



# **SUPPORT ELECTRICITE**





# TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	7
LES NOTIONS DE BASE.....	9
1.L'ÉLECTRICITÉ, C'EST QUOI ?.....	9
1.1.COMMENT ÇA MARCHE ?.....	9
1.2.LES EFFETS .....	9
2.LES VALEURS.....	11
2.1.LA DIFFÉRENCE DE POTENTIEL (TENSION) .....	11
2.2.L'INTENSITÉ .....	11
2.3.RÉSISTANCE.....	12
2.4.PUISSANCE.....	12
2.5.CONSUMMATION/ ENERGIE.....	13
3.LES GROUPEMENTS D'ÉLÉMENTS.....	14
3.1.LES ÉLÉMENTS EN SÉRIE .....	14
3.2.LES ÉLÉMENTS EN PARALLÈLE .....	14
4.LES TYPES DE COURANT.....	15
4.1.COURANT CONTINU (DC DIRECT CURRENT) .....	15
4.2.COURANT ALTERNATIF (AC ALTERNATIVE CURRENT).....	15
5.LES MESURES DE BASE.....	19
5.1.LES APPAREILS DE MESURE.....	19
5.2.LA MESURE DE LA TENSION : MESURE SOUS TENSION.....	21
5.3.LA MESURE DE L'ABSENCE DE TENSION : .....	23
5.4.LA MESURE DE L'INTENSITÉ: MESURE SOUS TENSION.....	24
5.5.LA MESURE DE LA RÉSISTANCE: MESURE HORS TENSION.....	25
5.6.LA MESURE DE LA CONTINUITÉ: MESURE HORS TENSION.....	27
6.LES CONDUCTEURS.....	29
6.1.LES TYPES.....	29
6.2.LE CODE COULEURS.....	30
6.3.L'INSTALLATION.....	31
6.4.LA RESTAURATION.....	33
6.5.LE RAPPORT PUISSANCE/SECTION FIL.....	33
6.6.TABLEAU PUISSANCE/SECTION/DISTANCE.....	34
.....	36
7.LES CONDUITS.....	37
7.1.LES TYPES.....	37
7.2.LE PASSAGE DES CONDUCTEURS DANS LES CONDUITS.....	38
8.LES CONNEXIONS.....	40
8.1.LES BOITES DE CONNECTION.....	40
8.2.DÉNUDER UN FIL.....	41
9.LES CORDONS.....	41
9.1.TEST CONTINUITÉ.....	41
9.2.QUEL FIL AVEC QUEL FIL ?.....	42
10.LES ENROULEURS.....	42
LES CIRCUITS.....	43
1.LES CIRCUITS DE PRISES DE COURANT .....	43



1.1.LES MODÈLES DE PRISES.....	43
1.2.LE BRANCHEMENT DES PRISES 16A.....	44
1.3.LE BRANCHEMENT DES PRISES 20A OU 32A MONOPHASÉ.....	47
1.4.LES PRISES COMMANDÉES.....	48
1.5.LE REMPLACEMENT D'UNE PRISE :.....	49
1.6.LE REMPLACEMENT D'UNE PRISE MÂLE 6A :.....	50
1.7.LE REMPLACEMENT D'UNE PRISE MÂLE 10/16A AVEC TERRE :.....	51
2.LES CIRCUITS D'ÉCLAIRAGE .....	52
2.1.LE MONTAGE SIMPLE ALLUMAGE.....	52
2.2.LE VA & VIENT.....	54
2.3.COMMENT TESTER 1 LAMPE ?.....	56
2.4.COMMENT TESTER 1 AMPOULE ?.....	57
2.5.COMMENT TESTER 1 INTERRUPTEUR ?.....	57
2.6.LES LAMPES BASSE CONSOMMATION.....	58
2.7.COMMENT AJOUTER 1 POINT LUMINEUX ?.....	59
2.8.COMMENT AJOUTER 1 PRISE CONFORT 16A ?.....	59
2.9.COMMENT AJOUTER 1 CIRCUIT SIMPLE ALLUMAGE ? :.....	60
LES RISQUES.....	61
1.INTRODUCTION .....	61
2.LE COURT-CIRCUIT.....	62
3.LA SURCHARGE.....	62
4.LE DÉFAUT D'ISOLEMENT.....	62
5.LA SURTENSION .....	64
LES PROTECTIONS.....	65
1.LE DISJONCTEUR GÉNÉRAL OU D'ABONNÉ .....	65
1.1.SA FONCTION.....	65
1.2.LES MODÈLES.....	65
2.LE DISPOSITIF DIFFÉRENTIEL À HAUTE SENSIBILITÉ 30MA.....	67
2.1.SA FONCTION.....	67
2.2.LES MODÈLES.....	68
3.LES COUPE-CIRCUITS (OU SECTIONNEURS).....	72
3.1.LEUR FONCTION.....	72
3.2.LES MODÈLES.....	72
3.3.LES FUSIBLES.....	78
4.LES DISJONCTEURS DIVISIONNAIRES.....	80
4.1.LEUR FONCTION.....	80
4.2.LES MODÈLES.....	80
4.3.LES CALIBRES.....	81
5.LA MISE À LA TERRE.....	82
5.1.LE PRINCIPE.....	82
5.2.QUE METTRE À LA TERRE ?.....	83
5.3.UNE BONNE PRISE DE TERRE, C'EST QUOI ?.....	83
5.4.LA PRISE DE TERRE.....	83
5.5.LES CONDUCTEURS DE PROTECTION.....	86
6.LE RACCORDEMENT DES PROTECTIONS.....	88
6.1.ENTRE LE DISJONCTEUR GÉNÉRAL ET LES DISPOSITIFS DIFFÉRENTIELS. . .	88
6.2.SUR LE TABLEAU ÉLECTRIQUE.....	89



