



NOTICES TECHNIQUES

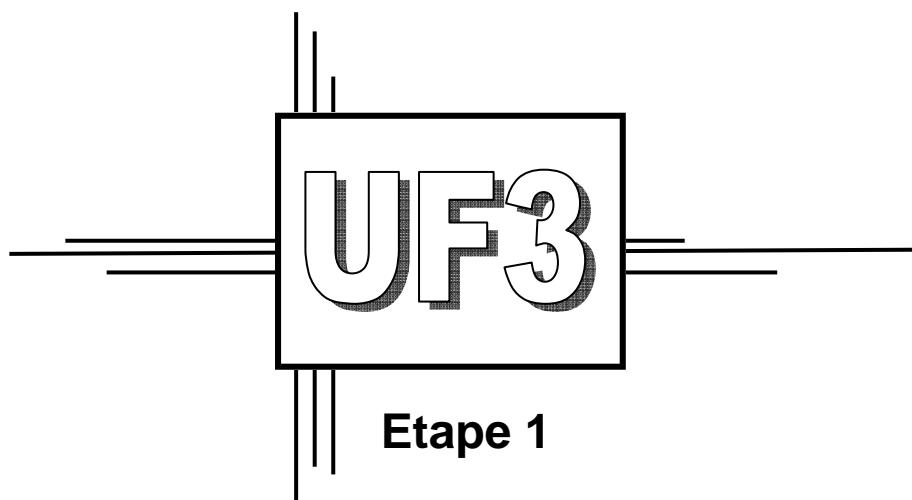
INSTALLATEUR THERMIQUE et SANITAIRE

Unité de Formation 3

Réaliser des installations individuelles de chauffage et de sanitaire

Etape 1

Réaliser le raccordement électrique d'une installation de chauffage et de sanitaire



SOMMAIRE

Comparaison entre un circuit hydraulique et électrique.	2
Le courant électrique.	3
Les principales unités électriques.	5
La Tension ou Différence De Potentiel.	7
L'Intensité.	8
La Résistance.	9
La Puissance.	10
Relation entre les unités électriques.	11
Structure d'une alimentation électrique	12
Contrôle de l'énergie consommée et sécurité de l'installation	13
Répartition et protection des circuits	15
Les conducteurs	19
Les conduits	20
Règles de passage des conducteurs dans les conduits	21
Les commandes d'appareils	22
La sécurité des personnes	36



Dans le cadre de la prévention des risques liés au courant électrique, certains travaux et interventions même hors tension ne peuvent être faits sans une habilitation électrique de type B1 ou B1V.

Pour un travail ou pour réaliser des mesures sous tension, l'habilitation B1T sera nécessaire.

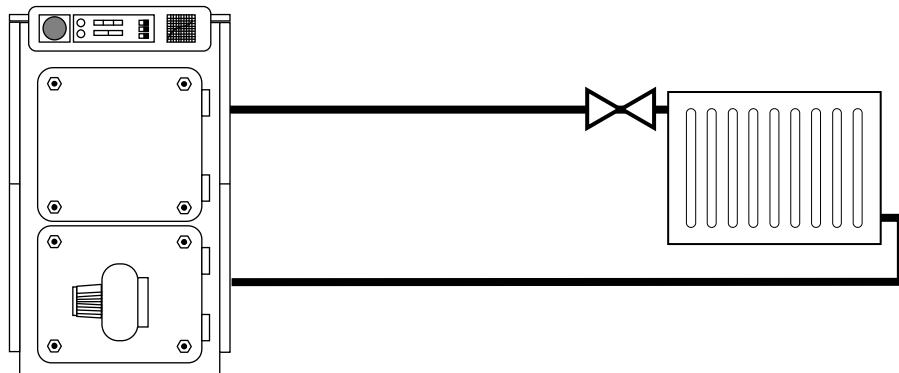
Comparaison entre un circuit hydraulique et électrique.

Circuit de chauffage central à eau chaude :

La chaudière chauffe l'eau, un tube « Départ » achemine cette eau chaude jusqu'au radiateur puis le traverse en lui cédant une partie de sa chaleur.

L'eau refroidie à la sortie du radiateur, est acheminée par le tube « Retour » vers la chaudière pour être à nouveau réchauffée.

La circulation peut être interrompue en fermant le robinet SR du radiateur.



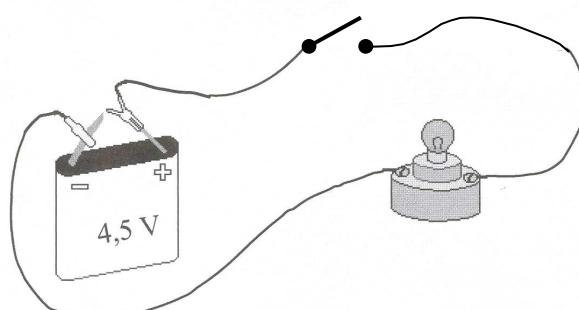
Circuit électrique :

Lorsque l'interrupteur est fermé, la lampe est reliée à la pile électrique.

Le courant "continu" dont le sens conventionnel va du + au - traverse la lampe qui s'éclaire.

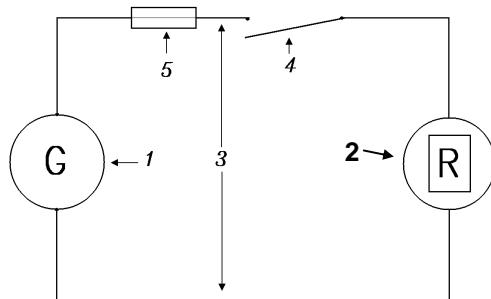
Le sens réel du courant continu est du - au +.

Si l'on ouvre l'interrupteur, on ouvre le contact, le circuit est coupé et le courant interrompu.

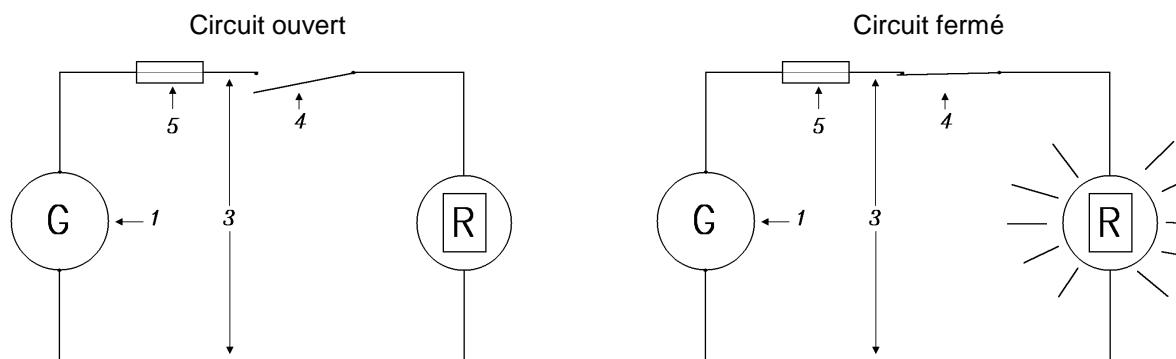


Le courant électrique.

Caractéristiques d'un circuit électrique simple, complet et autonome :



- 1 : **Un générateur** Pour avoir du courant électrique il faut un générateur.
- 2 : **Un récepteur** Appareil qui utilise et transforme l'énergie électrique.
- 3 : **Des liaisons électriques** réalisées avec des fils conducteurs de courant.
- 4 : **Un interrupteur** pour ouvrir ou fermer le circuit électrique.
- 5 : **Une protection** Pour ouvrir automatiquement le circuit en cas de problème



L'électricité ou plutôt le courant électrique, est un déplacement de particules (électrons). Les électrons se trouvent dans les atomes et ceux-ci sont peu enclins à laisser leurs électrons partir. Un matériau dans lequel les électrons ne sont pas trop attachés à leurs atomes est appelé "**matériau conducteur**". Un matériau conducteur laisse passer facilement le courant électrique puisqu'il permet à ses électrons de bouger. Les meilleurs conducteurs sont les métaux (aluminium, cuivre...), on les utilise sous forme de fils pour véhiculer l'électricité. L'eau est aussi un bon conducteur d'électricité et comme le corps humain est constitué pour une bonne partie, d'eau et de sels minéraux, nous ne sommes pas de mauvais conducteurs. Un "**isolant**" est au contraire un matériau dans lequel les électrons sont bien liés aux atomes. Le courant ne peut donc pas passer dans un isolant. L'air, le plastique, ... sont de bons isolants.

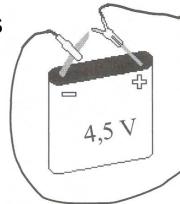
Conducteur électrique H 07 V-U



Le courant électrique.

Le courant continu :

C'est le courant fourni par les piles, les accumulateurs, les batteries, les dynamos
 C'est un courant dans lequel tous les électrons vont dans le même sens en permanence. Il est possible à partir du courant alternatif de produire du courant continu ou plus exactement redressé, en employant des diodes (sorte de clapet anti-retour) ou des redresseurs.
 Il est utilisé généralement pour les alimentations électroniques.



Symbole : = appelé aussi DC (Directionnel Courant) ou VDC (Volt Directionnel Courant).

Le courant alternatif :

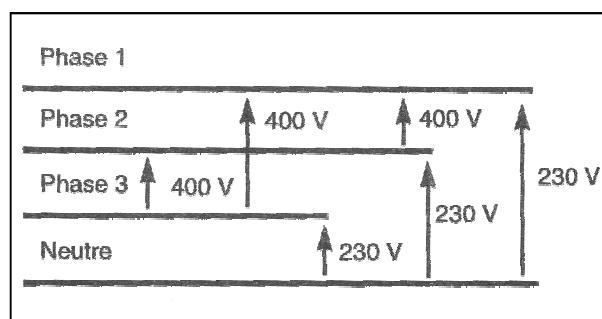
Le courant qui circule dans les fils d'une maison est un courant alternatif, les électrons avancent dans un sens, puis dans l'autre, alternativement et ce, très exactement cinquante fois par seconde. Ils font donc des aller-retour très rapides mais comme ce qui compte, c'est qu'ils se déplacent, le sens importe peu. On dit que c'est du courant alternatif de **fréquence 50 Hertz et de tension efficace 230 V**. L'utilisation du courant alternatif s'est imposée depuis longtemps parce qu'il est facile à produire, à transporter et à utiliser. Les conducteurs qui véhiculent le courant alternatif s'appellent "la Phase" et le "Neutre"

Symbole : ~ appelé aussi AC (Alternatif Courant) ou VAC (Volt Alternatif Courant).

Le courant alternatif monophasé et triphasé :

La production et la distribution de l'électricité par EDF s'effectuent en courant triphasé, à l'aide de 4 fils : 3 phases et 1 neutre.

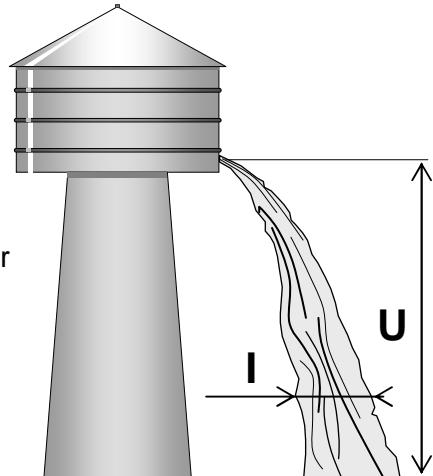
Entre le neutre et une phase, la tension est de 230V et entre deux phases, la tension est de 400V. En monophasé, seuls une phase et le neutre sont distribués.



Les principales unités électriques.

Dans un conducteur dans lequel le courant circule, on a donc un grand nombre d'électrons qui parcourent le fil. Les électrons qui se déplacent font penser à de l'eau dans un tube. En fait, le parallèle avec l'eau est intéressant à explorer pour une meilleure compréhension.

L'eau avance dans les tuyauteries grâce à la pression. Plus la pression est importante, plus l'eau a tendance à sortir avec force. Lorsque la pression est nulle le débit devient nul.



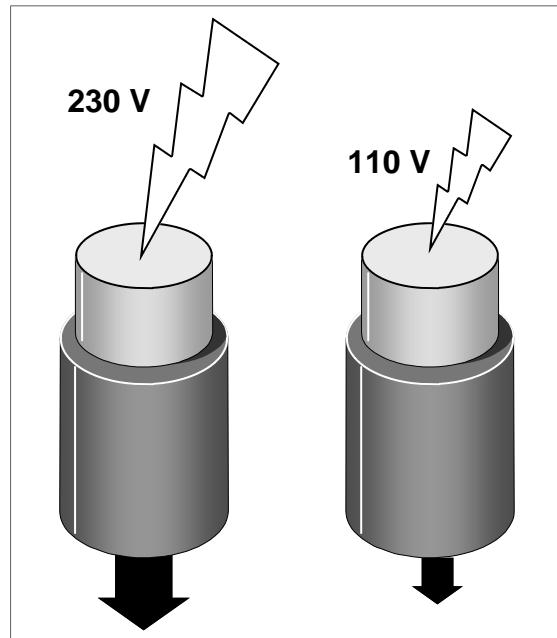
La tension (U) unité : le Volt (V) :

Exemple : 400V.

La tension ou Différence De Potentiel (DDP) en électricité est comparable à la pression en hydraulique.

Dans un tube d'un certain diamètre, il passera d'autant plus d'eau que la pression est importante.

De la même façon, dans un conducteur électrique d'une section donnée, il passe d'autant plus d'électricité que la tension est élevée.



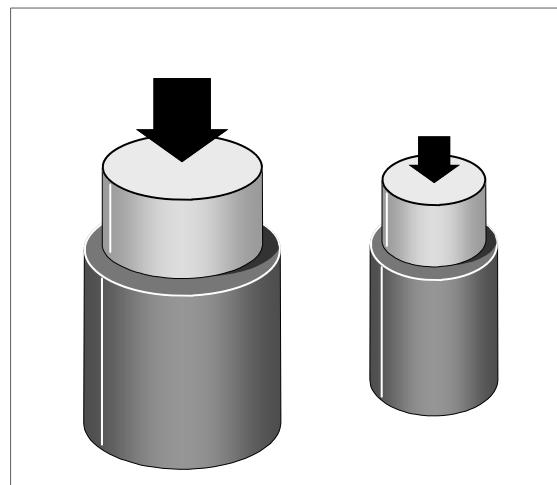
L'intensité (I) unité : l'Ampère (A) :

Exemple : 25 A.

L'intensité est pour l'électricité ce que le **débit** est pour l'hydraulique.

Dans un tube de petit diamètre, il passera moins d'eau que dans un tube de diamètre plus important.

De la même façon, un conducteur électrique de faible section supportera une intensité plus faible donc moins d'Ampère qu'un conducteur de section plus forte.



Les principales unités électriques.

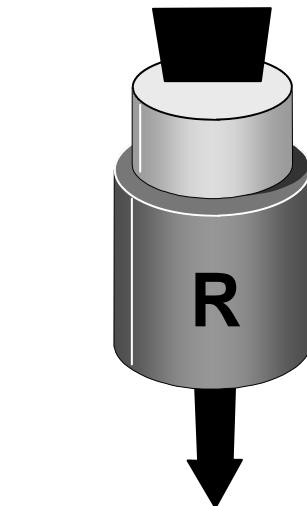
La résistance (R) unité : l'Ohm (Ω) :

Exemple : 60 Ω .

La résistance, comme son nom l'indique, s'oppose au passage du courant. Elle crée une chute de tension comparable à la **perte de charge** en hydraulique.

Pour un débit donné, un tube lisse de type PER, court et de gros diamètre crée une perte de charge plus faible qu'un tube en acier galvanisé long et de petit diamètre.

De même, la résistance d'un conducteur électrique dépend de la nature du matériau, de sa section et de sa longueur.



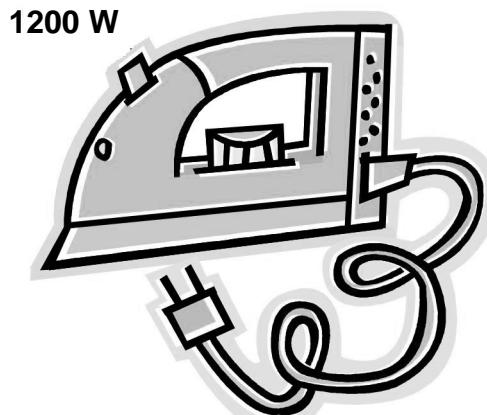
La Puissance (P) unité : le Watt (W) :

Exemple : Fer à repasser de 1200 W.

La puissance d'un appareil indique la quantité d'énergie que va absorber un appareil pendant 1 heure.

(exemple : four 3000 W, fer à repasser 1200 W).

Cette définition est valable aussi bien en électricité qu'en l'hydraulique ou en thermique.



L'énergie (E) unité : le Watt -heure (Wh) :

Exemple : 500 Wh.

La quantité d'énergie consommée dépend de la puissance de l'appareil et du temps d'utilisation.

Le fer à repasser de 1200 W fonctionnant pendant 0h30 consomme 600 Wh.

La lampe de 100 W fonctionnant pendant 6 heures aura la même consommation :

$$100 \text{ W} \times 6\text{h} = 600 \text{ Wh.}$$



La Tension ou Différence De Potentiel.

GRANDEUR	Symbol	UNITE	Symbol	Appareil de mesure
TENSION Différence de potentiel (D.D.P.)	U	VOLT	V	Voltmètre

Définition :

Le VOLT est la différence de potentiel qu'il existe entre deux points d'un conducteur parcouru par un courant constant de 1 Ampère lorsque la puissance dissipée entre ces deux points est de 1 Watt.

