsque le chariot est en position basse.

L'équipement d'un sèche-cheveux

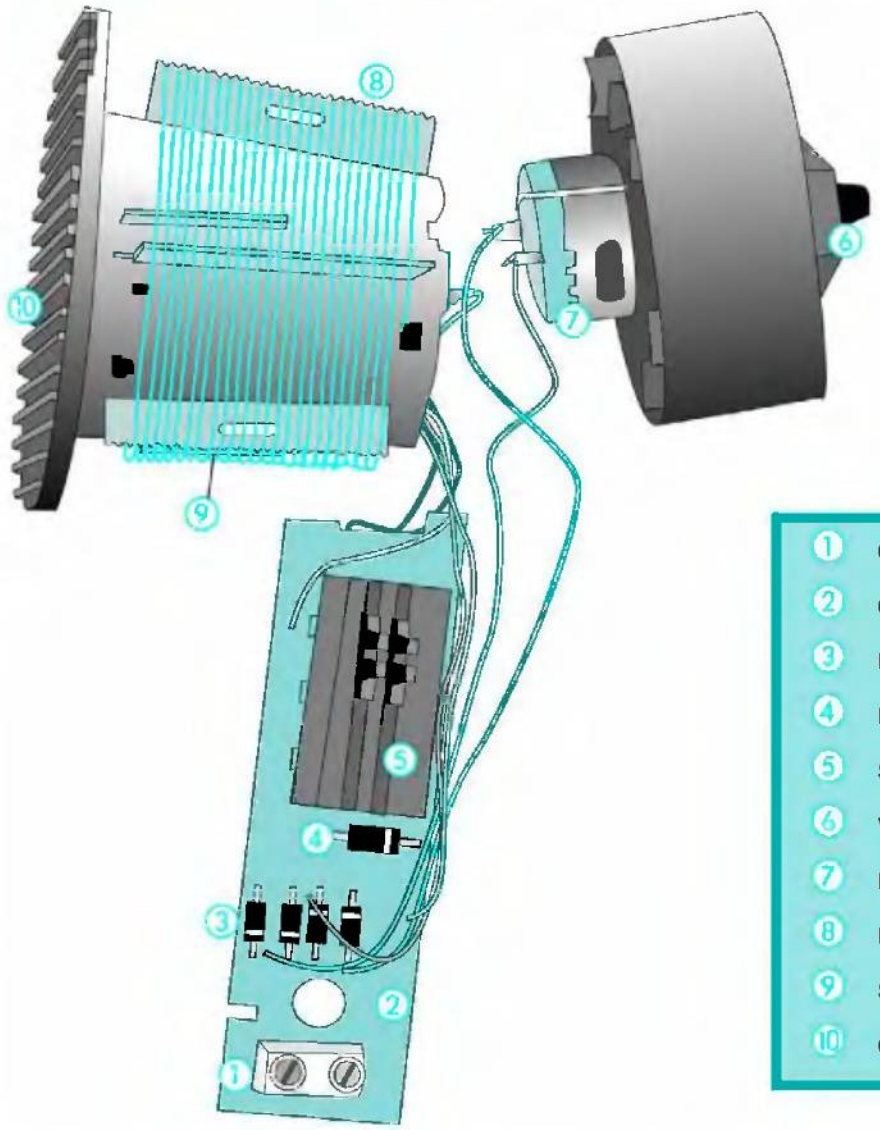


Figure 527 : L'équipement d'un sèche-cheveux

Si tous les éléments ci-dessus sont corrects, c'est le minuteur qui est défaillant. Remplacez-le. Les grille-pain peuvent également être sujets aux défauts d'isolement lorsqu'un fil sous tension entre en contact avec la carcasse métallique de l'appareil ou lors d'une mauvaise manipulation : ne retirez jamais un morceau de pain coincé dans l'appareil avec une lame de couteau, par exemple.

Le sèche-cheveux

Le sèche-cheveux se compose d'un élément chauffant, d'un système de ventilation entraîné par un moteur à courant continu, l'ensemble étant relié par l'intermédiaire d'un circuit imprimé au cordon d'alimentation (figure 527). Un commutateur permet la mise sous tension, l'arrêt de l'appareil ou la sélection de l'allure de fonctionnement.