6.3.COMMENT RACCORDER PLUSIEURS CIRCUITS SUR UNE PROTECTION ?.....	90
7.LE CALIBRAGE DES PROTECTIONS EN FONCTION DES CIRCUITS....	91
8.LE TABLEAU DE RACCORDEMENT.....	92
8.1.LA POSE ET LE RACCORDEMENT.....	92
8.2. LE REMPLACEMENT D'UN COUPE CIRCUIT OU DISJONCTEUR DIVISIONNAIRE DANS UN TABLEAU :.....	94
8.3.L'AJOUT D'UN MODULE DANS UN TABLEAU.....	95
9.L'INVERSEUR DE SOURCE .....	96
9.1.LE PRINCIPE :.....	96
9.2.LE BRANCHEMENT :.....	96
9.3.LE PRINCIPE :.....	96
LA RECHERCHE DE PANNES.....	99
1.DÉCLENCHEMENT DU DISJONCTEUR GÉNÉRAL .....	99
2.COUPURE DU DIFFÉRENTIEL 30MA .....	103
3.DÉCLENCHEMENT D'UN COUPE CIRCUIT / DISJONCTEUR DIVISIONNAIRE.....	103
3.1.COMMENT RECHERCHER UN FUSIBLE DÉTRUIT ?.....	104
3.2.ECHAUFFEMENT ANORMAL D'UN FUSIBLE :.....	105
4.TENSION DE CONTACT SANS DÉCLENCHEMENT .....	106
5.PANNES SUR UN CONDUCTEUR.....	107
5.1.ECHAUFFEMENT ANORMAL D'UN CONDUCTEUR.....	107
5.2.EPISSURES.....	107
5.3.LIGNES COUPÉES.....	109
5.4.LIGNES EN DÉFAUT D'ISOLEMENT.....	109
6.PANNES SUR UN CIRCUIT DE PRISES.....	112
6.1.UNE SEULE PRISE EN PANNE.....	113
6.2.PLUSIEURS PRISES EN PANNE.....	114
7.PANNES SUR UN CIRCUIT D'ÉCLAIRAGE.....	115
7.1.ECLAIRAGE NÉON.....	116
LE TRIPHASÉ.....	119
1.LES NOTIONS DE BASE .....	119
2.LE DISJONCTEUR GÉNÉRAL TRIPHASÉ.....	119
3.L'ÉQUILIBRAGE DES PHASES.....	120
4.LE DEFAUT DE PHASE :.....	122
5.LE TABLEAU DE RACCORDEMENT :.....	123
6.LE RACCORDEMENT D'UNE PRISE 32A EN TRIPHASÉ :.....	124
PROTECTION ET TRANSFORMATION DU COURANT.....	125
1.LEXIQUE.....	125
1.1.TRANSFORMATION DU COURANT.....	125
1.2.PROTECTION DES CONSOMMATEURS.....	126
2.LES APPAREILS DISPONIBLES À MSF.....	128
2.1.LE TRANSFORMATEUR .....	128
2.2.LE CONVERTISSEUR DC/DC 24-12 :.....	128
2.3.LE CHARGEUR DE BATTERIE AUTOMATIQUE :.....	129
2.4.L'INVERTER 12V 300W OU 800W.....	130



2.5.LE COMBI : CHARGEUR + INVERTER :.....	130
2.6.LE LIMITEUR DE TENSION: .....	133
2.7.LE STABILISATEUR : LIMITEUR + RÉGULATEUR.....	134
3.LE DIMENSIONNEMENT.....	135
4.L'INSTALLATION.....	135
BATTERIE : PRINCIPE ET DIMENSIONNEMENT.....	137
1.LES MODÈLES .....	137
1.1.« LA BATTERIE DE VOITURE » .....	137
1.2.LA BATTERIE GEL :.....	138
2.LA BATTERIE GEL .....	138
2.1.PARAMÈTRES.....	138
2.2.CHARGE ET DÉCHARGE D'UNE BATTERIE GEL : .....	139
2.3.PRINCIPES DE CALCUL DES CHARGES ET DÉCHARGES.....	140
2.4.ESTIMATIONS:.....	141
2.5.LIMITES ET REMÈDES / CE QUI EST POSSIBLE.....	145
2.6.VÉRIFICATION DE L'ÉTAT DE CHARGE D'UNE BATTERIE GEL.....	145
INSTALLATION SOLAIRE .....	147
1.LES ÉQUIPEMENTS.....	147
1.1.GÉNÉRALITÉS :.....	147
1.2.LE PANNEAU : .....	148
1.3.LE RÉGULATEUR : .....	151
1.4.LE CÂBLAGE : .....	152
1.5.LA BATTERIE :.....	152
2.DIMENSIONNEMENT.....	153
2.1.BILAN DES CONSOMMATIONS.....	153
2.2.DIMENSIONNEMENT DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES.....	154
2.3.DIMENSIONNEMENT DES BATTERIES.....	155
2.4.CHOIX DU RÉGULATEUR.....	156
2.5.DIMENSIONNEMENT DES CÂBLES ET PROTECTION.....	156
3.INSTALLATION.....	156
3.1.CHOIX DU SITE.....	156
3.2.INCLINAISON.....	157
3.3.ORIENTATION :.....	157
3.4.BRANCHEMENT AU RÉGULATEUR:.....	157
3.5.SCHÉMA D'INSTALLATION TYPE.....	159
4.ENTRETIEN :.....	159
5.APPLICATION AU POMPAGE SOLAIRE.....	160
5.1.PRINCIPE.....	160
5.2.DIMENSIONNEMENT.....	160
6.QUESTIONS FRÉQUEMMENT POSÉES.....	166
6.1.PEUT ON FAIRE L'ÉCONOMIE DU RÉGULATEUR ?.....	166
6.2.JE DOIS IMPÉRATIVEMENT AUGMENTER DE QUELQUES MÈTRES LE CÂBLE RELIANT LE PANNEAU AU RÉGULATEUR. PUIS JE LE FAIRE ET COMMENT ?.....	166
6.3.PUIS JE CONNECTER MES CONSOMMATEURS DIRECTEMENT SUR LA BATTERIE ?.....	166
LES GROUPES ÉLECTROGÈNES À MSF.....	167
1.MODELE ESSENCE 800VA / 650W, 220V MONO: .....	167