La force électrique est fournie par le générateur. Entre les deux bornes du générateur la différence de potentiel oblige les électrons à se déplacer. Le générateur est en quelque sorte une pompe à électrons.

Mesure d'une tension :

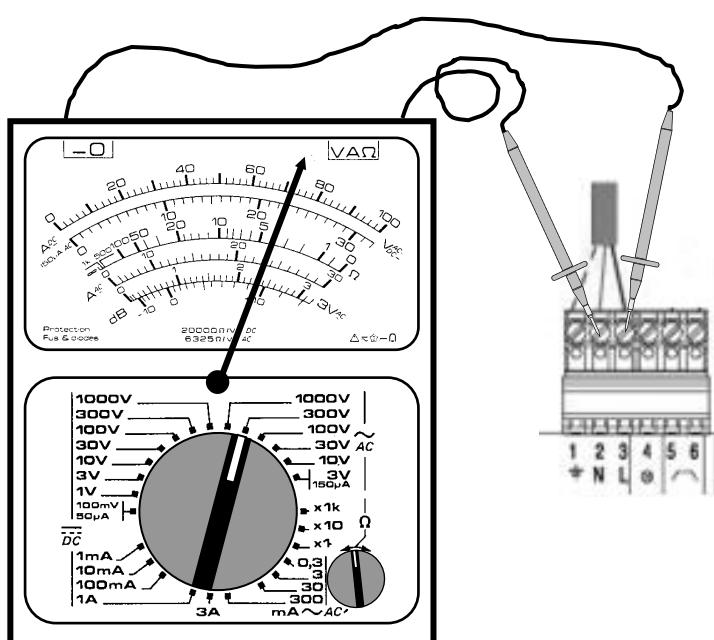
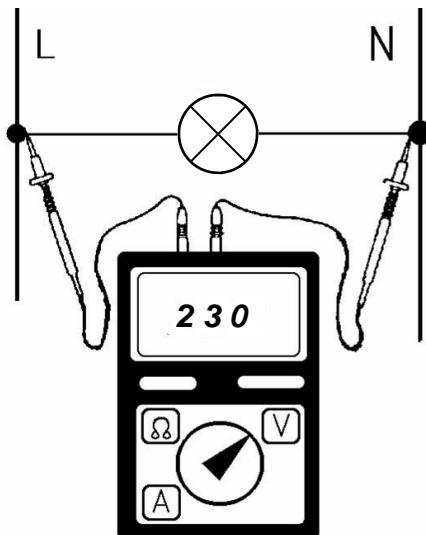
Orientez le sélecteur en face de **V (AC)**

Cet appareil nous permet de mesurer une **TENSION** de courant alternatif (AC) ou continu (DC) en **VOLT**.

Si la tension est très faible, certains appareils changent le calibre automatiquement et se cale en milliVOLT.

Pour mesurer une tension on branche le contrôleur en **parallèle** du récepteur sous tension.

La mesure se fait sur une installation sous tension entre la phase et le neutre.

**Exemple d'utilisation :**

Mesure de la tension de l'alimentation d'une chaudière sur le bornier de raccordement entre la phase (L) et le neutre (N).

Placer le sélecteur de calibre sur V (AC), 300 V et lire sur l'échelle 30 sur un appareil à aiguille.

L'Intensité.

GRANDEUR	Symbol	UNITE	Symbol	Appareil de mesure
INTENSITE	I	AMPERE	A	Amperemètre

Définition :

On appelle intensité d'un courant, la quantité d'électrons qui traverse un conducteur en un temps donné.

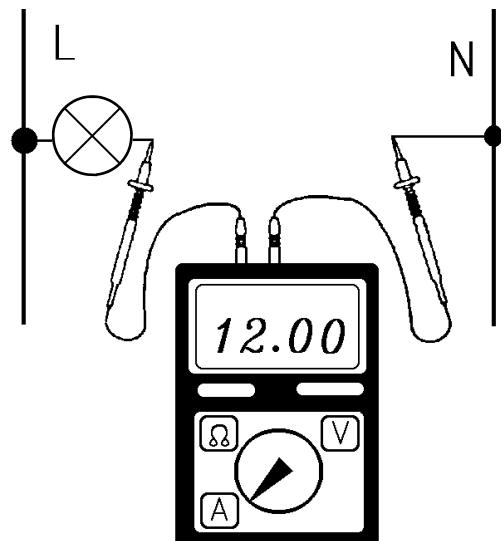
Quantité d'électrons en Coulombs (C) Temps en secondes

Mesure de l'Intensité :

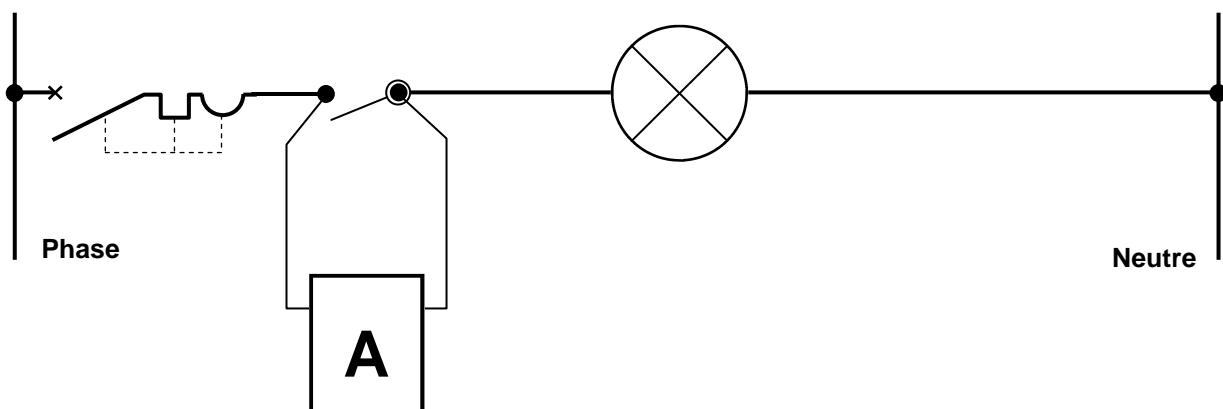
Avec un contrôleur ordinaire si vous orientez le sélecteur en face de A(AC) , il nous permet de contrôler l'INTENSITE d'un récepteur en AMPERE.

Pour mesurer l'intensité, le contrôleur est branché en série avec le récepteur.

Le branchement en série peut être réalisé soit sur la phase ou sur le neutre.

**Branchemet de principe :**

Le branchement est réalisé ici sur les bornes d'un interrupteur simple allumage. Les électrons traversent l'appareil de mesure qui ferme le circuit.



La Résistance.

GRANDEUR	Symbole	UNITE	Symbole	Appareil de mesure
RESISTANCE	R	OHM	Ω	Ohmmètre

Définition :

L'Ohm est la résistance qui existe entre deux points d'un conducteur lorsqu'une tension de 1 VOLT est appliquée à ces deux points. (Résistance au passage d'un courant de 1 AMPERE)

Résistance électrique : Propriété d'un conducteur à s'opposer plus ou moins au passage des électrons libres. **La résistance varie en fonction de la longueur, de la section, de la nature et de la température du conducteur.**

Mesure d'une résistance :

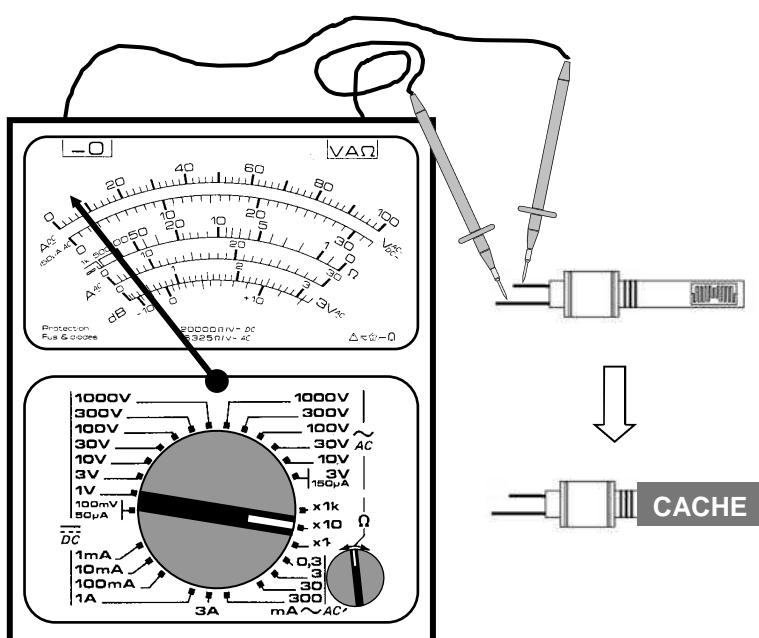
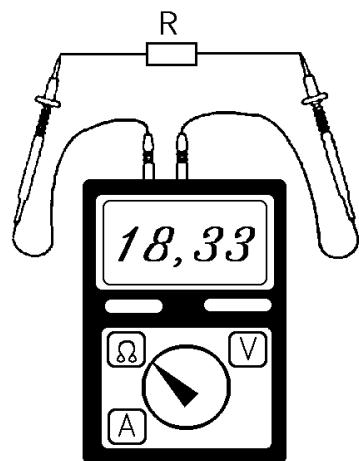
Si vous orientez le sélecteur en face de Ω

Le contrôleur nous permet de contrôler la RESISTANCE d'un récepteur en OHM.

Pour mesurer une résistance, le récepteur ne doit pas être sous tension.

La pile qui est dans le contrôleur envoie du courant dans le récepteur et mesure la résistance au passage de ce courant.

En position Ohmmètre, nous pouvons effectuer des mesures de continuité afin de repérer un conducteur ou vérifier l'état d'un fusible.

**Exemple d'utilisation :**

La cellule photorésistante est un dispositif de surveillance de flamme dans les chaudières au fioul. Elle est constituée d'un semi-conducteur dont la résistance varie en fonction de son éclairement.

A la lumière du jour, sa résistance est faible, environ 1200 Ω .

Pour vérifier l'efficacité de la cellule, mettre un cache et renouveler l'expérience, sa résistance sera alors très élevée, de l'ordre de plusieurs mégohms.

La Puissance.

GRANDEUR	Symbol	UNITE	Symbol	Appareil de mesure
PUISSEANCE	P	Watt	W	Watmmètre

Définition :

Puissance = Travail réalisé en un temps donné

Travail en Joules, Temps en secondes

Le Watt : Puissance d'une machine qui fourni un travail de 1 Joule en 1 Seconde

Nota : Nous utilisons un équivalent qui est le Watt par heure (3600 J/h) quand nous transformons à partir du système thermicien

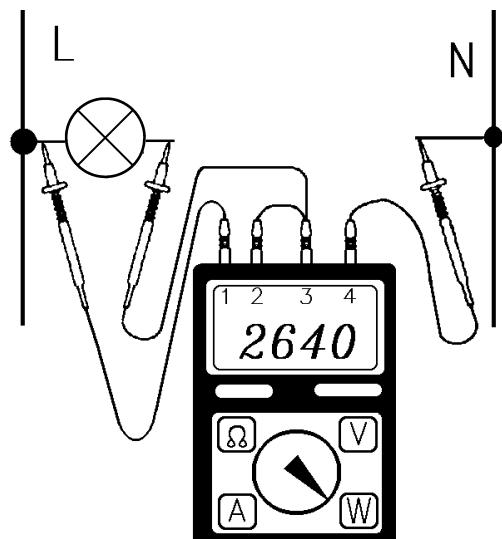
Mesure d'une résistance :

Le Watmmètre est un appareil qui mesure :

1 : la TENSION en Volt donc un fil sur phase et un fil sur le neutre pour le voltmètre.

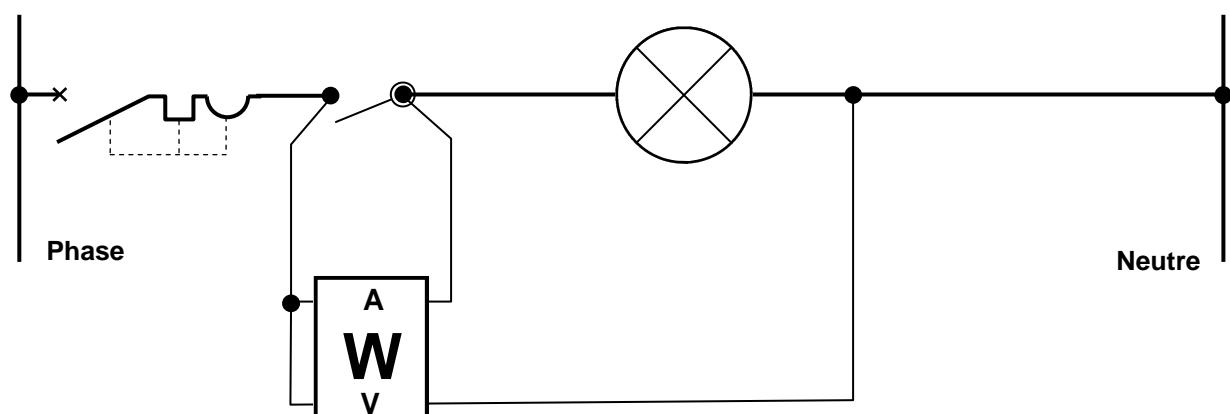
2 : l'INTENSITE en Ampères donc on coupe un conducteur et on branche en série un ampèremètre.

Le Watmmètre après avoir mesuré la tension et l'intensité calcule la PUISSANCE.



Cet appareil est très peu utilisé, nous préférons mesurer la TENSION et l'INTENSITE et faire le calcul.

De plus, la puissance d'un récepteur est toujours indiquée sur son enveloppe.

Branchements de principe :

Relation entre les unités électriques.**ENERGIE :****Énergie = Puissance x Temps**

$$\begin{array}{c} E = P \times t \\ \text{En Wh} \quad \text{W} \quad \text{h} \end{array}$$

Exemple :

Un fer à repasser de 1200 W utilisé pendant 2 heures aura consommé :

$$E = 1200 \times 2 = 2400 \text{ Wh}$$

Puissance :**Puissance = Tension x Intensité**

$$\begin{array}{c} P = U \times I \\ \text{En W} \quad \text{V} \quad \text{A} \end{array}$$

Loi d'Ohm :**Tension = Résistance x Intensité**

$$\begin{array}{c} U = R \times I \\ \text{En V} \quad \Omega \quad \text{A} \end{array}$$

Exemple :

Intensité absorbée par le fer à repasser de 1200 W :

$$I = 1200 : 230 = 5,2 \text{ A}$$

Exemple :

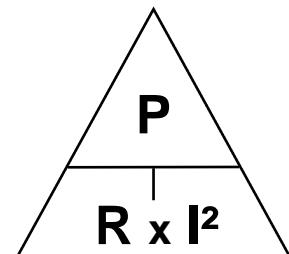
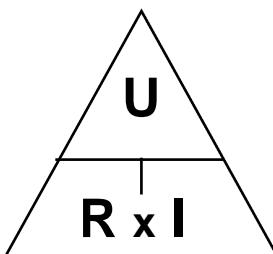
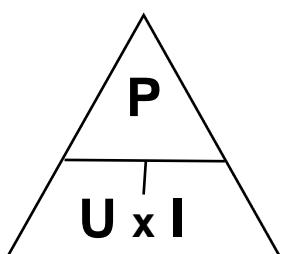
Valeur de la résistance chauffante d'un accumulateur électrique de 2100 W :

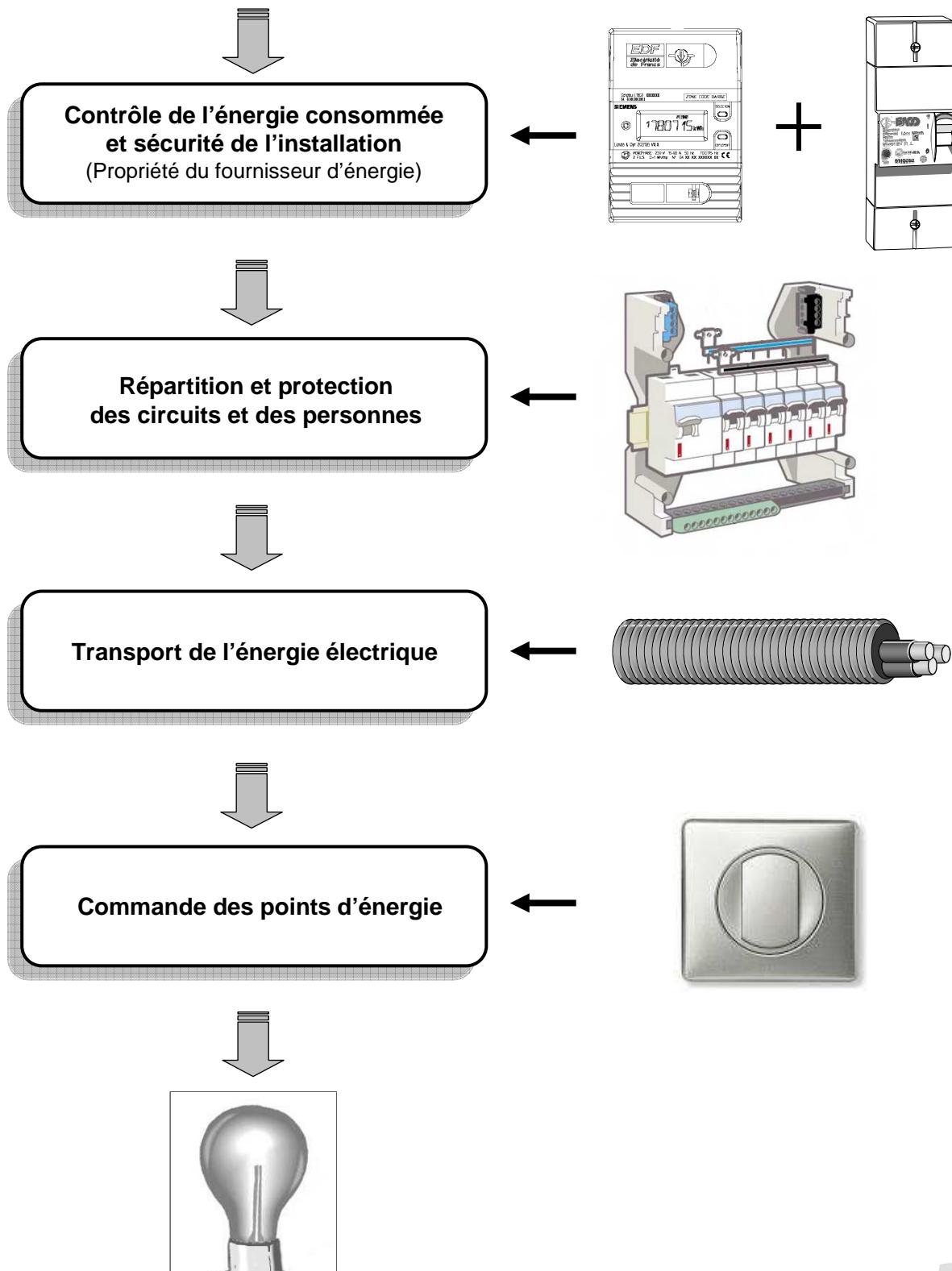
$$\begin{aligned} I &= 2100 : 230 = 9,1 \text{ A} \text{ soit} \\ R &= 230 : 9,1 = 25,2 \Omega \end{aligned}$$