L'alimentation du moteur est reprise sur la résistance afin d'obtenir une très basse tension. Le courant est ensuite redressé c'est-à-dire transformé en continu grâce à un pont de diodes. L'élément chauffant est protégé par une sécurité thermique. Les sèche-cheveux étant des appareils bon marché, il est souvent peu rentable de changer les pièces défectueuses.

Le sèche-cheveux ne démarre pas
Débranchez l'appareil. La première vérification consiste à mesurer la continuité du cordon d'alimentation. En effet, c'est l'élément de l'appareil qui pâtit le plus des manipulations répétées.

Le cordon étant correct, vérifiez visuellement qu'aucun fil de la résistance n'est coupé. Si tel est effectivement le cas, la réparation de l'appareil risque de s'avérer plus chère qu'un appareil neuf.

Vérifiez également que l'hélice du ventilateur tourne librement et qu'elle n'est pas entravée par un amas de cheveux.

Le sèche-cheveux s'arrête tout seul
Après quelques minutes d'utilisation, il arrive que les sèche-cheveux cessent subitement de fonctionner. Généralement, cela est dû au déclenchement de la sécurité thermique. Dans ce cas, il suffit d'attendre quelques instants que la sécurité refroidisse. La sécurité se déclenche lorsque le passage de l'air est incorrect. Nettoyez les grilles d'aspiration et de sortie d'air, puis réessayez.

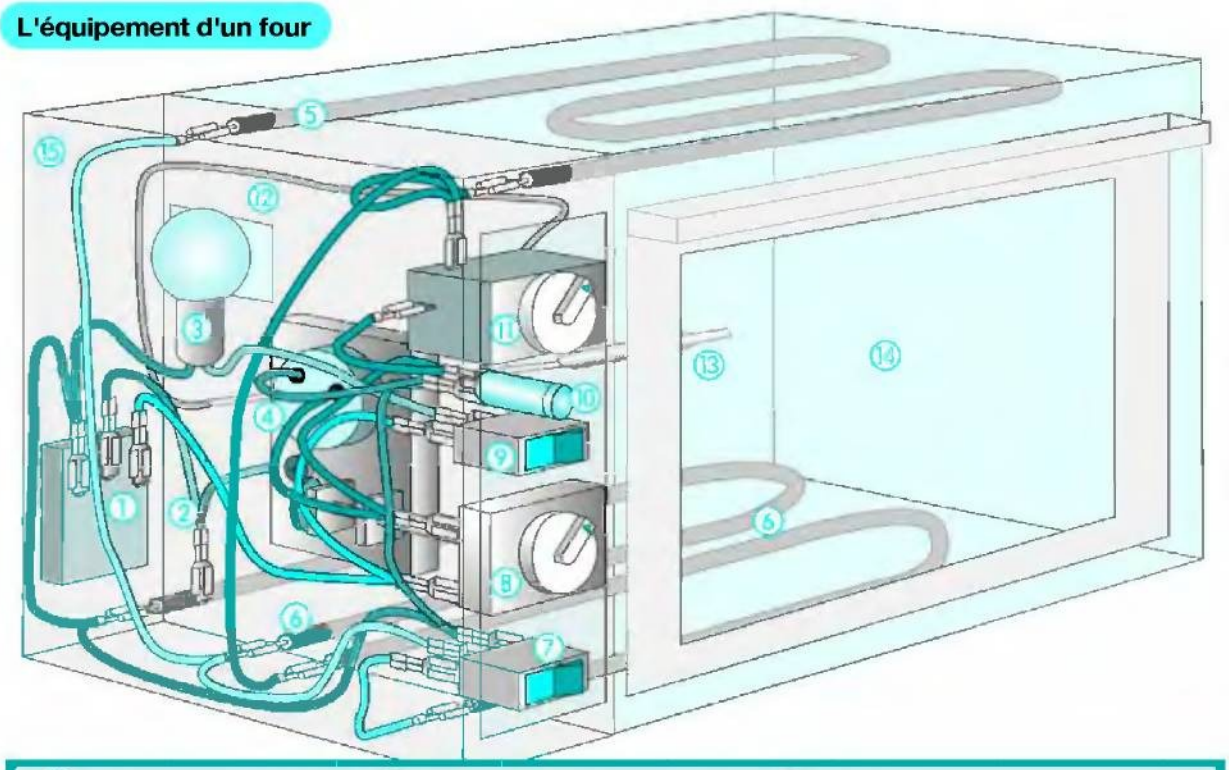
Seules certaines allures fonctionnent
Ce dysfonctionnement peut être dû au commutateur qui ne permet plus de sélectionner certaines allures, auquel cas il convient de le remplacer. Vous pouvez également tenter de remplacer la plus grosse diode, qui sert habituellement à restreindre l'allure.