---

2.ANCIEN MODÈLE DIESEL 4,2KVA / 3,3KW:.....	167
3.NOUVEAU MODÈLE DIESEL 3,8KVA / 3KW, 220V MONO, 50HZ:.....	168
4.NOUVEAU MODÈLE DIESEL 6KVA/4,8KW, MONO:.....	171



## INTRODUCTION

L'objectif de ce document est de donner au logisticien MSF en mission des connaissances pour gérer ses installations électriques. Il ne s'agit pas d'un traité d'électricité mais simplement de rappeler quelques principes fondamentaux qui pourront faciliter la réalisation et l'entretien des installations dans une sécurité maximale pour les intervenants et les utilisateurs.

S'adressant à un public très large, aux connaissances très disparates dans ce domaine, le support Energie, après avoir rappelé les notions de base de l'électricité, présente les circuits prises de courant et d'éclairage.

Il présente ensuite les risques inhérents à l'électricité, les protections disponibles et la recherche de pannes sur les installations.

Un chapitre aborde rapidement le triphasé.

Le matériel de protection et de transformation du courant est ensuite présenté en détail ainsi que les principes et le dimensionnement des batteries.

Enfin, les installations solaires à MSF et les groupes électrogènes disponibles sont étudiés.



**ATTENTION**, tout au long du document, ce symbole indiquera les points ou les informations les plus importants

Documents de référence :

- Les feuilles de commandes MSF
- Le Massis
- Le Guide « les batteries à MSF »

Sources iconographiques :

- L'installation électrique –Eyrolles
- Dépannages et réparations électriques – Eyrolles
- Les cahiers du bricolage – Eyrolles
- Collection Pratique Editions SAEP

Remerciements:

Ce document n'aurait pas pu voir le jour sans la volonté et l'expérience de Raymond Damascène, Benoit Dal, Olivier Blanchet, Cédric Linossier, Gérald Massis pour MSF, Luc Vanacker pour Valcom et Philippe Massieu de Girel. La coordination pédagogique a été assurée par Richard Jabot.

# LES NOTIONS DE BASE

## 1. L'ÉLECTRICITÉ, C'EST QUOI ?

C'est une énergie qui existe à l'état naturel (l'éclair lors de l'orage) mais qui est difficilement stockable. On doit donc la produire en permanence à partir d'autres énergies. Par contre, elle est facilement transportable, propre et immédiatement utilisable.

### 1.1. COMMENT ÇA MARCHE ?

Un courant électrique est la circulation d'électrons libre entre 2 points d'un conducteur.

Un électron libre est un électron qui peut se détacher facilement du noyau de l'atome qu'il constitue. Les corps qui possèdent des électrons libres sont appelés des conducteurs (ex. les métaux, mais aussi le corps humain et la terre), ceux qui n'en possèdent pas, des isolants (ex. verre, plastique, bois,...)

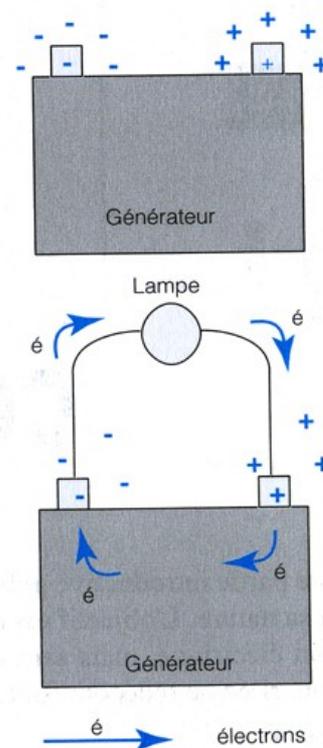
L'énergie du mouvement de ces électrons libres constitue l'énergie électrique.

Si on « organise » ces mouvements et que tous les électrons libres se déplacent dans la même direction en même temps, on crée un courant électrique.

Produire de l'électricité consiste donc à obliger les électrons à se déplacer ensemble dans un matériau conducteur qui facilite le mouvement. Cela revient à créer un déficit d'électrons d'un côté du conducteur et un excès de l'autre.

On appelle générateur le dispositif qui produit ce déséquilibre. La borne en excédent est notée +, celle en déficit -.