Exemple de calcul : Un circulateur de chauffage d'une puissance de 100 W est alimenté sous une tension de 230 V :

- L'Intensité absorbée sera de : $I = P : U$ soit $I = 100 : 230 = 0,43 \text{ A}$
- L'énergie absorbée en 24 heures sera de : $E = P \times T$ soit $E = 100 \times 24 = 2400 \text{ Wh}$ soit $2,4 \text{ kWh}$
- Le coût de cette énergie à 0,12 € HT le Kilowattheure :

$$\begin{aligned} \text{Coût} &= 0,12 \times 2,4 = 0,288 \text{ € HT} \\ \text{TVA à } 5,5\% &= 0,288 \times 5,5\% = 0,015 \\ \text{Coût TTC} &= 0,288 + 0,015 = 0,30 \text{ € TTC} \end{aligned}$$

Toutes nos formules électriques

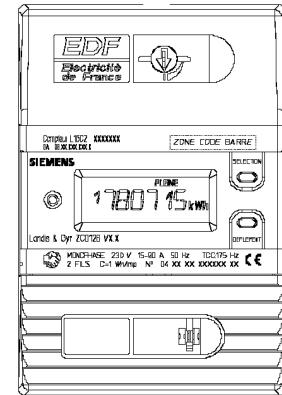
Structure d'une alimentation électrique**Energie électrique (réseau public basse tension 230 V)**

Contrôle de l'énergie consommée et sécurité de l'installation

1. Le comptage d'énergie :

Un compteur électrique est un organe électrotechnique servant à mesurer la quantité d'énergie électrique consommée dans l'habitation. Il est utilisé par les fournisseurs d'électricité afin de facturer la consommation d'énergie au client. À l'origine ces appareils étaient de conception électromécanique, ils sont remplacés dorénavant par des modèles électroniques.

L'unité légale d'énergie est le **joule**, correspondant à une puissance d'un **watt** pendant une **seconde**. Cependant, l'unité d'énergie habituellement utilisée pour la consommation électrique est le **Kilowattheure (kWh)**. Ce courant alimente dans le compteur la rotation d'une roue. Plus il est fort plus la roue tourne vite. Chaque tour de roue correspond à un certain nombre de watt/heure.



Le compteur est traversé à chaque instant par un courant correspondant à la somme des courants électriques nécessaires au fonctionnement des récepteurs alimentés.

Les tarifs (3kVA à 36kVA) :

Options de base

Les tarifs indiqués sont TTC au 15 août 2008, tenant compte de taxes locales qui peuvent varier en fonction du département et de la commune du lieu de livraison.

Tarif de base 3 kVA = prix du kWh constant (0.1350 €/kWh)

Tarif de base 6kVA à 36 kVA = prix du kWh constant (0.1106 €/kWh)

Option Heures creuses (ou jour/nuit)

Tarif uniquement disponible à partir de **6kVA** = prix du kWh constant (HP = 0,1106 €/kWh et HC = 0,0673 €/kWh)

Les heures creuses ont une durée totale de 8 heures par 24 heures, en une ou plusieurs plages du jour ou de la nuit.

Les appareils que l'on veut faire fonctionner uniquement en heures creuses (en général des appareils de chauffage ou de production d'eau chaude à accumulation) doivent être alimentés à travers un commutateur spécial commandé par un signal sur la ligne électrique.

Pour information : sur les nouveaux compteurs, on fait apparaître les H.Creuses et les H.Pleines en appuyant sur le bouton "défilement".

Contrôle de l'énergie consommée et sécurité de l'installation

Les tarifs (3kVA à 36kVA) :

Option Tempo (n'est plus proposé mais toujours présent au catalogue)

Option double tarif obligatoire et puissance minimale de 9kVA

3 types de jours :

bleu (300 j) : tarif économique ; les dimanches sont toujours bleus ;

blanc (43 j) : tarif moyen ;

rouge (22 j) : tarif surtaxé ; ces jours sont choisis entre le 1er novembre et le 31 mars.

Note : pour chaque couleur, il existe un tarif heures pleines et un tarif heures creuses. Le tarif heures creuses s'applique de 22h à 6h.

Ce tarif est accompagné d'un boîtier qui se branche sur une prise électrique et qui indique la couleur tarifaire du lendemain.

Tarif 2008 :

Heures creuses tarif bleu : 0.0464 € Heures pleines tarif bleu : 0.0577 €

Heures creuses tarif blanc : 0.0948 € Heures pleines tarif blanc : 0.1125 €

Heures creuses tarif rouge : 0.1762 € Heures pleines tarif rouge : 0.4929 €

Tarifs au 16/08/2008 en T.T.C.

Effacement des Jours de Pointe (EJP)

Ce tarif n'est proposé qu'aux entreprises depuis fin 1998, mais les abonnements en cours des particuliers ne sont pas interrompus.

Il consiste à décourager l'utilisation de courant durant les jours où le réseau est le plus sollicité (les périodes de grand froid) par un prix surtaxé, en contrepartie d'une réduction assez importante le reste de l'année.

Le principe est d'imposer aux clients ayant **l'option EJP**, 22 jours d'effacement de 18 heures (de 7h à 1h du matin), entre le 1er novembre et le 31 mars, pendant lesquels le prix de l'électricité est surtaxé.

2. Les disjoncteurs de branchement ou d'abonnés :

Disjoncteur d'abonné pour TARIF BLEU de 3 à 36kW.

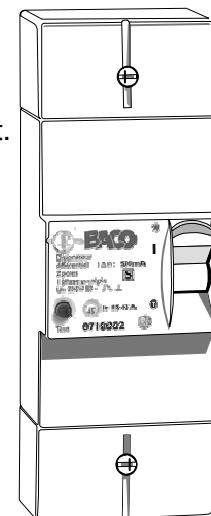
Ce disjoncteur permet une coupure d'urgence de l'installation, il protège contre les surcharges et les courts-circuits. Installé à l'intérieur du logement. Il dispose d'un réglage de calibre en fonction de l'abonnement souscrit.

Les disjoncteurs de branchement ont une fonction différentielle permettant la protection des personnes contre les contacts indirects. Conforme à la norme NF C 62-411

Le courant assigné du disjoncteur de branchement en monophasé peut être de 45, 60 ou 90 A.

D'après la formule $P = U \cdot I$, la puissance maximum sera respectivement de 10350 W, 13800 W ou 20700 W.

L'organe de coupure d'urgence doit être situé entre 0,90 et 1,30.



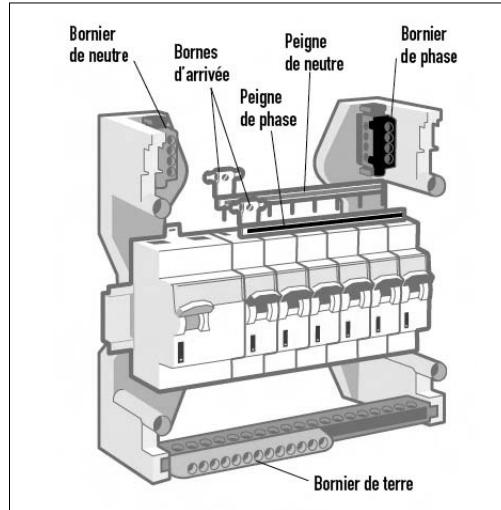
Répartition et protection des circuits

Le tableau de répartition ou modulaire :

Permet la répartition des différents circuits.
 Le tableau modulaire dispose de rails qui permettent le positionnement des appareillages de protection.
 Les organes de commandes doivent se trouver à une hauteur comprise entre 1 m et 1,80 m et entre 0,75 et 1,30 m pour les locaux à destination de personnes handicapées ou âgées.

Ce tableau comporte :

- Un répartiteur de phase
- Un répartiteur de neutre
- Un répartiteur de terre
- Les dispositifs différentielles de haute sensibilité (30 mA)
- Les dispositifs de protection contre les surintensités des circuits (disjoncteurs divisionnaires)
- Autres appareillages modulaires tels que télérupteurs, contacteurs, relais heures creuses ...
- Une réserve de 20% doit être respectée en prévision d'ajouts futurs.



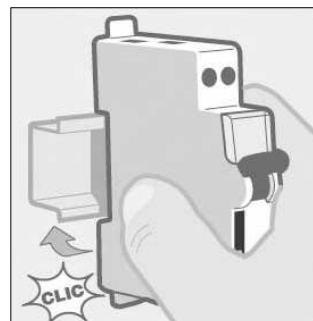
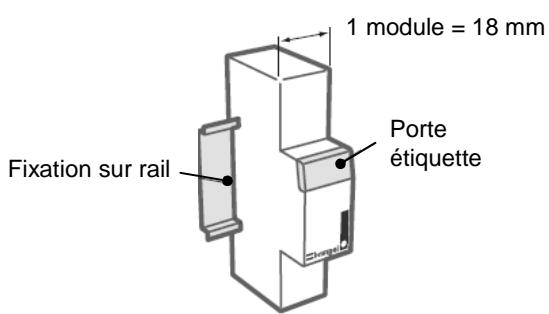
L'alimentation des appareillages situés sur le même rail peut être faite par des peignes ou barres de pontage mais également par des conducteurs de section 10 mm².

Chaque circuit doit être identifié et repéré par une indication appropriée placée à proximité ou sur le dispositif de protection.

Les appareillages sont de type « modulaire ». Ils ont des dimensions standard et se fixent tous de la même manière sur les rails de votre tableau.

Seule leur largeur varie, elle se mesure en nombre de modules. Tous les appareils sont munis d'un

porte-étiquette pour leur repérage et d'un marquage clair et complet de leurs caractéristiques.



NOTA : Il est interdit de poser le tableau modulaire dans les volumes de la salle de bains, dans un placard ou une penderie, au dessous ou au dessus d'un point d'eau, au dessus d'un appareil de cuisson ou de chauffage et à l'extérieur. Il est déconseillé dans les WC.

Le sens d'alimentation des dispositifs de protection n'est pas imposé, toutefois la pratique courante est de les alimenter par le haut. Dans le cas contraire, il convient de le signaler.

Répartition et protection des circuits

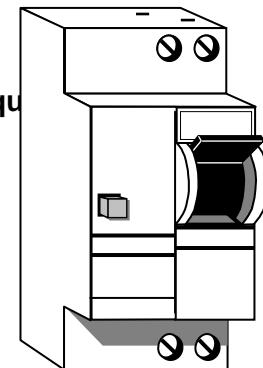
L'interrupteur ou le disjoncteur différentiel haute sensibilité (30 mA) :

Le **disjoncteur différentiel** diffère de l'**interrupteur différentiel** car il possède une protection supplémentaire contre les surcharges et les court-circuits.

Ce sont des appareils de protection des personnes, ils limitent les risques d'électrocution en détectant les fuites de courant à la terre.

Le dispositif différentiel est basé sur le principe que dans une installation, le courant électrique qui arrive par un conducteur doit ressortir par un autre. Dans une installation monophasée, si le courant dans le conducteur de phase au départ d'un circuit électrique est différent de celui du conducteur neutre, c'est qu'il y a une fuite.

La différence d'intensité du courant à laquelle réagit un disjoncteur est appelée la "sensibilité différentielle du disjoncteur". (noté $I_{\Delta m}$)



Il existe plusieurs classes de dispositifs différentiels :

- Les dispositifs de classe "AC" (les plus courants)
- Les dispositifs de classe "A", sont prévus pour les circuits dédiés, cuisinières, plaques de cuisson à induction, lave-linge, dont le fonctionnement produit des courants résiduels comportant une composante continue. Les dispositifs différentiels de classe « AC » ne se déclenchent parfois pas sur ce type de courant de défaut.
- Les dispositifs de classe "HI" (également appelés Hpi). Ce type de dispositif différentiel bénéficie d'une immunisation complémentaire contre les déclenchements intempestifs. Ils sont recommandés pour les circuits nécessitant une continuité du service, tels que des congélateurs ou les circuits informatiques.

Tous les circuits doivent être protégés par une protection différentielle haute sensibilité 30 mA, associé à une terre avec une répartition équilibrée des circuits.

SURFACE HABITABLE <small>(Branchement monophasé, P<=18kVA)</small>	Nombre d'interrupteurs différentiels, <small>le type et le courant minimal assigné</small>
Surface ≤ 35 m ²	1 x 25 A type AC et 1 x 40 A type A
35 m ² < Surface ≤ 100 m ²	2 x 40 A type AC et 1 x 40 A type A
Surface > 100 m ²	3 x 40 A type AC et 1 x 40 A type A

Répartition et protection des circuits

Coupe circuit à cartouche fusible et disjoncteur divisionnaire unipolaire + neutre :

Ce sont des appareillages de protection des circuits.

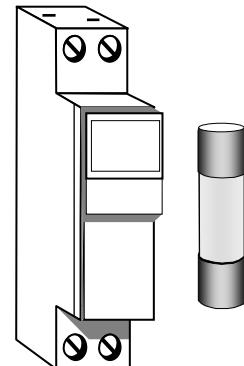
- Tout circuit doit comporter à son origine, sur la phase, un dispositif de protection contre les surintensités.
- Le conducteur de neutre de chacun des circuits doit pouvoir être sectionné.
Les protections unipolaire (phase) + neutre assurent cette fonction.

La protection des circuits d'une installation se fait grâce à un système qui coupe le courant lorsqu'il dépasse un seuil jugé dangereux (fusion des isolants des conducteurs, incendie...).

Le système le plus élémentaire est celui du fusible, qui fond dès que l'intensité du courant devient trop élevée, coupant ainsi le circuit.

L'inconvénient majeur du système de fusibles est qu'à chaque fois que le courant est coupé, il faut changer le fusible.

Les fusibles dans lesquels le fil n'est pas visible doivent en outre être testés pour savoir s'ils sont bien responsables de la rupture du courant dans le circuit.



Les disjoncteurs divisionnaires

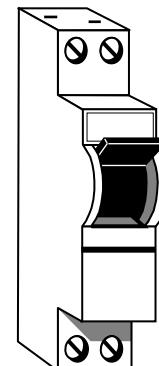
Le disjoncteur est un interrupteur qui coupe le circuit à chaque fois que l'intensité du courant est trop élevée.

Remettre l'installation sous tension se fait simplement en remettant l'interrupteur en position "on", après avoir d'abord éliminé le défaut à l'origine de l'élévation d'intensité détectée.

Les disjoncteurs les plus simples utilisent un électroaimant et un bilame métallique.

Pour éviter les échauffements et prévenir les risques d'incendie, le courant circulant dans les fils doit être limité en fonction de leur section (en mm²).

Cette fonction est assurée par des disjoncteurs ou des fusibles de calibre approprié, installés à l'origine de chaque circuit.



Ex : 1 disjoncteur divisionnaire de 20 A pour un circuit de 8 prises ou
1 disjoncteur divisionnaire de 16 A pour un circuit lumière avec 8 points d'éclairage.

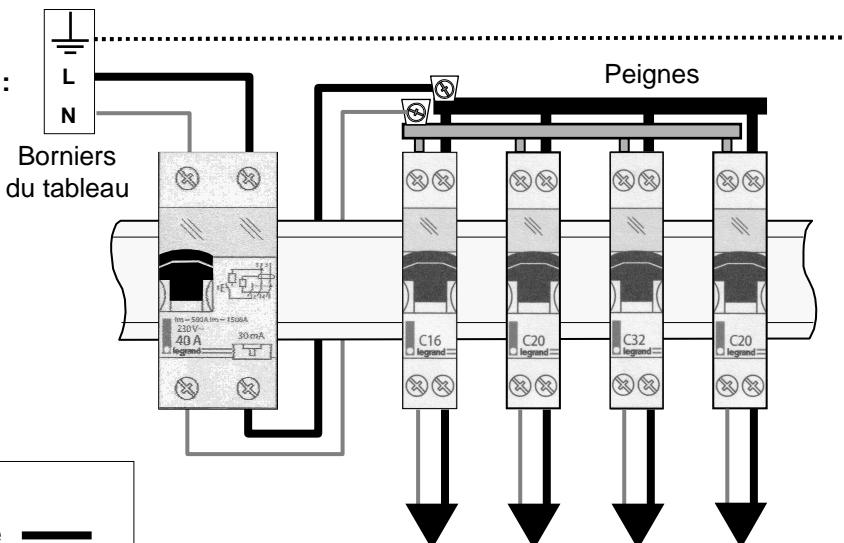
NOTA : L'alimentation électrique des disjoncteurs divisionnaires se fait par le haut et obligatoirement après une protection par disjoncteur ou interrupteur différentiel.