Le four

Les types et les modèles de four sont très variés. Nous étudierons le cas d'un mini-four classique (figure 528). 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 4 000 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.

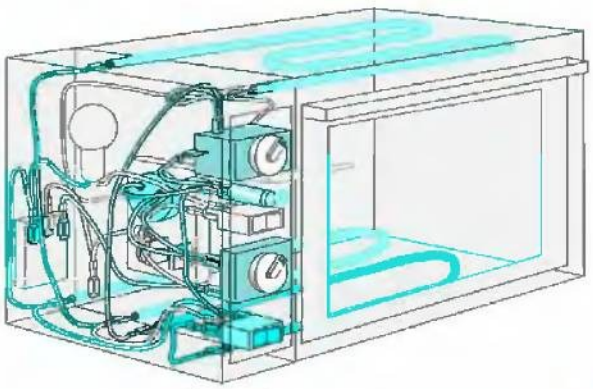
Le four classique est composé de deux éléments chauffants. Le premier, placé en bas, est la résistance de sole, le second, situé en haut, est la résistance de voûte.

L'équipement d'un four



① Bornier de raccordement	⑥ Résistance de sole	⑪ Thermostat
② Raccordement de terre	⑦ Sélecteur four / grill	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

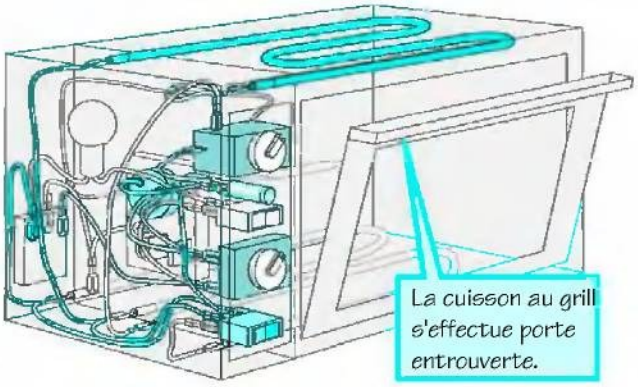


En cuisson four

En cuisson four, seules les résistances de sole chauffent, ou éventuellement avec la résistance de voûte en puissance réduite, comme ci-dessus.

En cuisson grill, 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 grill



La cuisson au grill s'effectue porte entrouverte.