En connectant un récepteur aux bornes du générateur, celui-ci pompe les électrons : il absorbe les charges + et renvoie les -. Dans le circuit, les électrons circulent de la borne - à la borne +.



### 1.2. LES EFFETS

Un courant électrique peut avoir plusieurs effets chimiques ou physiques en fonction de la nature des éléments qu'il traverse.

➔ **l'effet calorifique** : quand un courant traverse un matériau résistant, l'énergie électrique se transforme en énergie calorifique.

Applications : l'éclairage, le chauffage électrique.

➔ **l'effet chimique** : si l'on fait passer un courant électrique à travers une solution ionique par 2 électrodes, il se produit un échange d'électrons, donc de matière, entre les 2 électrodes. C'est l'électrolyse : le passage de courant a créé une réaction chimique.

Applications : raffinage de métaux, galvanoplastie.

Mais l'effet peut être inversé : une réaction chimique peut créer un courant électrique en plaçant l'électrolyse dans un récipient.

Applications : piles, batteries.



→ **l'effet magnétique** : dans une barre de cuivre traversée par un courant électrique se produit un champ magnétique.

Applications : le moteur électrique, le transformateur, l'électroaimant.

Mais là aussi, l'effet peut être inversé : si l'on fait tourner mécaniquement un moteur électrique, il produit du courant.

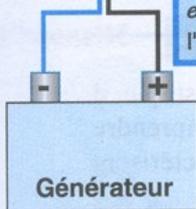
Applications : générateur électrique, dynamo de vélo.

### Les effets du courant électrique

#### ① L'effet calorifique



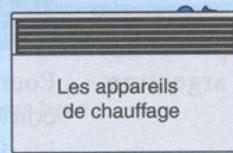
Sous l'effet du passage du courant électrique, la lampe s'allume, son filament rougit et dégage de la chaleur : c'est l'effet calorifique.



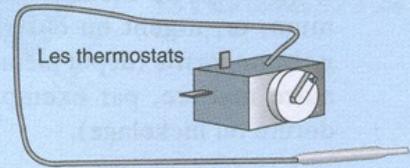
#### Les applications



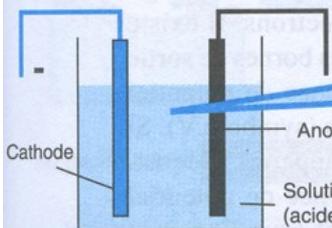
Les fusibles



Les thermostats



#### ② L'effet chimique (électrolyse)

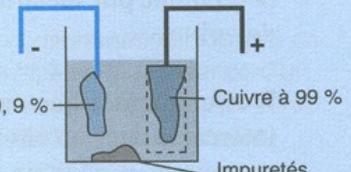


Sous l'effet du passage du courant électrique, il se produit un échange d'électrons entre l'anode et la cathode.

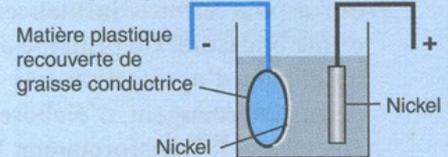
#### Les applications

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

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

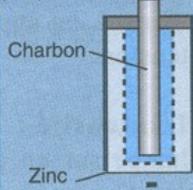


— La galvanoplastie (dépôt de nickel sur du plastique)

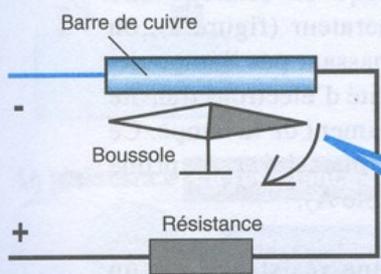


#### L'effet peut être inversé

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



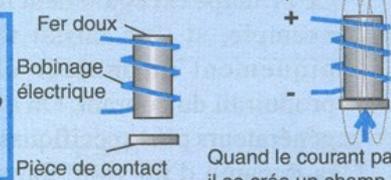
#### ③ L'effet magnétique



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

#### Les applications

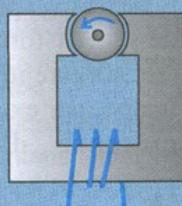
— L'électroaimant, qui est utilisé dans de nombreux appareillages électriques (relais, contacteurs, sonnettes, etc.)



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

#### 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 transformateurs



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

— Les moteurs électriques



## 2. LES VALEURS

Pour maîtriser l'électricité, il convient de distinguer et de comprendre les valeurs qui la caractérisent.

### 2.1. LA DIFFÉRENCE DE POTENTIEL (TENSION)

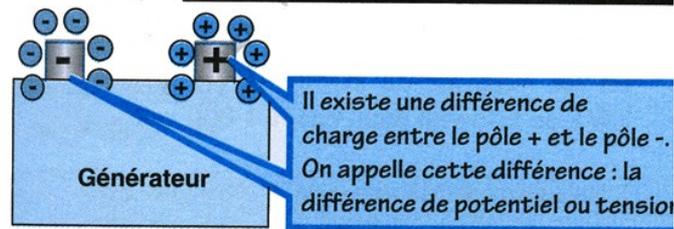
Comme indiqué précédemment, le générateur agit comme une pompe à électrons. Il existe une dépression à ses bornes de sortie que l'on appelle différence de potentiel ou tension et qui s'exprime en volt (symbole V).