Répartition et protection des circuits**Coupe circuit à cartouche fusible et disjoncteur divisionnaire unipolaire + neutre :**

Le tableau suivant indique le courant assigné maximal des dispositifs de protection par fusibles ou disjoncteurs ainsi que le nombre maximal de points d'utilisation par circuit :

Désignation du circuit	Nbre maxi de points d'utilisation par circuit	Section minimal des conducteurs	Intensité maximal des dispositifs de protections	
		Âme en cuivre	Fusible	Disjoncteur
Eclairage et prises de courant commandées	8	1,5 mm ²	10 A	16 A
V.M.C	1	1,5 mm ²	-	2 A
Circuit d'asservissement tarifaire, fils pilotes, gestionnaire d'énergie, etc .	1 circuit par fonction	1,5 mm ²	-	2 A
Prises de courant 16 A	5 8	1,5 mm ² 2,5 mm ²	- 16 A	16 A 20 A
Circuits spécialisés avec prise de courant de type 16 A	1 par appareil	2,5 mm ²	16 A	20 A
Accumulateur électrique	1	2,5 mm ²	16 A	20 A
Cuisinière et plaque de cuisson en monophasé	1	6 mm ²	32 A	32 A
Cuisinière et plaque de cuisson en triphasé	1	2,5 mm ²	16 A	20 A

Exemple de montage dans un tableau modulaire :

**Légendes :**

- Conducteur actif de Phase ———
- Conducteur actif de Neutre ——
- Conducteur de Terre

Vers circuit lumières, prises, four, circuit spécialisés ...

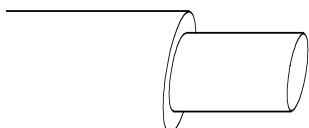
Les conducteurs

La réglementation en vigueur dans les installations électriques en locaux d'habitation est la Norme NF C 15-100. Ces cours ont été créés par rapport à la norme en vigueur, toutefois avant tout travaux d'électricité, il est indispensable de vérifier si la norme a subit des évolutions.

Le courant est transporté dans des « conducteurs », ceux-ci sont composés de fils de cuivre protégés par un isolant en polychlorure de vinyle. Le courant alternatif des installations particulières utilise deux fils actifs, une phase et un neutre, plus le conducteur de protection pour la mise à la terre.

Les conducteurs rigides :

Pour réaliser des circuits fixes, qu'ils soient encastrés dans des gaines ou dissimulés sous des moulures, on utilise des conducteurs "rigides". Dans les conducteurs rigides, on trouve un fil de cuivre massif, de section adaptée au « débit de courant ». Ce fil de cuivre est entouré par une gaine isolante de couleur normalisée.



H07V-U

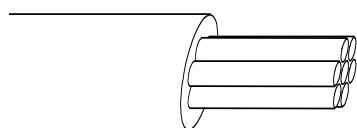
H : type harmonisé

07 : tension de 450/750V

V : isolant en polychlorure de vinyle

U : âme rigide massive section circulaire

sections usuelles en mm² de 1,5 - 2,5 et 6 mm².



H07V-R

H : type harmonisé

07 : tension de 450/750V

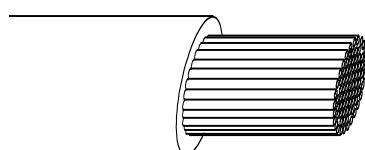
V : isolant en polychlorure de vinyle

R : âme rigide câblée section circulaire

sections usuelles en mm² de 6 - 10 - 16 - 25 -

Les conducteurs souples :

Ils sont utilisés pour les branchements d'appareils mobiles en électroménager ou des connexions d'éclairages. L'âme des conducteurs souples est constitué d'une tresse de fils minces.



H07V-K

H : type harmonisé

07 : tension de 450/750V

V : isolant en polychlorure de vinyle

K : Âme souple multibrins, sections de 1,5 au 240 mm².

La couleur normalisée des conducteurs :

Le Neutre est impérativement de couleur bleu, la Terre est impérativement bicolore vert/jaune. Pour les fils de phase, on utilise toutes les couleurs unies à notre disposition, à l'exception du bleu clair, du vert ou du jaune et du vert et jaune. Cette pratique permet d'identifier à coup sûr les fils d'un circuit.

Les conduits

Les conduits et les accessoires peuvent être posés en apparent, en encastré ou dans les vides de construction.

Désignation des conduits :

Conduits électriques usuels	Désignations
	Tube isolant rigide ordinaire (gris clair) IRL - 3321
	Tube isolant flexible cintrable et déformable (orange) ICTL - 3421
	Tube isolant flexible cintrable ordinaire (gris) ICA - 3321
	Tube isolant flexible cintrable et déformable (gris ou orange) ICTA - 3422

Les chiffres qui suivent les lettres indiquent la classification des conduits à la résistance à la compression et aux chocs ainsi que les températures extrêmes d'utilisation.

Les lettres ont la signification suivante :

La première lettre	Les lettres intermédiaires	La dernière lettre
I = Isolant	R = Rigide	A = Annelé
M = Métallique	C = Cintrable	L = Lisse
C = Composite	T = Transversalement élastique	
	S = Souple	

Raccordement des conduits :

- La protection des conducteurs doit être assurée mécaniquement sans discontinuité.
- Le raccordement des conduits entre eux s'effectue à l'aide d'accessoires de raccordement.
- Dans le cas où les conduits sont encastrés, les accessoires doivent assurer l'étanchéité pendant le temps de prise des matériaux de rebouchage.

- Les conduits ICTA et ICTL (orange) sont interdits en apparent. (propagateurs de flammes).
- Les conduits apparents doivent être fixés par des fixations dont les distances recommandées ne doivent pas excéder 0,80 m pour le conduit rigide IRL et 0,60 pour le tube ICA.
- Toute canalisation encastrée doit aboutir dans une boîte de connexion.
- L'emploi de coudes d'équerre et de tés IRL est interdit en encastré.

Règles de passage des conducteurs dans les conduits

Les conduits peuvent contenir des conducteurs appartenant à des circuits différents.
 En cas de croisement avec un tube d'eau, de gaz ou de chauffage laisser 1 cm minimum.
 En cas de pose parallèle avec un tube d'eau, de gaz ou de chauffage laisser 3 cm minimum.

Rayons de courbure minimaux des conduits :

Ø extérieur en mm	Conduits		
	ICTL	ICA - ICTA	IRL
16	96	48	48
20	120	60	60
25	150	75	75
32	192	96	
40	300	160	
50	480	200	
63	600	252	

Sections intérieures utilisables des conduits :

On doit pouvoir tirer et retirer facilement les conducteurs des conduits et accessoires.
 Afin de respecter cette règle, il est indispensable de ne pas occuper plus du 1/3 de la section intérieure du conduit.

Ø extérieur en mm	Section utilisable des conduits (1/3 de la section intérieure réelle)	
	IRL	ICA - ICTA - ICTL
16	44	30
20	75	52
25	120	88
32	202	155
40	328	255
50	514	410
63	860	724

Sections des conducteurs :

Section de l'âme	1,5	2,5	4	6	10	16	25
Section totale isolants compris	H07 V-U ou R	8,55	11,9	15,2	22,9	36,3	50,3
	H07 V-K	9,6	13,85	18,1	31,2	45,4	95

Calcul pour le choix du conduit :

Prenons l'exemple du passage de 2 circuits en conducteurs H07 V-U dans un conduit.

1 circuit lumière 3 x 1,5 mm², section totale 3 x 8,55

= 25,65 mm²

1 circuit prise 3 x 2,5 mm², section totale 3 x 11,90

= 35,70 mm²

soit un total de

= 61,35 mm²

Conduits possibles : IRL Ø 20, ICA Ø 25, ICTA Ø 25, ICTL Ø 25

Les commandes d'appareils**Le simple allumage :**

Les interrupteurs utilisés pour le simple allumage sont souvent des interrupteurs Va et Vient.

4 représentations électriques différentes :



Schéma développé

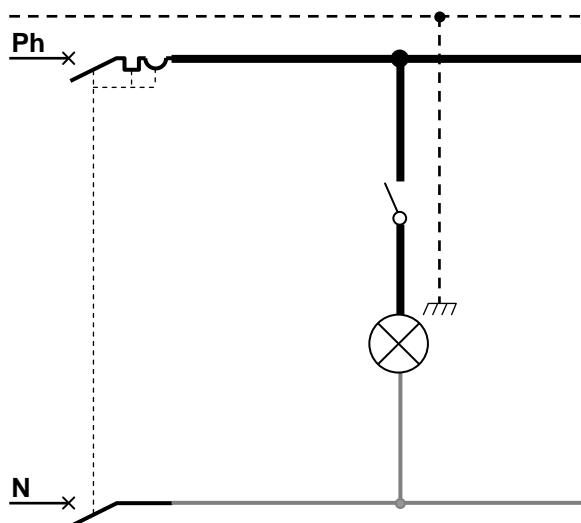


Schéma multifilaire

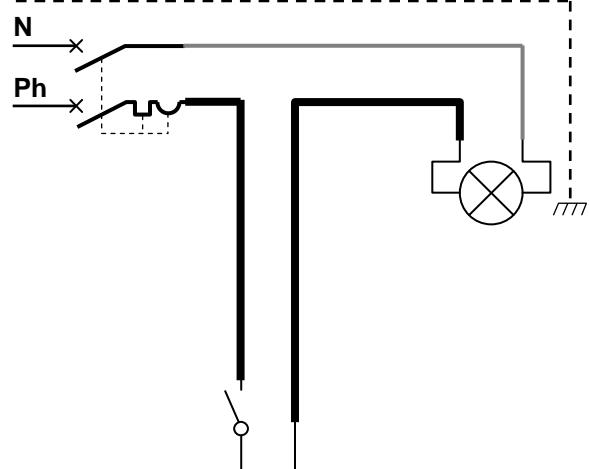


Schéma architectural

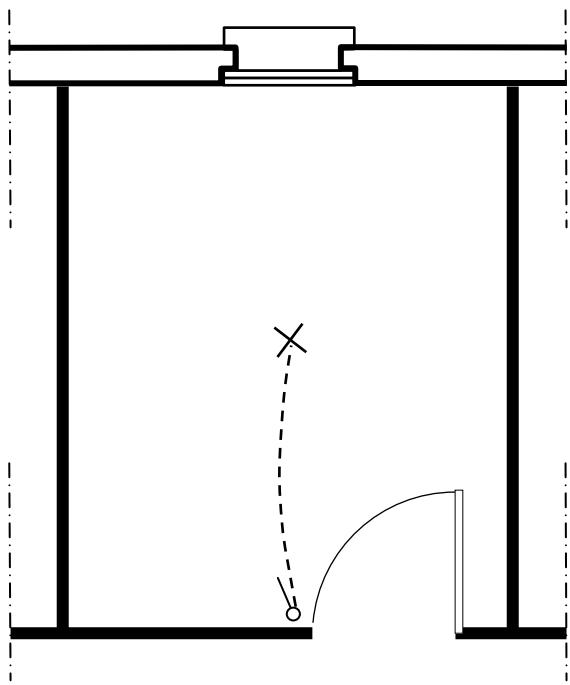
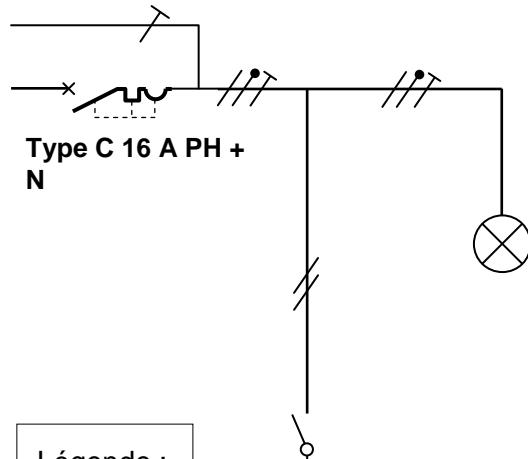


Schéma unifilaire

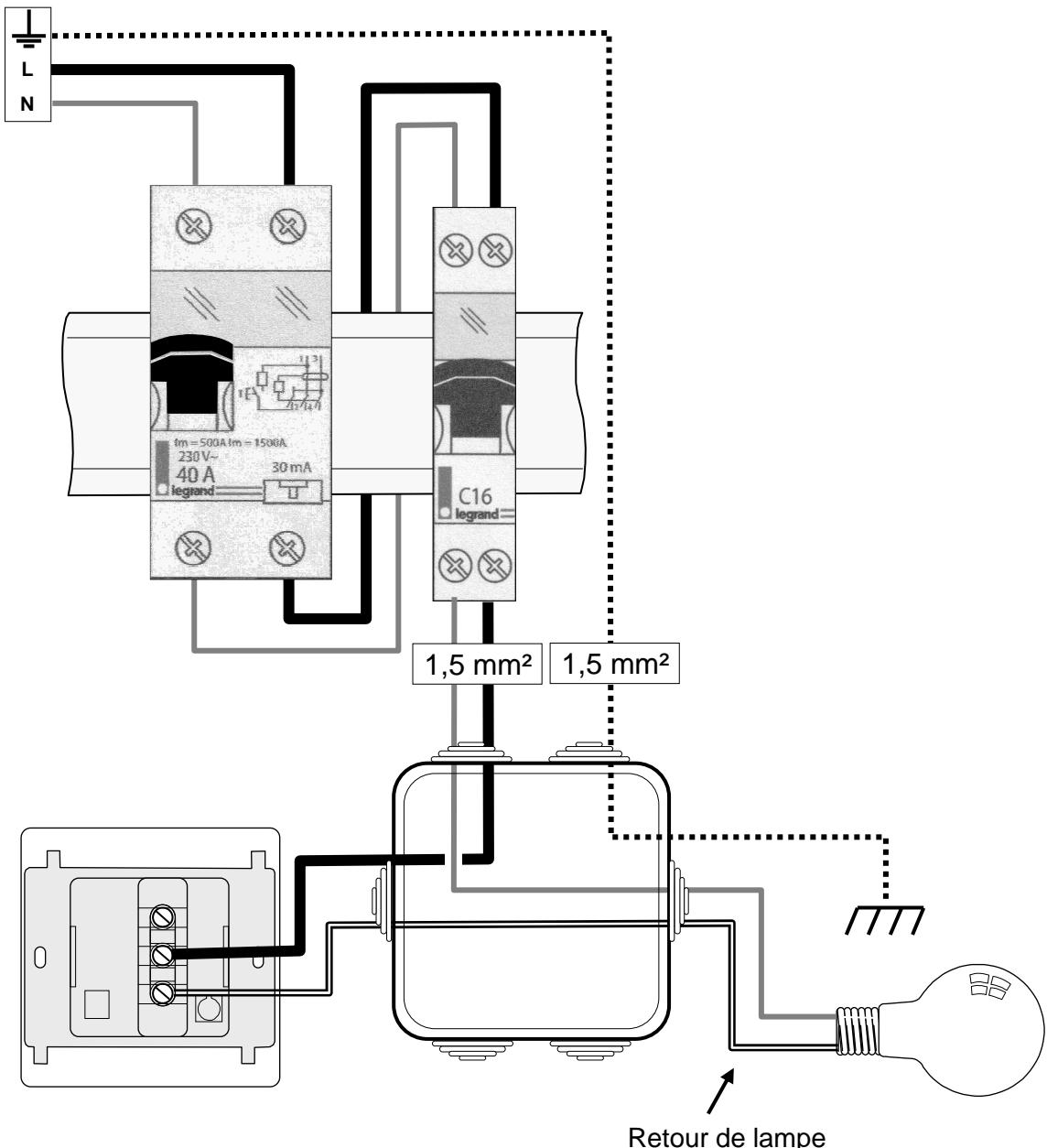


Légende :

Phase	/
Neutral	○
Terre	T

Les commandes d'appareils**Le simple allumage :**

Du schéma à la réalisation pratique



La phase est toujours interrompue au niveau de l'interrupteur.

Le tronçon du conducteur phase entre la commande et la lampe est appelé « Retour de lampe ». L'utilisation d'une couleur différente du rouge pour les retours de lampes, permet un repérage plus aisné des divers circuits.

Les commandes d'appareils**Le double allumage :**

Les interrupteurs « double allumage » sont également des interrupteurs « double Va et Vient ». Il s'agit en fait de 2 interrupteurs accolés dans le même appareillage. Il sera nécessaire de « ponter » les connexions de phase.



