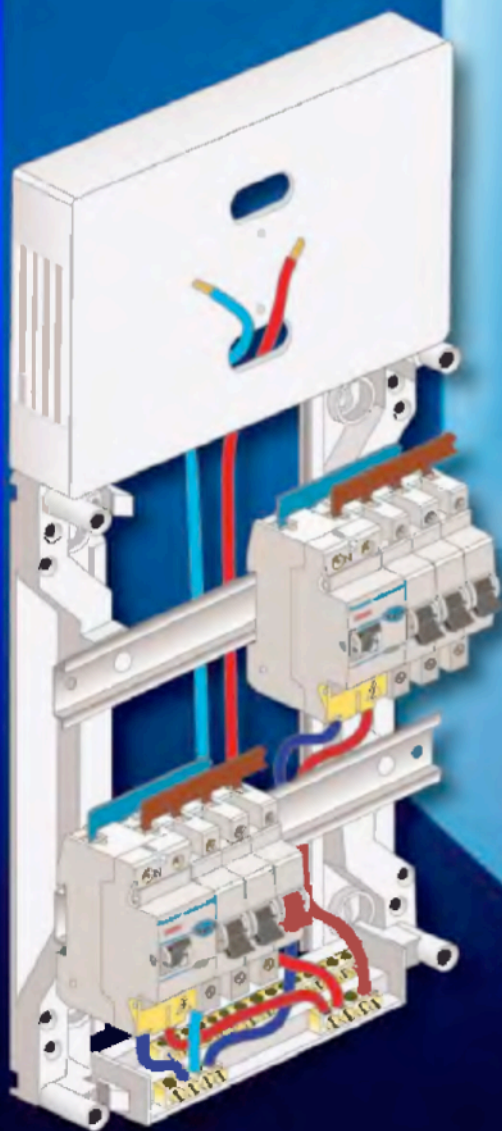


LE GRAND LIVRE DE L'ÉLECTRICITÉ

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 programmeurs 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 connexions	235	Les disjoncteurs divisionnaires	327
Le repérage des lignes	240	La mise à la terre	329
La distribution	241	La prise de terre	329
La pose apparente	241	Le conducteur de terre	332
Montage apparent des câbles	241	La barrette de mesure	332
Pose sous conduits IRL	246	La borne principale de terre	332
Passage des conducteurs	252	Le conducteur principal de protection	333
Pose sous profilé en plastique	252	Le répartiteur du tableau de répartition	335
La pose dans un vide de construction	262	La liaison équipotentielle de la salle d'eau	335
La pose encastrée	262	Les conducteurs de protection	336
La pose semi-encastrée	279	Mesure de la terre et contrôle de l'installation	336
La pose dans le sol	284	Mesure de la terre	337
La pose derrière des complexes isolants	287	Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique	339
La distribution par les combles	293	Le parafoudre basse tension	339
La pose enterrée	293	Le parafoudre téléphonique	339
Étude d'exemple	299	Les circuits de puissance	342
Étude de la distribution	299	Les prises de courant	343
Les montages	299	Prises directes non spécialisées	343
La dérivation individuelle	299	Prises commandées	348
La gaine technique de logement (GTL)	305	Les prises et les circuits spécialisés	351
Les tableaux de répartition divisionnaires	310	Lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge, four	351
Le tableau de répartition	310	Congélateur, informatique	351
Les dispositifs de protection	315	Plaques de cuisson, cuisinières	351
Les dispositifs différentiels haute sensibilité	315	Chaudière	353
Les interrupteurs différentiels	317	Chauffe-eau électrique	355
Les disjoncteurs différentiels	324	Le chauffage électrique	358
Les coupe-circuits domestiques	324	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
		Programmateurs 2 zones pour émetteurs sans fil pilote	367
		Programmateurs 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	Le biorupteur	457
Les indicateurs de consommation	386	La diffusion sonore	457
Les accumulateurs	386	Les enceintes acoustiques	457
Les planchers rayonnants	388	Les systèmes de diffusion sonore	457
Le plancher rayonnant à accumulation	388	Alimentation d'une cave ou d'un garage en	
Le PRE	397	immeuble	461
Les câbles chauffants sous carrelage	401	Réseau de communication domestique	462
Le PRP	404	Installation téléphonique classique	462
Régulation du chauffage à eau chaude	407	Nouveau réseau de communication	
Les circuits d'éclairage	414	domestique	465
Le simple allumage	414	Raccordement des connecteurs RJ 45	470
L'interrupteur à voyant lumineux	415	Distribution du téléphone	470
L'interrupteur automatique	418	Réseau informatique local	483
Le double allumage	421	Distribution de la télévision	483
Le va-et-vient	421	La distribution de la hi-fi	483
Le télérupteur	422	Les systèmes à reconnaissance automatique	483
La minuterie	426	Le réseau domestique CPL	491
Le variateur	430	La télévision	492
Le télévariateur	431	L'alarme	498
Les commandes à distance	431	La détection périphérique	498
La commande par ondes radio	433	La détection périmétrique	498
La commande à distance par courant		La détection volumétrique	500
porteur	433	Les zones	500
Les commandes par détecteur	433	Les systèmes	500
L'interrupteur crépusculaire	437	Les solutions domotiques	505
L'interrupteur horaire	437	La commande téléphonique	505
La pose des luminaires	437	Le serveur Internet domestique	505
Plafonniers, appliques	437	Le système électrique communicant	509
Plafonniers	437	Installation du tableau de	
Appliques	439	répartition	510
Spots TBTS encastrés	439	Le raccordement	510
Les autres montages	444	Le schéma de l'installation	515
La ventilation	444	Le remplacement d'un tableau ancien	519
La VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée)	444	Protection bipolaire	519
Les extracteurs	446	Protection unipolaire	519
Systèmes pour l'accueil des visiteurs	447	Difficultés possibles	521
Sonnette, carillon	450	Difficultés possibles lors du remplacement	
Le portier interphone	450	d'un ancien tableau	522
Le portier vidéo	452	L'isolation	522
Les volets roulants	452	L'outillage pour l'isolation	522
Les stores banne	455		
Les détecteurs techniques	455		

L'isolation des murs	524	Le défaut d'isolement.....	559
L'isolation des murs lisses.....	524	Le court-circuit.....	559
Matériel pour les panneaux isolants.....	524	Appareil détérioré.....	559
Technique de pose des panneaux isolants.....	525		
L'isolation des murs irréguliers.....	529	Les pannes des coupe-circuits et des	
Matériel pour une structure isolante.....	529	disjoncteurs	559
Technique de pose d'une structure pour		Les coupe-circuits anciens.....	559
l'isolation.....	530	Les pannes des coupe-circuits et leurs	
		remèdes.....	561
L'isolation des combles	533	Cas d'un fusible détruit.....	561
Matériel pour la laine minérale.....	533	Cas d'un échauffement anormal.....	563
Technique de pose de la laine minérale.....	536	Cas d'une cartouche inadaptée.....	565
		Le remplacement d'un coupe-circuit	
L'isolation des planchers bas	536	ancien.....	565
Isolation sous chape.....	536	Les pannes des disjoncteurs	
Matériel pour les panneaux isolants de sol.....	536	divisionnaires.....	569
Technique de pose des panneaux isolants de		Les pannes sur les circuits	569
sol.....	537	Cas d'un échauffement anormal	569
Isolation en sous-face.....	540		
Matériel pour l'isolation en sous-face.....	540	Cas d'un mauvais contact dû à une	
Technique de pose d'un isolant en		épaisseur	571
sous-face.....	540		
		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 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
Déséquilibre des phases en triphasé.....	556
La coupure d'une phase.....	557
Les pannes des dispositifs différentiels et	
leurs remèdes	559

Les pannes des variateurs et leurs remèdes	591	Les pannes des lampes à poser et leur remède	621
Les pannes des télérupteurs et leurs remèdes	591	Le montage d'une lampe	621
La recherche d'une panne sur un circuit d'éclairage	595	Les lampadaires halogènes en 230 V	621
Les pannes des sonnettes et leurs remèdes	595	La constitution des lampadaires halogènes	621
Dépannage des appareils	595	Les pannes des lampadaires halogènes et leurs remèdes	626
Les pannes provoquées par les appareils	595	Les luminaires en TBTS (12 V)	629
Dépannage d'un chauffe-eau électrique	599	La constitution d'un luminaire en TBTS	629
Pannes hydrauliques ou électriques ?	599	Les pannes des luminaires en TBTS et leurs remèdes	633
L'eau est froide	599	Les luminaires fluorescents	633
L'eau est trop chaude	601	La constitution des luminaires fluorescents	633
Le chauffe-eau déclenche le disjoncteur	601	Les pannes des luminaires fluorescents et leurs remèdes	637
La recherche d'une panne sur l'alimentation d'un chauffe-eau	601	Les petits appareils électroménagers	637
Les chauffe-eau alimentés en continu	601	L'aspirateur	637
Les chauffe-eau en heures creuses	605	L'aspirateur fonctionne mais n'aspire pas	638
Détartrer un chauffe-eau électrique	605	L'aspirateur ne se met pas en route	639
Les appareils de chauffage	605	L'aspirateur s'arrête de lui-même	643
Les pannes des appareils de chauffage et leurs remèdes	608	Le fer à repasser	643
Un appareil ne chauffe plus	608	Le fer ne chauffe plus	643
Un appareil chauffe trop	610	Le fer chauffe trop ou pas assez	647
Un appareil est en défaut d'isolement	610	Le fer déclenche le disjoncteur	647
L'entretien des appareils de chauffage	610	Le fer ne produit plus de vapeur	647
La recherche d'une panne sur un circuit de chauffage	610	La cafetière électrique	647
Les appareils de chauffage alimentés en direct	612	La cafetière ne chauffe plus	647
Les appareils de chauffage régulés	612	La cafetière déclenche le disjoncteur	647
Les luminaires	612	Le grille-pain	649
Les suspensions	612	Le sèche-cheveux	650
Les suspensions à une lampe	612	Le sèche-cheveux ne démarre pas	650
Les lustres	617	Le sèche-cheveux s'arrête tout seul	650
Les lampes à poser	621	Seules certaines allures fonctionnent	650
La constitution des lampes à poser	621	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 appareils 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

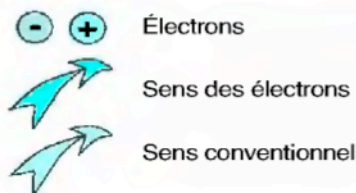
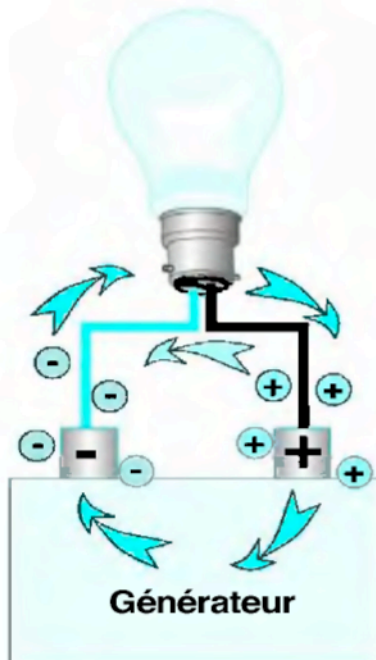
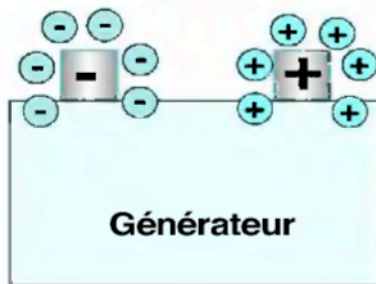


Figure 1 : Le générateur

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.

Les effets de l'électricité

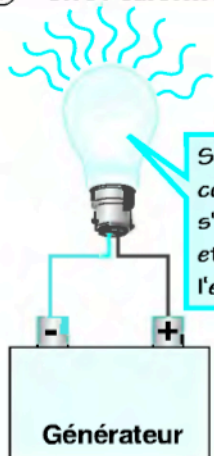
Un courant électrique peut avoir plusieurs effets, chimiques ou physiques, en fonction de la nature de l'élément traversé (figure 2).

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,

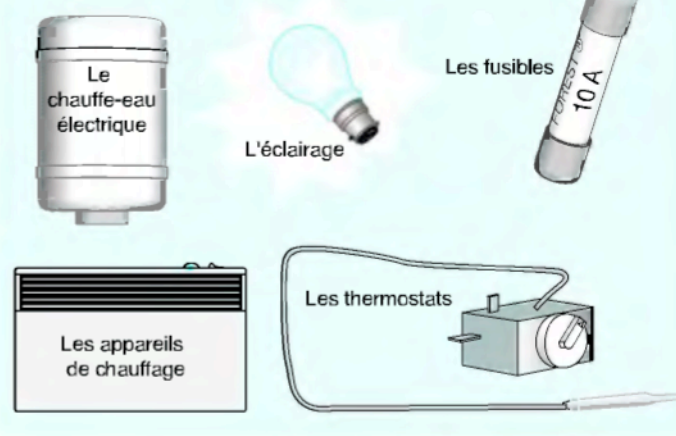
Les effets du courant électrique

① L'effet calorifique

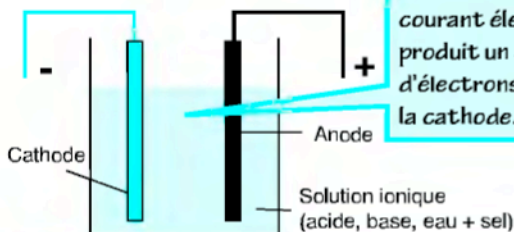


Sous l'effet du passage du courant électrique, la lampe s'allume, son filament rougit et dégage de la chaleur : c'est l'effet calorifique.

Les applications



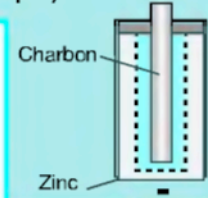
② L'effet chimique (électrolyse)



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

L'effet peut être inversé

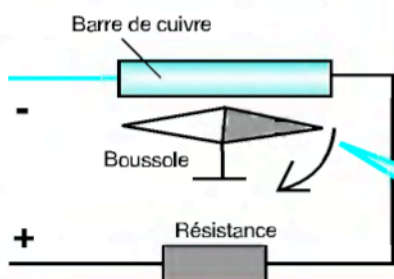
Avec une électrolyse, on peut créer de l'électricité (piles, batterie de voiture, par exemple).



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)
-

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.

L'effet peut être inversé

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



Les applications

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

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.

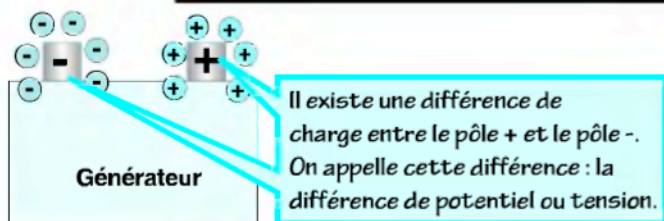
L'intensité : lorsqu'on branche une lampe sur un générateur (figure 3), on établit un circuit passant par l'ampoule. Une certaine quantité d'électrons transite par les fils et le filament de la lampe. Ce flux correspond à l'intensité et s'exprime en ampères (symbole A).

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 :

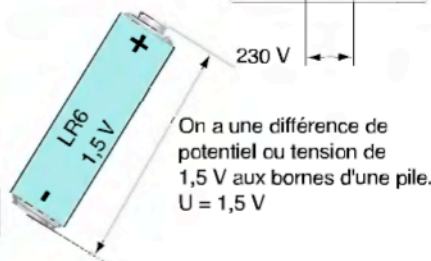
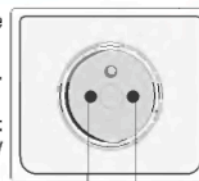
Figure 3 : Les valeurs en électricité ►

Les valeurs en électricité (en courant continu)

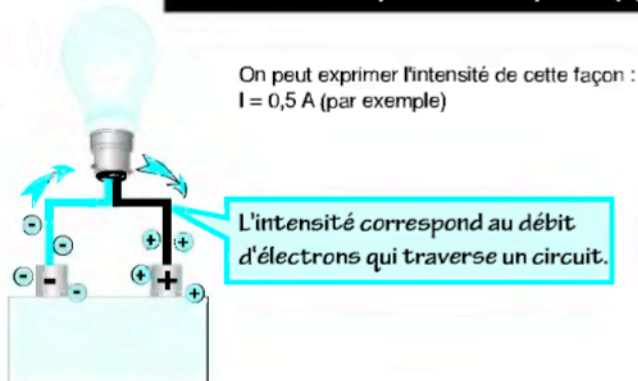
La tension La tension U s'exprime en volts (symbole V)



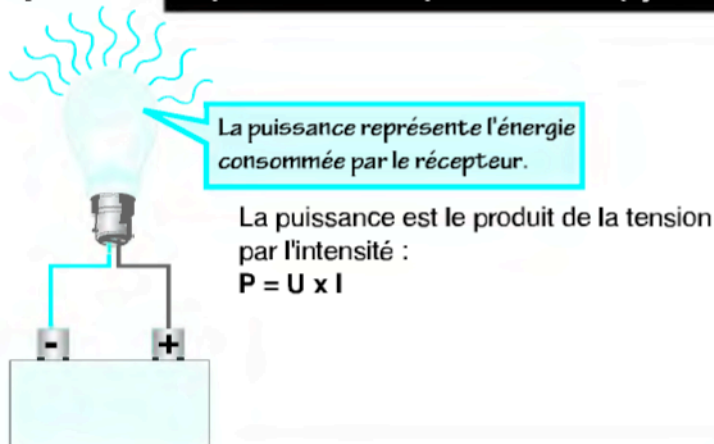
On a une tension de 230 V aux bornes d'une prise de courant. On peut exprimer cette valeur de la façon suivante : $U = 230 V$



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



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



La consommation

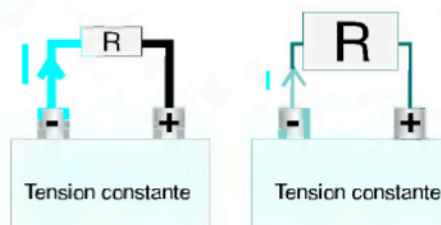
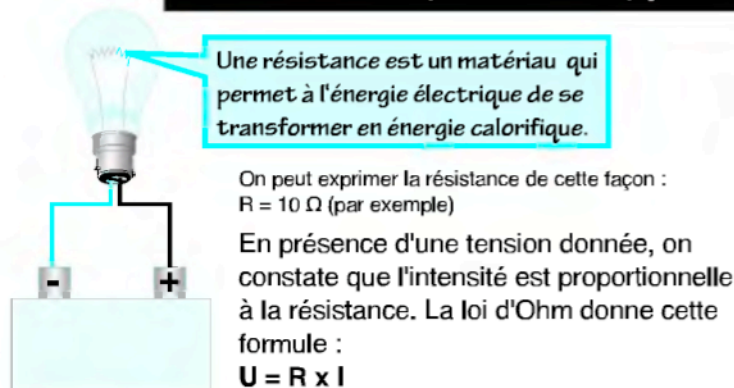
La consommation s'exprime en kilowattheure (symbole kWh)

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



Si R est faible, I est élevée.

Si R est élevée, I est faible.

$$U = R \times I$$

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 $U = 230 \text{ V}$.

Admettons qu'une ampoule provoque une intensité $I = 0,435 \text{ A}$.

La puissance est :

$$P = U \times I = 230 \times 0,435 = 100 \text{ W.}$$

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 :

$$100 \text{ W} = 0,100 \text{ kW}$$

$$0,100 \times 3 = 0,300 \text{ kWh}$$

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

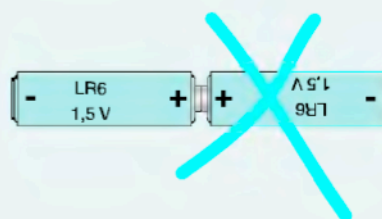
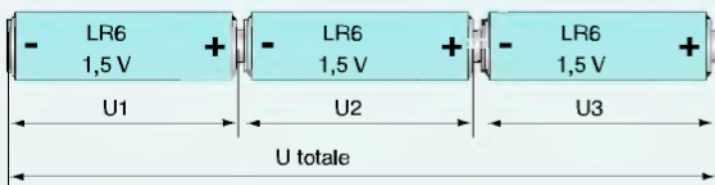
On dit d'éléments qu'ils sont en série lorsqu'ils sont placés les uns à la suite des autres. S'il s'agit par exemple de générateurs, la tension disponible aux bornes de l'ensemble correspond à la somme des tensions de chaque élément.

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

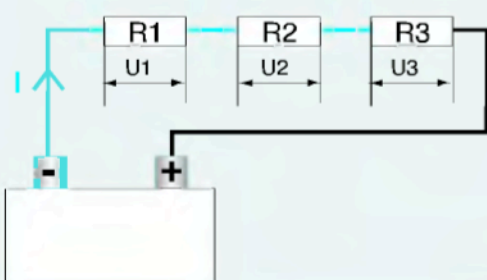


Ne placez pas les générateurs en opposition : ils se déchargeraient.

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

$$U_{\text{totale}} = U_1 + U_2 + U_3$$

Dans l'exemple ci-dessus : $U_{\text{totale}} = 1,5 + 1,5 + 1,5 = 4,5$ volts



Les résistances

La résistance totale est la somme de toutes les résistances

$$R_{\text{totale}} = R_1 + R_2 + R_3$$

L'intensité est la même dans tout le circuit.

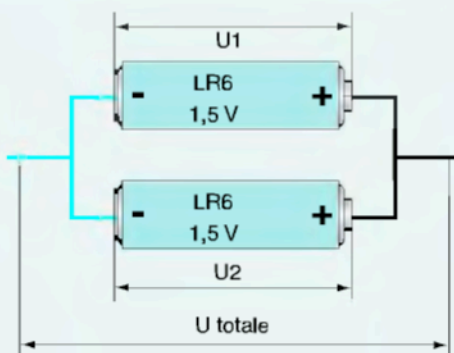
La tension est différente aux bornes de chaque résistance mais leur somme est égale à la tension du générateur.

$$U_1 + U_2 + U_3 = U_{\text{générateur}}$$

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.



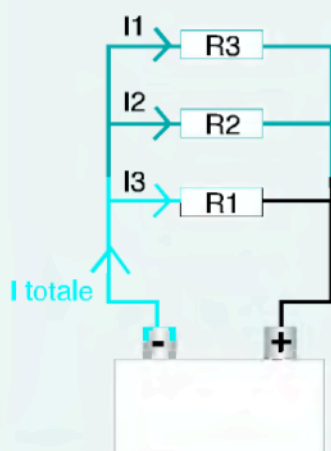
$$U_{\text{totale}} = U_1 \text{ ou } U_2$$

Dans l'exemple ci-contre :

$U_{\text{totale}} = 1,5$ 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 :

$$\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

La tension est la même aux bornes de toutes les résistances.

L'intensité est proportionnelle à chaque résistance.

$$I_{\text{totale}} = I_1 + I_2 + I_3$$

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 : $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 3 \Omega$ et $R_3 = 5 \Omega$

$$1 / R_{\text{équiv.}} = 1 / 2 + 1 / 3 + 1 / 5$$

$$1 / R_{\text{équiv.}} = 31 / 30$$

$$R_{\text{équiv.}} = 30 / 31 = 0,96 \Omega$$

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.

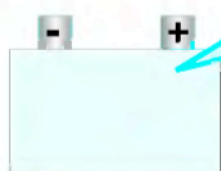
Il n'y a pas de polarités en courant alternatif puisque le courant alterne en permanence entre + et -. Les pôles sont dénommés phase et neutre.

Les types de courant

Le courant continu

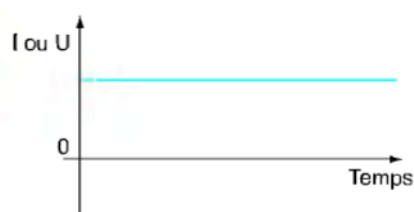
Symbole 

DC en anglais



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

Représentation graphique du courant continu



Le courant alternatif

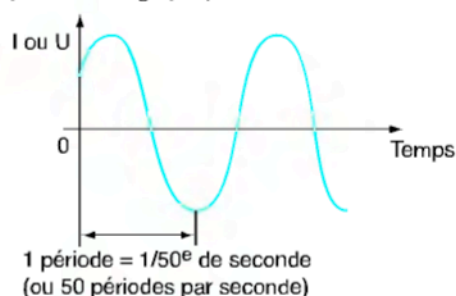
Symbole 

AC en anglais



Le courant alternatif est le courant distribué dans votre installation.

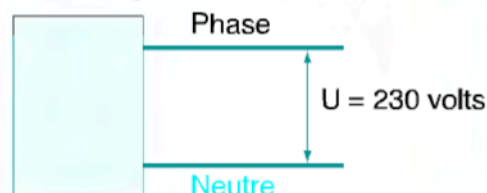
Représentation graphique du courant alternatif



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 : $P = U \times I$ 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)

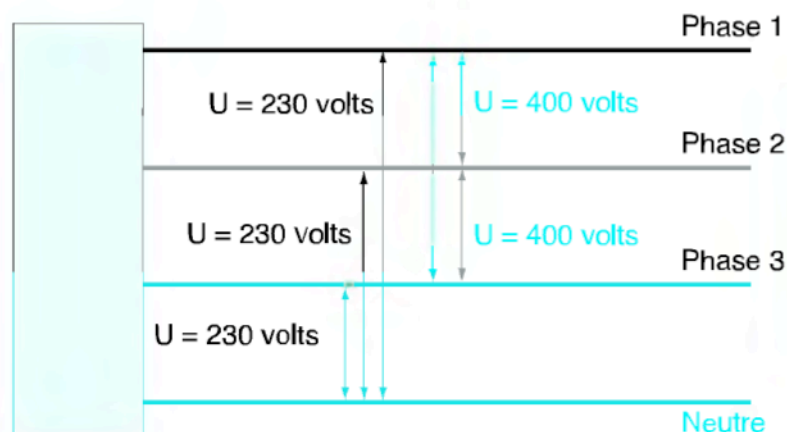


Le monophasé est l'une des tensions distribuées par EDF qui arrive à votre domicile. L'alimentation est constituée de deux conducteurs : la phase et le neutre. La tension entre ces deux fils est de 230 volts.