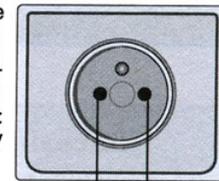
**LA TENSION EST IMPOSEE PAR LE RESEAU**

**La tension**

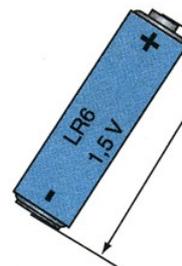
**La tension U s'exprime en volts (symbole V)**



On a une tension de 220 V aux bornes d'une prise de courant.  
On peut exprimer cette valeur de la façon suivante :  
 $U = 220 \text{ V}$



Par exemple, 220V aux bornes d'une prise de courant ou 1,5V aux bornes d'une pile.



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

### 2.2. L'INTENSITÉ

Lorsque l'on branche une lampe sur un générateur, une certaine quantité d'électrons transite par les fils et le filament de la lampe. Ce flux d'électrons correspond à l'intensité exprimée en ampère (symbole A).

**L'intensité**

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



On peut exprimer l'intensité de cette façon :  
 $I = 0,5 \text{ A}$  (par exemple)



**L'INTENSITE EST UNE CONSEQUENCE DE :**

**LA PUISSANCE P,  
LA TENSION U,  
LA RESISTANCE R.**

## 2.3. RÉSISTANCE

Une résistance est un matériau qui permet à l'énergie électrique de se transformer en énergie calorifique. La résistance s'exprime en Ohm (symbole  $\Omega$ ).

En présence d'une tension donnée, on s'aperçoit que l'intensité est proportionnelle à la résistance. Cette relation mathématique appelée loi d'ohm traduit cette proportionnalité :

$$U = R \times I$$

**Tension = Résistance x Intensité**

On en déduit que, à tension égale, si l'on augmente la résistance, l'intensité diminue. Et inversement, l'intensité augmente si on baisse la résistance.

Egalement, pour une même résistance, si la tension augmente, l'intensité augmente aussi.

La loi d'ohm n'est valable que pour les résistances pures, c'est-à-dire pour les appareils qui transforment l'énergie électrique uniquement en énergie calorifique. Ce n'est pas le cas des moteurs par exemple.

### La résistance La résistance R s'exprime en ohms (symbole $\Omega$ )

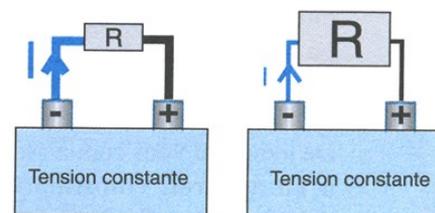


Une résistance est un matériau qui permet à l'énergie électrique de se transformer en énergie calorifique.

On peut exprimer la résistance de cette façon :  
 $R = 10 \Omega$  (par exemple)

En présence d'une tension donnée, on constate que l'intensité est proportionnelle à la résistance. La loi d'Ohm donne cette formule :

$$U = R \times I$$



Si R est faible,  
I est élevée.

Si R est élevée,  
I est faible.



**LA RESISTANCE EST IMPOSEE PAR LE RECEPTEUR**

Ex. Pour les fils conducteurs, une plus grosse section offre moins de résistance au passage du courant et génère moins de perte de tension. De même, si l'on augmente la longueur des fils conducteurs, on augmente leur résistance en proportion.

Pour perdre le moins de tension possible, il faut transporter le courant dans des fils les plus courts possibles et à forte section. Voir chapitre « les conducteurs ».

Notez également que la nature du fil (cuivre, fer, ...) influence aussi la résistance du câble.



On dira qu'il y a **COURT-CIRCUIT** si la résistance d'un circuit électrique est proche de zéro, et par conséquent l'intensité est très grande.

## 2.4. PUISSANCE

Elle évalue la quantité d'énergie absorbée par un appareil raccordé. Elle se calcule en multipliant la tension par l'intensité et s'exprime en Watt (symbole W).

$$P = U \times I$$

**Puissance = Tension x Intensité**

On en déduit que plus le récepteur est puissant, plus il absorbe de courant.



LA PUISSANCE EST  
IMPOSEE PAR LE RECEPTEUR

La puissance La puissance P s'exprime en watts (



La puissance représente l'énergie  
consommée par le récepteur.

La puissance est le produit de la  
par l'intensité :  
 $P = U \times I$

Ex. Une ampoule de 50W branchée sous 220V absorbe un courant de  $50/220 = 0.28A$ .  
Une ampoule de 100W branchée sous 220V absorbe un courant de  $100/220 = 0.46A$

## 2.5. CONSOMMATION/ ENERGIE

Elle s'obtient en multipliant la puissance d'un appareil par sa durée d'utilisation exprimée en heures. C'est la quantité d'électricité produite ou consommée pendant une période de temps donnée. Elle s'exprime en kilowattheures (kWh).

Ex. une lampe de 100W qui fonctionne 3H aura une consommation de 300Wh, soit 0,3 kWh.

C'est cette valeur de consommation qui défile sur le compteur électrique pour l'établissement de la facture d'électricité.

### 3. LES GROUPEMENTS D'ÉLÉMENTS

Il existe 2 dispositions principales des éléments d'un circuit : en série ou en parallèle.

#### 3.1. LES ÉLÉMENTS EN SÉRIE

Les éléments sont en série quand ils sont placés les uns à la suite des autres.

**Les éléments en série**

**Les générateurs**

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

Pour des générateurs en série, la tension disponible aux bornes de l'ensemble correspond à la somme des tensions de chaque générateur.