Figure 528 : L'équipement d'un four classique

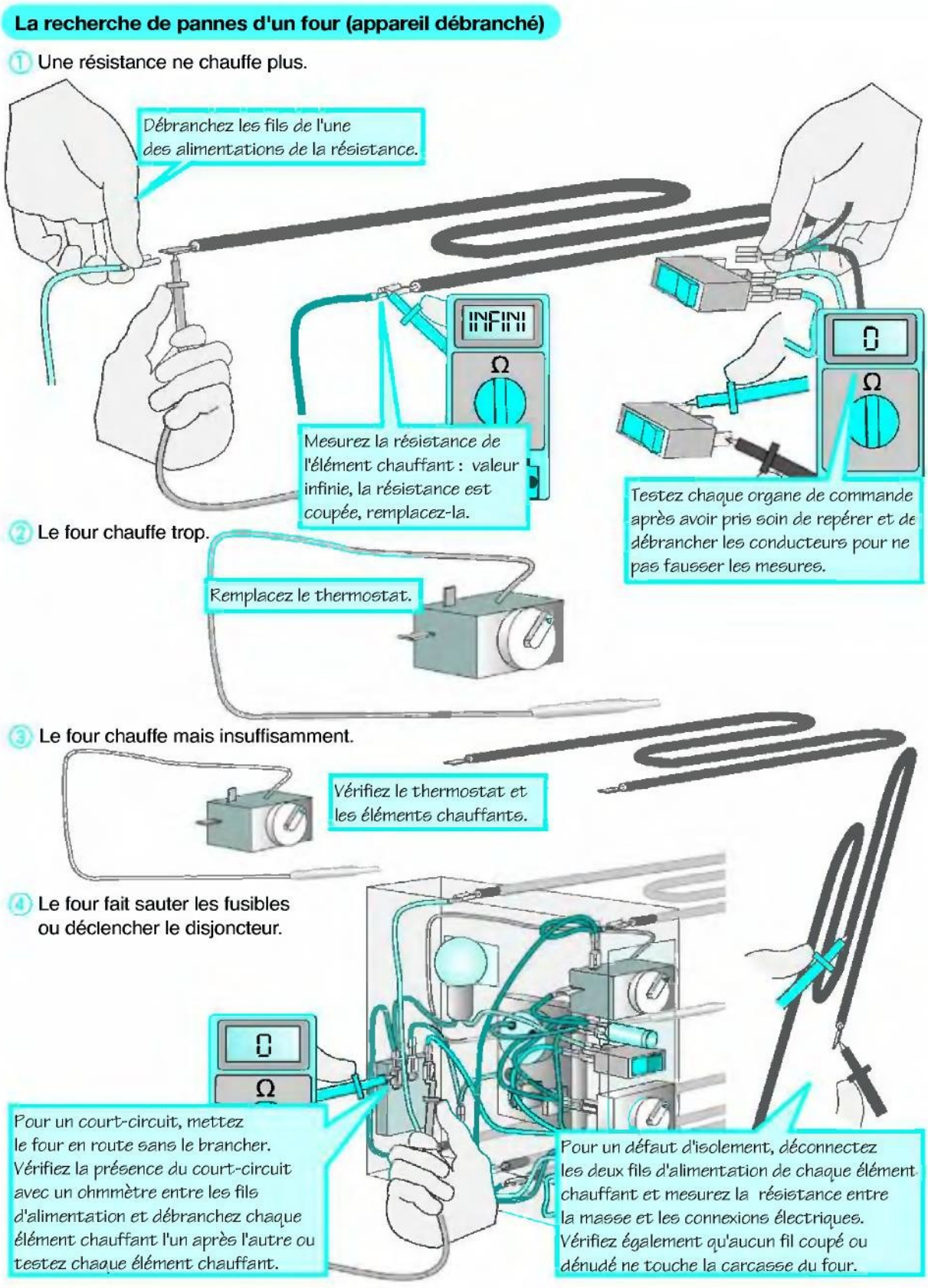


Figure 529 : Recherche de pannes sur un four

La résistance de sole sert à la cuisson en mode four. La résistance de voûte sert à la cuisson en mode grill. Certains appareils utilisent les deux résistances en mode four. Les appareils dépourvus de la fonction grill ne possèdent généralement 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/grill. D'autres équipements tels que voyant de mise sous tension, éclairage intérieur ou tournebroche sont souvent disponibles.
Dans l'exemple de la figure 528, 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 avoir contrôlé la prise de courant, vérifiez la continuité du cordon d'alimentation. Si la continuité est correcte, vérifiez que le minuteur ferme correctement 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 / grill, comme indiqué figure 529.

L'une des résistances ne chauffe plus
À l'aide d'un appareil de mesure réglé en ohmmètre, testez les éléments chauffants et le sélecteur four / grill comme précédemment (figure 529).

Le four chauffe trop
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.

Le four chauffe insuffisamment
Assurez-vous que les éléments chauffants sont en état. Si tel est le cas, il convient de remplacer le thermostat.

Le four déclenche le disjoncteur
Il s'agit d'un défaut d'isolement ou d'un court-circuit. Vérifiez tout le circuit de fileries à l'intérieur du four et qu'aucun élément sous tension n'est en contact avec la carcasse métallique de l'appareil. Contrôlez également les éléments chauffants.

Les gros appareils ménagers

Les gros appareils ménagers font appel à des technologies évoluées, notamment à l'électronique. Les pannes possibles sont innombrables, il faudrait un ouvrage complet pour chaque appareil. Toutefois, avant de songer à remplacer votre appareil défectueux ou de déplacer le 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 table de cuisson basés sur l'énergie électrique :
— les tables avec plaques en fonte ;

— les tables vitrocéramiques ;
— les tables à induction.

Nous n'aborderons que les tables avec plaques en fonte. 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 fileries d'alimentation.

On distingue trois modèles différents de plaques de cuisson en fonte :
— les plaques standard, 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 standard pour un même diamètre ;
— les plaques à palpeur, percées en leur centre, d'un diamètre de 145 mm ou 180 mm ; le trou central permet d'accueillir le palpeur du commutateur thermostatique de commande (figure 530) ; le palpeur sert à mesurer la température du fond du récipient posé sur la plaque, pour obtenir une meilleure régulation.