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 $U = R \times I$ 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 $P = U \times I$, 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.

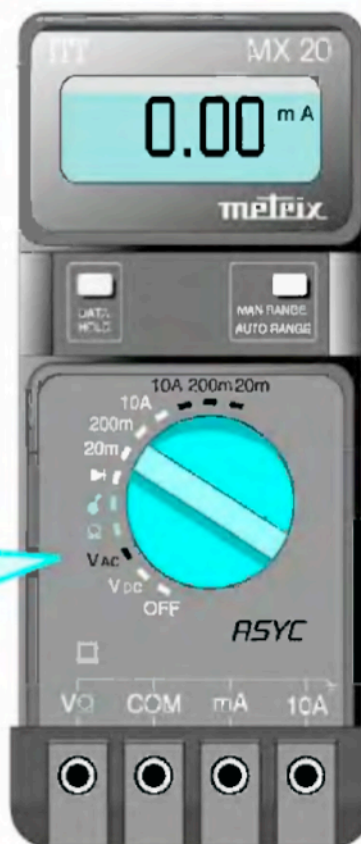
Les multimètres permettent d'effectuer un grand nombre de mesures : tension alternative ou continue, intensité alternative ou continue, résistance et encore bien d'autres mesures selon les modèles. Préférez toujours un modèle doté d'une protection interne (fusible) qui évite de détruire l'appareil en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

La pince ampèremétrique 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.

Le multimètre 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. Générale-

ment, 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.

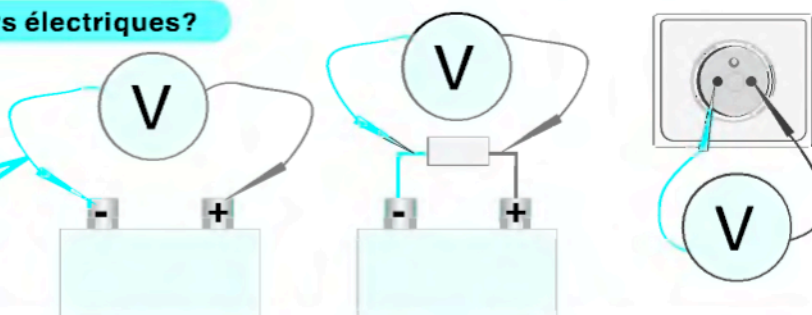
La mesure de la continuité d'un conducteur sert à vérifier que celui-ci n'est pas coupé, par exemple dans un cordon d'alimentation ou une bobine. Pour mesurer la continuité, vous pouvez utiliser l'appareil de mesure en ohmmètre ou

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...



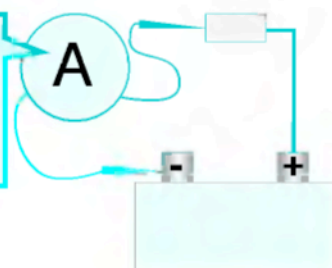
...ou DC pour une tension en continu.



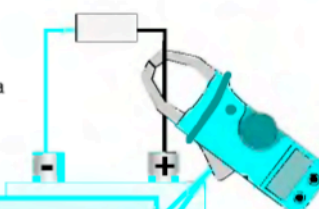
Procédez à la mesure. La valeur de la tension s'affiche sur le cadran.

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.



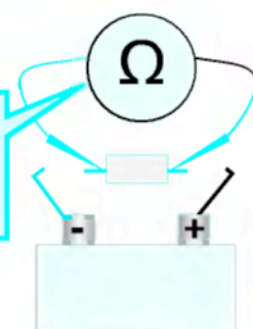
Ce type de mesure n'est pas très approprié pour une installation électrique. C'est pourquoi on préfère souvent la pince ampèremétrique.



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

La mesure d'une résistance

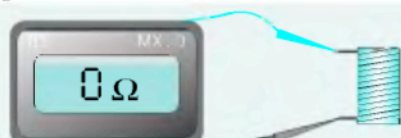
La résistance se mesure aux bornes d'un récepteur obligatoirement hors tension à l'aide d'un ohmmètre.



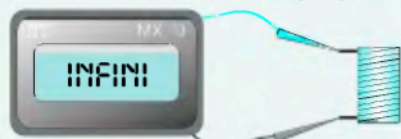
Si vous mesurez une résistance dans un circuit, prenez soin de déconnecter l'un des fils d'alimentation de cette résistance pour ne pas fausser la mesure.

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.

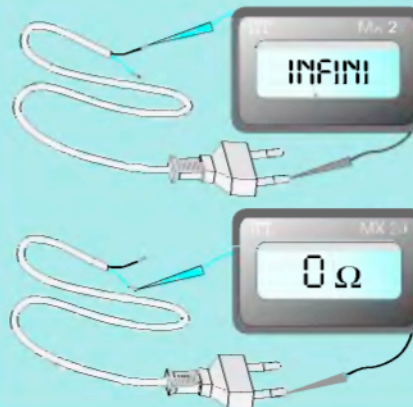


Une mesure entre 0 et 5 Ω indique que le bobinage est correct.



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'obte-

nir un niveau adapté 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

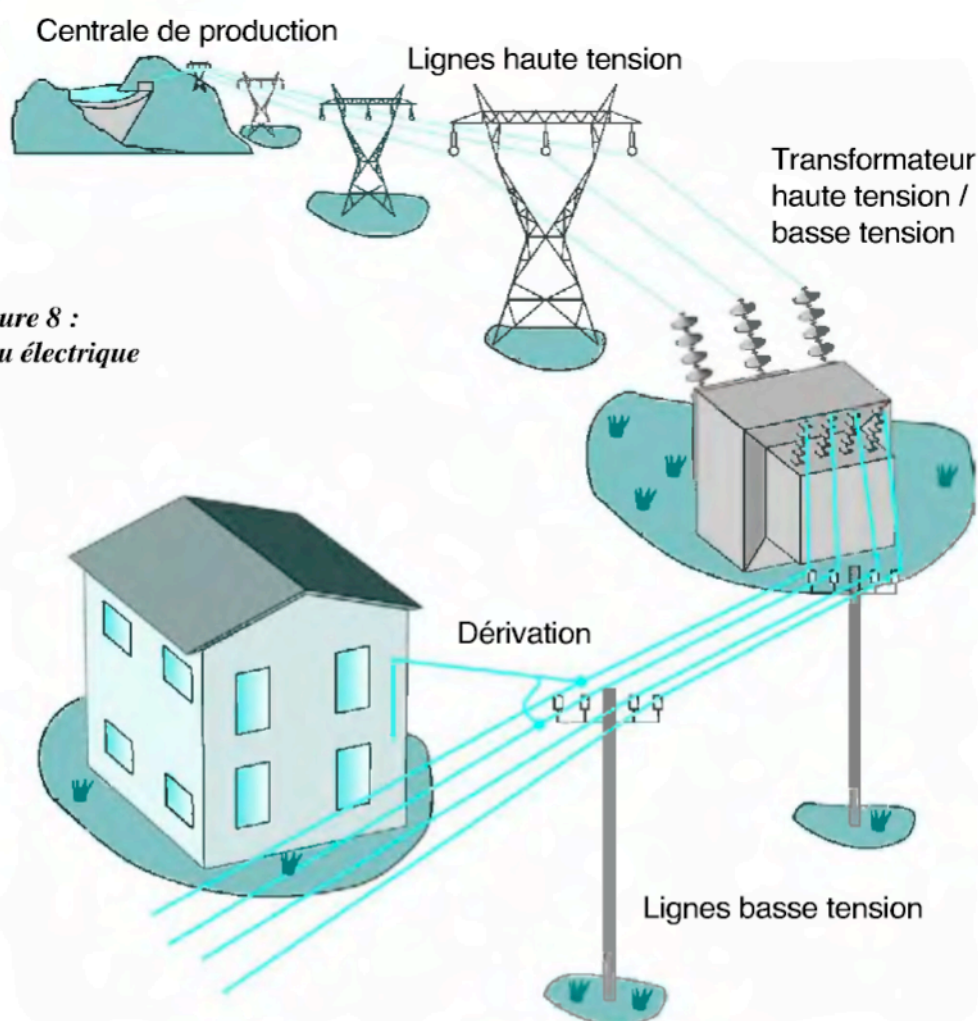


Figure 8 :
Le réseau électrique

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

Compteur ancien (emplacement)

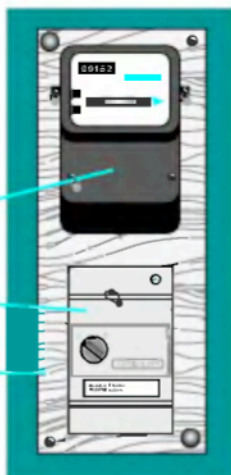
— Lignes électriques

● Compteur

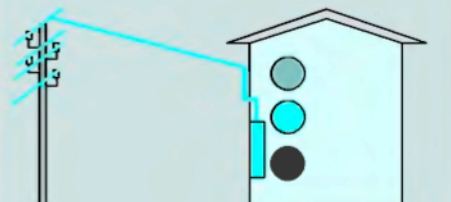
● Disjoncteur d'abonné

■ Coffret ou tableau

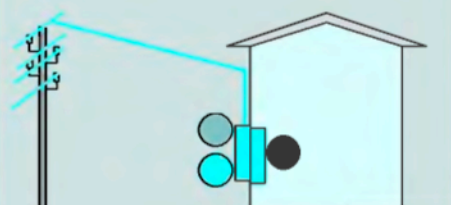
● Coupe-circuit général



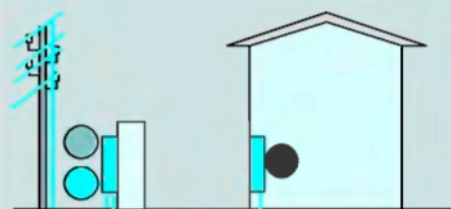
En maison individuelle



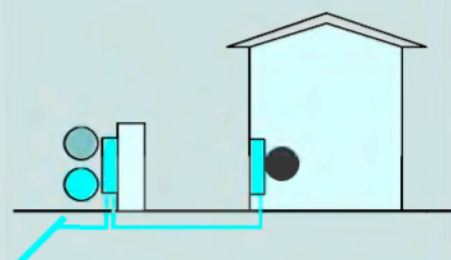
Branchement aérien ancien



Branchement aérien récent



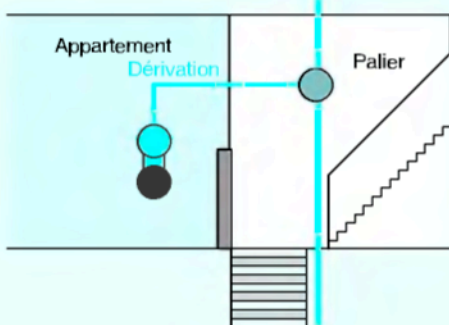
Branchement aéro-souterrain



Branchement souterrain

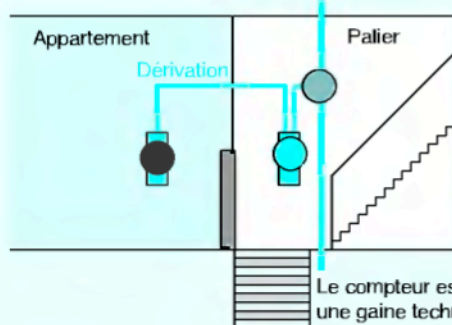
En immeuble collectif

Colonne de distribution de l'immeuble



Raccordement ancien








Colonne de distribution de l'immeuble

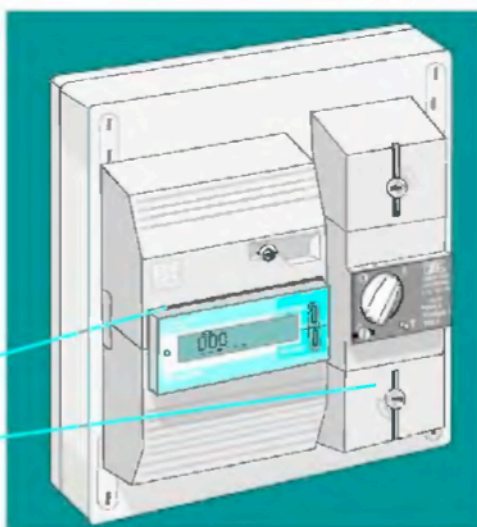


Raccordement récent

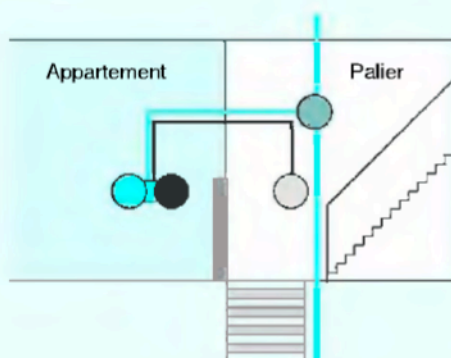
Figure 9 : Les emplacements du compteur et du disjoncteur

Compteur électronique (emplacement)

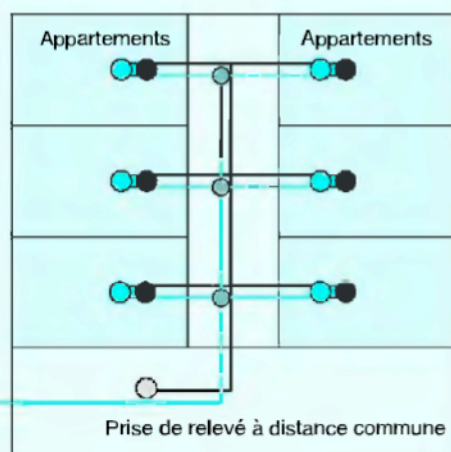
-  Coffret ou tableau
-  Lignes d'information
-  Lignes électriques
-  Coupe-circuit général
-  Compteur
-  Disjoncteur d'abonné
-  Prise de relevé à distance



En immeuble collectif

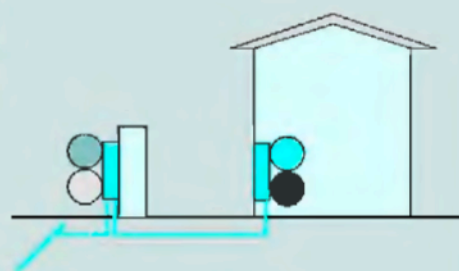


Immeuble collectif en rénovation

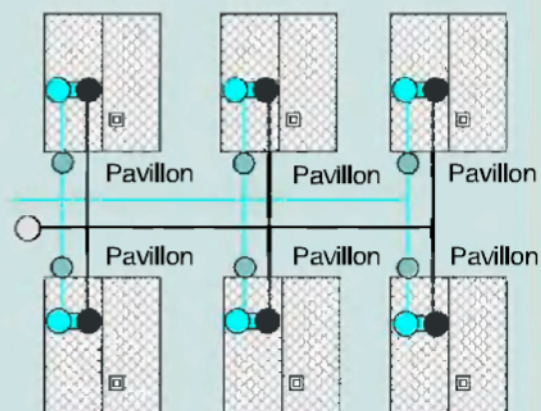


Immeuble collectif neuf

En maison individuelle



Maison individuelle seule ou en rénovation



Zone pavillonnaire neuve

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.

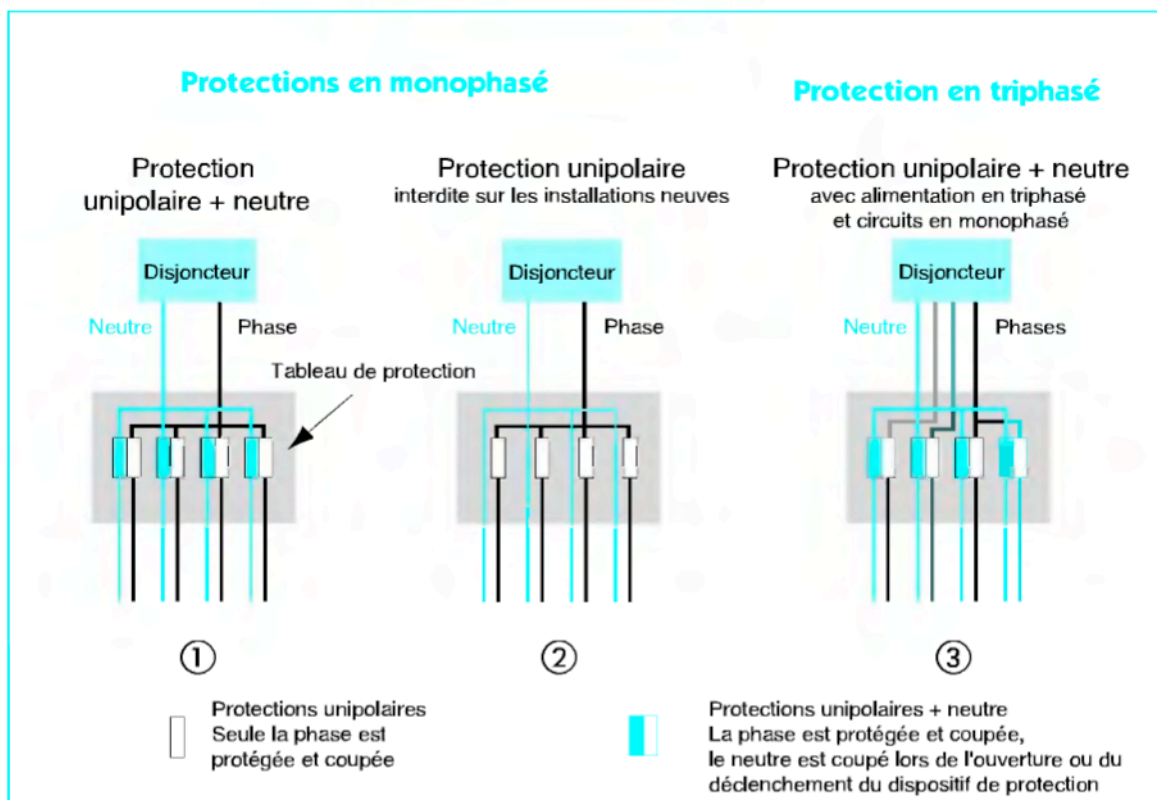
Les coupe-circuits en porcelaine d'antan disposaient d'un fusible pour le neutre et d'un fusible pour la phase : on appelle cela la protection bipolaire. Ce type de protection n'est plus admis pour les installations domestiques.

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

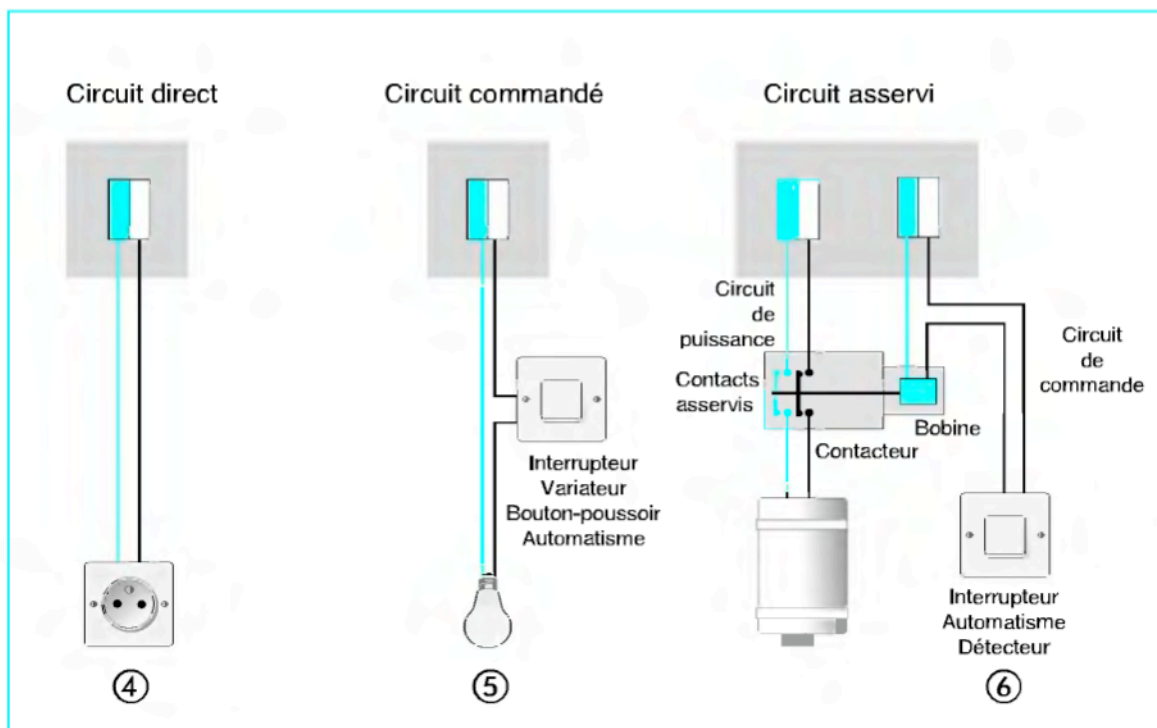


Figure 11 : Les circuits électriques types

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 ($U = R \times I$, donc $I = U \div R$), 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

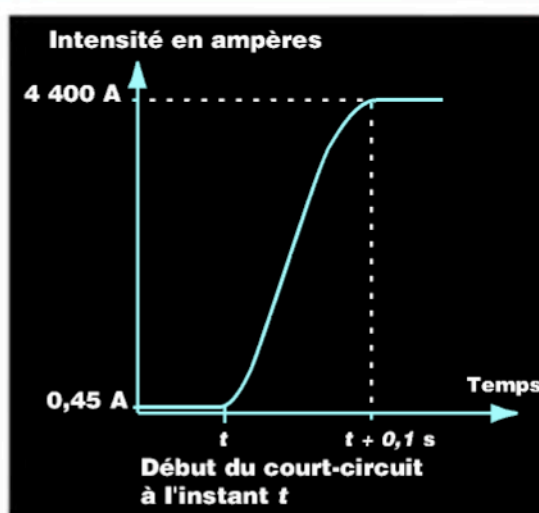


Figure 12 : Le court-circuit en courant continu

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 (mou-lure en bois, gaines) ainsi que leur envi-

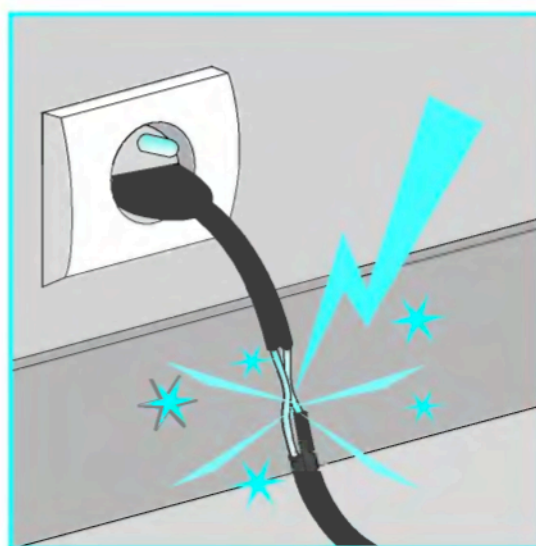


Figure 13 : Le court-circuit

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.

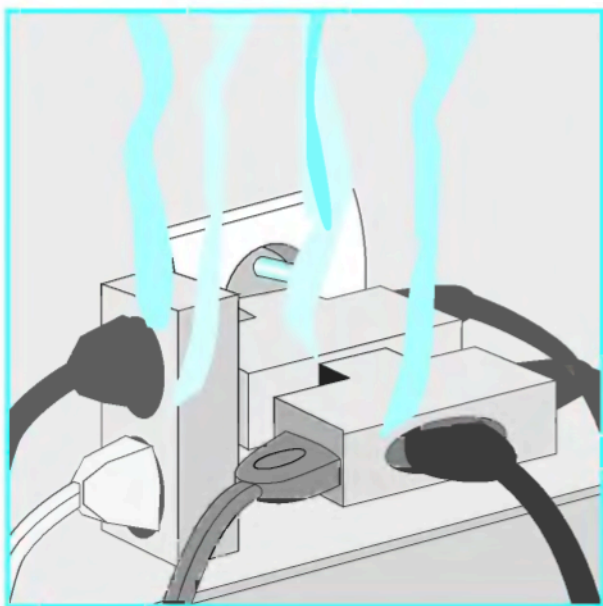


Figure 14 : La surcharge

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.