Pour des résistances en série, la résistance est aussi égale à la somme de toutes les résistances. L'intensité est la même dans tout le circuit.

#### 3.2. LES ÉLÉMENTS EN PARALLÈLE

Un montage est dit en parallèle lorsque chaque élément est repris sur le précédent par une dérivation.

**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  $R_3 = 5 \Omega$*   
 $1 / R_{\text{équiv.}} = 1 / 2 + 1 / 3 + 1 / 5$   
 $1 / R_{\text{équiv.}} = 31 / 30$   
 $R_{\text{équiv.}} = 30 / 31 = 0,96 \Omega$

Mettre des générateurs en parallèle est possible, à condition qu'ils présentent les mêmes caractéristiques. Sinon, le plus puissant se déchargerait dans le plus faible.

La tension est identique aux bornes de chaque élément

Pour des résistances 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.

En pratique, quand on branche plusieurs appareils sur une même prise, on réalise un montage en parallèle. A chaque nouvel appareil branché, on fait baisser la résistance totale du montage et donc l'intensité augmente...jusqu'à faire sauter les fusibles.

## 4. LES TYPES DE COURANT

Il existe 2 types de courant : le continu et l'alternatif.

### 4.1. COURANT CONTINU (DC DIRECT CURRENT)

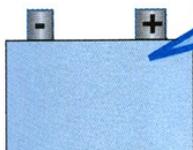
Les électrons se déplacent toujours dans le même sens, du côté déficitaire vers le côté excédentaire.

C'est le courant délivré par l'effet chimique dans les piles, les batteries de voiture ou par effet photovoltaïque à partir de panneaux solaires et par transformation/redressement du courant alternatif. Les bornes sont marquées + et - pour indiquer la polarité du circuit ou du générateur. La tension et l'intensité sont constantes dans le temps.

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



Avantages : On peut le stocker et on peut additionner les sources en parallèle ou en série avec quelques précautions.

Désavantages : L'utilisation des batteries limite dans la pratique les tensions à quelques volts (24V maxi dans certains véhicules). Ces faibles tensions sont un handicap au transport de ce type de courants.

### 4.2. COURANT ALTERNATIF (AC ALTERNATIVE CURRENT)

Dans le courant alternatif, les électrons se déplacent alternativement dans une direction puis dans l'autre selon une fréquence donnée. Il n'y a plus de borne déficitaire et de borne excédentaire puisque le courant alterne en permanence: on ne parle donc pas de + et de - en alternatif mais de phase et neutre.

C'est le courant fourni par les compagnies d'électricité. Tension et intensité varient selon une courbe sinusoïdale. En fait, la tension et l'intensité varient en continu entre une valeur maxi et une valeur mini mais lors de la mesure cette variation est gommée et fait apparaître une valeur stable moyenne, 220V par exemple.

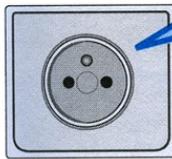
Le nombre d'oscillations par seconde de la sinusoïde définit la fréquence :

50 oscillations par seconde en France et en Europe (50 Hz),

60 oscillations par seconde aux USA (60 Hz).

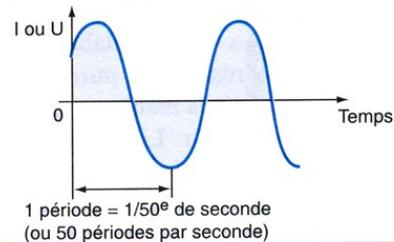
**Le courant alternatif****Symbole**

AC en anglais



Le courant alternatif est le courant distribué dans votre installation.

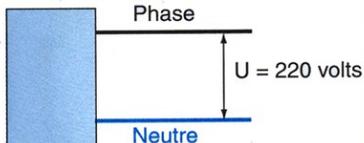
## Représentation graphique du courant alternatif



Avantages : Il est facile à transformer (élévation/abaissement de tension) et les tensions élevées atteintes se prêtent aisément au transport sur de longues distances. Il est facile à produire.

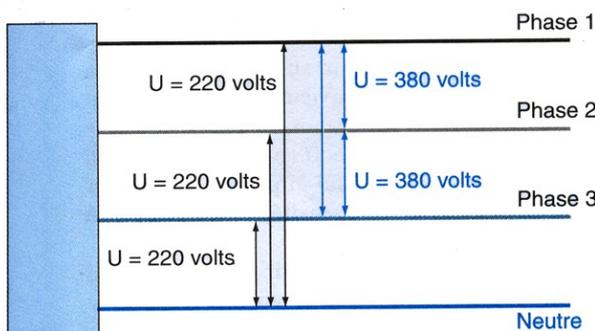
Désavantages : On ne peut pas le stocker et on ne peut pas additionner les sources (en parallèle ou en série sur un même réseau).

Il existe 2 types de courant alternatif : le Monophasé et le Triphasé.

**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 220 volts.

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 220 volts. La tension entre chaque phase est de 380 volts.

**→ Le monophasé :**

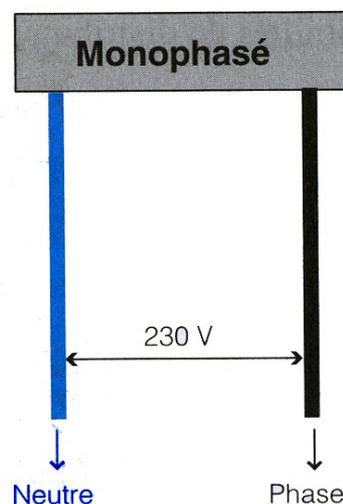
C'est le type de courant le plus répandu. Ce courant est produit et distribué par le réseau public ou produit à l'aide d'un groupe électrogène monophasé.