Les plaques standard et rapides sont commandées par un commutateur mécanique permettant de sélectionner l'allure de chauffe. Il permet de grouper les résistances de la plaque pour obtenir plusieurs niveaux de puissance.

Le disjoncteur se déclenche à la mise en service d'une plaque

La cause de ce type de dysfonctionnement peut être dû à un court-circuit ou à un défaut d'isolement au niveau de la plaque. Débranchez la table de cuisson, déconnectez la plaque incriminée, 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 fileries 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 lors d'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

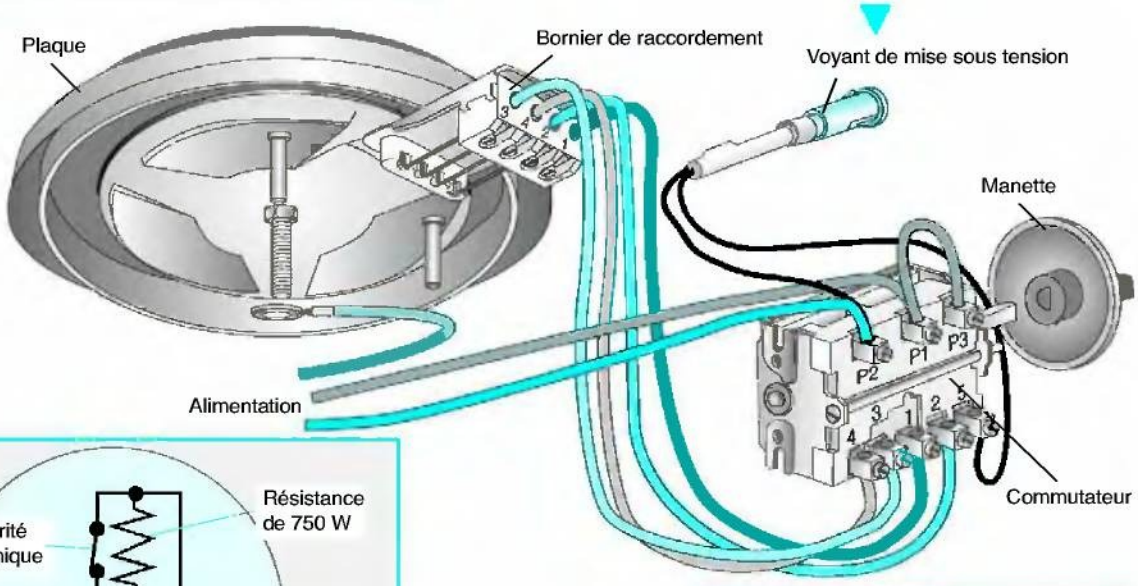
La panne peut provenir de la destruction de la résistance de la plaque ou du commutateur de commande. Dans un premier temps, débranchez la table de cuisson, déconnectez la plaque, puis mesurez les résistances au niveau du bornier. Si la plaque est correcte, remplacez le commutateur. Le commutateur est fixé à la plaque de cuisson avec des vis situées sous les manettes de commande.
Remplacez toute plaque bombée ou présentant des fissures.

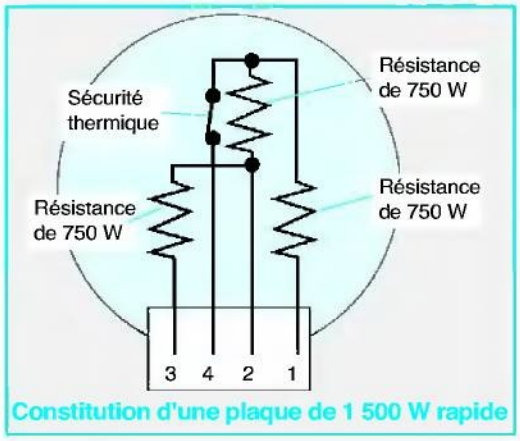
Une plaque à palpeur rougit

Le palpeur ne régule plus la température de la plaque. Il convient de remplacer le commutateur thermostatique. Il est fixé