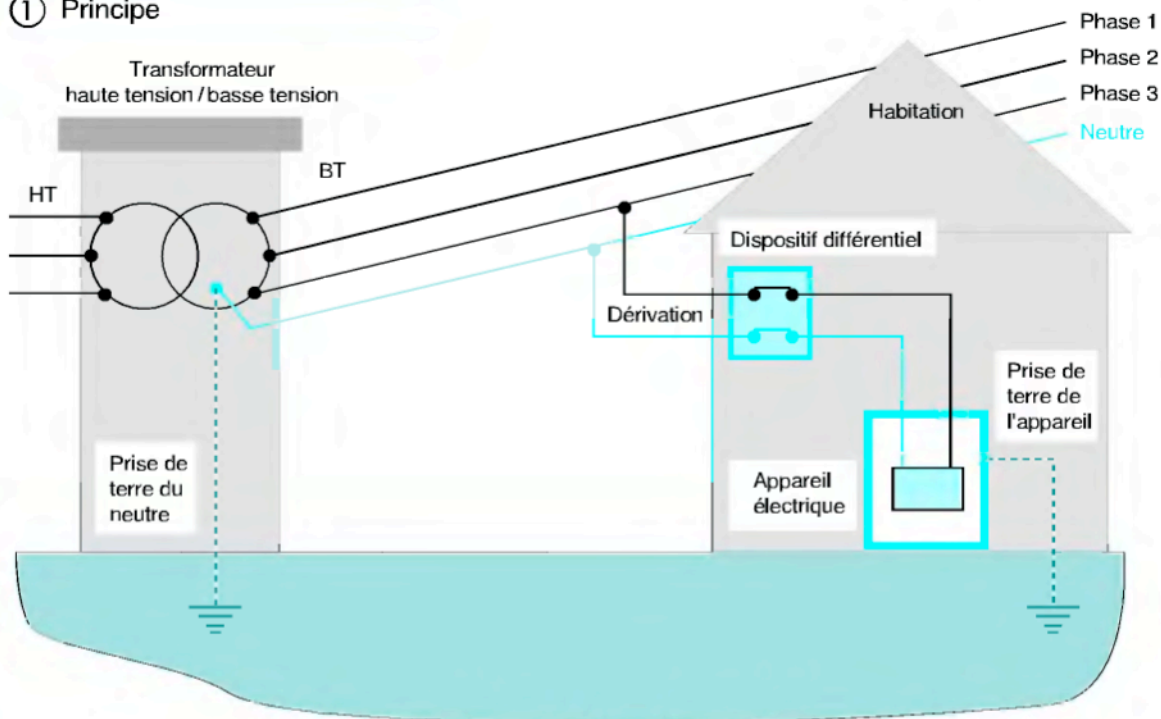
Pour remédier à ce problème, on a recours à des dispositifs de protection interdisant de dépasser une certaine intensité selon le diamètre des conducteurs des lignes électriques. Ce même diamètre détermine également l'intensité maximale à ne pas dépasser, comme nous le verrons plus loin.

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

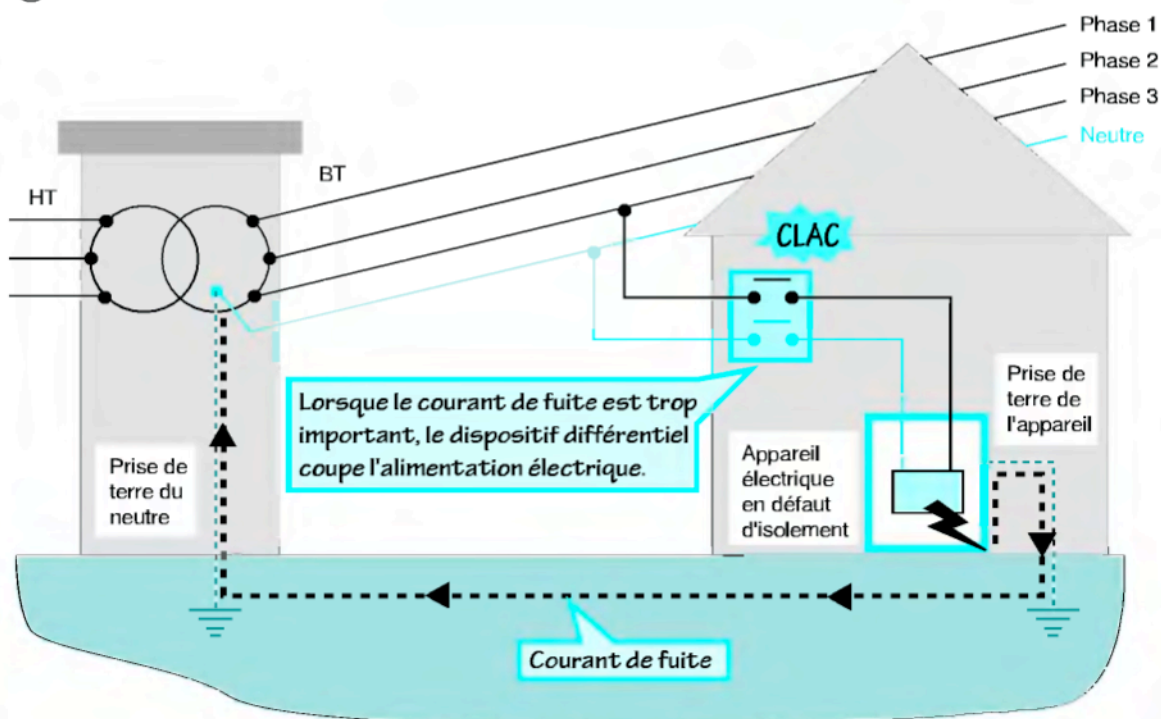


Figure 15 : Le régime du neutre à la terre

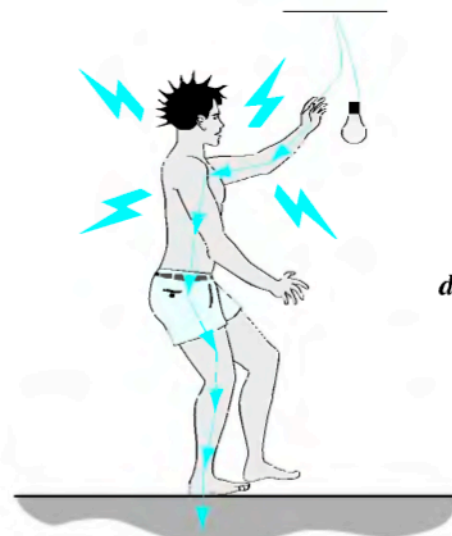
va directement rejoindre le potentiel de neutre, d'où une sorte de court-circuit à travers la terre.

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.

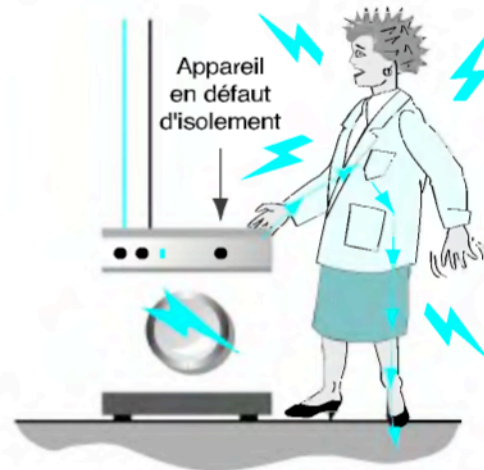
Les effets des défauts d'isolement peuvent être très dangereux, surtout lorsqu'une personne entre en contact avec un conducteur, une gaine métallique ou un appareil électroménager défectueux. On peut considérer deux cas : les contacts directs et les contacts indirects (figure 16). Les contacts directs 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 :

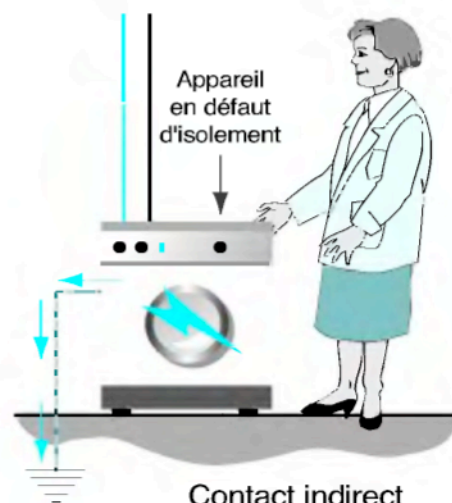
— l'appareil est relié à une prise de terre. La perte de courant transite directement par le fil de terre. Si elle est trop importante, le dispositif de protection se déclenche ;



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-

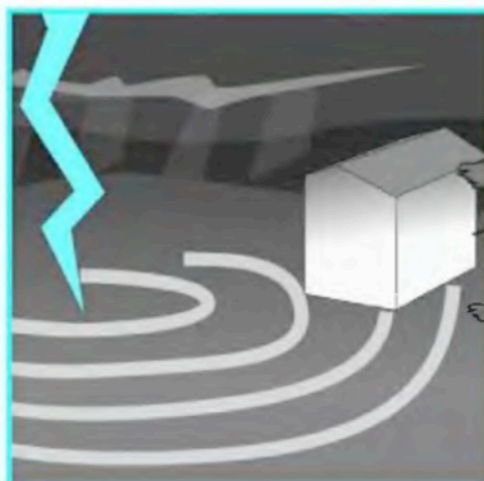
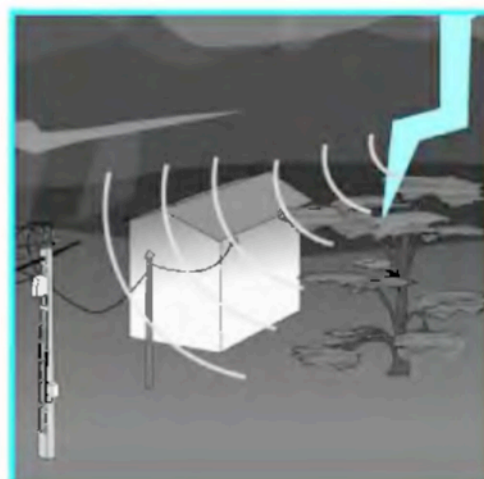
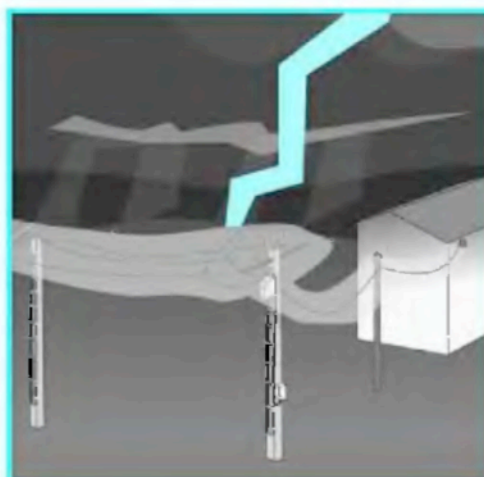


Figure 17 : Les surtensions dues à la foudre

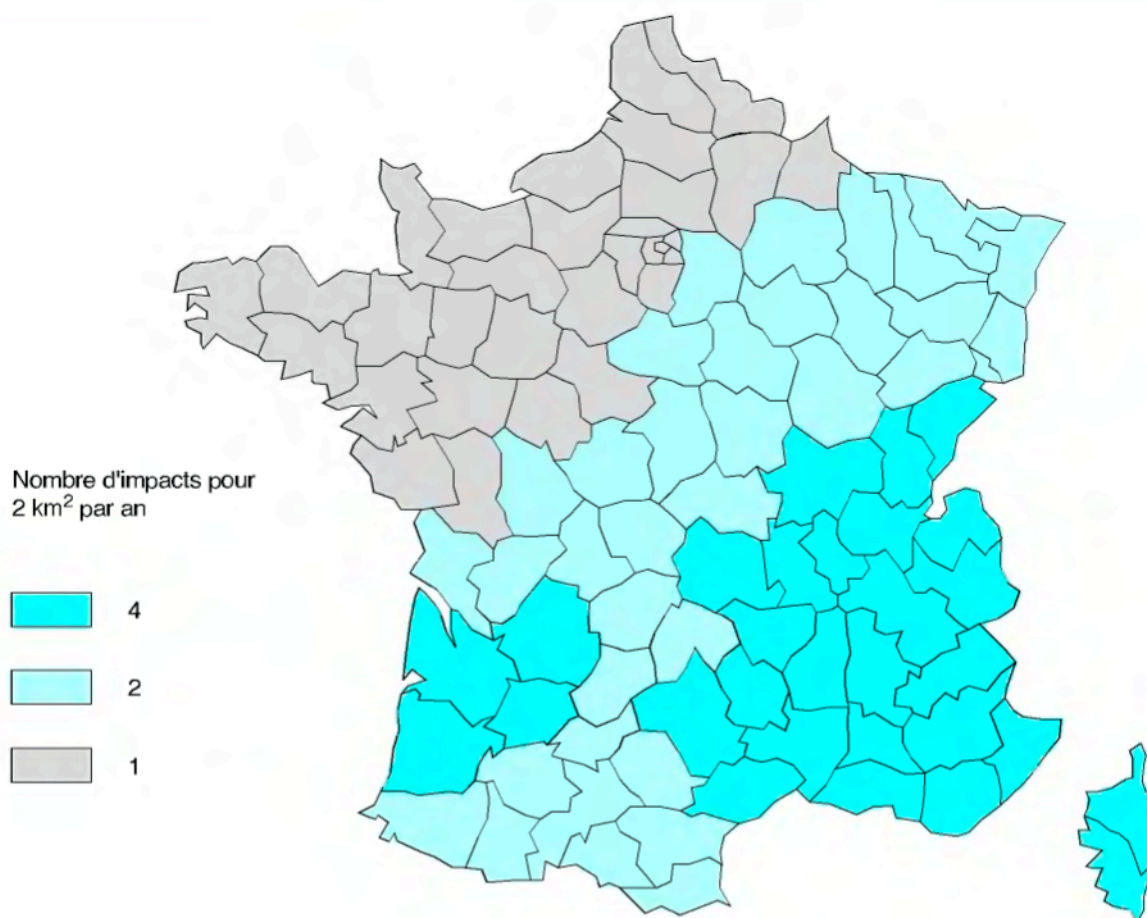


Figure 18 : Les départements où le parafoudre est obligatoire

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 privées. 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 réno-

vées 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

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

FEUILLET ROSE A DÉTACHER ET A CONSERVER PAR L'INSTALLATEUR AVANT ENVOI AU CONSUEIL

ATTESTATION DE CONFORMITÉ

VIA DU CONSEIL
Service National pour la Délivrance des Certificats de Conformité
réglementés après la mise en service de l'installation

LOCAUX D'HABITATION

neufs
 existants
 avec chauffage électrique
 sans chauffage électrique

Formule émise le : _____
 valable jusqu'à : _____

CACHET DE L'INSTALLATEUR

cerfa
N° 553204
Formulaire obligatoire
N° 12-120
Mars 1997

jointure pour la mise en service de l'installation

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.

l'installateur soussigné atteste que l'installation électrique, objet de cette attestation, est conforme aux règles de sécurité en vigueur.

NOM DU CLIENT : _____

ADRESSE DU CHANTIER : _____

Immeuble : _____ Escalier : _____ Etage : _____ Porte : _____

Puis : _____ M² : _____

Date : _____ en lettres : _____ en chiffres : _____

Signature : _____

DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX EXÉCUTÉS PAR L'AUTEUR DE L'ATTESTATION

- nombre de logements équipés par l'auteur de l'attestation _____
- nombre de logements identiques _____ de type F _____
- habitat individuel
- collectif

INSTALLATION DOMESTIQUE

alimentation monophasé triphasé mesure de la résistance de prise de terre ohms

protection de l'installation différentiel non citée sensibilité du ou des différentiels : _____ mA

Nombre de circuits (1)	Sections en mm ²			
	1,5	2,5	4	6
Monophasés				
Triphasés				

PRISES DE COURANT ET Foyers LUMINEUX

	10/16 A	20 A	32 A	Di	F (jus) A
séjour - salon (1)					
1 ^{re} chambre					
autres chambres (2)					
cuisine-office					
salle d'eau					
entrée - dégagement					
autres pièces (3)					
dépendances (4)					

INSTALLATION CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

- Direct
- Basse + complément
- Pompe à chaleur
- Autres

Nombre de circuits (1)	Sections en mm ²			
	1,5	2,5	4	6
Monophasés				
Triphasés				

APPAREILS DE CHAUFFAGE

	Nombre	Puissance en W
séjour - salon (1)		
1 ^{re} chambre		
autres chambres (2)		
cuisine-office		
salle d'eau		
entrée - dégagement		
autres pièces (3)		
dépendances (4)		

(1) aller à une croix dans la table de la page 12
 (2) système de départ dans les dépendances, terrasses inclus, aller à la page 12
 (3) nombre de prises de courant, nombre et puissance des appareils de chauffage ne doivent pas être en excès ou en défaut
 (4) en pièces ou en dépendances

IMPORTANT : voir verso du feuillet rose de la présente liasse. 0383195

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

RAPPORT CONSUEL BATIMENT D'HABITATION

INSTALLATION DOMESTIQUE

CHAUFFAGE ELECTRIQUE

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. ELEC.		PRESCRIPTIONS	DDM.		C. ELEC.	
	C	NC	C	NC		C	NC	C	NC
PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MISE EN ŒUVRE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS Bâtiment	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Tableaux de protection (emplacement, hauteur)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Liaison équipotentielle principale reliée au conducteur de protection - entre canalisations métalliques (eau froide, chaude, vidange, éléments conducteurs du bâtiment)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Repérage des conducteurs et des circuits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Tous les canalisations électriques avec conducteur de protection	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Sectionnement du neutre à l'origine de chaque circuit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- reliés au conducteur de protection	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Interrupteurs sur conducteurs de phase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- protégés par dispositif différentiel $\leq 30\text{ mA}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Modes de pose et choix des canalisations :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Appareils électriques de Classe I reliés au conducteur de protection	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- apparentes - non apparentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Salle d'eau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- continuité de la protection mécanique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Liaison équipotentielle reliée au conducteur de protection	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Coefficient de remplissage des conduits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- entre canalisations métalliques (eau froide, chaude, vidange, chauffage gaz...), corps des appareils sanitaires métalliques, autres éléments conducteurs (buisseries...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Accessoires - boîtes - connexions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Dispositif différentiel $\leq 30\text{ mA}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Radiateurs électriques connectés sans P.C.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Volume 1 :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MESURES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Volume 2 : salles 2P avec transformateur radiateurs électriques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Continuité des conducteurs de protection	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
autres appareils électriques Classe II et IPx3 ou	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Valeur de la résistance de terre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Volume 3 : appareils électriques IPx1 ou	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Courant nominal de déclenchement différentiel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Valeur de la résistance d'isolement (min. 500 Ohm Ω) :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- entre conducteurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- entre conducteurs et terre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SÉPARATION DES FONCTIONS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Précisions éventuelles : _____				
• Foyers lumineux, PC, radiateurs électriques sur circuits distincts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• 8 points d'utilisation au maximum par circuit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• 6 radiateurs au maximum par circuit chauffage électrique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
COMMANDE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Coupure générale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Chauffage électrique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Groupe de ventilation mécanique contrôlée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Protection à l'origine de chaque circuit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
- sur conducteur de phase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Cadre des dispositifs de protection :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
- pour conducteur 1,5 mm ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
- pour conducteur 2,5 mm ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
- pour conducteur 4 mm ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
- pour conducteur 6 mm ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
SECTION MINIMALE DES CONDUCTEURS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Conducteurs actifs installation domestique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Circuits éclairages : 1,5 mm ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Circuits prises 10/16 A : 2,5 mm ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Circuits monophasés prise 20 A : 4 mm ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Circuits monophasés prise ou boîtes 32 A : 6 mm ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Autres circuits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Conducteurs actifs installation chauffage électrique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• 1,5 mm ² pour circuit inférieur à 2,3 kW mono	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• 2,5 mm ² pour circuit inférieur à 4,6 kW mono	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• 4 mm ² pour circuit inférieur à 5,8 kW mono	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• 6 mm ² pour circuit inférieur à 7,3 kW mono	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Conducteurs de protection	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Égale à celle des conducteurs actifs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• 4 mm ² (sans protection mécanique) pour conducteurs actifs 2,5 mm ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
• Liaison équipotentielle principale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Conducteurs de terre (protégé : 16° Cu - ou : 25° Cu, 50° Fe-Al)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
- Entre prise de terre et borne de terre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
CONFORMITE DU MATERIEL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rapport établi par M. _____				
Appareillage : posé <input type="checkbox"/> non posé <input type="checkbox"/> en cours de pose <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le : _____ Signatures :				
• Canalisations - coupe circuits - disjoncteurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En présence de M. _____ installateur (ou son représentant)				
• P.C. 10/16 A à obturateurs, P.C. 20A, 30A, Interrupteurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Signature :				
• Radiateurs électriques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

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

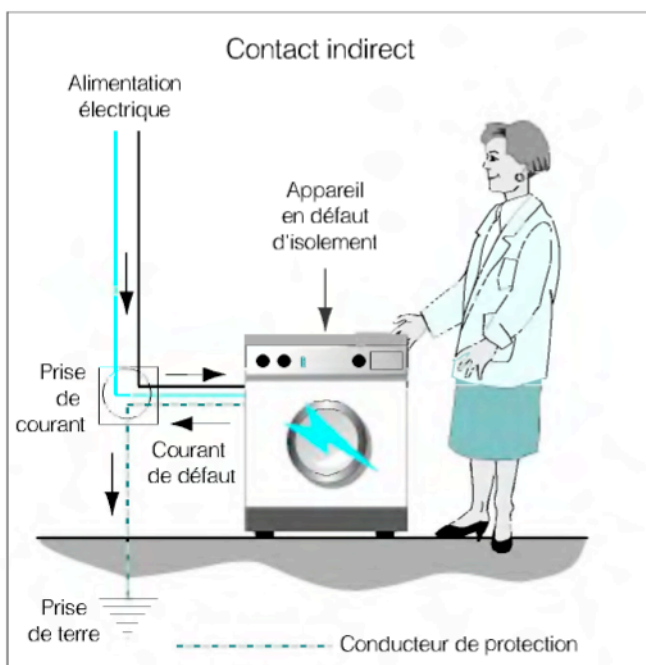


Figure 21 :
Le principe de la mise à la terre

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.

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.

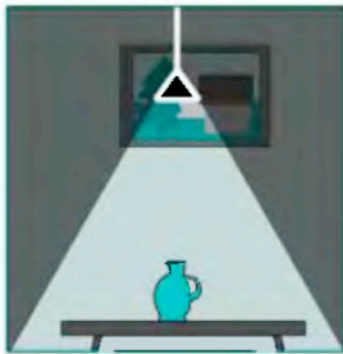
Il convient également de choisir le mode de commande souhaité pour ces éclairages. Un seul point de commande (l'interrupteur), deux points de commande (le va-et-vient), trois points ou plus (le télérupteur). Vous pouvez aussi opter pour un système à variation à partir d'un ou plusieurs points (le variateur, 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.

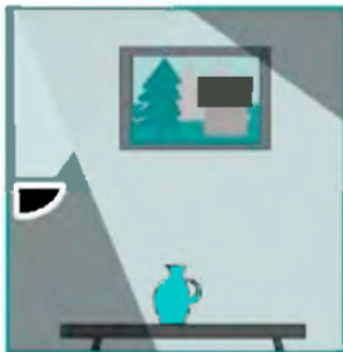
L'accès au sous-sol ou au garage nécessite au minimum un va-et-vient, soit deux points de commande.

Après avoir déterminé l'emplacement des points d'éclairage, choisissez le type de lampe adapté à chaque situation.



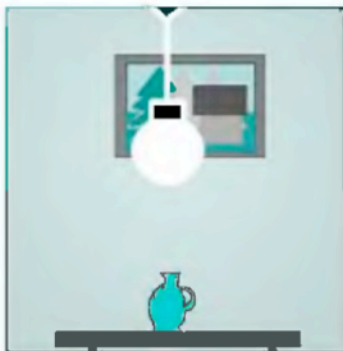
L'éclairage direct

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.