L'alimentation s'effectue au moyen de 2 conducteurs (phase et neutre) avec une différence de tension entre les 2 de 230 V généralement. Le neutre a généralement un potentiel proche de 0, on peut le toucher sans risque.

On rencontre parfois une différence de 110V dans certains pays (USA par exemple).

On peut se brancher indifféremment dans un sens ou dans l'autre.

Dans la plupart des cas, l'inversion du neutre et de la phase au niveau de l'utilisation est sans conséquence.



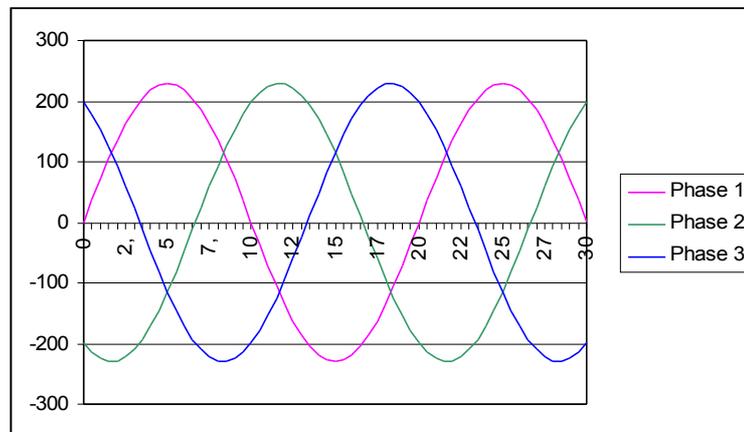


➔ Le triphasé :

**Ce courant est utilisé dès que les puissances en jeu deviennent importantes (en pratique, entre 6 et 12 kVA). C'est le courant habituel des compagnies d'électricité en amont de la distribution domestique, et on peut également le produire avec un générateur triphasé.**

Le courant triphasé est la combinaison de 3 courants monophasés. Le neutre étant toujours à pratiquement 0 V, c'est le même conducteur de neutre qui sera utilisé pour chacun des courants. Par contre, pour chaque courant on aura un conducteur de phase distinct. On aura donc 3 phases et un neutre dans un circuit triphasé (plus un conducteur de terre).

A tout instant, si le courant est parfaitement équilibré (exactement la même tension et la même intensité sur chaque phase), la somme des 3 tensions sera nulle, et celle des 3 intensités également, cf illustration ci dessous: évolution de la tension des 3 phases (en V) en fonction du temps (en ms):

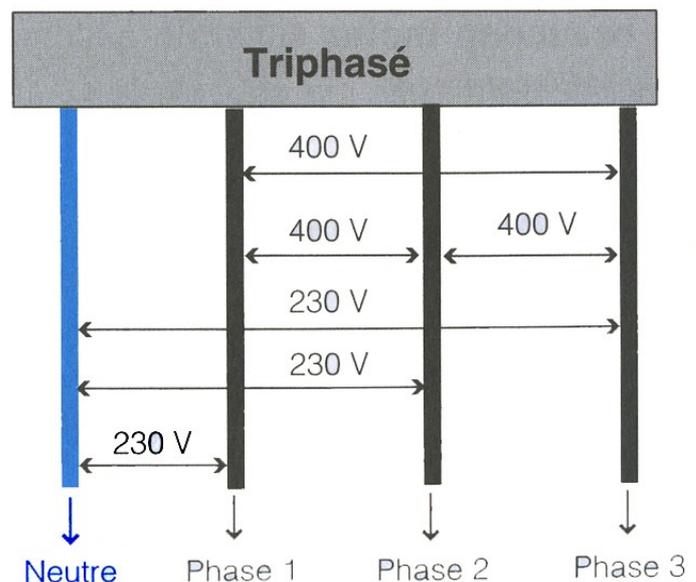


Pour transporter une puissance donnée avec 3 câbles monophasés (avec terre), on aura 9 conducteurs. Pour transporter la même puissance dans un câble triphasé, nous n'en aurons plus que 5 (3 phases, 1 neutre, 1 terre). On réalise donc une économie significative dans le cas du triphasé.

C'est ici que réside le grand intérêt du triphasé : on économise les conducteurs, non seulement dans les câbles, mais aussi dans les consommateurs (et les producteurs) électriques : un moteur ou un alternateur triphasé sera moins gros (et donc moins coûteux) qu'un monophasé de même puissance.

Il n'est pas possible d'alimenter un consommateur 380V triphasé sur une installation qui ne dispose que du 220V monophasé mais l'inverse est possible. Sur une alimentation en 380V triphasé, la tension entre le neutre et l'une des 3 phases est de 220V. Cette opération nécessite certaines précautions qui seront détaillées plus loin :

- repérage du neutre
- équilibrage des phases
- limitation de puissance





Dans la pratique nous retiendrons plusieurs choses :

- ➔ Le triphasé permet de faire des économies par rapport au monophasé (à puissance égale)
- ➔ Un équilibrage optimal permettra de réduire pratiquement à 0 le courant circulant dans le neutre
- ➔ Chaque phase étant en fait dimensionnée pour  $1/3$  de la puissance, même si on sépare un circuit triphasé en 3 circuits monophasés, on ne pourra avoir sur chacun de ces derniers qu' $1/3$  (au maximum) de la puissance disponible en triphasé (par exemple sur un circuit triphasé de 60 kVA, on ne pourra avoir qu'un maximum de 20 kVA par phase, même si certaines phases sont sous exploitées).
- ➔ Les installations triphasées étant généralement de forte puissance, avec des phénomènes parfois complexes (chutes de tensions, phénomènes inductifs), et du matériel spécifique, il faudra systématiquement faire appel à un spécialiste pour toute intervention en dehors de l'utilisation du matériel standard MSF.