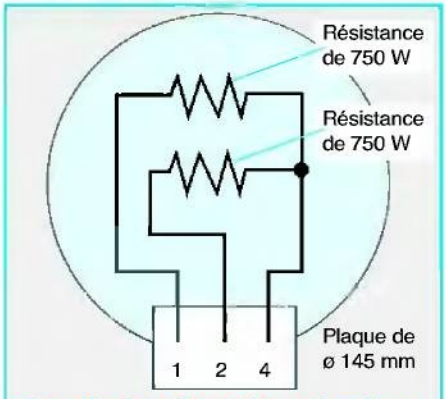
Le raccordement des plaques électriques

Le raccordement d'une plaque standard





Constitution d'une plaque de 1 500 W rapide



Constitution d'une plaque à palpeur

Le raccordement d'une plaque à palpeur

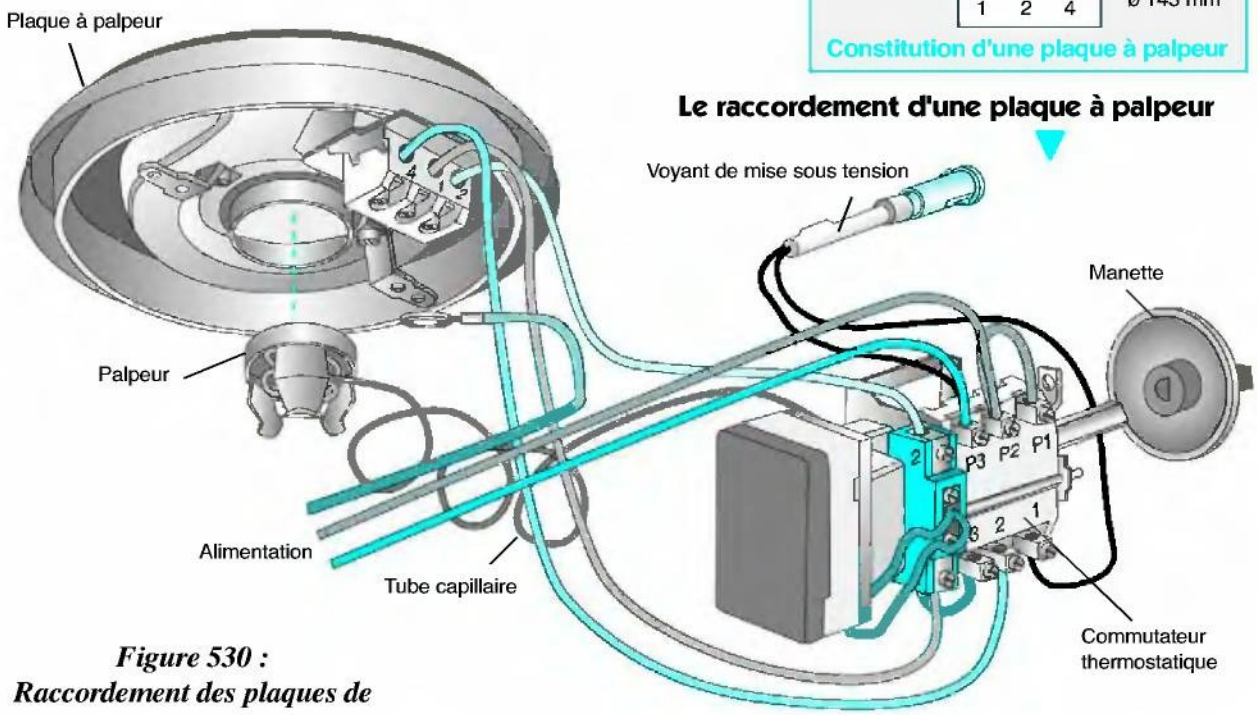


Figure 530 : Raccordement des plaques de cuisson en fonte

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 531) :
- d'un compresseur, qui comprime et fait circuler le gaz réfrigérant ;
- d'un thermostat, pour réguler le fonctionnement du compresseur ;
- d'un système d'éclairage avec ampoule et contact de porte ;
- éventuellement, d'un circuit avec résistance pour le dégivrage automatique.

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 Fréon, 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 531). 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 situé à l'arrière et veillez à ce que l'aération autour du réfrigérateur soit suffisante ;
- laissez reposer l'appareil 24 heures après un transport avant de le rebrancher ;
- laissez refroidir plats et aliments avant de les mettre dans le réfrigérateur.