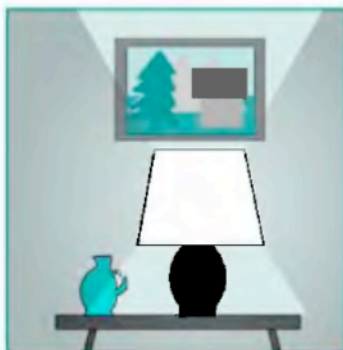
L'éclairage indirect

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)

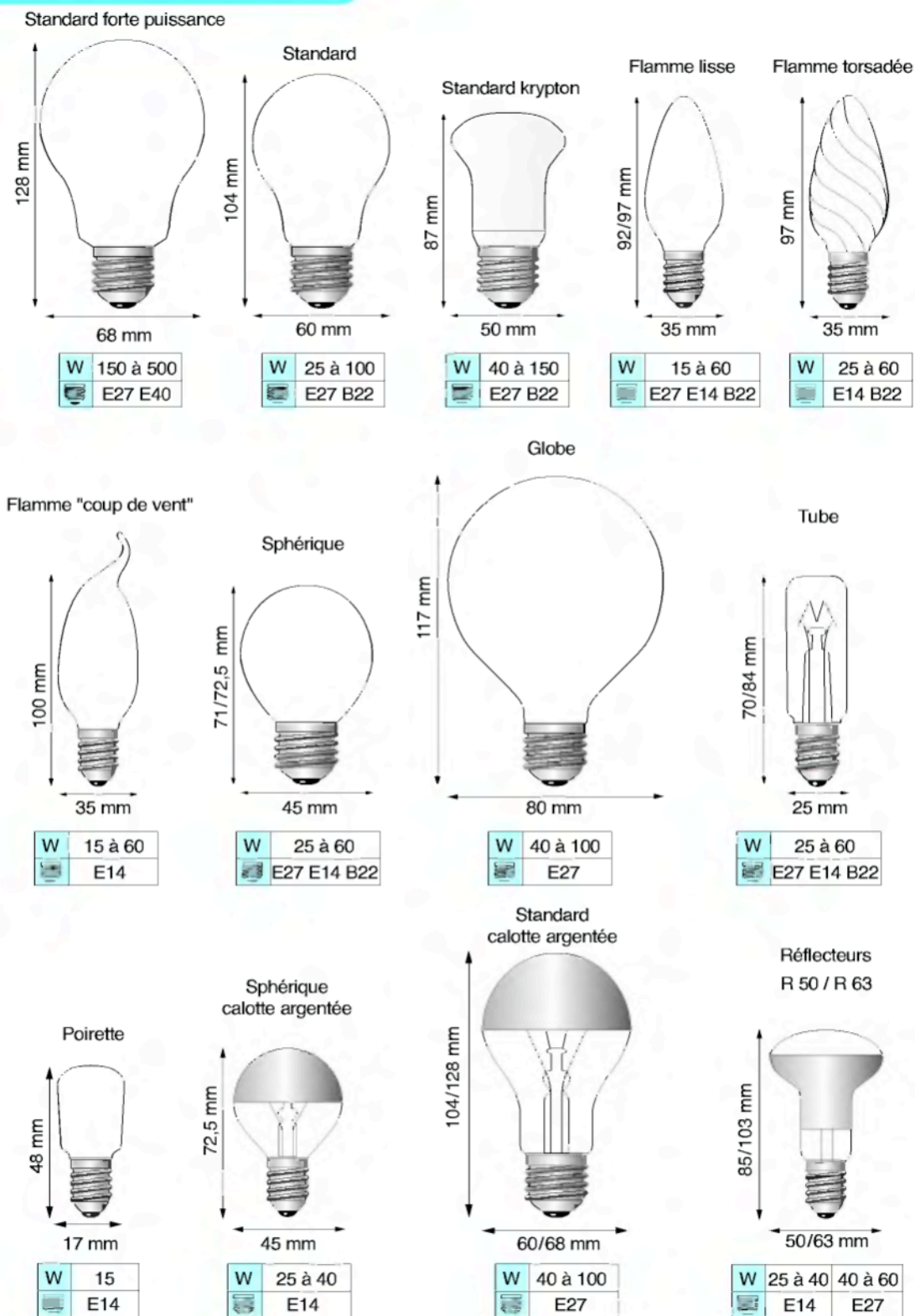


Figure 24 : Les différentes formes de lampes à incandescence

Les lampes à incandescence (2)

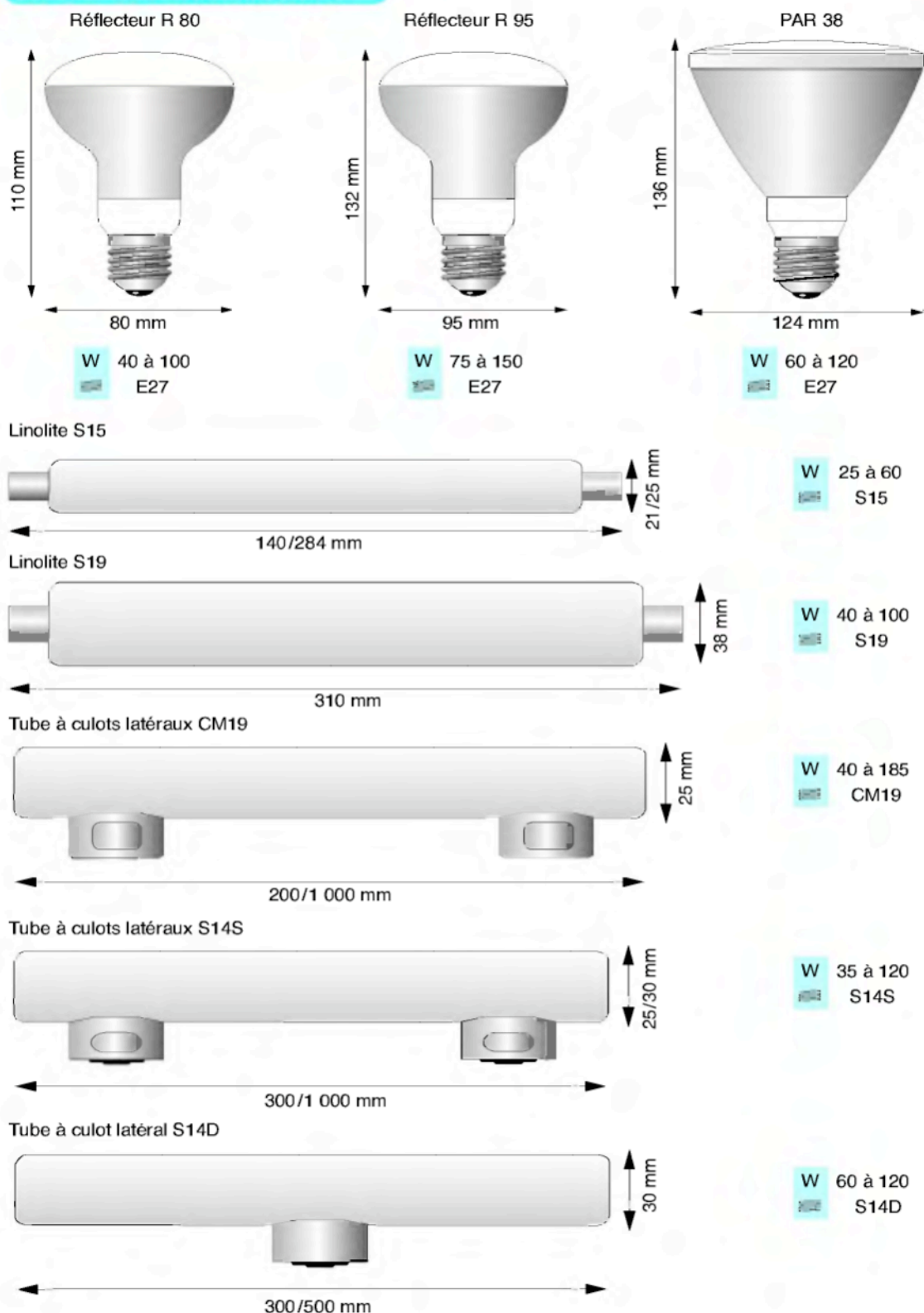


Figure 25 : Lampes et tubes à incandescence

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

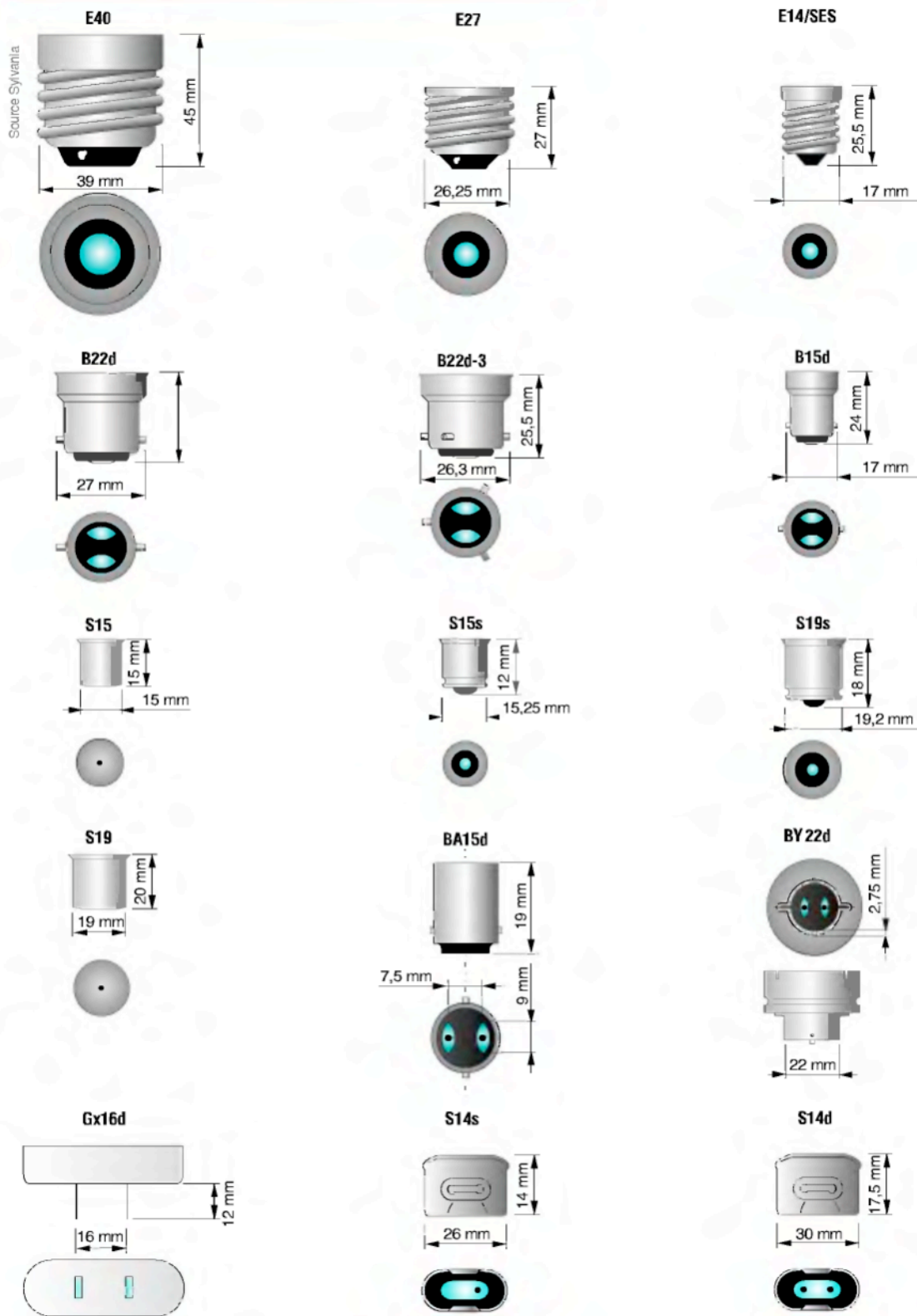


Figure 26 : Les culots des lampes à incandescence

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

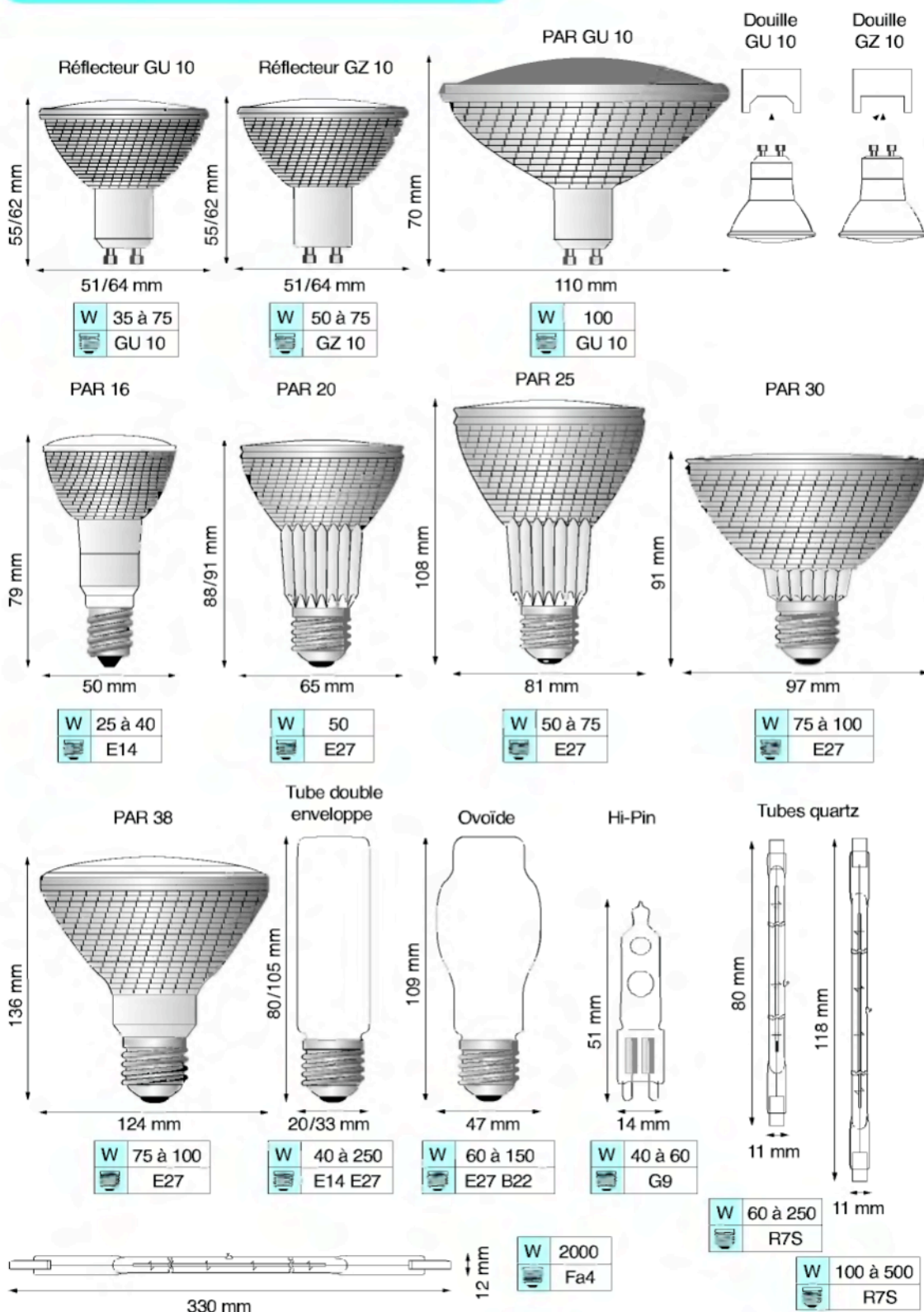
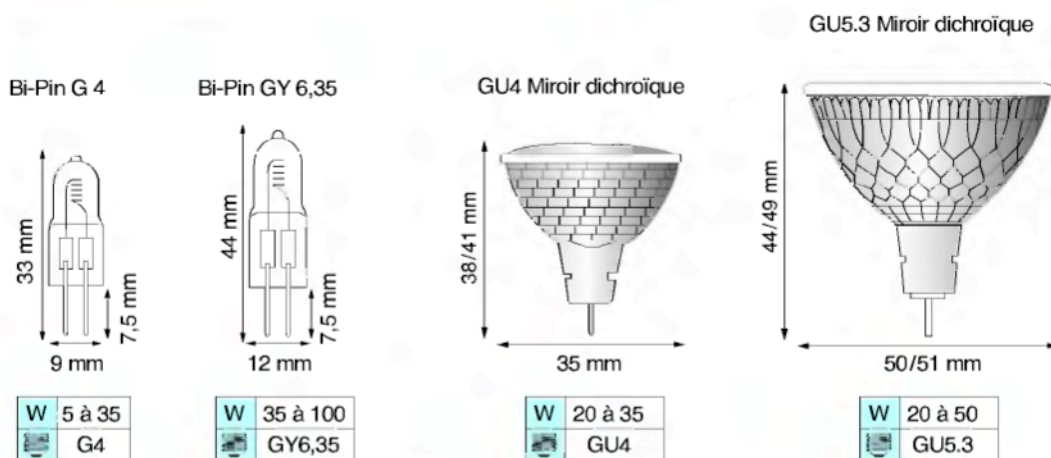
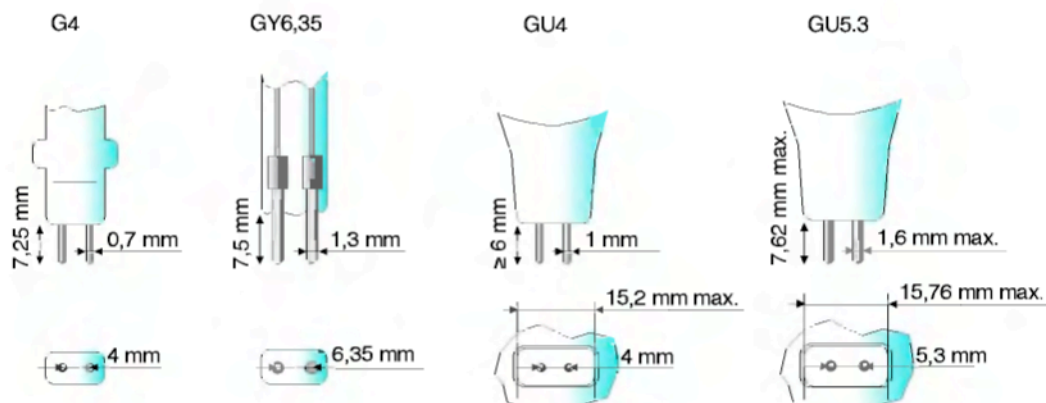


Figure 27 : Les lampes halogènes 230 V

Les lampes halogènes très basse tension 12 V



Principaux brochages des lampes halogènes très basse tension



Performances d'éclairage des lampes dichroïques

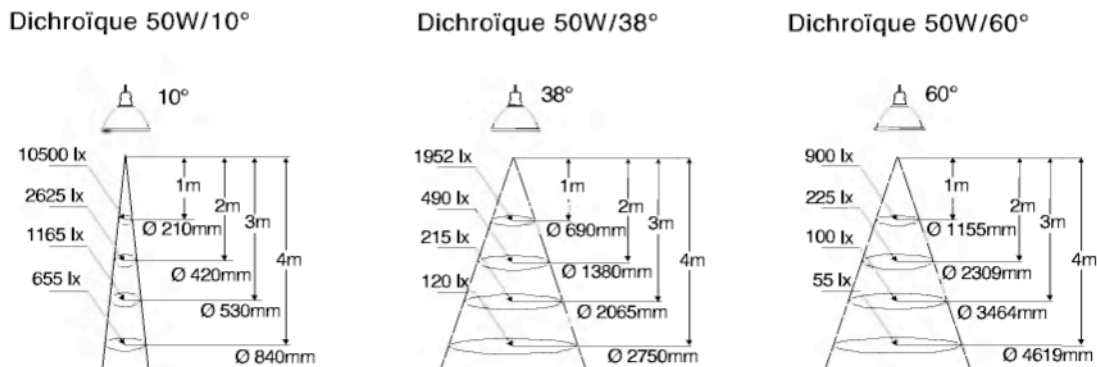
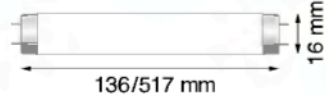


Figure 28 : Les lampes halogènes TBTS

Les tubes fluorescents

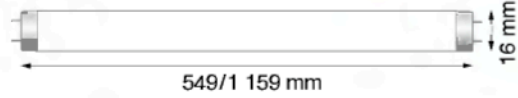
Tubes les plus courants

Tube fluorescent miniature G5



W	4 à 13
	G5

Tube fluorescent G5



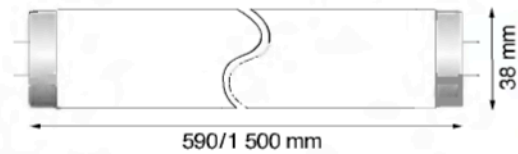
W	14 à 54
	G5

Tube fluorescent standard G13 Ø 26 mm

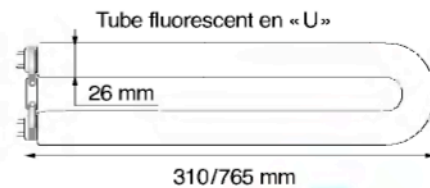


W	10 à 58
	G13

Tube fluorescent standard G13 Ø 38 mm

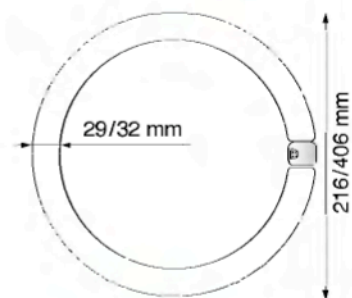


W	20 à 65
	G13 R17d



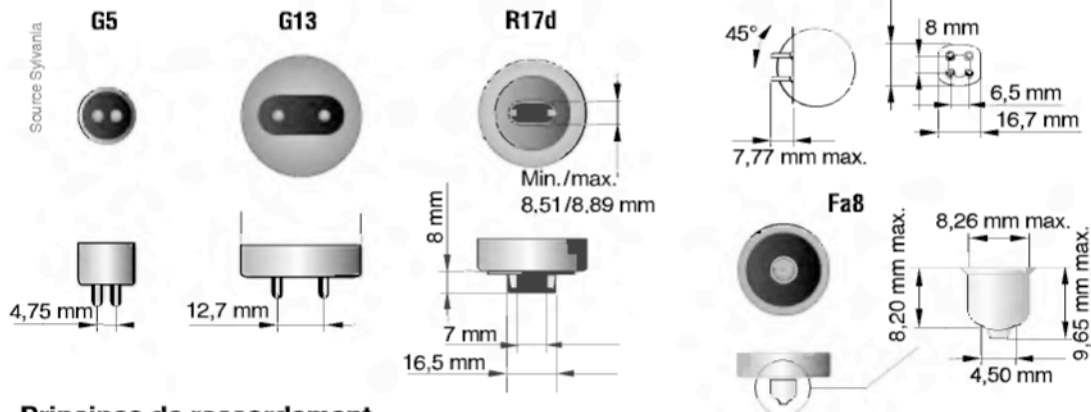
W	18 à 58
	G13

Circline



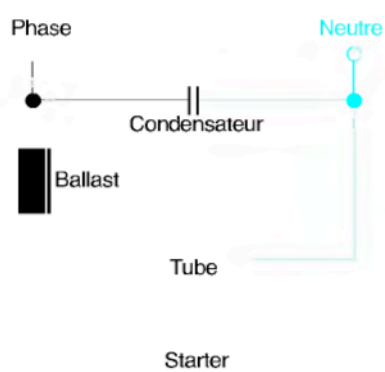
W	22 à 40
	G10q

Principaux brochages

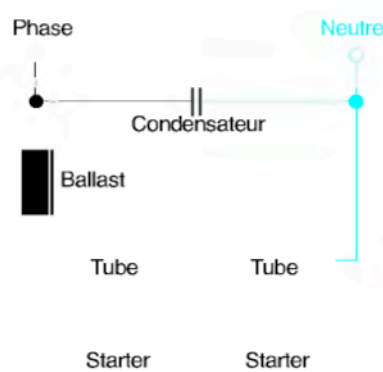


Principes de raccordement

Un tube et un ballast



Deux tubes et un ballast



Deux tubes et deux ballasts

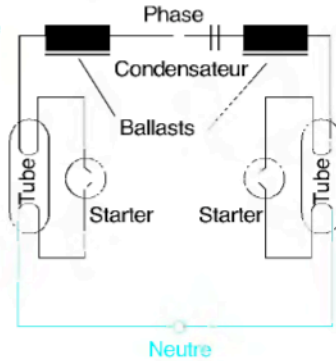
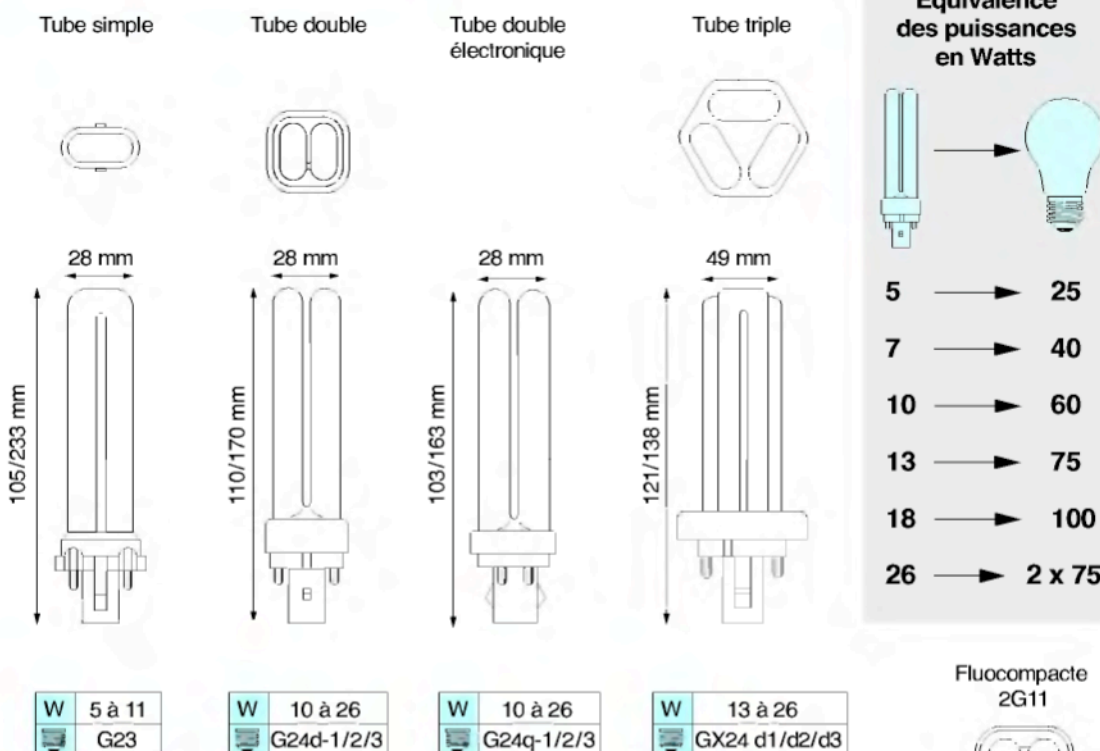


Figure 29 : Les tubes fluorescents

Les lampes fluocompactes (1)

Les lampes à alimentation semi séparée



Les lampes à alimentation séparée

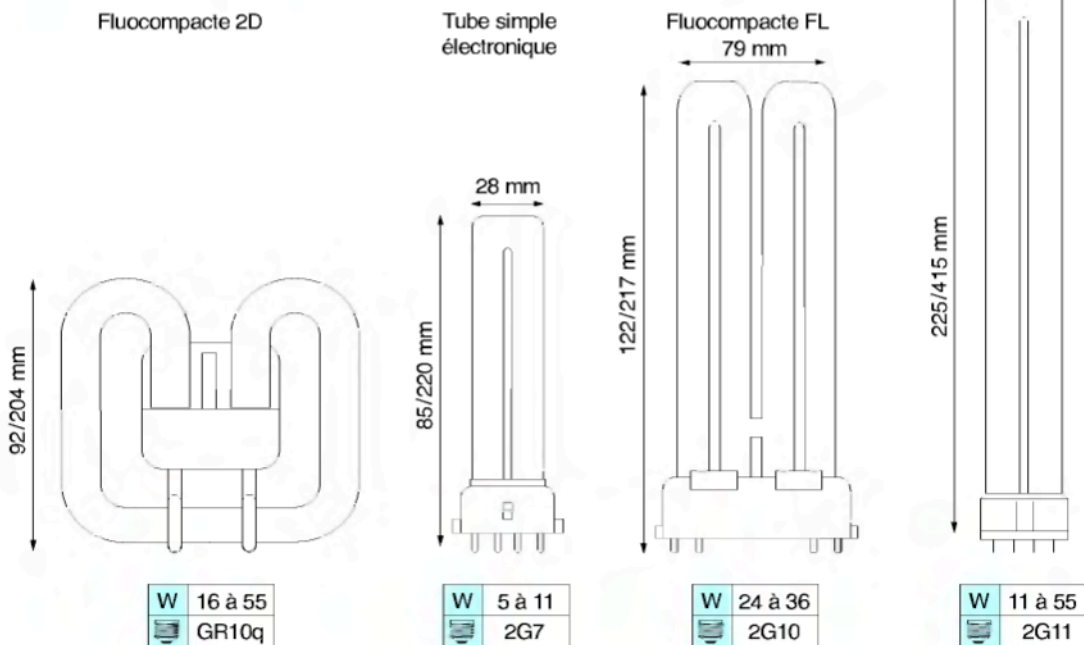


Figure 30 : Les lampes fluocompactes d'intégration

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.