Schéma développé

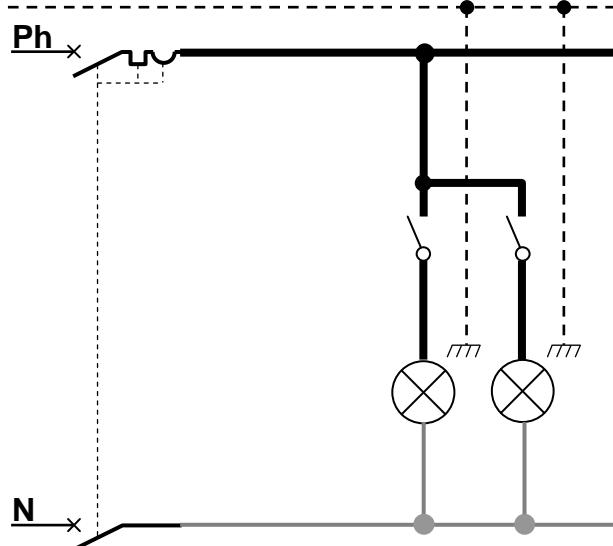


Schéma multifilaire

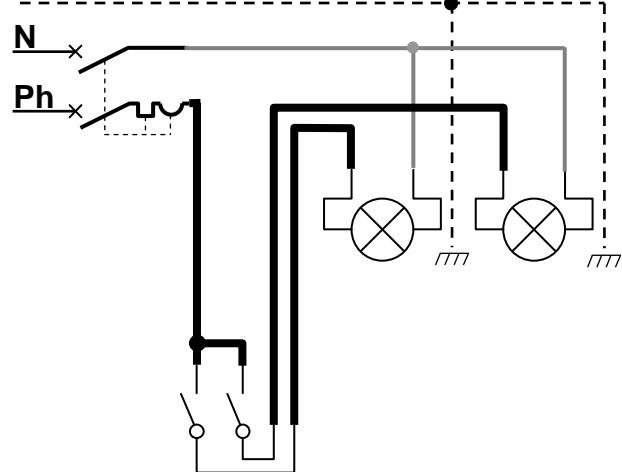


Schéma architectural

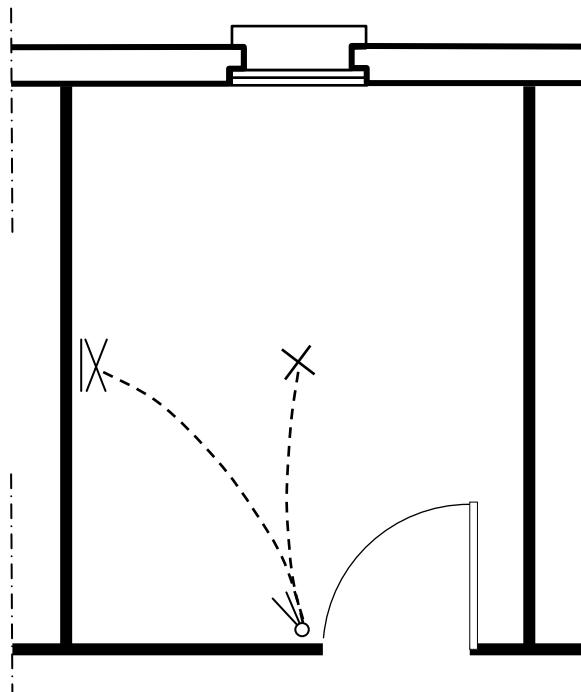
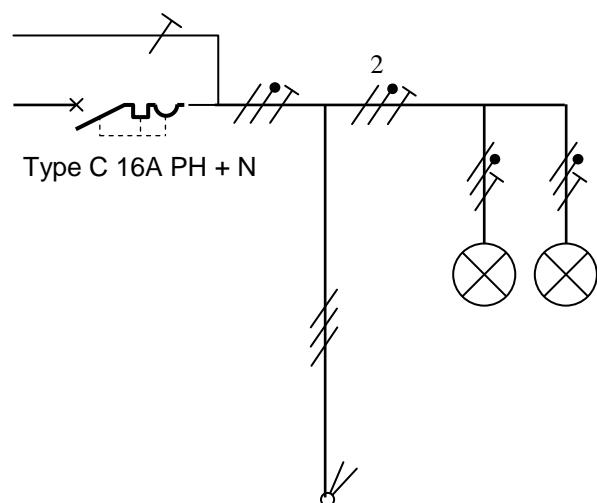


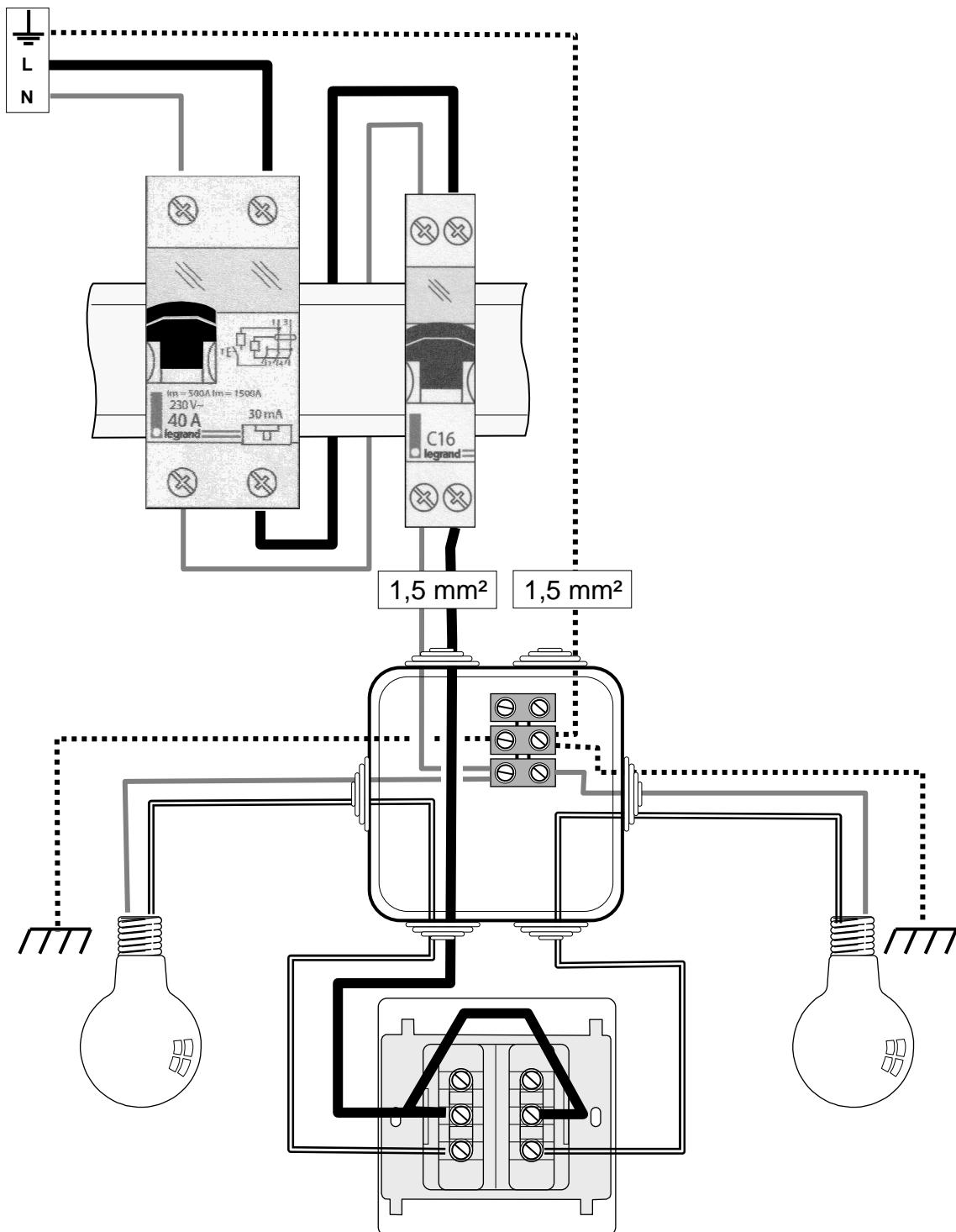
Schéma unifilaire



Les commandes d'appareils

Le double allumage :

Du schéma à la réalisation pratique



Les commandes d'appareils**Le va et vient :**

Le système « va et vient » permet la commande d'un point lumineux de deux endroits différents. Il est très utilisé dans les pièces ayant deux accès mais également dans les chambres pour commander un éclairage depuis la porte d'entrée ou depuis le lit.



Schéma développé

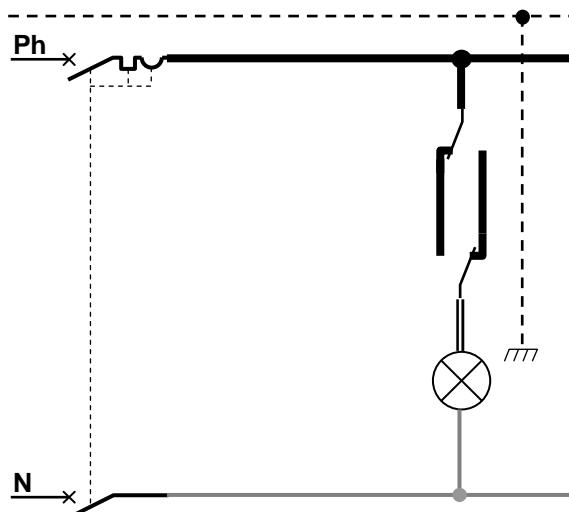


Schéma multifilaire

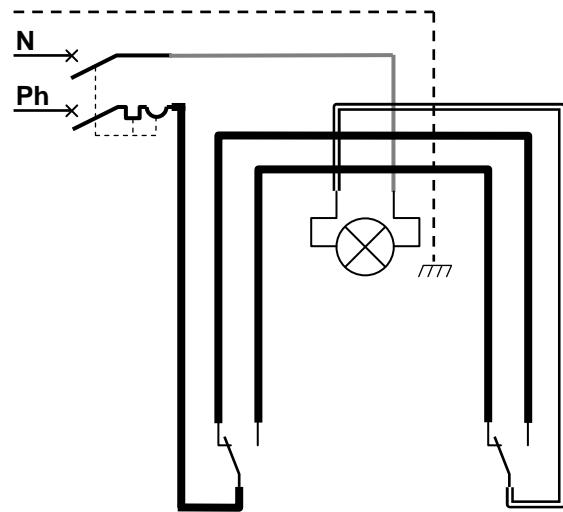


Schéma architectural

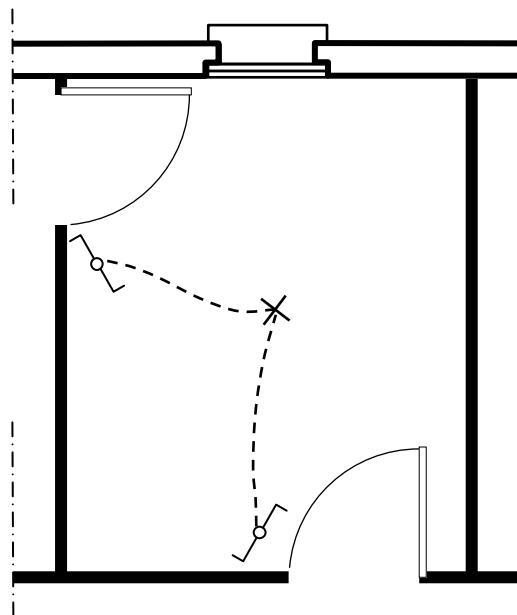
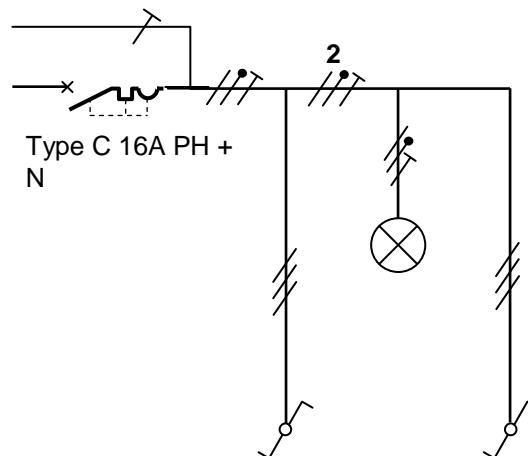
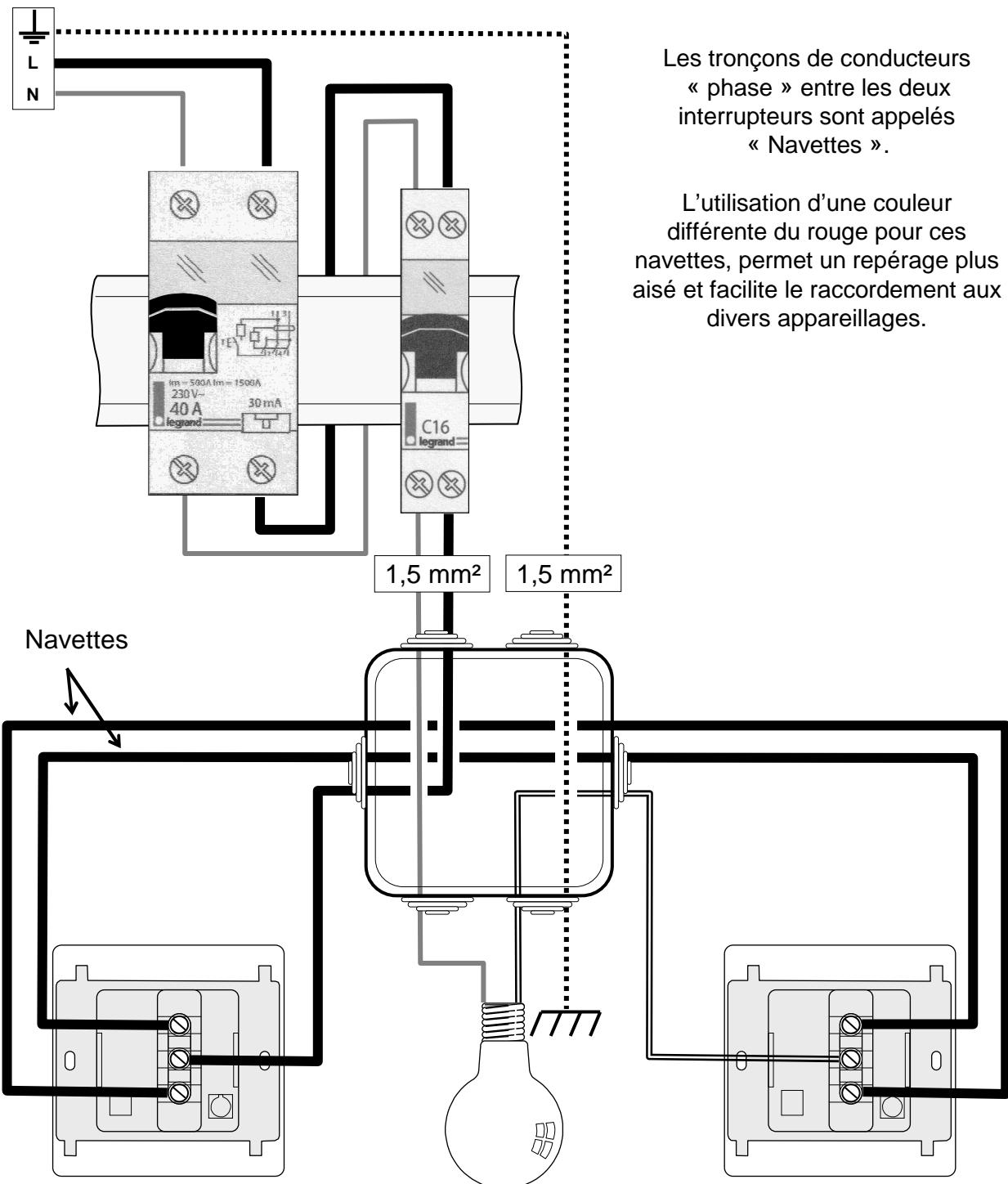


Schéma unifilaire



Les commandes d'appareils**Le va et vient :**

Du schéma à la réalisation pratique



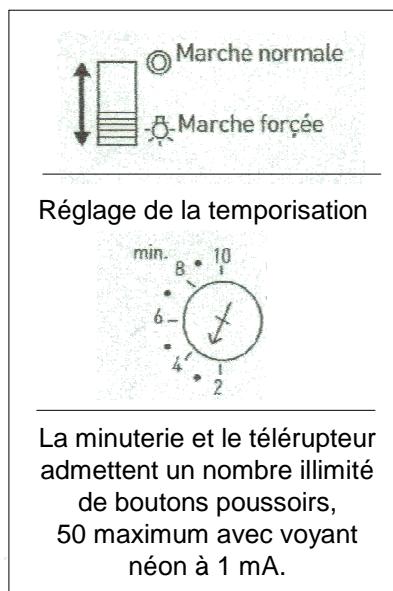
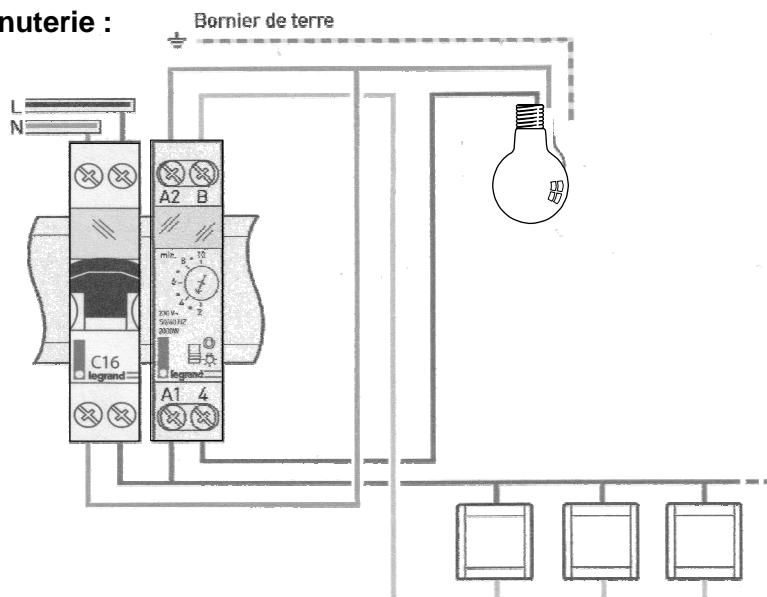
Les commandes d'appareils

Le bouton poussoir :

Le bouton poussoir s'utilise pour commander un télérupteur ou une minuterie lorsque le nombre de points de commande, pour un même éclairage, est supérieur à deux. La différence entre le télérupteur et la minuterie est que pour cette dernière, la lumière s'éteindra seule après un temps défini entre 30 secondes et 10 minutes. Le bouton poussoir peut être munie d'un voyant.