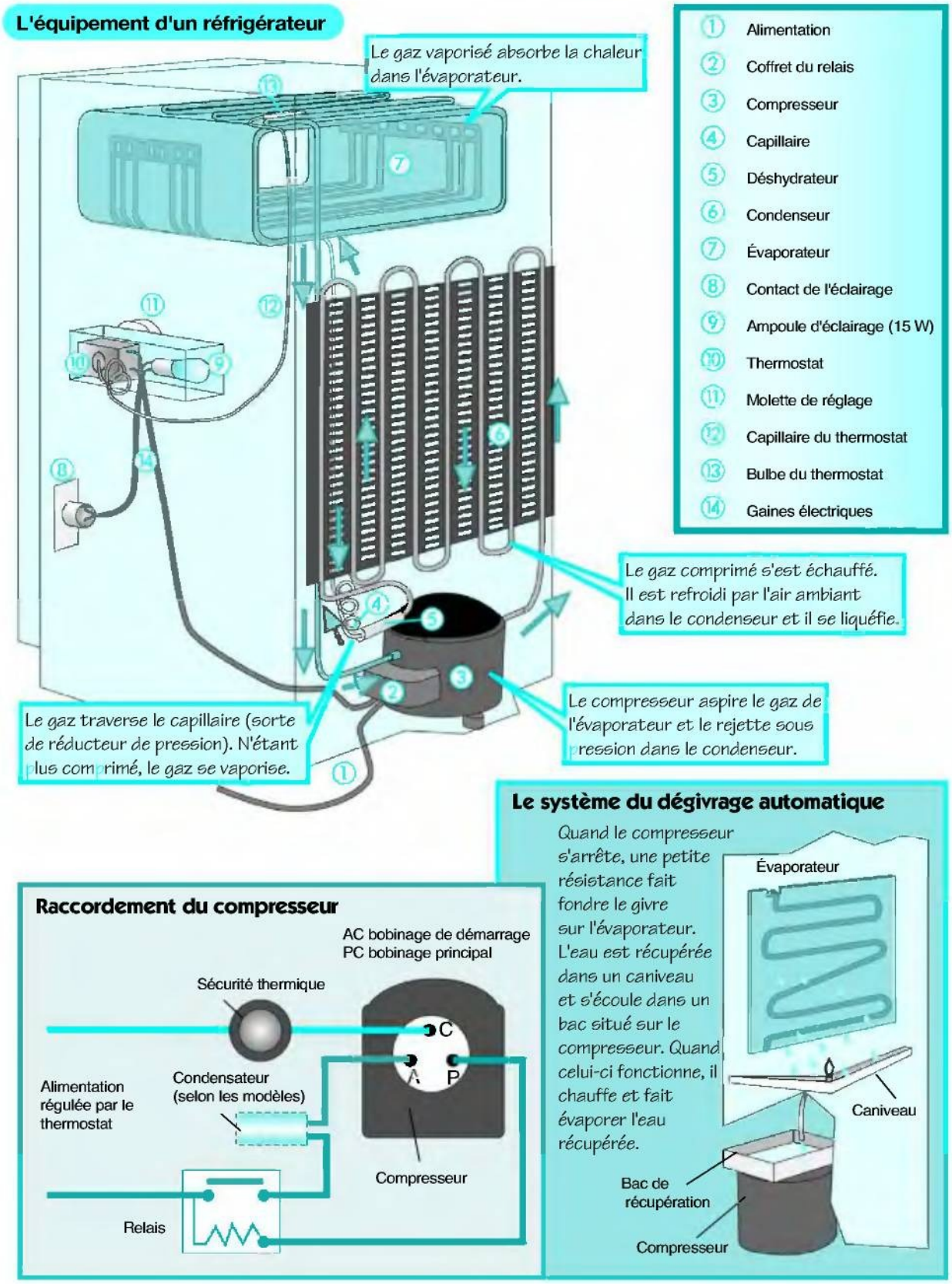


Figure 531 : Les éléments du réfrigérateur à compresseur

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

Le thermostat est peut-être réglé au maximum ou bien il est défectueux. Remplacez-le.

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 à l'aide d'un morceau de fil de fer, par exemple.

Le lave-linge

Le lave-linge combine un circuit hydraulique et un circuit électrique. Les principaux éléments du lave-linge sont les suivants :

- 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 ;
- 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 532).

Respectez les recommandations d'emploi et d'entretien 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 ouvert, que le hublot est correctement fermé, que la prise de courant est alimentée et que le programmateur est réglé sur un programme de lavage. Si toutes ces vérifications sont positives, la panne peut provenir de l'interrupteur ou du contact de fermeture du hublot, à remplacer le cas échéant.