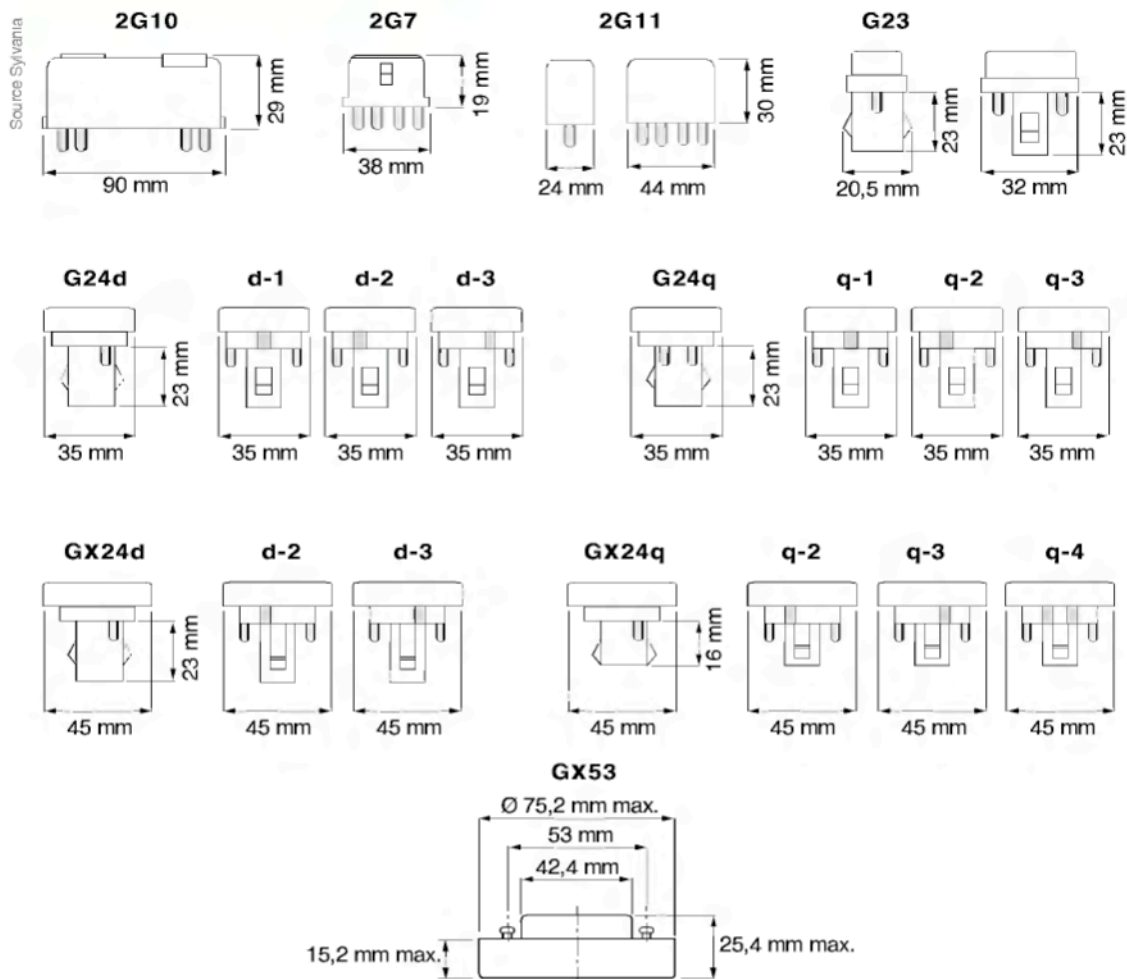
Le tableau de la figure 33 résume les principales caractéristiques des différents types de lampes disponibles dans le commerce.

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 fluocompacts. Dans cette pièce, il faut également prévoir des éclairages localisés pour les espaces de travail. À cet effet, on installe généralement des tubes fluorescents, dissimulés par un bandeau, sous les meubles. Si l'évier est placé devant une fenêtre, prévoyez un éclairage spécifique pour la nuit, comme un spot ou un bandeau de spots, situé au-dessus de la fenêtre.

Les lampes fluocompactes (2)

Les culots des lampes fluocompactes à alimentation semi séparée ou séparée



Principes de raccordement

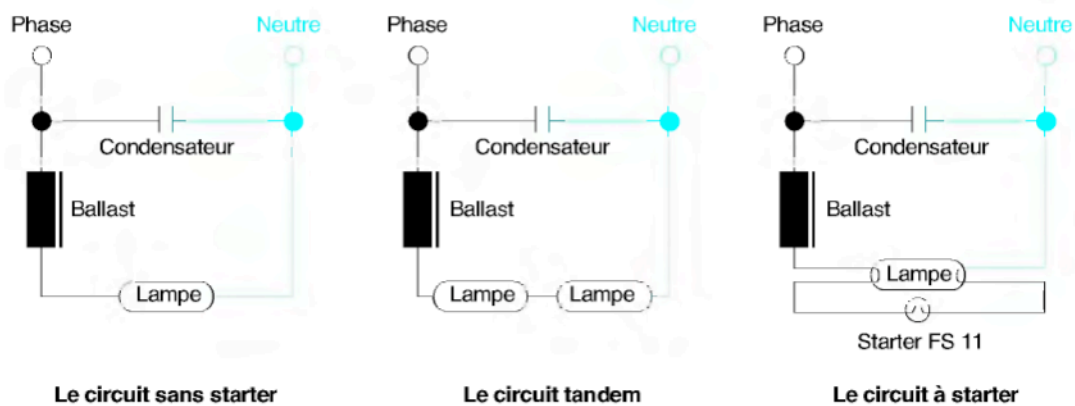
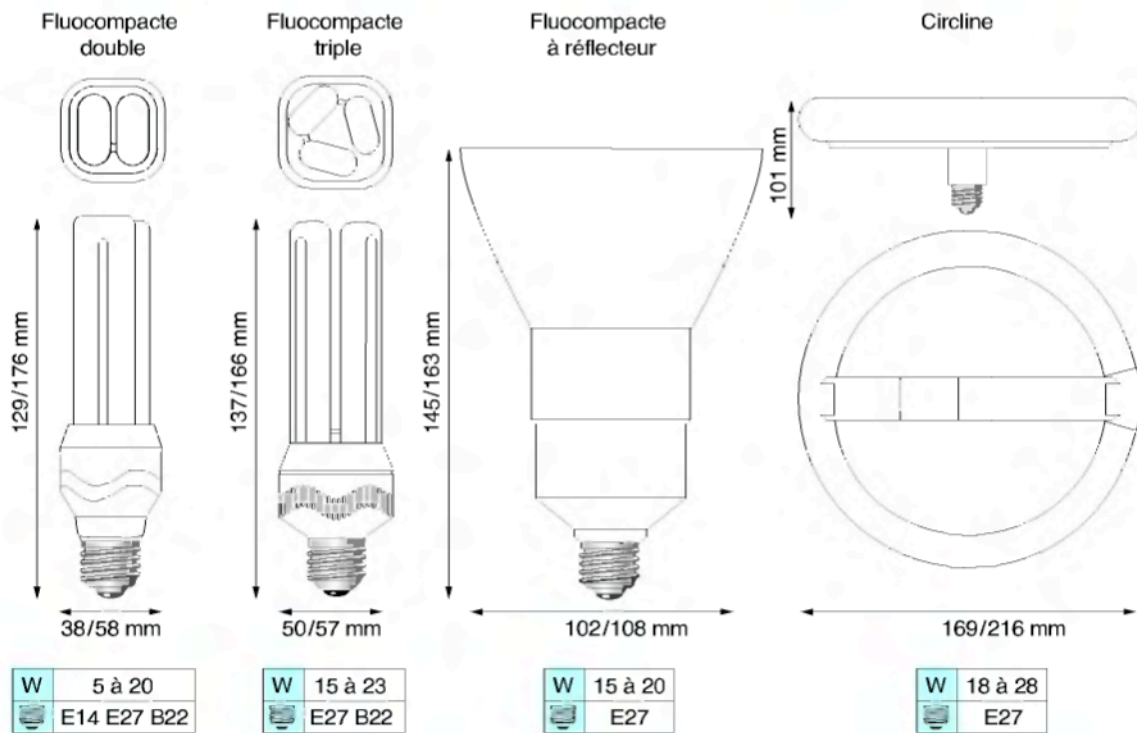
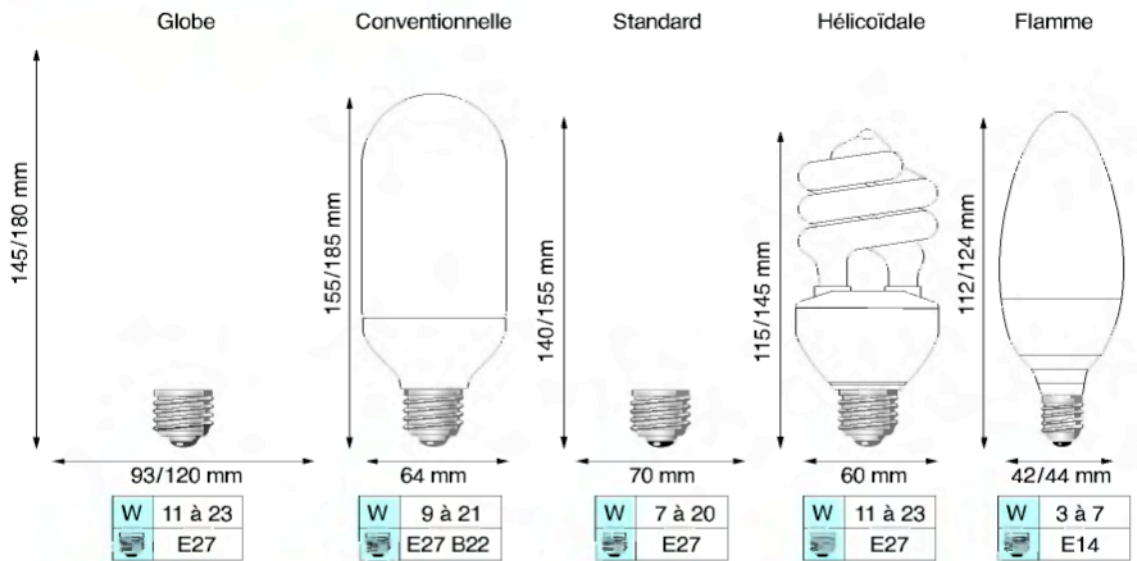


Figure 31 : Les culots des lampes d'intégration

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
Température 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

L'interrupteur

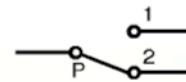
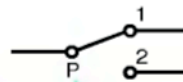


Interrupteur ouvert :
- le circuit est coupé ;
- le courant ne passe plus.



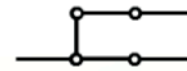
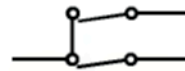
Interrupteur fermé :
- le circuit est établi ;
- le courant passe.

Le va-et-vient



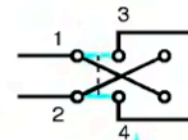
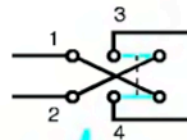
Le va-et-vient dispose d'un plot P, appelé aussi commun. Lorsque l'on appuie sur la touche du va-et-vient, le contact entre P et 1 se coupe et s'établit entre P et 2. Le va-et-vient permet de commander un éclairage de deux points différents.

Le double allumage



Le double allumage permet la commande de deux points lumineux à partir du même commutateur.

Le permutateur



Le permutateur permet l'inversion des navettes, créant ainsi un point de commande supplémentaire.

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 doi-



Figure 36 : Prise de courant normalisée

vent 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.

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 1^{er} 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).

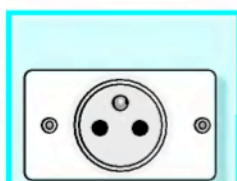
Prévoyez toujours une prise de courant à proximité d'une prise de téléphone ou de télévision. Évitez de les installer au milieu d'un panneau de mur, cela risque de gêner l'ameublement, ou coincées dans un angle où l'accès sera difficile. La norme impose un nombre minimal de prises en fonction des pièces. 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.

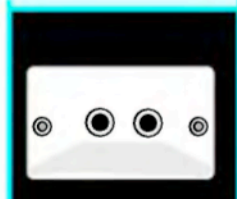
Mais attention, l'installation de prises de courant dans certaines pièces (salles de bains, cuisines) est très réglementée. Nous évoquerons ces règles dans la partie consacrée aux pièces. Prévoyez une ligne spécialisée pour chaque gros appareil électroménager (lave-linge, sèche-linge,

Les prises de courant en monophasé

Les prises de plinthe



Prise de plinthe
10/16 A (2P + T)

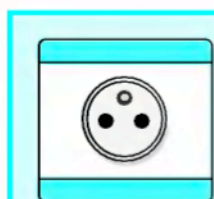


Prise de plinthe
10 A (2P)

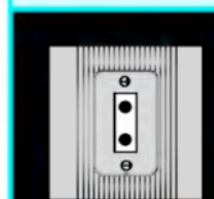


Prise de plinthe
6 A (2P)

Encastrables



Prise encastrable
10/16 A (2P+ T)

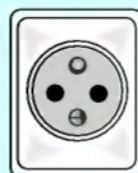


Prise encastrable
10 A (2P)



Prise encastrable
6 A (2P)
type Interlux

En saillie



Prise en saillie
10/16 A (2P + T)

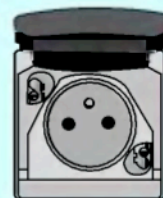


Prise en saillie
10 A (2P)
type Mistral



Prise en saillie
6 A (2P) porcelaine

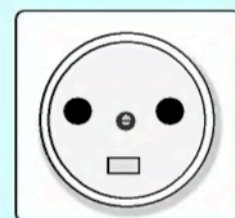
Diverses



Prise étanche
10/16 A (2P + T)



Prise 20 A (2P + T)



Prise 32 A (2P + T)

6, 10, 16, 20, 32 A indiquent l'intensité maximale admissible en ampères;
P indique le nombre de pôles ;
T indique la présence d'un contact de terre.

Seules les prises sur fond bleu sont normalisées, les autres sont des modèles obsolètes.

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).

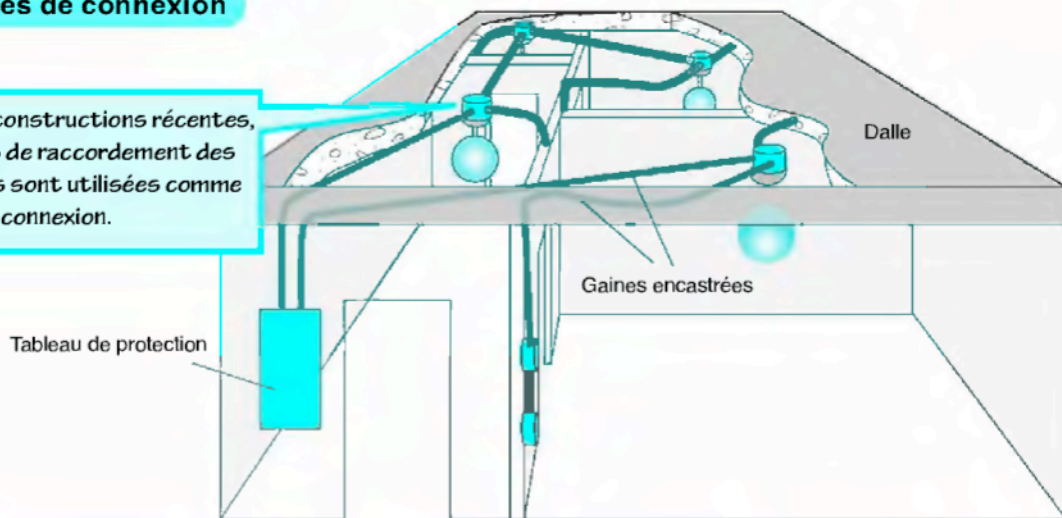
Différents modèles de prises sont disponibles en fonction de la nature de l'installation : en saillie, encastrée ou pour une pose dans des plinthes en bois.

Les boîtes de connexion

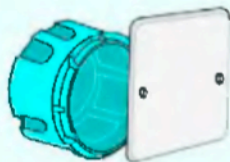
Les boîtes de connexion sont destinées à héberger les raccordements entre conducteurs pour les repiquages ou les dérivations. Il existe également des boîtes

Les boîtes de connexion

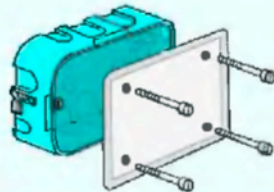
Dans les constructions récentes, les boîtes de raccordement des luminaires sont utilisées comme boîtes de connexion.



Quelques modèles de boîtes de connexion



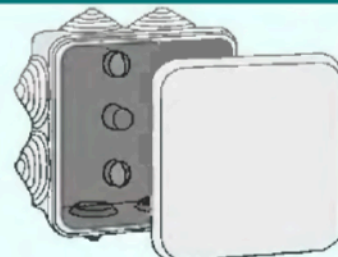
Boîte de connexion à encastrer pour maçonnerie



Boîte de connexion à encastrer pour cloisons creuses



Boîte de connexion en saillie



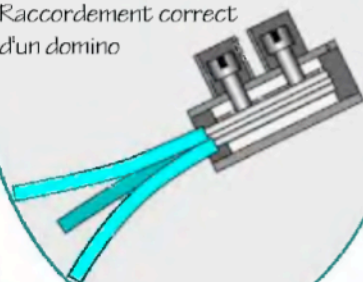
Boîte de connexion étanche

Les dispositifs de connexion

Les dominos



Raccordement correct d'un domino



Les connecteurs sans vis pour fil rigide



Dénudez le conducteur et introduisez-le dans le connecteur, jusqu'en butée.



Les bornes



Pour réunir de nombreux conducteurs

Les autres connexions

Outre les épissures, vous pouvez rencontrer :

- le raccordement dit « en queue de cochon » isolé avec du ruban adhésif.

INTERDIT

- d'autres bornes automatiques sans vis.

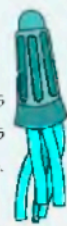


Figure 38 :
Les boîtes de connexion

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

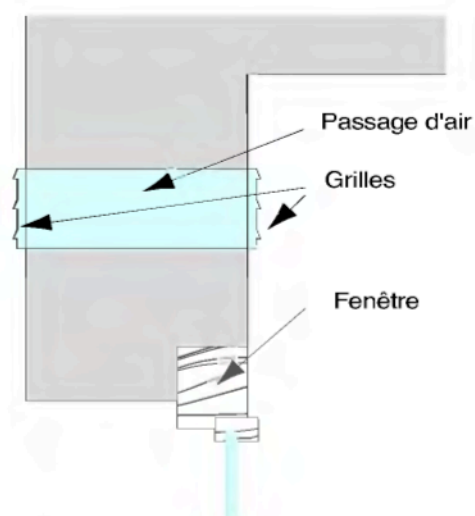
La ventilation ou aération d'un logement est très importante et ne doit jamais être négligée. Elle est un élément indispensable du confort. La présence et l'activité humaines dans une habitation sont source de pollution pour l'air ambiant. Notre respiration provoque un dégagement de vapeur d'eau et de 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.

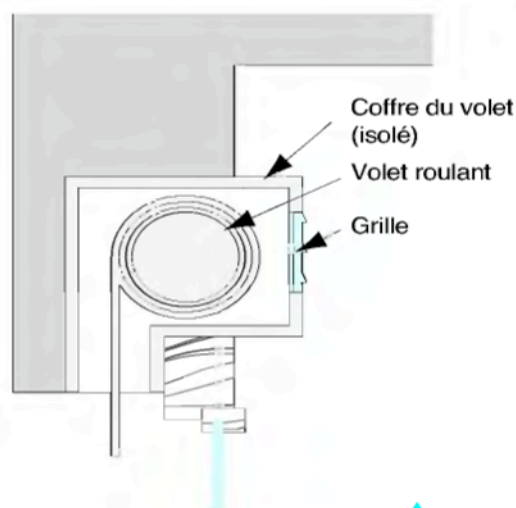
Le principe de la ventilation est d'assurer le balayage du logement avec :

- 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.

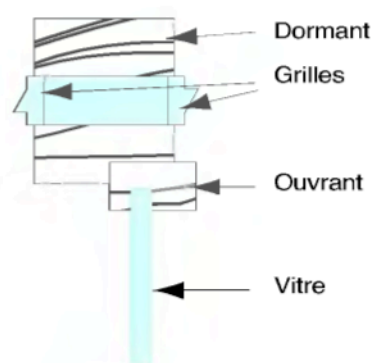
Les entrées d'air (figure 40) sont assu-



▲ Dans linteau sous plafond



▲ Dans coffre de volets roulants



▲ En partie haute des menuiseries

Figure 40 : Les entrées d'air

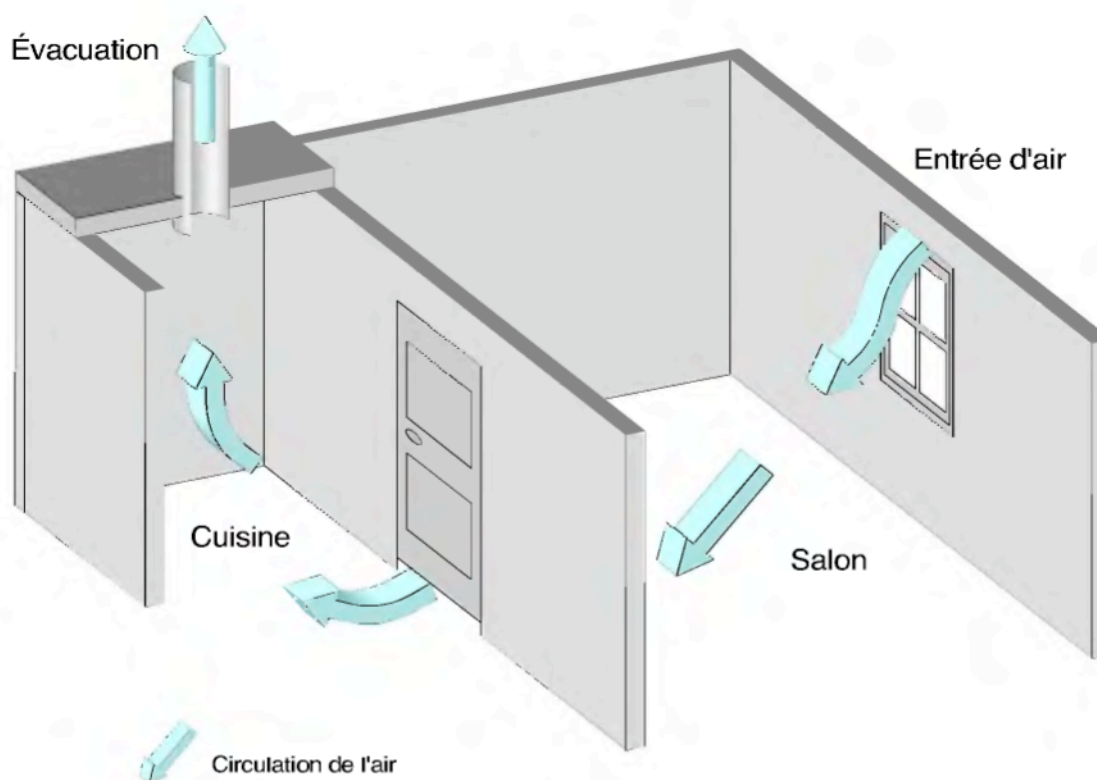


Figure 41 : Le principe de l'aération naturelle

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 m³/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 (traverse de mur). Ce type d'aération obéit à deux grands principes.