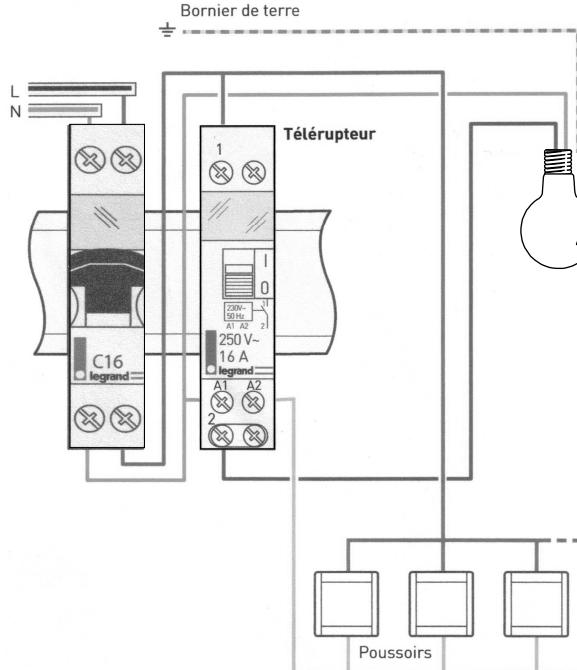


La minuterie :



La minuterie et le télérupteur admettent un nombre illimité de boutons poussoirs, 50 maximum avec voyant néon à 1 mA.

Le télérupteur :



Les commandes d'appareils**Le télérupteur :**

En présence d'un télérupteur ou d'une minuterie, l'éclairage se fait en deux temps.

En appuyant sur un bouton poussoir, une impulsion électrique est envoyée pour exciter la bobine du télérupteur qui vient mécaniquement actionner un interrupteur interne. Une première impulsion permet à la bobine d'actionner l'interrupteur contact et de fermer le circuit, l'impulsion suivante vient ouvrir le circuit. Pour la minuterie la deuxième opération se fait automatiquement.

Schéma développé

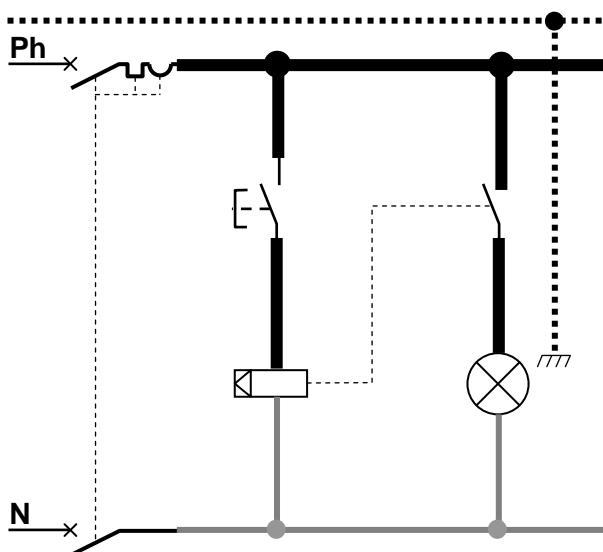


Schéma multifilaire

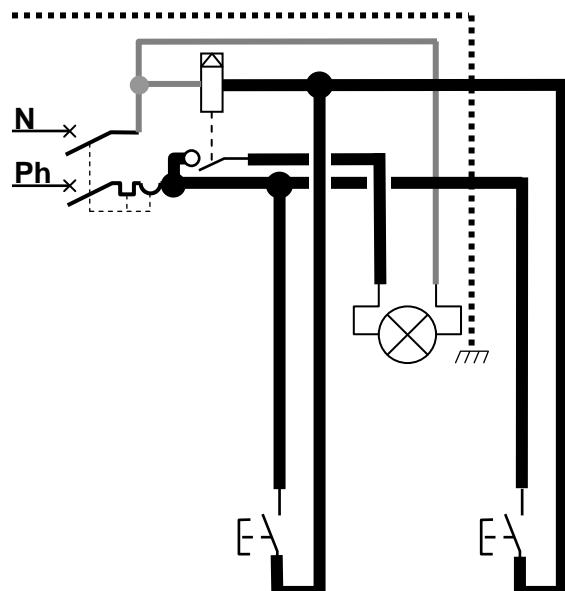


Schéma architectural

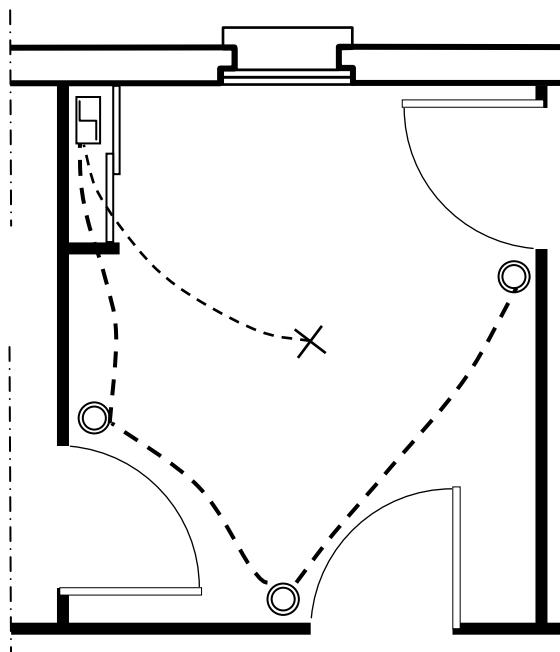
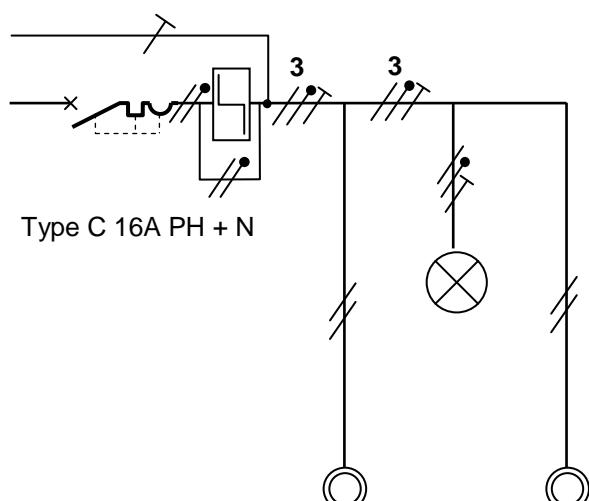


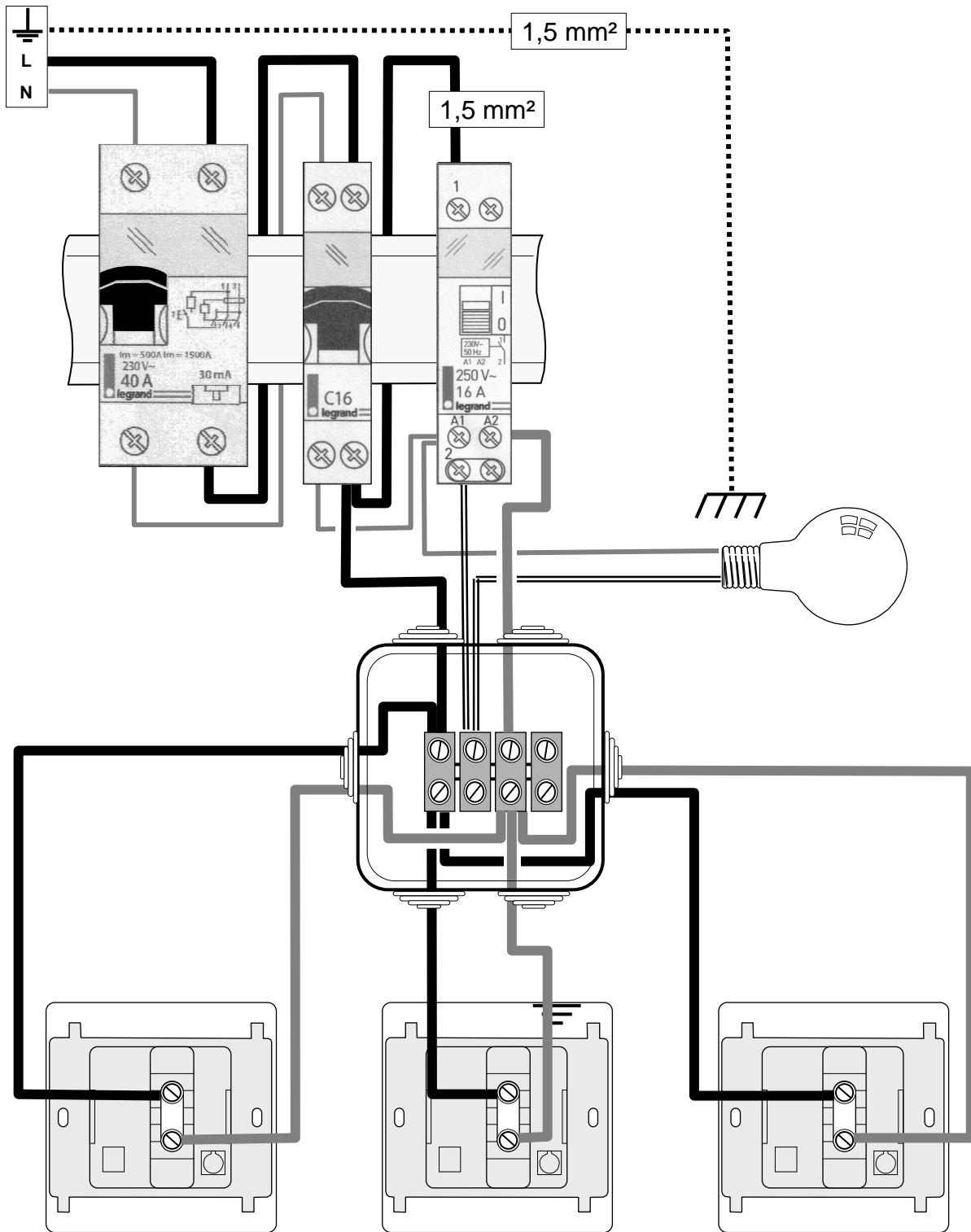
Schéma unifilaire



Les commandes d'appareils

Le télérupteur :

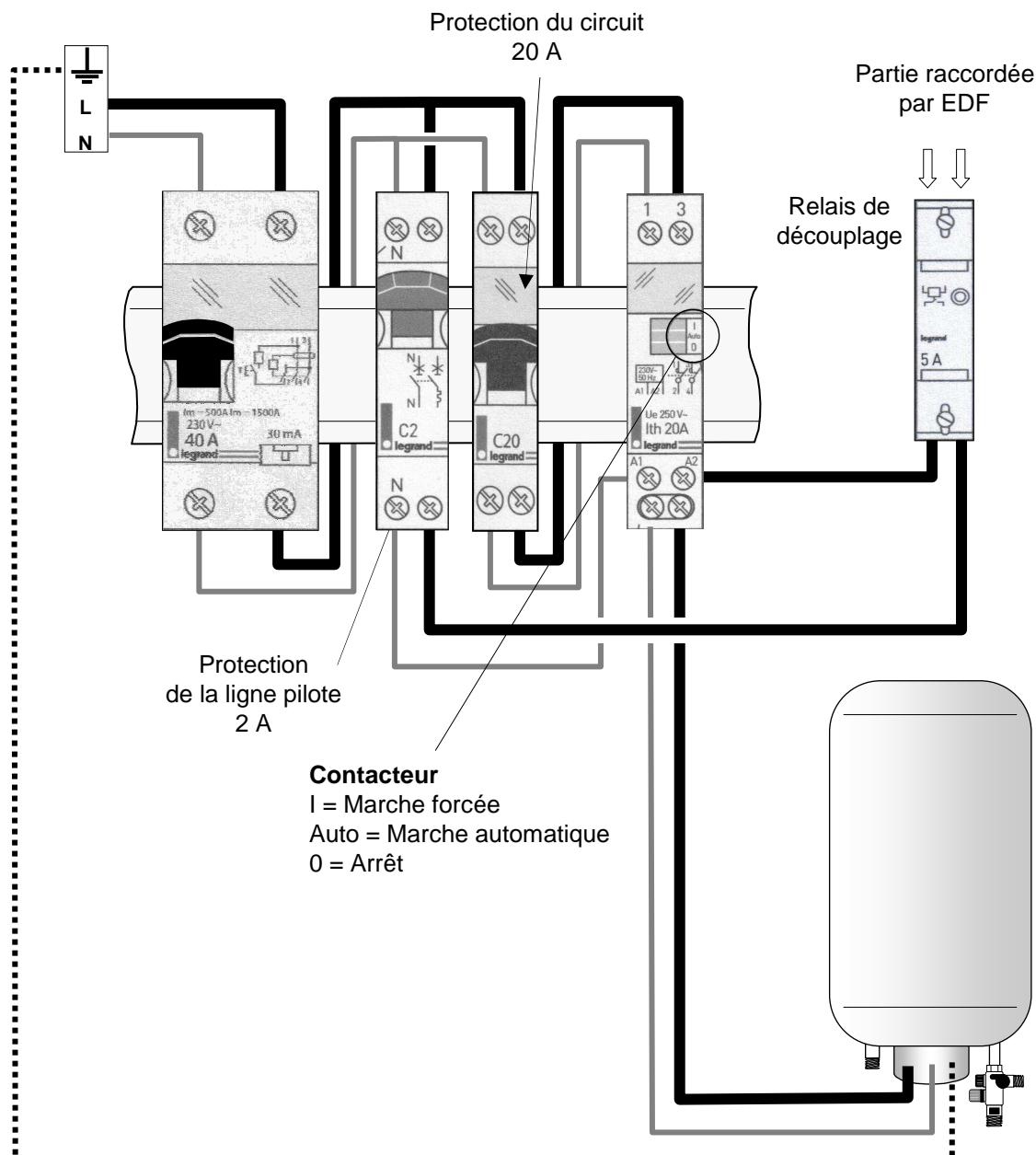
Du schéma à la réalisation pratique



Les commandes d'appareils

Le contacteur tarif « heures creuses / heures pleines » :

Le fonctionnement du contacteur heures creuses / heures pleines est proche du télérupteur. L'impulsion électrique qui excite la bobine du contacteur ne vient pas d'un bouton poussoir mais d'un relais de découplage. L'impulsion électrique est transmise par le fournisseur d'énergie. Le relais transmet une impulsion au contacteur qui ferme le circuit lors des périodes d'heures creuses à tarif réduit (dans le cadre de l'abonnement « jour / nuit ») et met en marche automatiquement les appareils à forte consommation électrique tels que accumulateurs électrique, lave linge, lave vaisselle, ...
Lorsque le contacteur est en position automatique, il ouvrira de nouveau le circuit aux heures à tarif plein.



Les commandes d'appareils**La prise de courant 2 P + T 16 A :**

Les prises de courant 2 pôles + terre peuvent être branchées, dans le respect de la norme, en section de 1,5 mm² et protégées par un divisionnaire de 16 A si le nombre de prises est limité à 5 par circuit.

Lorsque les prises sont commandées (par un interrupteur), elles sont également raccordées en section 1,5 mm² et protégées par un divisionnaire 16 A car elles sont considérées comme un circuit lumière.