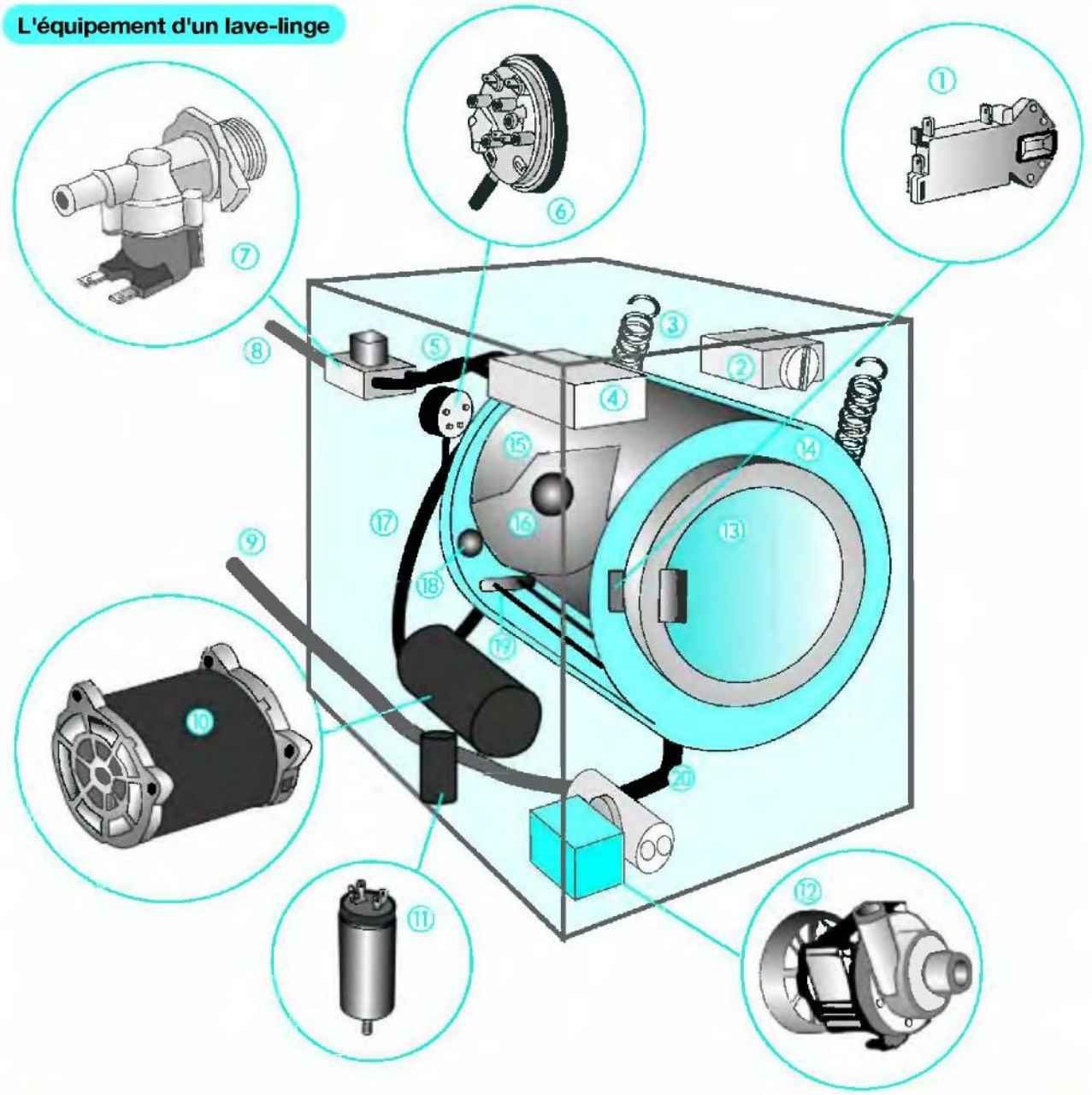


Figure 532 : L'équipement d'un lave-linge

Le lave-linge provoque le déclenchement du disjoncteur

L'appareil est en défaut d'isolement. Dans la majorité des cas, c'est la résistance qui est en cause. Vérifiez son isolement, comme pour la résistance d'un four.
Si la résistance est correcte, vérifiez tous les autres éléments de la même manière et un par un.

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.