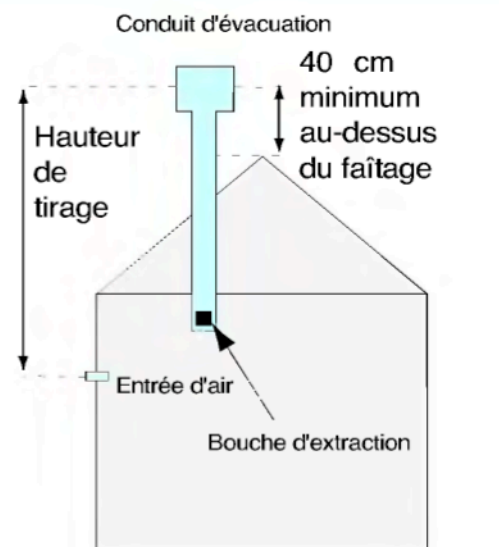
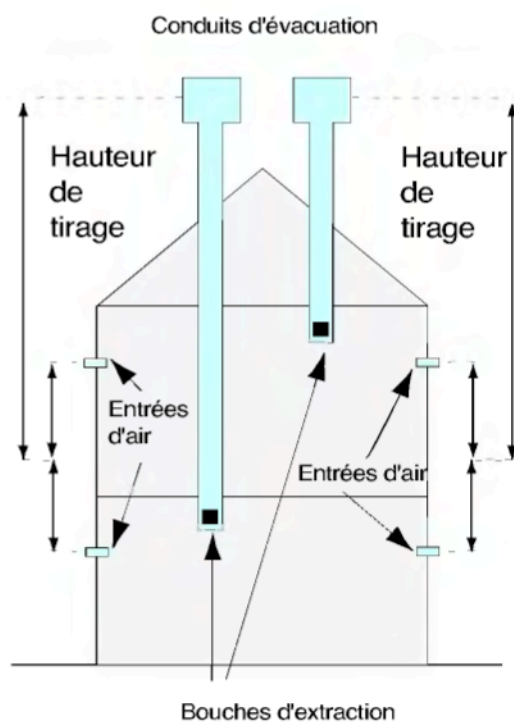


Figure 42 :
La hauteur de tirage



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.

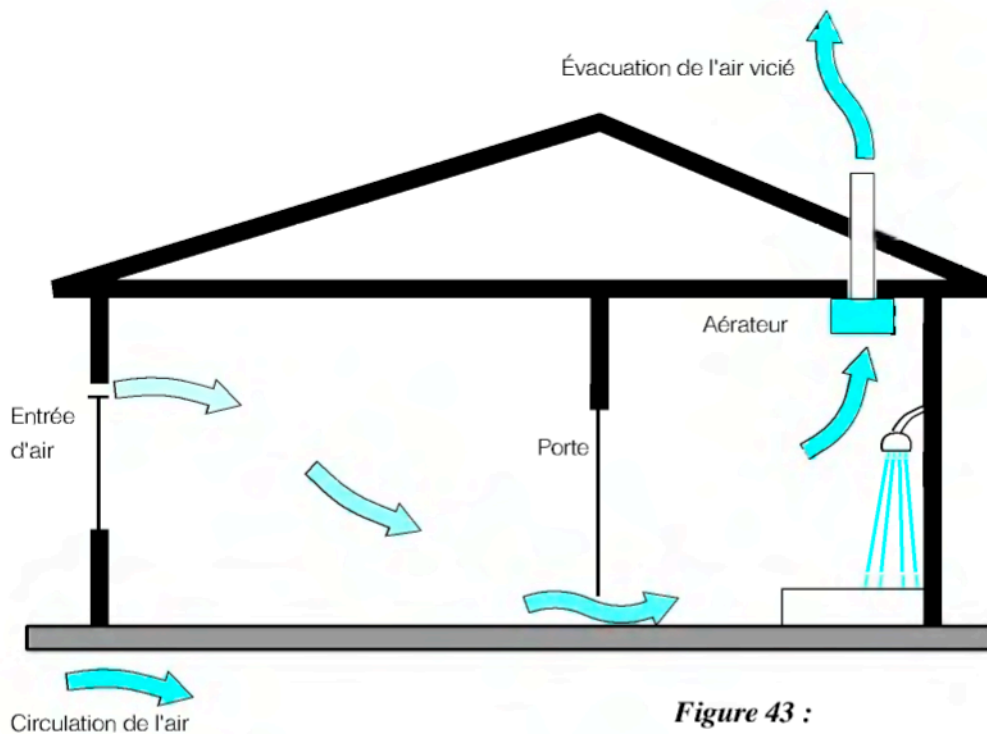


Figure 43 :
La ventilation mécanique

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 m³/h

Volume : volume du local en m³

Nr/h : nombre de renouvellements du volume d'air par heure

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

On distingue deux principes d'aérateurs électriques (figure 44) : les appareils hélicoïdes et les appareils centrifuges.

Les modèles hélicoïdes (à hélice) peu-

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

vent 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

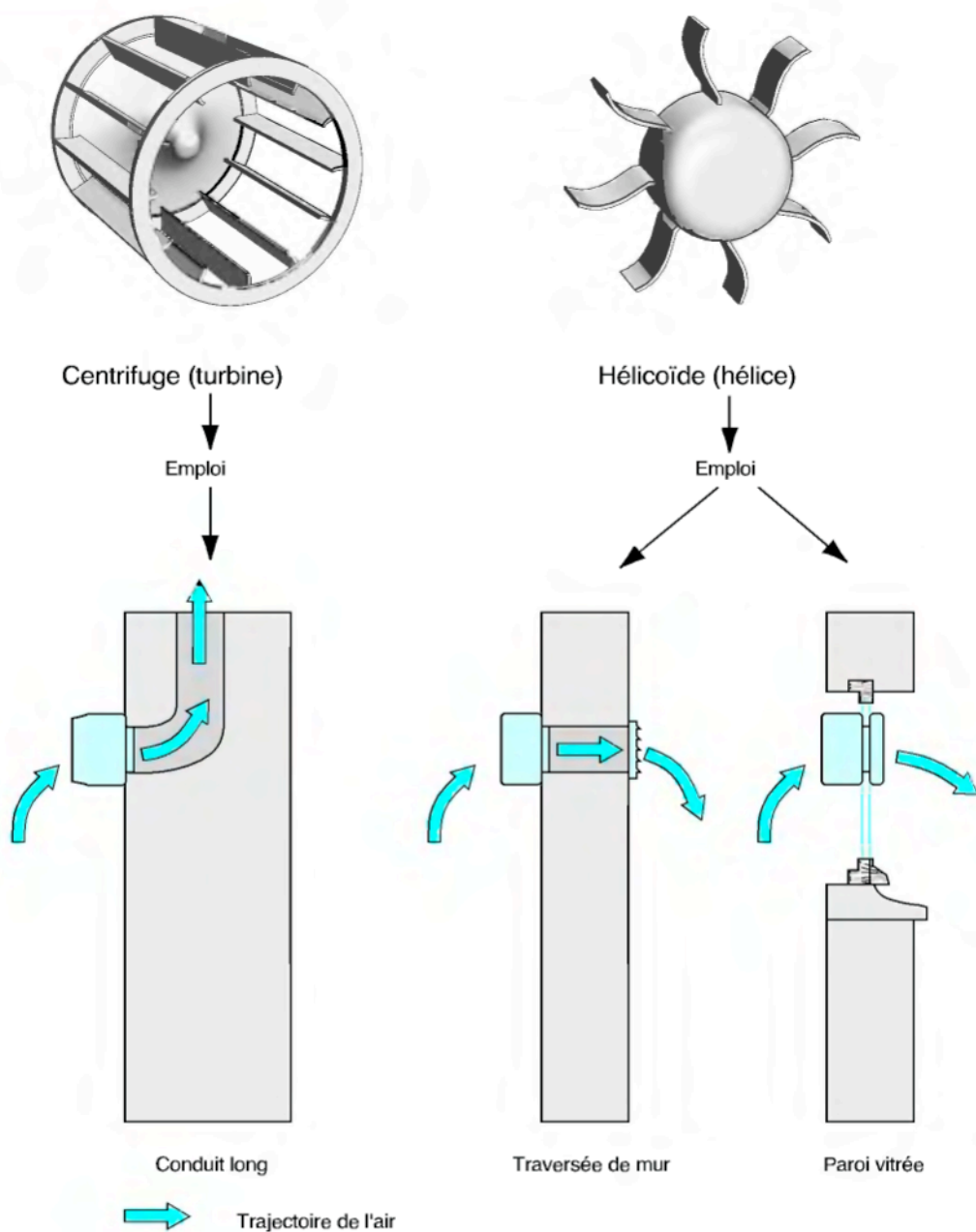


Figure 44 : Les aérateurs

perte de charge s'exprime en « mm H₂O » (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 cal-

cul 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 m³. Le tableau de la page 71 indique un NR/h de 10 à 15 pour cette pièce.

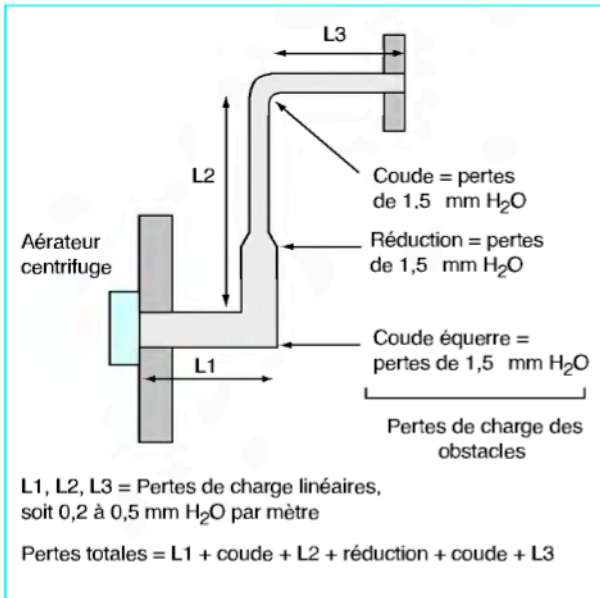


Figure 45 : Les pertes de charge dans les conduits

Le débit nécessaire est donc de :

$$16,2 \times 10 = 162 \text{ m}^3/\text{h}.$$

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 H₂O ;
- Vort Médio : 165 m³/h sous une pression nominale de 2,2 mm H₂O ;
- Vort Super : 260 m³/h sous une pression nominale de 5,4 mm H₂O.

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 H₂O/mètre) sont de 1,5 mm H₂O (0,5 × 3).

Avec l'appareil Médio, le débit est assuré pour une pression de 2.2 mm H₂O. On constate que la perte du conduit (1,5 mm H₂O) 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 H₂O.

Reportez-vous à la courbe débit/pression (figure 46), puis tracez une ligne horizontale partant de la valeur des pertes de charge.

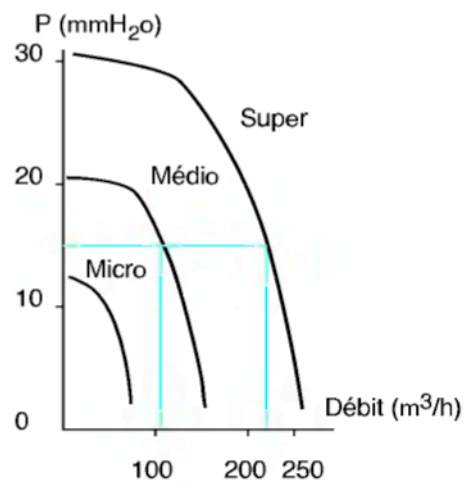


Figure 46 : Courbe de débit/pression

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).

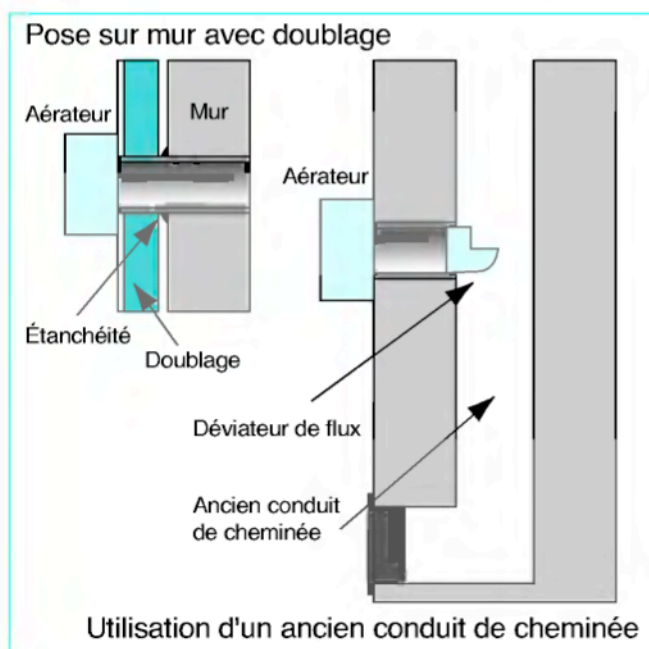


Figure 47 :
Règle d'installation d'un aérateur

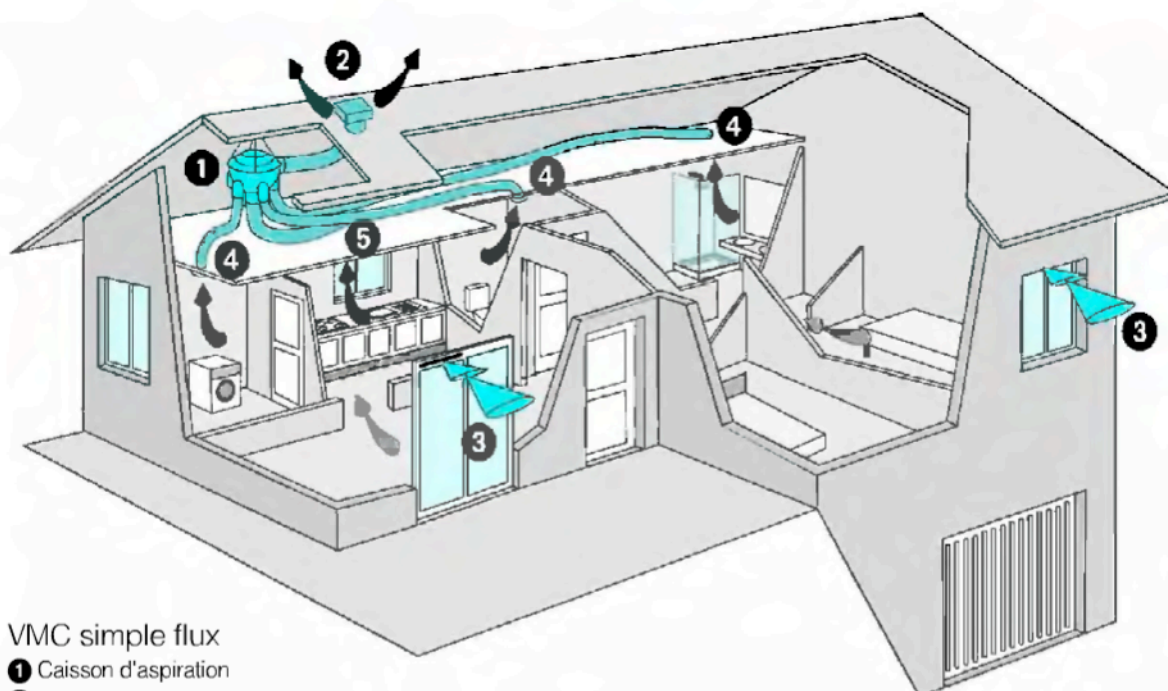
Pour un appareil sur conduit long, si la base du conduit est située plus bas que l'appareil (utilisation d'un conduit de cheminée existant), vous pouvez placer un déviateur de flux afin de ne pas créer de déperditions supplémentaires.

Les aérateurs électriques se fixent 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.

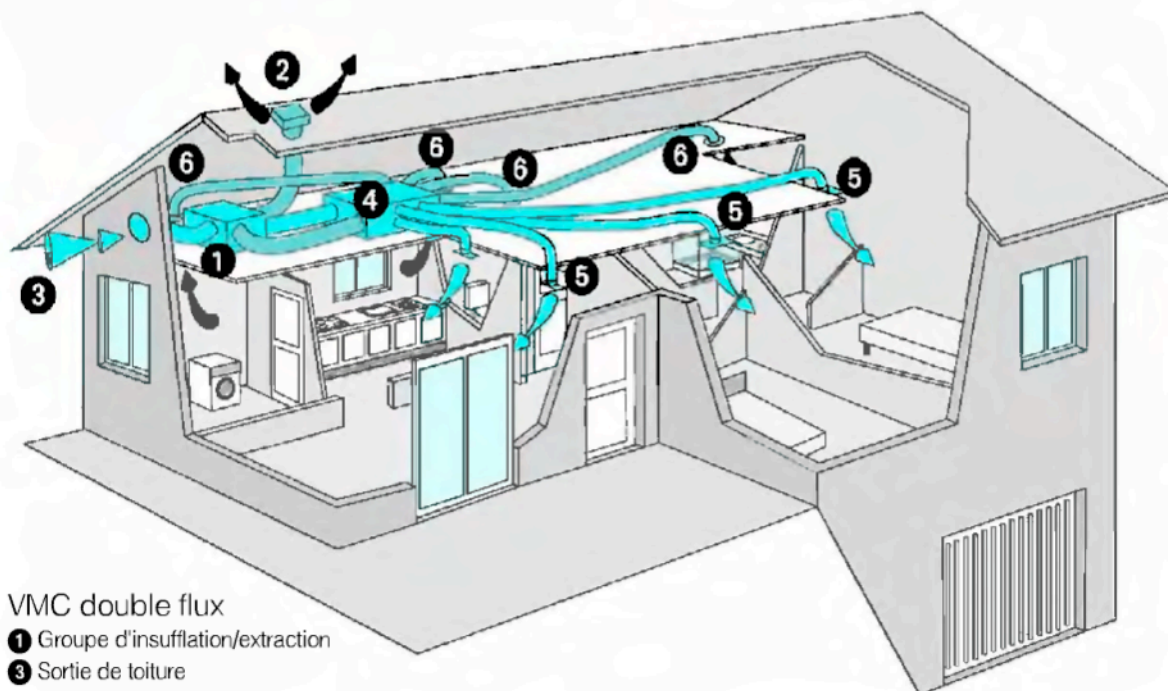
La ventilation mécanique contrôlée (VMC)

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

- ❶ Caisson d'aspiration
- ❷ Sortie de toiture
- ❸ Entrées d'air (dans la partie haute des menuiseries)
- ❹ Bouches d'aspiration sanitaires
- ❺ Bouche d'aspiration cuisine



VMC double flux

- ❶ Groupe d'insufflation/extraction
- ❷ Sortie de toiture
- ❸ Prise d'air de façade
- ❹ Échangeur thermique
- ❺ Bouches d'insufflation
- ❻ Bouches d'extraction

Figure 48 :
Les différents types de VMC

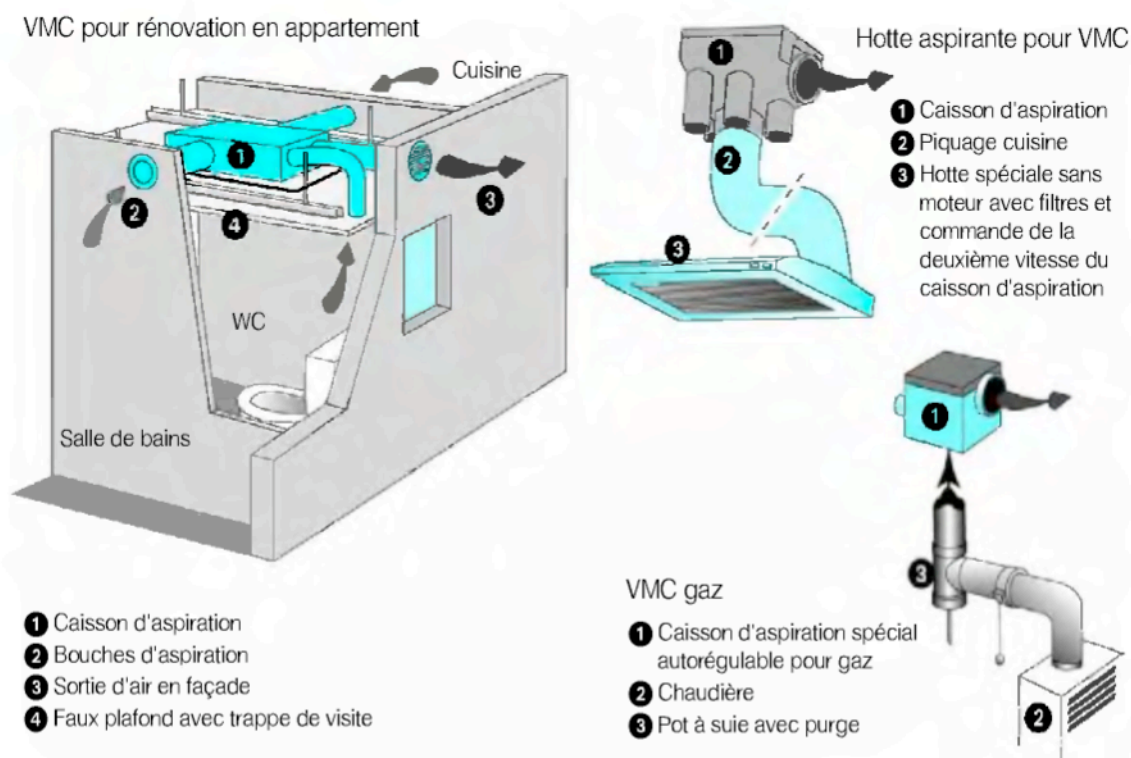


Figure 49 : Autres types de VMC

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 hygro-réglables, 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 hygro-réglable 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

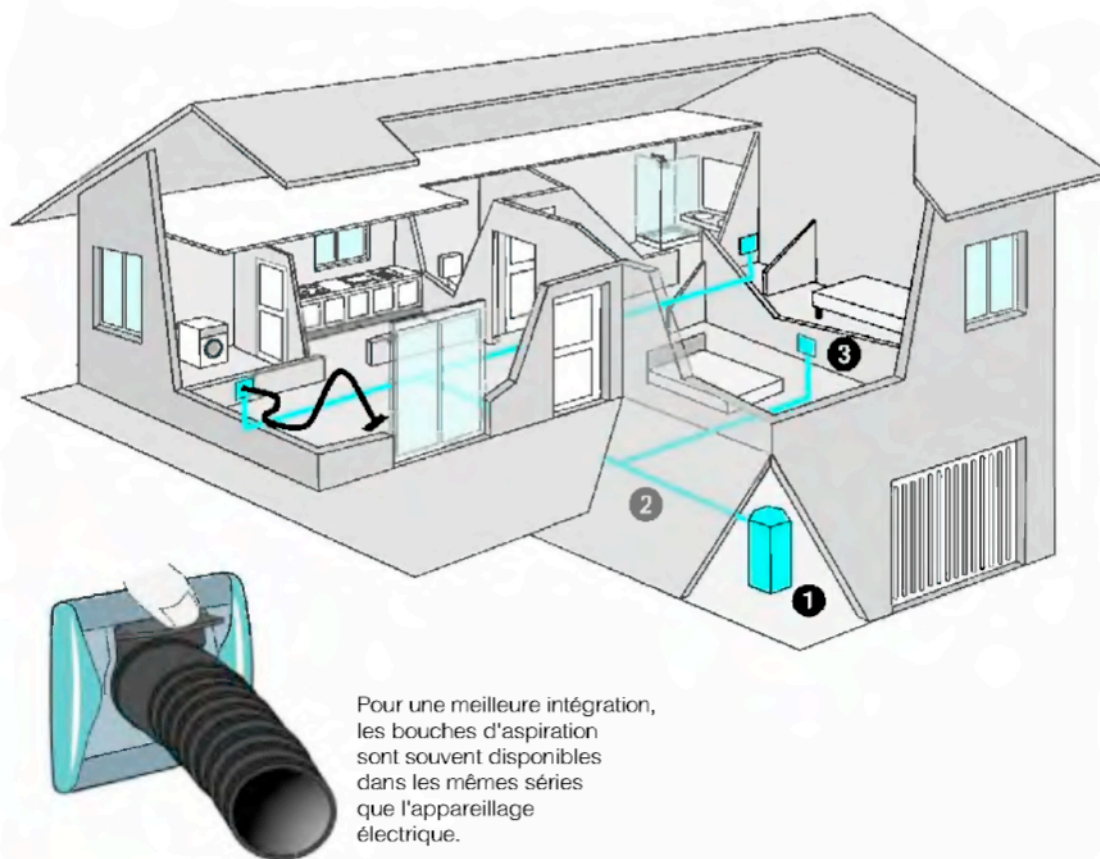


Figure 50 : L'aspiration centralisée



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).