Schéma développé

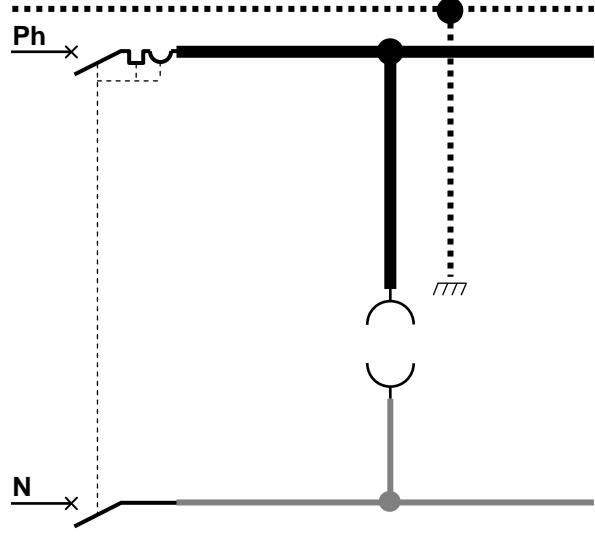


Schéma multifilaire

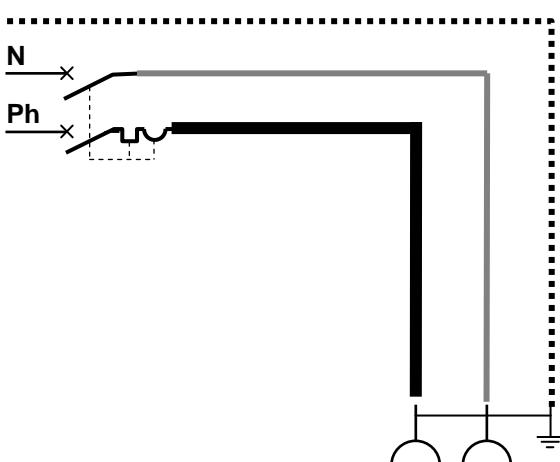
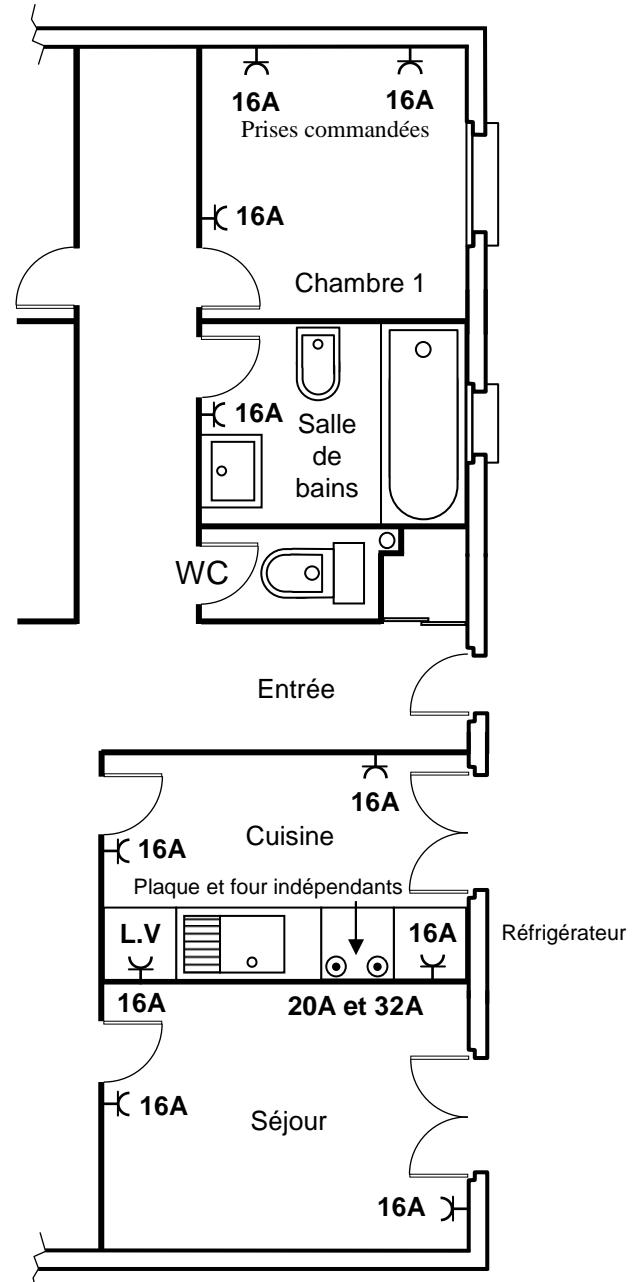


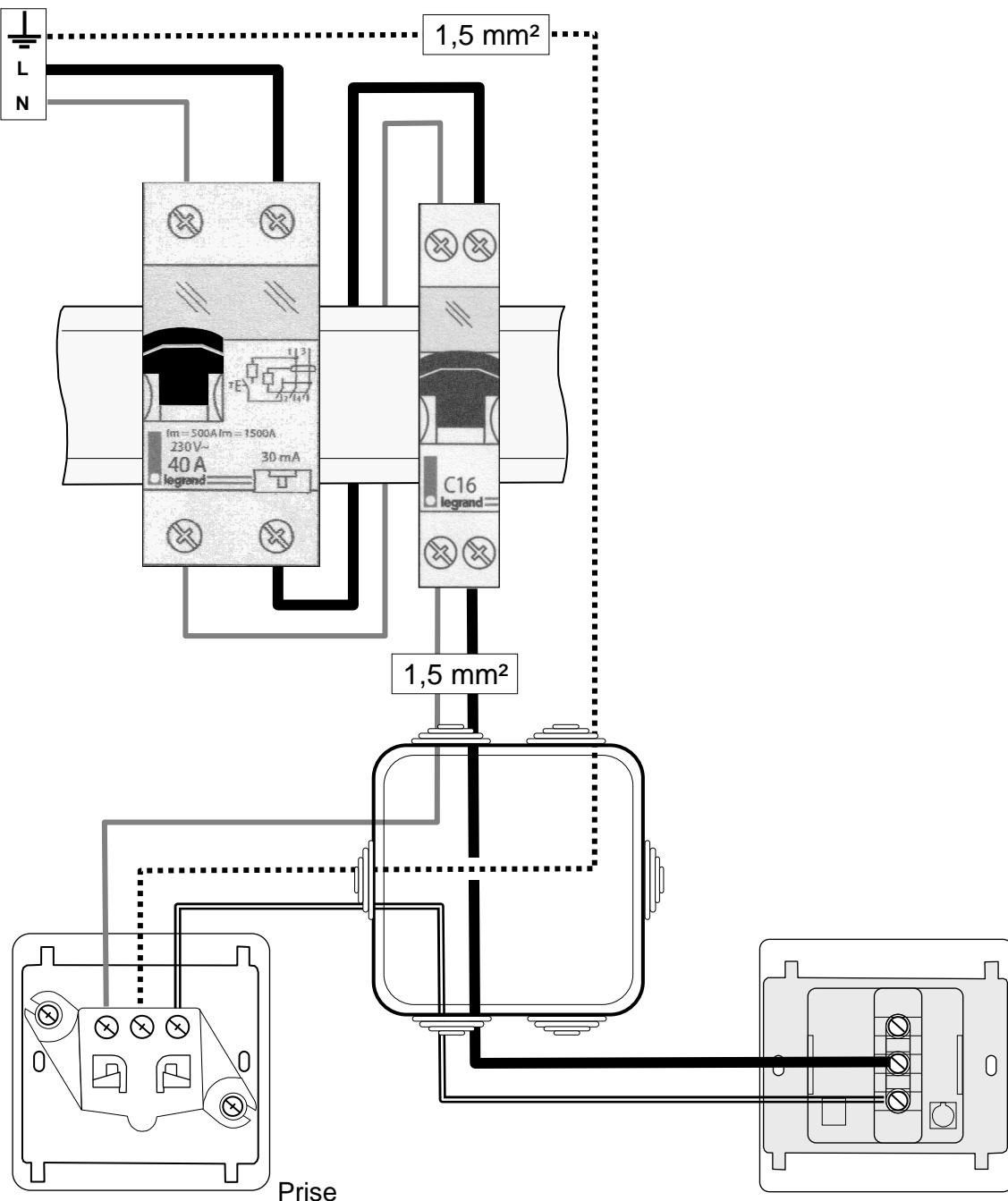
Schéma architectural



Les commandes d'appareils

La prise de courant commandée :

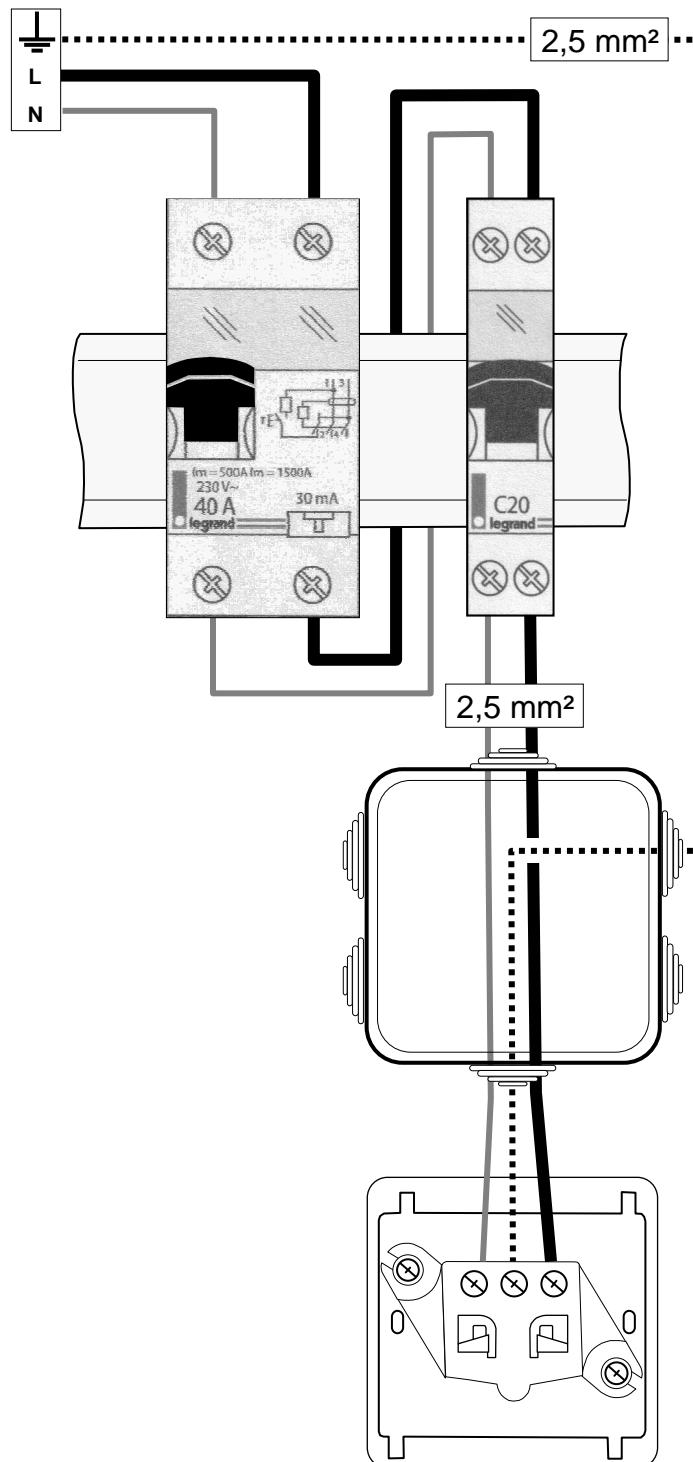
Du schéma à la réalisation pratique



Les commandes d'appareils

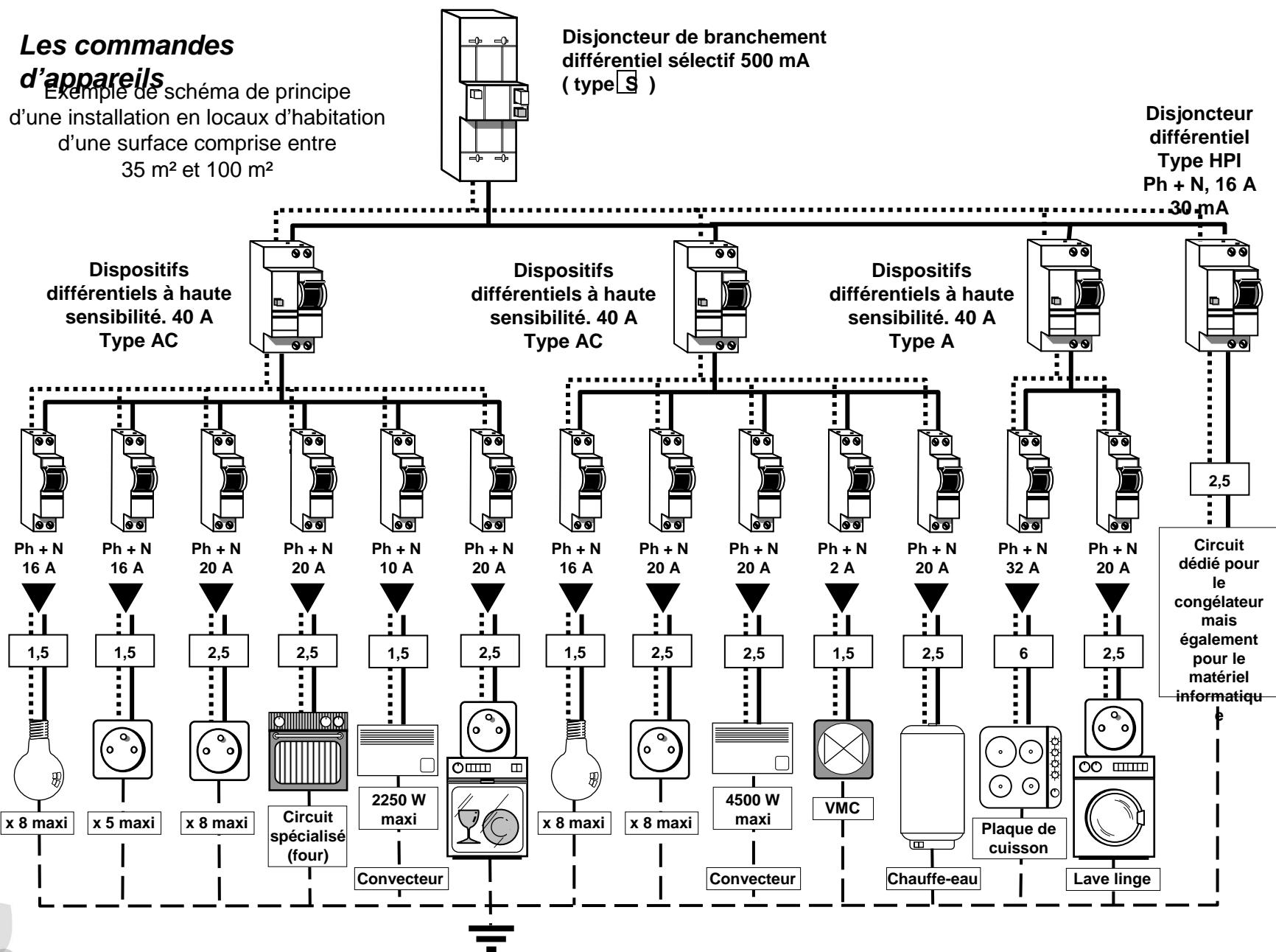
La prise de courant 16 A, 2 P + T :

Du schéma à la réalisation pratique



Les commandes d'appareils

Exemple de schéma de principe d'une installation en locaux d'habitation d'une surface comprise entre 35 m² et 100 m²



La sécurité des personnes

Les dangers du courant du secteur :

160 personnes environ meurent chaque année en France par électrocution accidentelle.



Les effets du courant sur le corps humain :

- Lorsque le courant est très faible (μA) et il n'a aucun effet sensible.
- Un courant un peu plus fort (de l'ordre du milliampère) provoque des picotements désagréables.
- A partir de quelques dizaines de milliampères, on peut constater des contractions musculaires lors des variations de courant. La tension alternative du secteur produit un raidissement des muscles appelé tétranisation.

Un muscle tétanisé ne peut pas se décontracter. Une personne qui tient à pleine main un appareil mal isolé ne peut plus le lâcher si ses muscles sont tétanisés. Si le courant traverse le corps, la tétranisation des muscles de la cage thoracique va provoquer une asphyxie.

Le cœur est un muscle particulier qui ne va pas se tétaniser mais on verra ses diverses fibres se

contracter de façon désordonnée: c'est la fibrillation cardiaque qui peut très rapidement entraîner la mort.

- Un courant important entraîne des brûlures et des réactions électrolytiques.

L'intensité du courant n'est pas seule en cause. La durée du passage de ce courant joue un rôle important : On pourra supporter un courant de 500 mA s'il traverse le corps pendant 1/100 de seconde alors qu'un courant 10 fois plus faible pourra tuer s'il circule pendant plusieurs secondes.

Facteurs qui influent sur l'intensité du courant traversant le corps :

L'intensité du courant qui traverse le corps lors d'une électrocution dépend de plusieurs facteurs :

La résistance électrique du corps et des contacts :

- On peut s'électrocuter par contact direct avec la phase et le neutre. L'intensité du courant dépendra de la résistance du corps et surtout des points de contact avec les conducteurs. La peau sèche a une résistance électrique nettement plus grande que la peau humide. De même une faible surface de contact entraînera une résistance plus forte.
- Lors d'une électrocution, le corps peut être en contact qu'avec la phase, le circuit est alors fermé par le sol. Si on se trouve pied nu sur le carrelage humide d'une salle de bains, la résistance sera faible et on a peu de chance de s'en tirer, alors que sur une moquette synthétique dans des chaussures bien sèches le courant ne présentera pas un danger mortel.

La tension électrique :

La tension du secteur est de 230V.

Les tensions plus élevées (moyenne tension 20kV, haute tension 90kV, très haute tension 400kV) sont très extrêmement dangereuses.

En diminuant la tension, on diminue le danger.

On considère qu'il n'y a pas de danger au dessous de 25V, même dans les plus mauvaises circonstances (milieux humides) et 12V en milieux immersés.

On peut monter à 50V pour les lieux secs.

La sécurité des personnes

Rôle du disjoncteur de branchement 500 mA associé à la terre :

Le raccordement à la terre des carcasses conductrices d'appareils permet dans le cas où celle-ci est mise accidentellement sous tension, l'évacuation du courant de défaut par la terre.

Cette « fuite » de courant est détectée par l'interrupteur ou le disjoncteur différentiel à haute sensibilité 30 mA mais également par le disjoncteur de branchement qui vont couper l'alimentation si l'intensité du courant de fuite dépasse leurs seuils de déclenchement.

La résistance de la terre :

Si l'on admet qu'il n'y a pas de danger à 50 V pour les lieux secs, on peut déduire la résistance maximum de la terre sachant que le disjoncteur de branchement a une sensibilité différentielle de 500 mA .

$$R = \frac{U}{I} = \frac{50 \text{ V}}{0,500 \text{ A}} = 100 \text{ ohms}$$

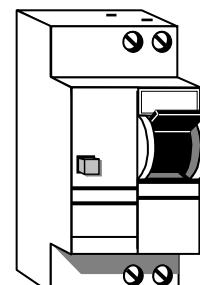
La résistance de la terre doit être au plus égale à 100 Ω.