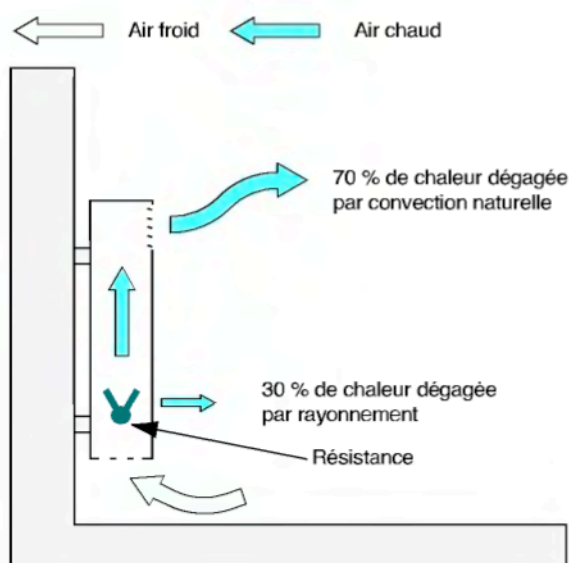


Figure 53 : Principe du convecteur

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 chauffe 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

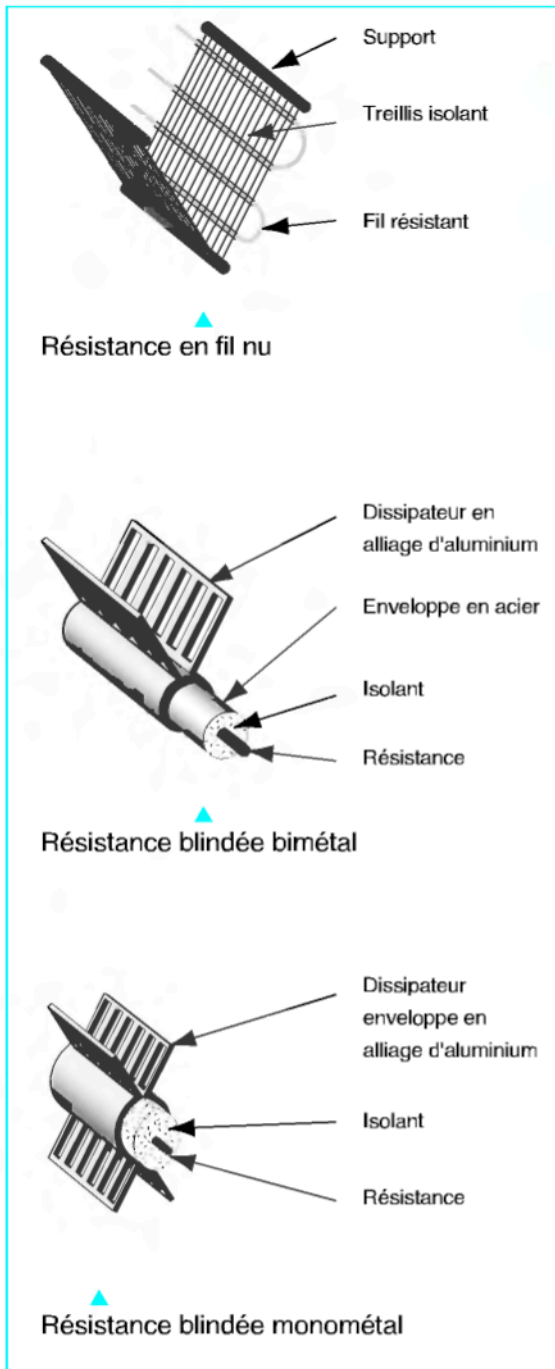


Figure 54 : Les types de résistances

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-



Emplacements des convecteurs :

- Conseillé
- Admis
- Déconseillé
- Interdit

Figure 55 : L'emplacement des convecteurs

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.

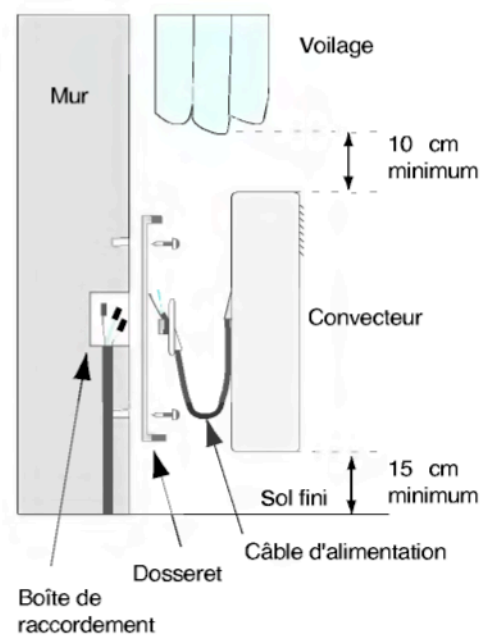


Figure 56 : Pose d'un convecteur

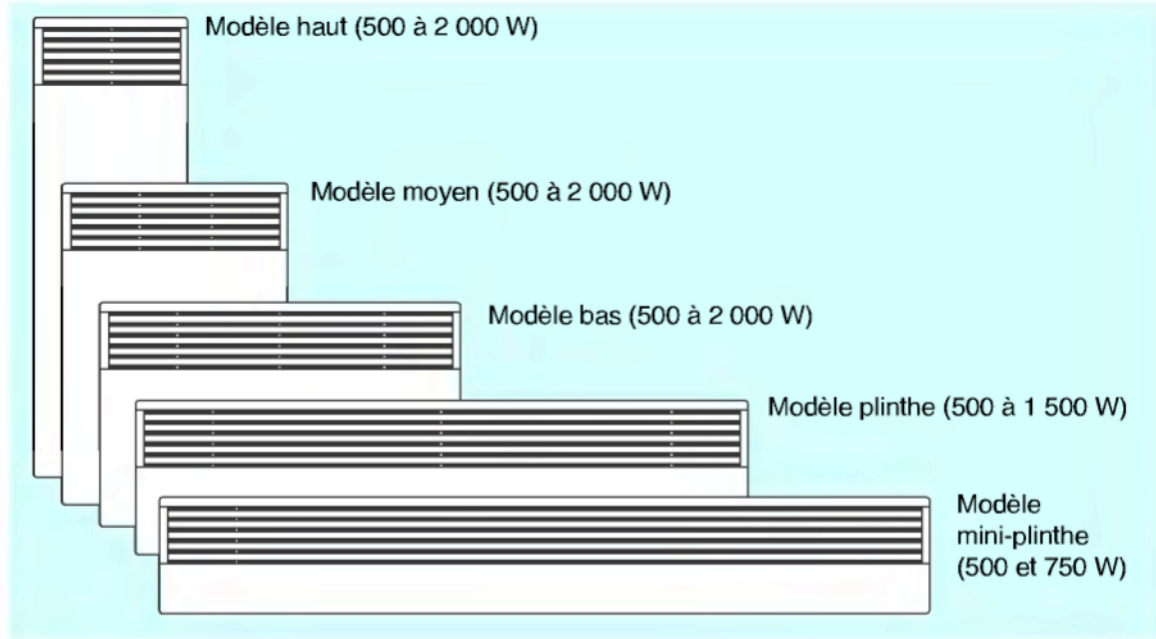


Figure 57 : Les formes de convecteurs

En règle générale, l'appareil est muni d'un dossier 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 dossier 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 dossier.

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).

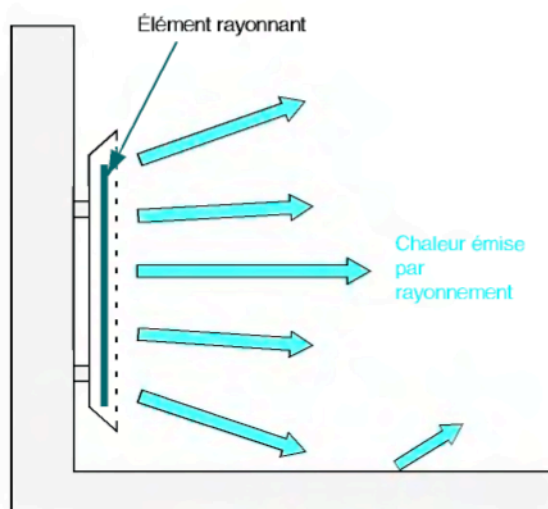
De nombreuses couleurs sont proposées, au-delà des coloris passe-partout beige et blanc.

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**

Les appareils rayonnants

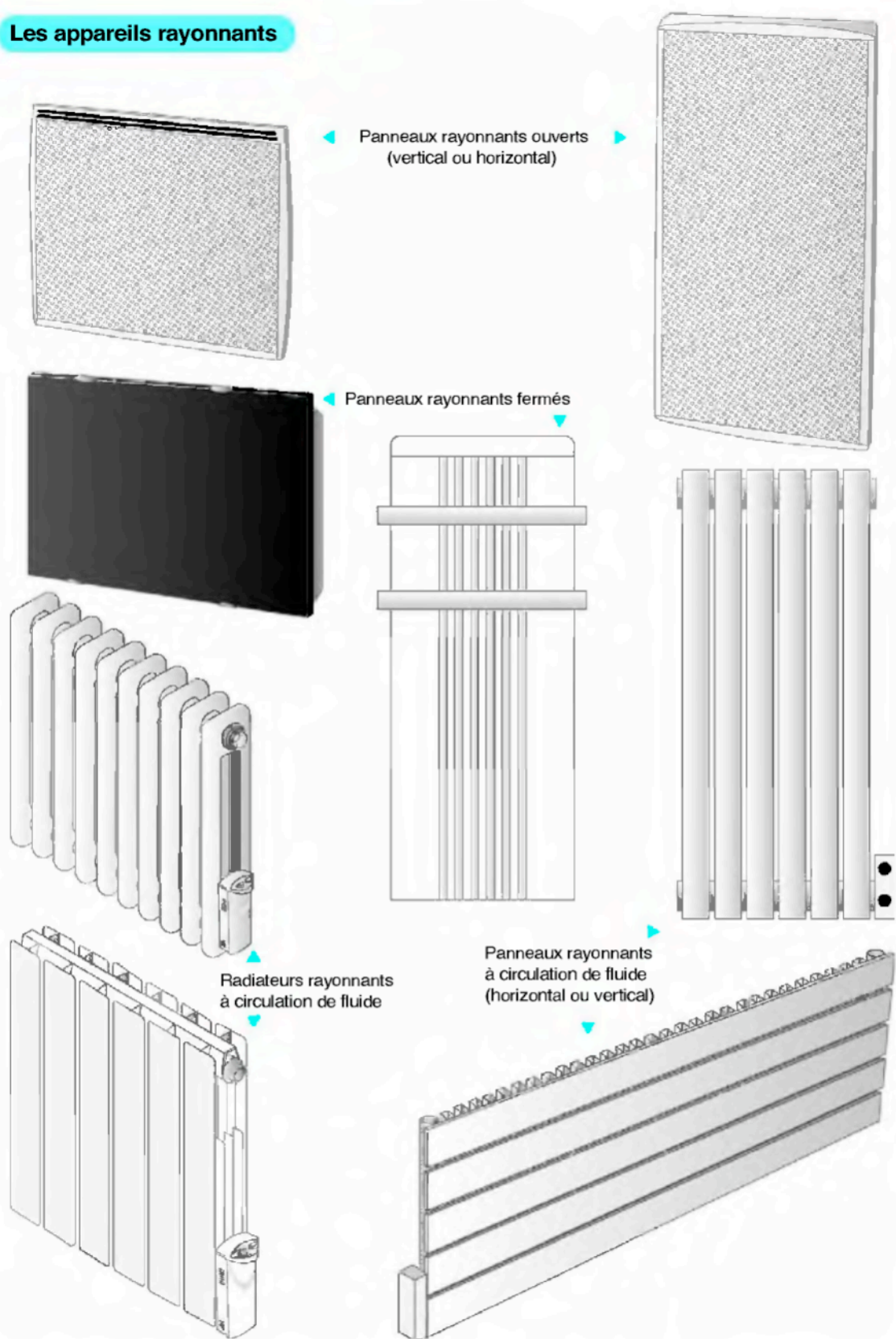


Figure 59 : Divers types de panneaux rayonnants

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 réglés 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

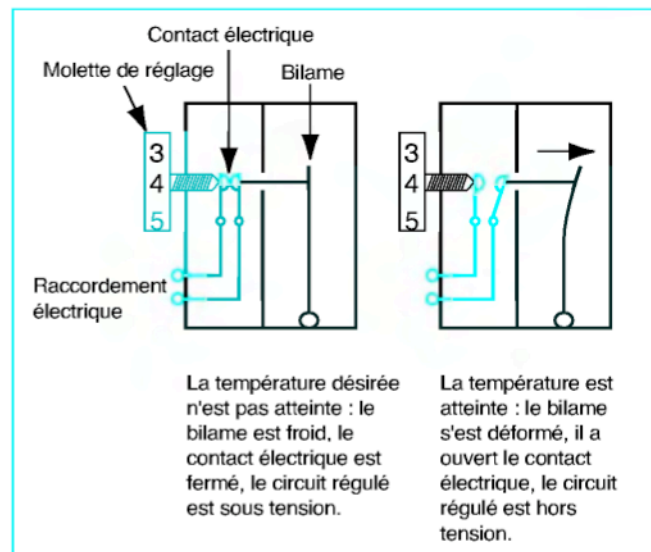


Figure 60 : Principe du thermostat électromécanique

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.

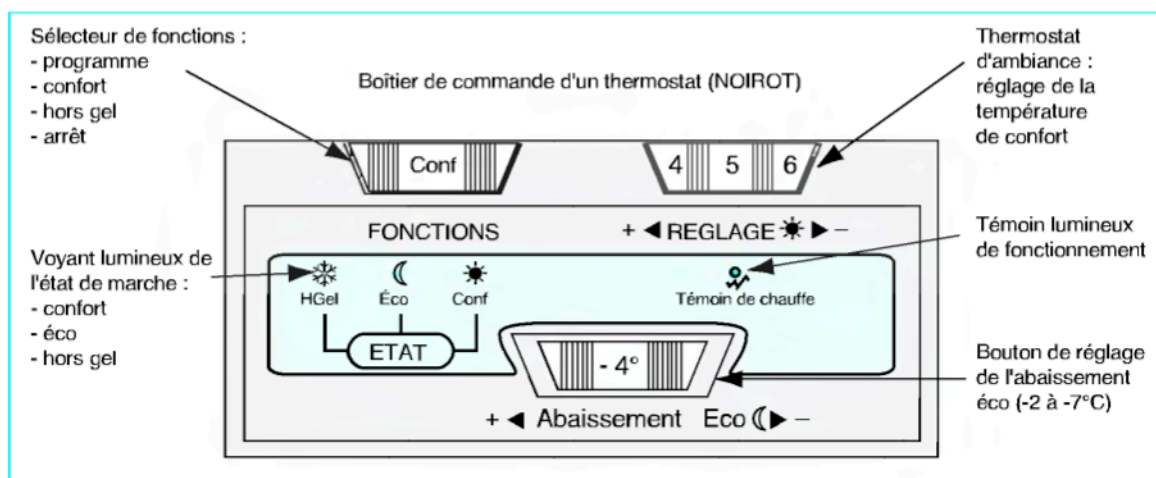
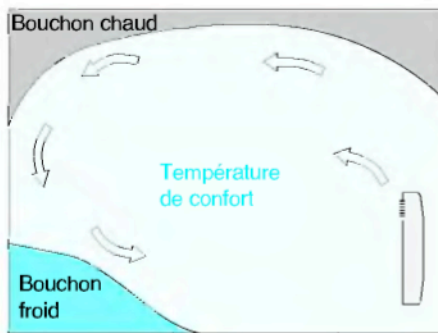
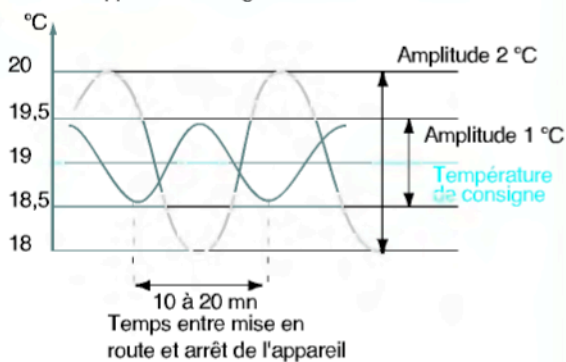


Figure 61 : Exemple de thermostat électronique

Régulation électromécanique



— Appareil de catégorie B
— Appareil de catégorie A



Régulation électronique

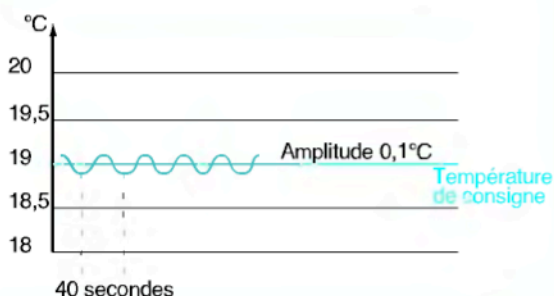
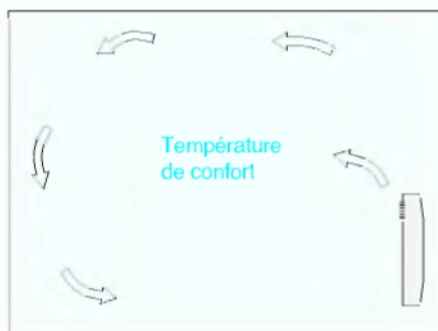


Figure 62 : Comparaison des performances des thermostats

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 complémentaires 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'alimentation 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.

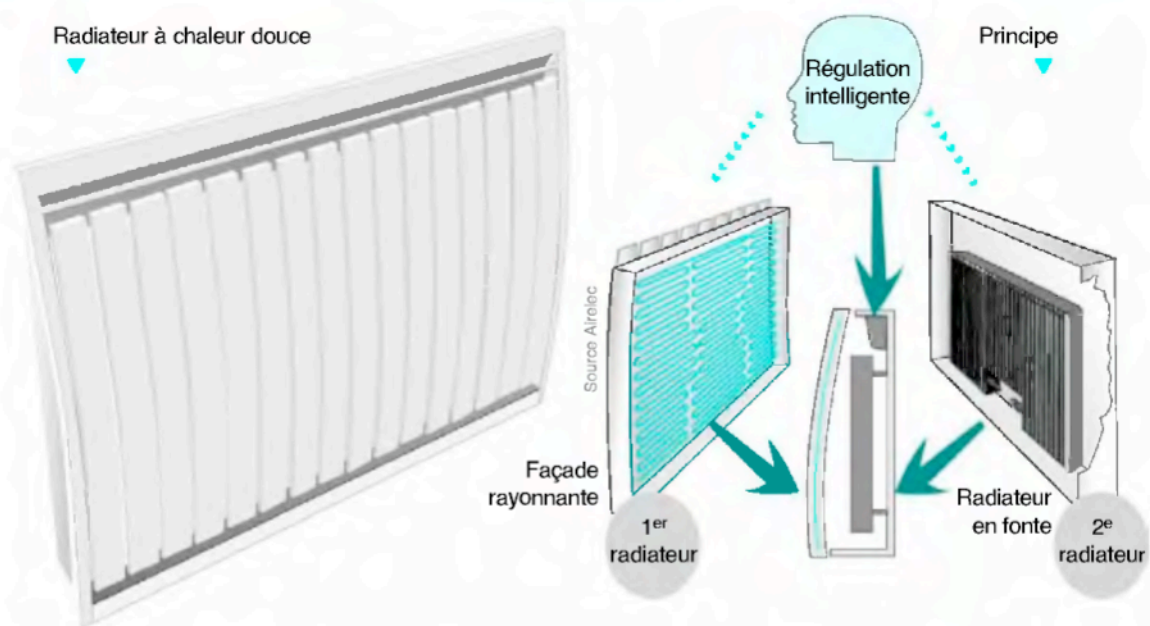


Figure 63 : Les radiateurs à chaleur douce



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

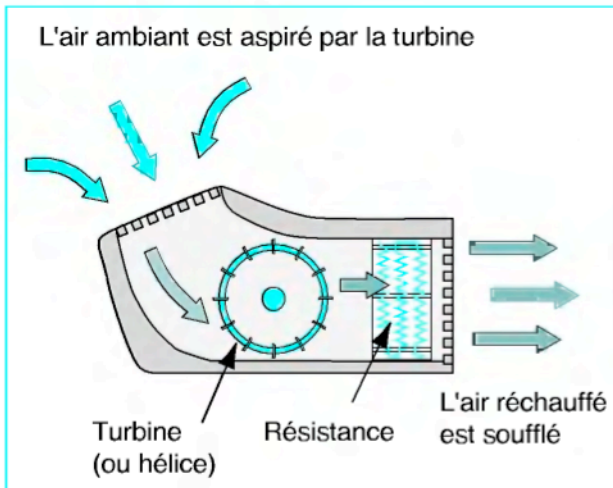


Figure 65 :
Le principe de la convection forcée

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).

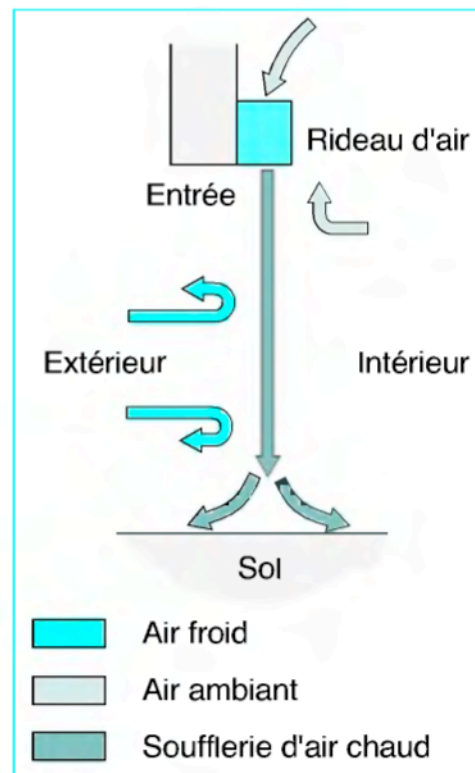


Figure 66 : Principe du rideau d'air

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 souffleries 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 :

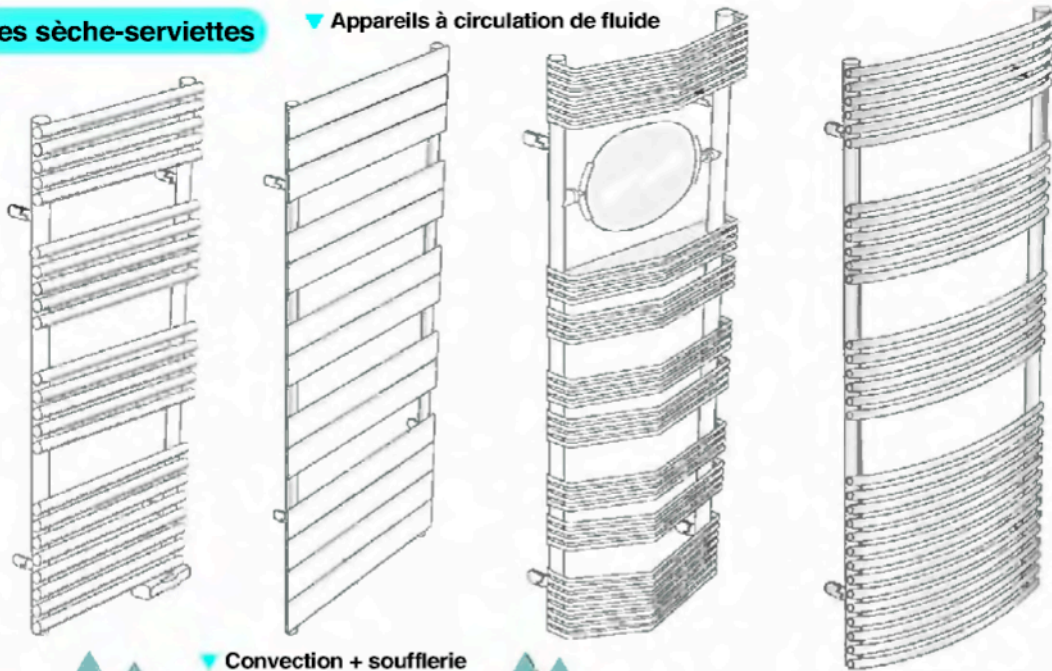
- chauffage par convection ;
- chauffage par soufflerie pour le séchage des serviettes ;
- combinaison des deux précédents ;
- soufflerie de l'air ambiant pour le séchage des serviettes en période estivale.

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

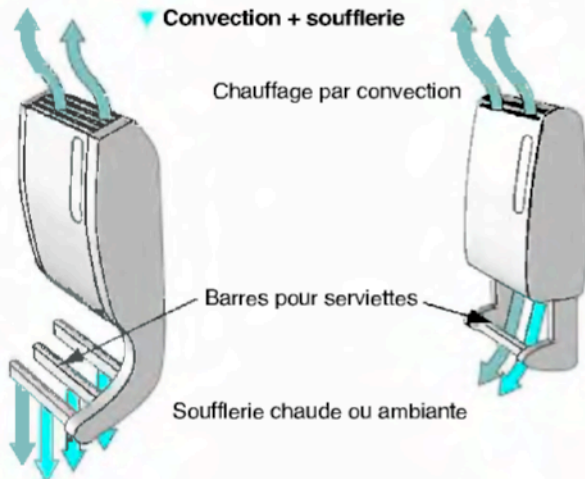
Les rayonnants/soufflants : il existe également des appareils qui permettent des combinaisons de chauffage par rayonnement et soufflerie. Leur esthétique est similaire aux appareils à circulation de liquide. Ces appareils proposent

Les sèche-serviettes

▼ Appareils à circulation de fluide



▼ Convection + soufflerie



Sèche-serviettes rayonnant ouvert

▼ Appareil multifonctions

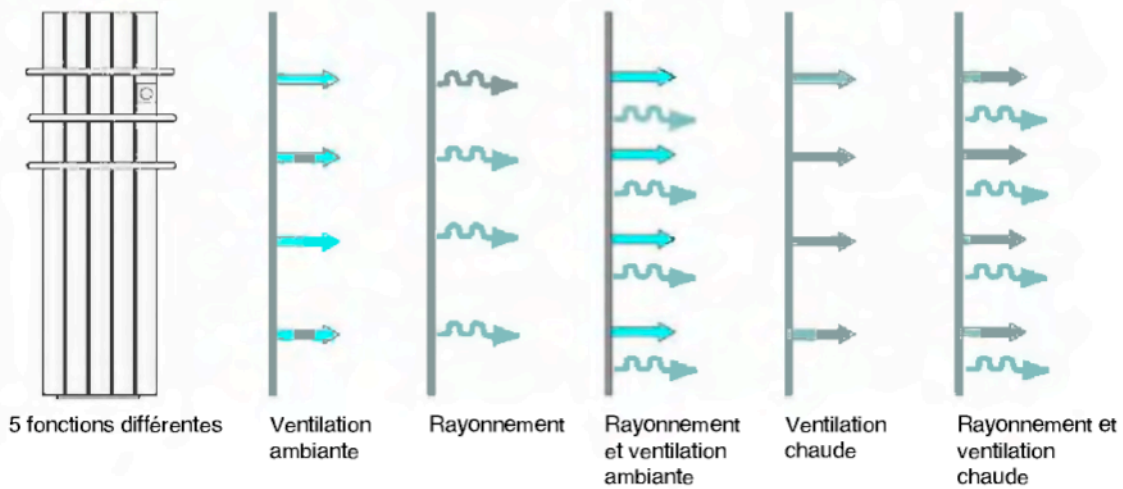


Figure 67 : Les sèche-serviettes

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.