Cependant, la qualité du terrain ne permet pas l'obtention d'une valeur satisfaisante (sol pierreux, sable ...). Il est nécessaire d'utiliser un dispositif différentiel plus faible comme indiqué ci-dessous :

Sensibilité différentielle du dispositif	Résistance maximale de la terre
500 mA	100 Ω
300 mA	167 Ω
100 mA	500 Ω
30 mA	> 500 Ω

Rôle du disjoncteur différentiel 30 mA associé à la terre :

L'emploi de dispositifs différentiels à haute sensibilité (DRHS) 30 mA est donc une mesure de précaution complémentaire, en cas de défaillance des autres mesures de protection contre les contacts indirects ou en cas d'imprudence des usagers.



La sécurité des personnes

La prise de terre :

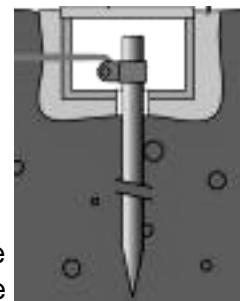
Il existe deux méthodes principales de réalisation d'une prise de terre.

les piquets verticaux :

La prise de terre est réalisée avec un ou plusieurs piquets enfouis verticalement au-dessous du niveau permanent d'humidité à une profondeur minimale de 1,5 m.

Les piquets peuvent être :

- des tubes d'acier galvanisé de diamètre extérieur au moins égal à 25 mm ;
- des profilés en acier galvanisé d'au moins 60 mm de côté ;
- des barres d'au moins 15 mm de diamètre en cuivre ou en acier recouvert de cuivre.

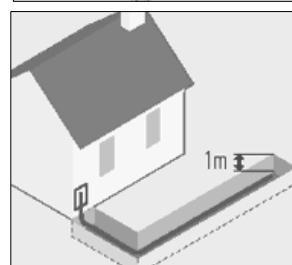
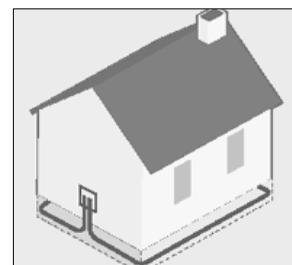


Lorsque plusieurs piquets verticaux sont disposés pour améliorer la résistance de la prise de terre, la distance séparant deux piquets doit être au moins égale à deux fois la profondeur de chaque piquet.

les conducteurs enfouis :

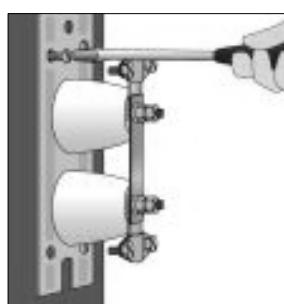
Disposés de deux manières :

- en boucle en fond de fouille (solution qui consiste à enfouir des conducteurs nus dans la tranchée des fondations), possible uniquement au moment de la construction ou en cas d'extension ;
- en tranchée horizontale, les conducteurs nus sont alors enterrés à environ 1 m de profondeur et au moins à 60 cm ; remplir la tranchée avec de la terre pour améliorer la conductivité du terrain.



Barrette de mesure :

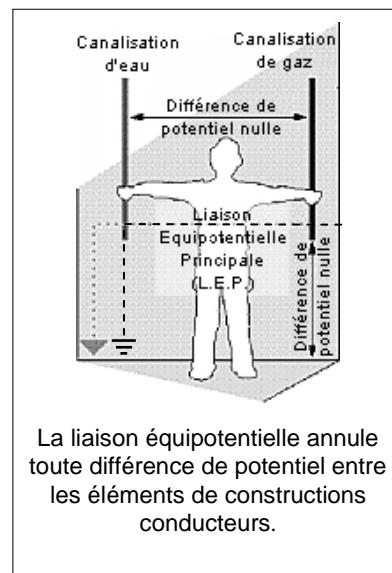
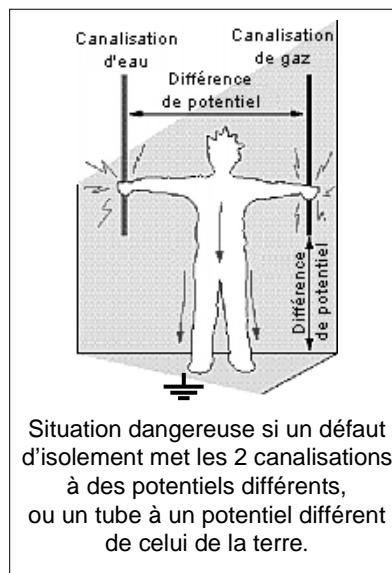
La barrette de mesure est obligatoire pour l'installation d'une prise de terre. Elle se trouve entre le circuit principal de l'habitation et le conducteur qui est enfoui ou branché à 1 piquet de terre dans le sol. Cette borne doit être facilement accessible et démontable.



La sécurité des personnes

Les liaisons équipotentielle

Une liaison équipotentielle a pour but d'éviter qu'une différence de potentiel n'apparaisse entre les divers éléments conducteurs dans le bâtiment.

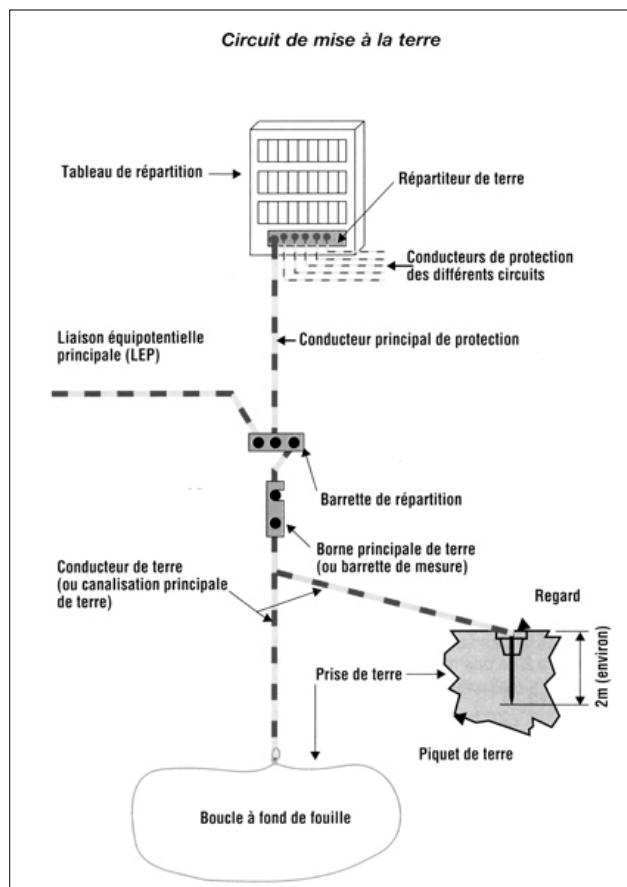


On distingue deux liaisons équipotentielle :

1. La liaison équipotentielle principale :

Elle doit relier la borne principale de terre à tous les éléments conducteurs du bâtiment :

- les canalisations métalliques d'alimentation à l'intérieur du bâtiment en eau, gaz, etc. ;
- les canalisations métalliques de chauffage central ;
- les éléments métalliques accessibles de la construction.



La sécurité des personnes

Les liaisons équipotentielle :

2. La liaison équipotentielle locale :

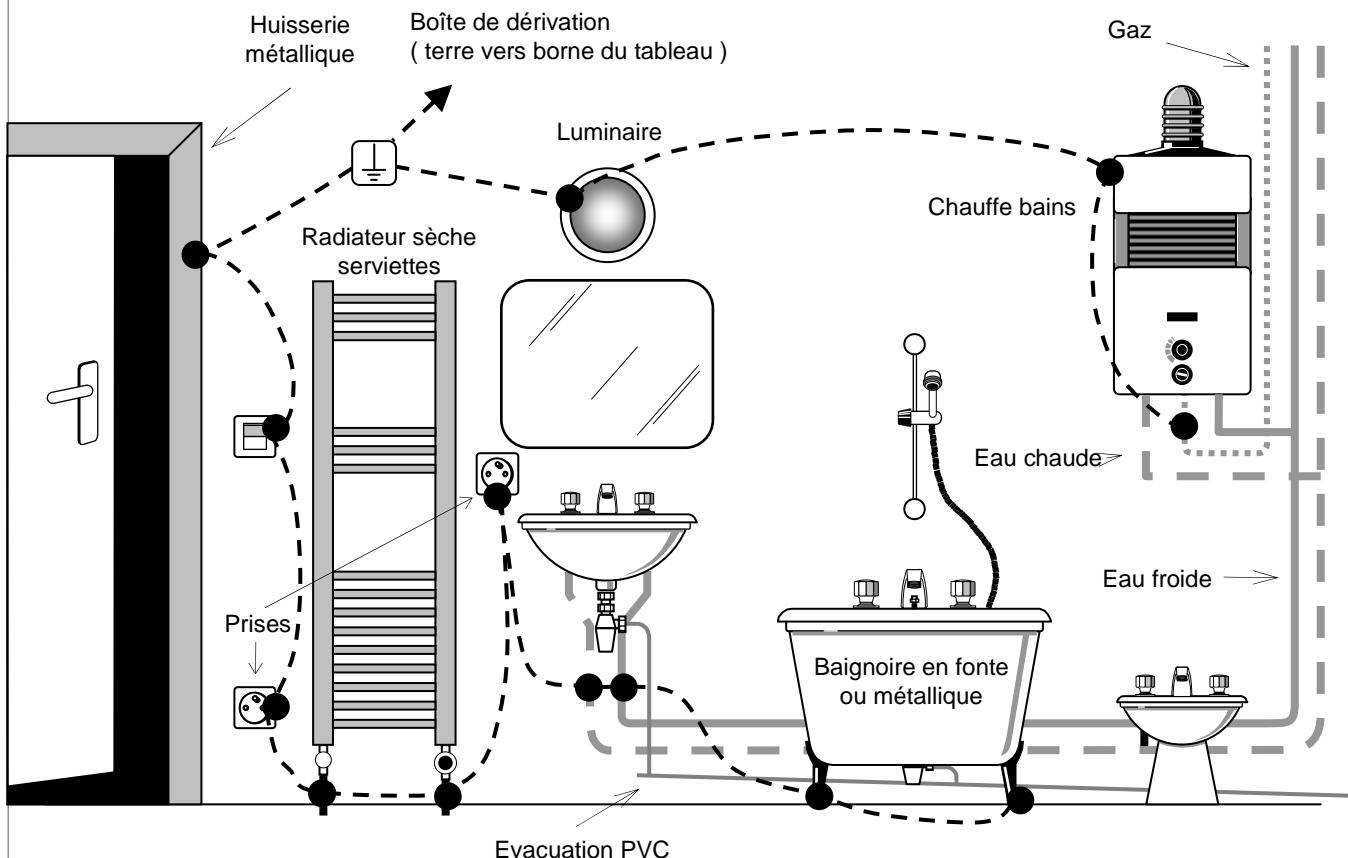
Chaque salle d'eau doit comporter une liaison équipotentielle locale.

Elle consiste à relier entre eux les éléments suivants :

- canalisations métalliques (eau froide, eau chaude, vidange, chauffage, gaz, etc...) ;
- corps des appareils sanitaires métalliques ;
- huisseries ;
- armatures métalliques du sol avec tous les conducteurs de protection ;
- conducteurs de protection.
- Interrupteurs lorsqu'il sont métalliques

Le conducteur assurant la liaison équipotentielle peut être soudé aux canalisations (à préférer) ou fixé à l'aide d'attaches, colliers sur les parties métalliques non peintes.

REMARQUE : IL EST INTERDIT DE RELIER À LA LIAISON ÉQUIPOTENTIELLE LOCALE LA CARCASSE MÉTALLIQUE DES APPAREILS DE CLASSE II (DISPOSANT D'UNE ISOLATION DOUBLE ET D'UNE ISOLATION RENFORCÉE).

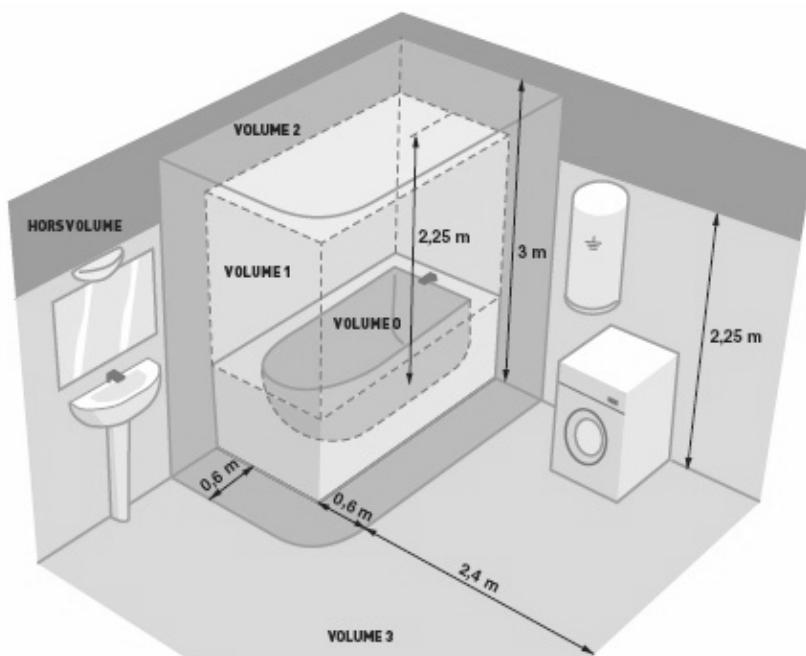


La sécurité des personnes

La salle d'eau :

Les volumes d'une pièce d'eau :

Les règles qui suivent s'appliquent à tout local qui comporte une baignoire ou une douche. Ce peut être une pièce spécifique à la toilette (SDB) ou une chambre.



Des mesures particulières de sécurité doivent être respectées dans ce type de local en raison de la diminution de la résistance du corps au passage du courant lorsqu'il est mouillé.

La norme considère quatre volumes, le 0, 1, 2 et 3, correspondant chacun à des règles précises concernant l'installation et les caractéristiques des appareils électriques.

Volume 0 : la baignoire ou la douche

Tout appareil électrique (sèche-cheveux, rasoir, téléphone portable, etc..) est interdit.

Volume 1 : Au-dessus de La Baignoire et du receveur de douche jusqu'à 2,25 M

Ne sont autorisés que les appareils d'éclairage ou les interrupteurs alimentés en Très Basse Tension de Sécurité 12 V (TBTS 12 V). Pour ces appareils électriques, on veillera à ce qu'ils portent la marque NF et soient protégés contre les projections d'eau.

Volume 2 : au-dessus de la baignoire et du receveur jusqu'à 3 m de haut et 60 cm autour.

Tous les matériels tels qu'appareils de chauffage électrique ou appareils d'éclairage doivent être de classe II, porter la marque NF et être protégés contre les projections (seules sont admises les prises "rasoirs" équipées d'un transformateur de séparation).

Volume 3 : au-delà de 60 cm autour de la baignoire ou du receveur de douche.

Sont admis les appareillages électriques et les matériels électriques de classe I, les prises de courant de type 2P + T et les boîtes de connexion. Ils doivent porter la marque NF et être protégés contre les chutes verticales de gouttes d'eau.

La sécurité des personnes

Choix des matériels en tenant compte des volumes de la SDB :

	Matériel	Mesure de protection	Volumes			
			0	1	2	3
Appareils	Machine à laver, à sécher (1)	Classe I + 30 mA				
	Appareils de chauffage électriques (2)	Classe I + 30 mA				
	Eclairage	Classe II + 30 mA				
		Classe I + 30 mA				
		Classe II + 30 mA				
	TBTS 12 V	(3)	(3)	(3)	(4)	
	Chauffe-eau instantané	Classe I + 30 mA		(5)	(5)	
Appareillage	Chauffe-eau à accumulation	Classe I + 30 mA	(5)(6)	(5)		
	Interrupteur	30 mA				
		TBTS 12 V	(3)	(3)	(4)	
	Prises 2 P + T	30 mA				
	Prise rasoir (20 à 25 VA)	Transformateur de séparation				
	Transformateur de séparation	30 mA				
	Canalisations			(7)	(7)	
	Boîte de connexion		(8)	(8)	(8)	

(1) Il convient d'installer les prises spécialisées destinées à la machine à laver à proximité des arrivées et des évacuations. L'emplacement des raccordements hydrauliques ne doit pas conduire à installer une machine à moins de 0,60 m du bord de la baignoire ou du receveur de douche.

(2) Dans les volumes 2 et 3, les boîtes de raccordement doivent être situées derrière les appareils de chauffage

(3) Le transformateur doit être placé en dehors des volumes 1 et 2

(4) La tension de la TBTS peut être portée à 50 V.

(5) (6) Chauffe-eau électriques :

Admis dans les volumes 1 et 2, lorsqu'il n'est pas possible de les placer ailleurs.

Les appareils alimentés en 230 V suivants sont autorisés :

- Les chauffe-eau électriques instantanés
- Les chauffe-eau électriques à accumulation (dans le volume 1, il devra être de type horizontal et placé le plus haut possible)

Ils sont autorisé en respectant les deux conditions suivantes :

- Les canalisations seront obligatoirement métalliques (pas de connexion en PER)
- Le circuit d'alimentation électrique sera protégé par un DRHS ≤ 30 mA.

(7) Canalisations :

Dans le volume 0 aucune canalisation est admise

Dans les volumes 1 et 2, les canalisations doivent être limitées à celles nécessaires à l'alimentation des appareils situés dans ces volumes.

(8) Sauf alimentation directe d'un appareil

Reproduction interdite

Article L 122-4 du code de la propriété intellectuelle

"Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction par un art ou un procédé quelconques."



**association nationale pour la formation professionnelle des adultes
Ministère chargé de l'emploi**