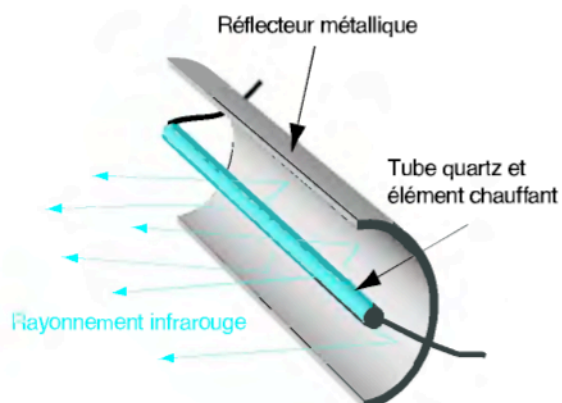


Figure 68 : Principe du chauffage à infrarouge

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 réglée 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

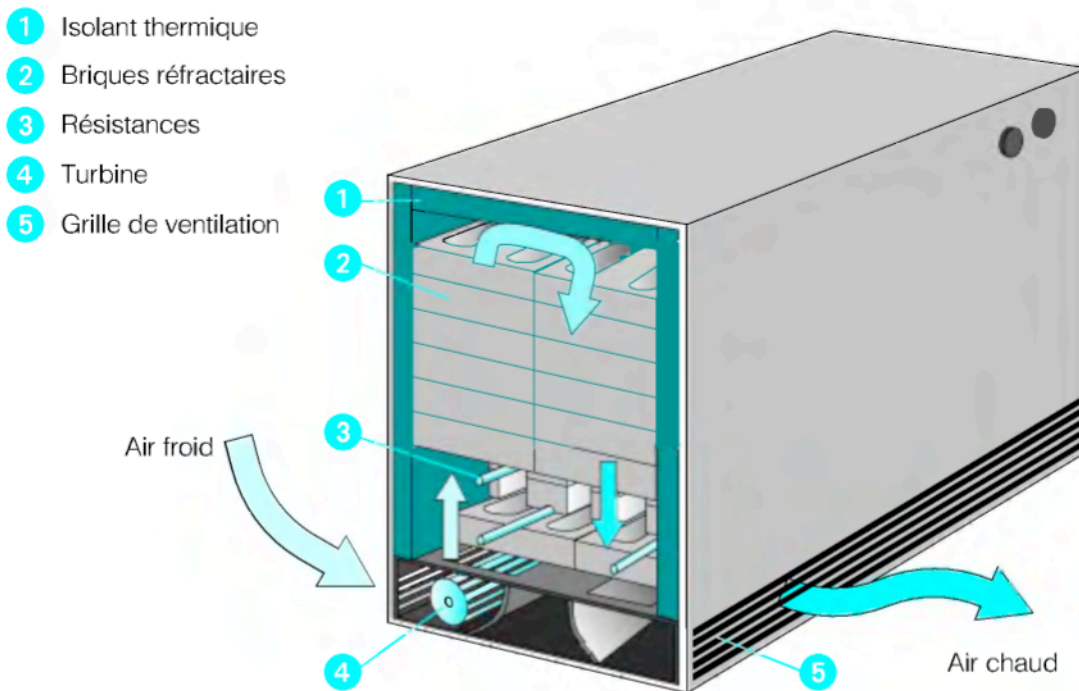


Figure 69 : Le principe du chauffage à accumulation

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

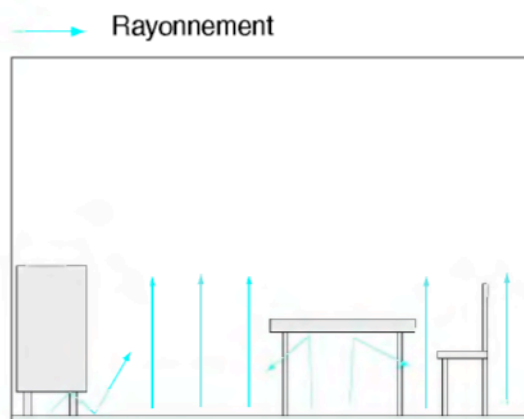


Figure 70 : Le rayonnement des planchers chauffants

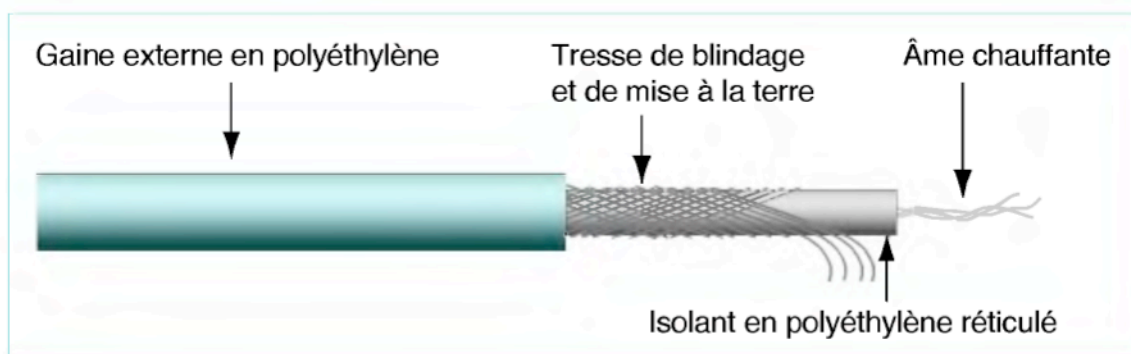


Figure 71 : Constitution d'un câble chauffant

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

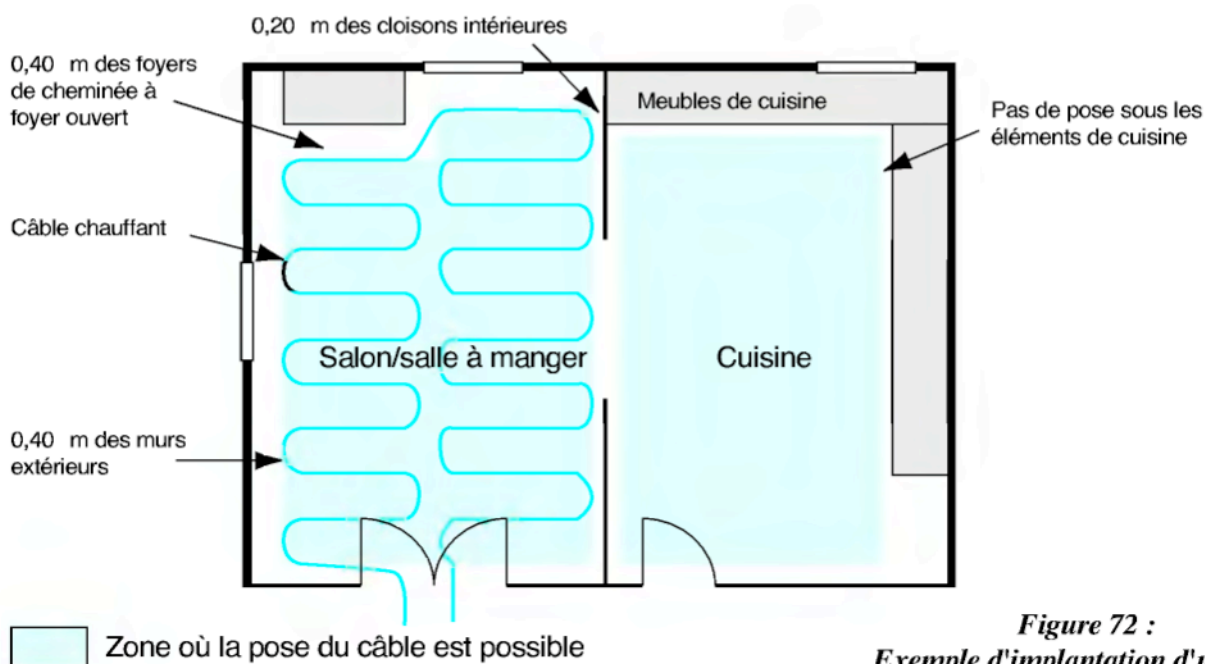


Figure 72 : Exemple d'implantation d'un câble chauffant

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,

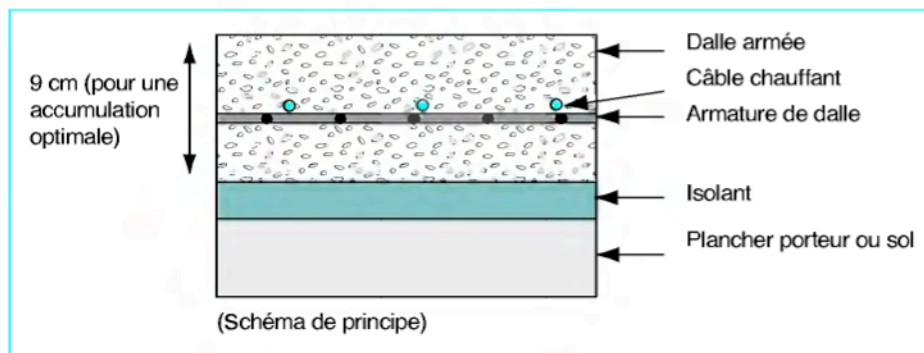


Figure 73 :
Le principe du chauffage par le sol à accumulation

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

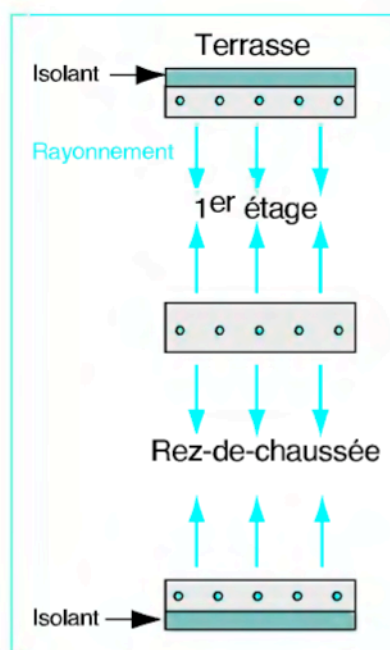


Figure 74 : Répartition des planchers chauffants à accumulation

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.

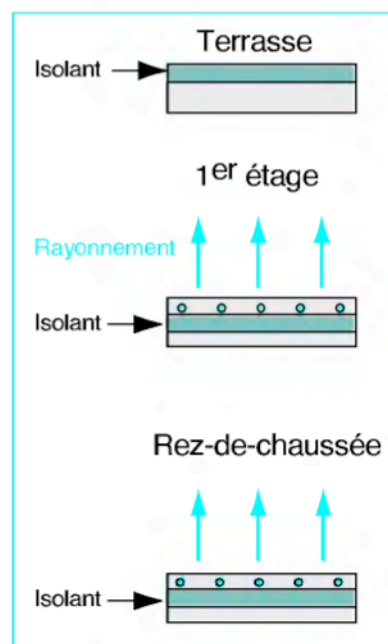
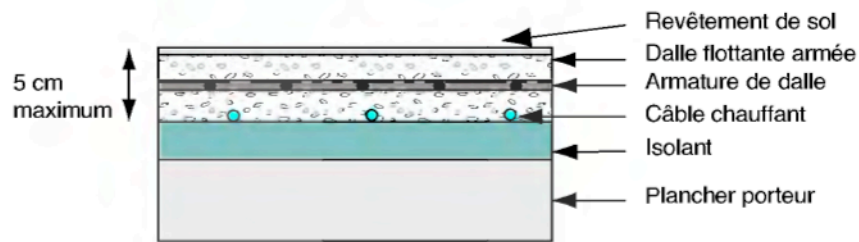


Figure 75 : Répartition des planchers PRE

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 m^2 (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

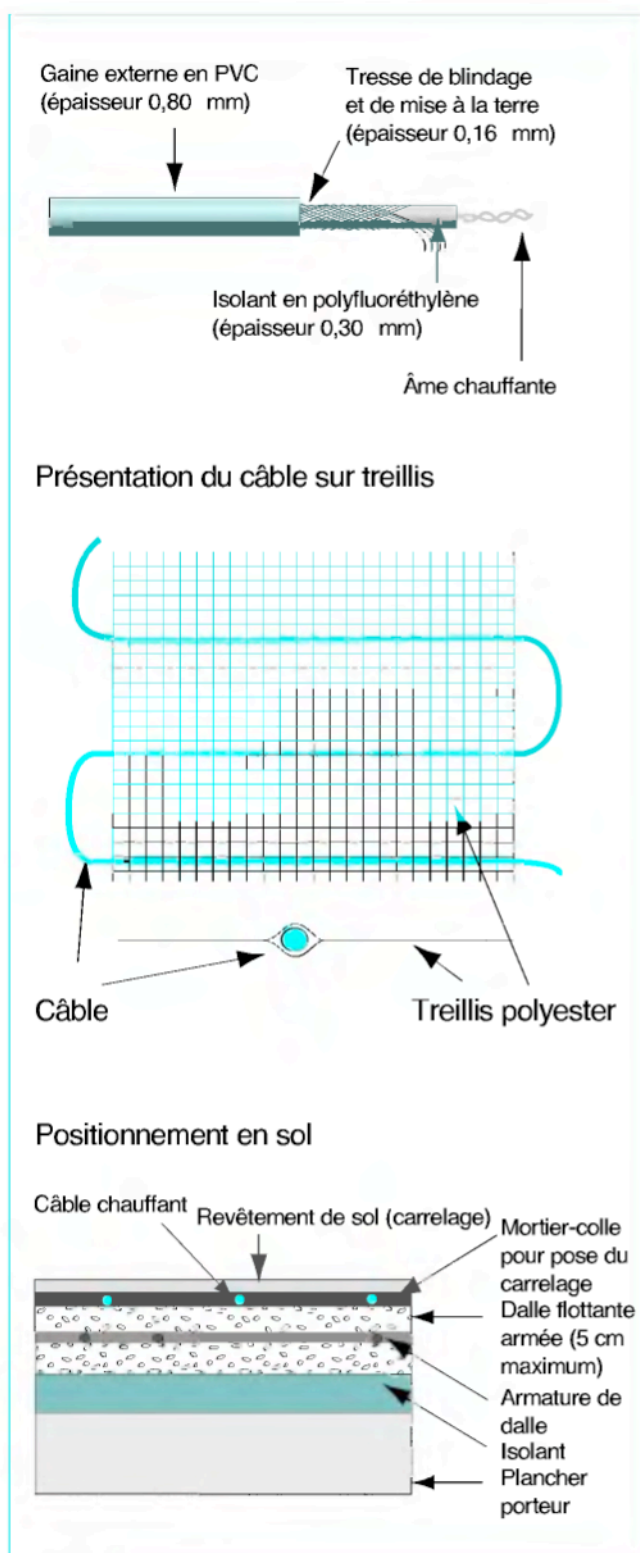


Figure 77 :
Câble chauffant direct posé sous carrelage

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.

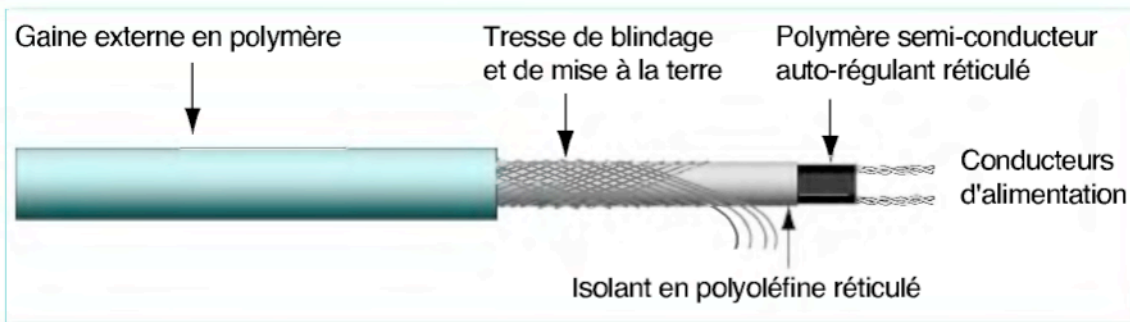


Figure 78 : Le câble chauffant autorégulant

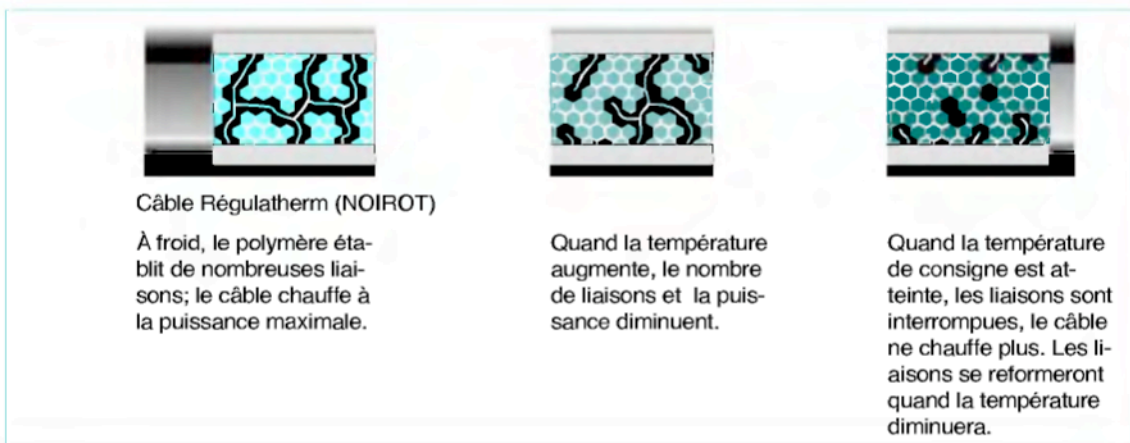


Figure 79 : Principe du câble chauffant autorégulant

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

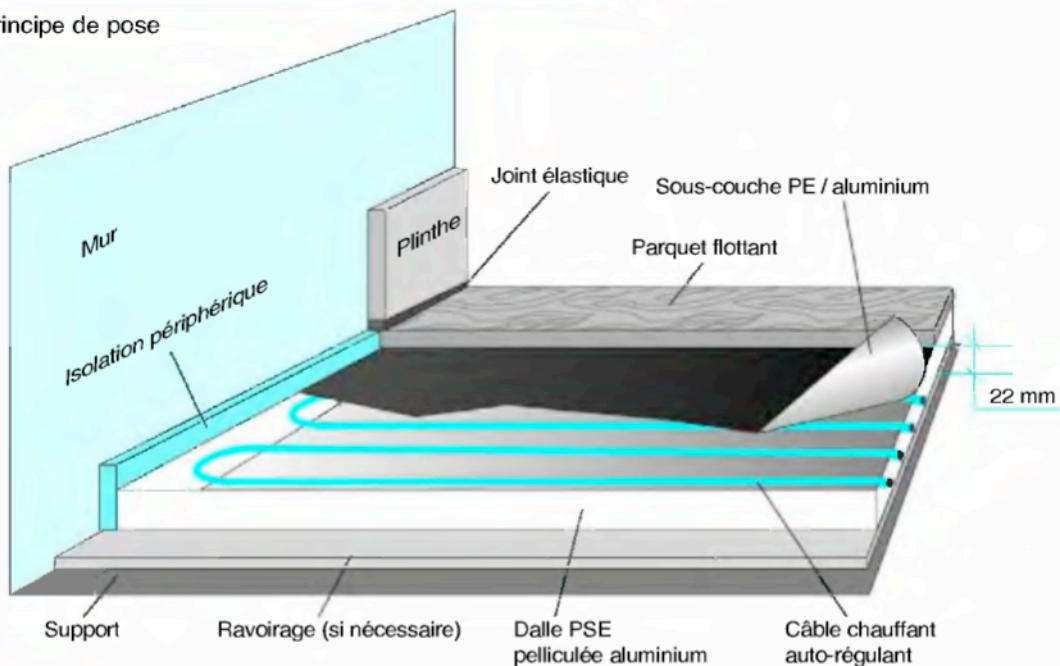
bande de polyéthylène réticulé qui ceinture de façon continue la partie basse des murs et des cloisons. Son but est d'isoler phoniquement et thermiquement la dalle d'isolation des structures verticales du bâtiment.

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

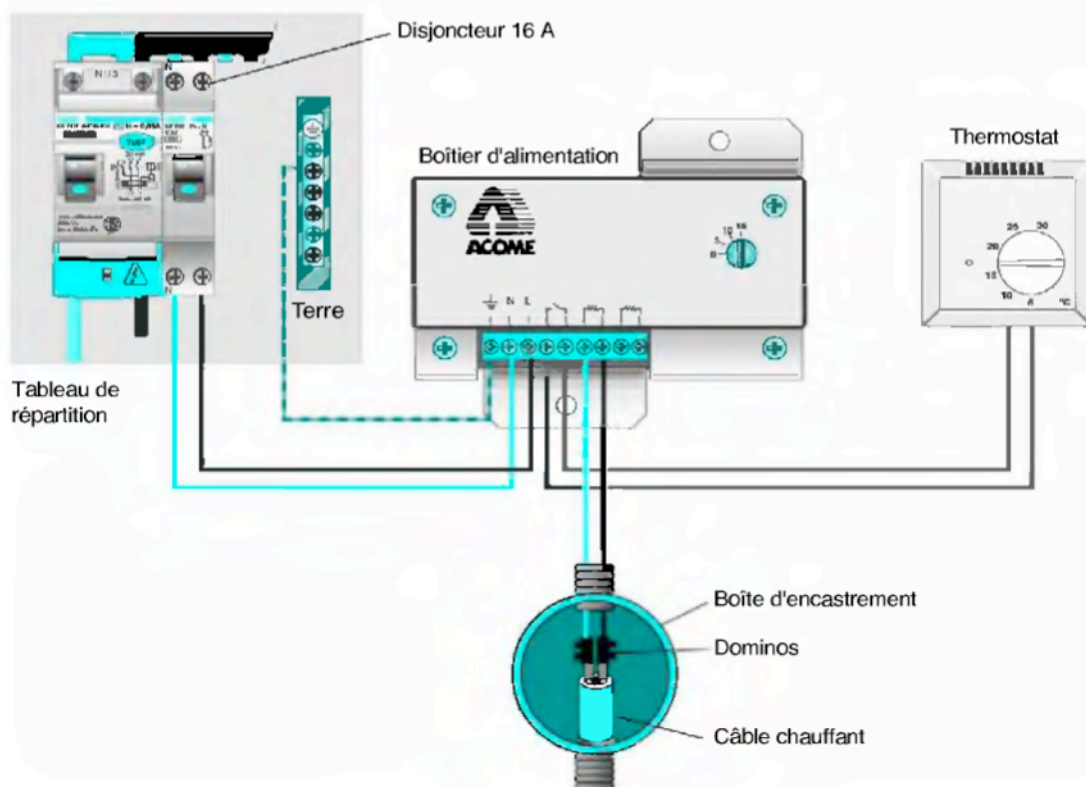


Figure 80 : Exemple de PRE en solution sèche

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 m²).

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 :

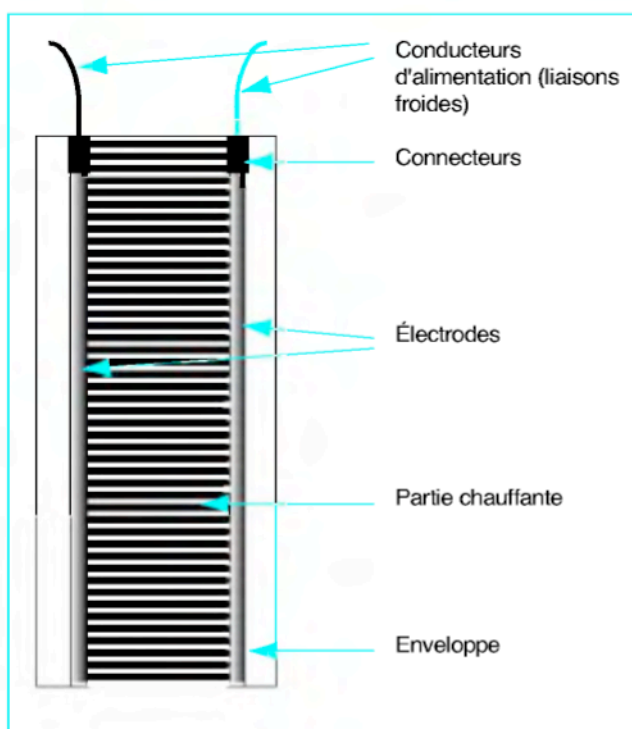


Figure 81 : Exemple de film chauffant

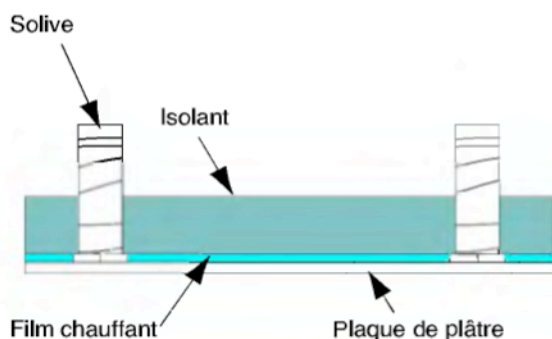


Figure 82 : Principe de pose d'un film chauffant

- 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, frissette). 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 automate 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