## 5. LES MESURES DE BASE

### 5.1. LES APPAREILS DE MESURE

#### 5.1.1. le multimètre analogique :

Il permet de mesurer tension ,intensité, résistance, continuité. La lecture des mesures se fait par la position de l'aiguille sur le cadran.

Pour l'intensité, les mesures se font en mettant l'appareil en série.

Ils ne sont pas conseillés pour les mesures d'intensité importantes (supérieure à 10A).

Il n'y a pas de modèle MSF.

#### 5.1.2. le multimètre numérique :

Il permet également de mesurer tension ,intensité, résistance, continuité.

Les résultats apparaissent sur un afficheur à cristaux liquides. Ils sont précis et offrent une lecture directe des valeurs.

Pour des intensités inférieures à 10A, les mesures se font en mettant l'appareil en série, le cordon rouge se plaçant sur la fiche 10A. Si la valeur est trop faible, placer le curseur en position mA au lieu de 10A.

Modèle MSF : PELEMULT01-



Modèle MSF :F711



### 5.1.3. La pince ampéremétrique :

Elle permet de mesurer les intensités importantes en passant simplement la pince autour du conducteur traversé par l'intensité à mesurer. Il n'est pas nécessaire de dénuder le conducteur mais il ne faut prendre qu'un conducteur à la fois.

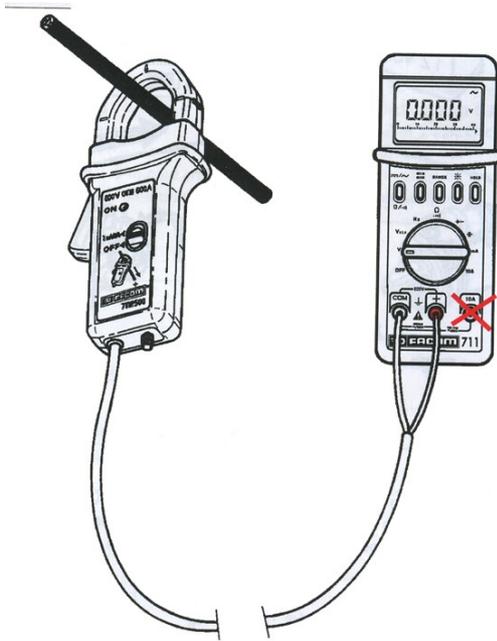
Certains modèles permettent également de mesurer tension et résistance.

Certains multimètres sont proposés avec la pince ampéremétrique en option qui se branche sur les cordons de mesure (cf. photo à droite).

Placez les mâchoires de la pince autour du fil à contrôler, la flèche sur la mâchoire indiquant le sens conventionnel du courant.

Ces pinces fonctionnent pour l'alternatif (jusqu'à 400A) et le continu (jusqu'à 600A).

Modèle MSF : F711P.500



En alternatif, la lecture se fait directement avec le curseur en position tension V et l'échelle 1 mV= 1A.

En continu, même position et même échelle mais il faut régler l'affichage sur 0mV à l'aide de la petite molette située sous la pince.



Actuellement, le nouveau modèle standard à MSF est le Métrix MX355, code PELEZBD016 (photo à droite) qui est un multimètre avec la pince ampéremétrique intégrée. En continu comme en alternatif, sa gamme de mesures va jusqu'à 600V pour la tension et 400A pour l'intensité.



#### 5.1.4. Le vérificateur d'absence de tension:

Appelé VAT, il permet de vérifier de manière **certaine** l'absence de la tension du réseau.

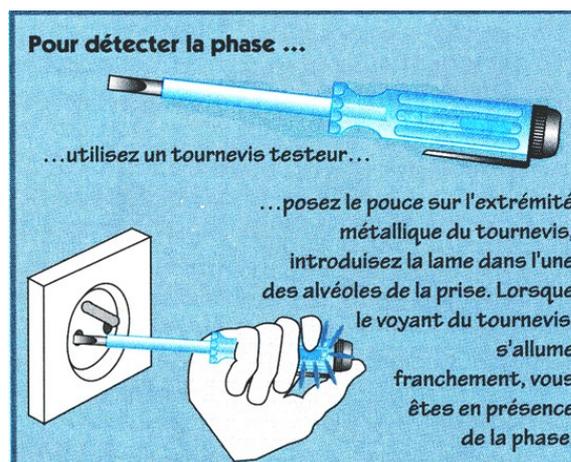
Modèle MSF :



#### 5.1.5. le tournevis testeur :

Il sert à repérer la phase du neutre : placer sur un connecteur de phase, il s'éclaire alors que sur le connecteur de neutre, il ne doit pas s'éclairer.

ATTENTION : il existe des tournevis testeur pour le courant continu et pour le courant alternatif.



#### 5.1.6. La pile témoin:

Ne doit être utilisée qu'en dépannage.

Elle sert à contrôler le passage du courant dans un fil ou dans un appareil électrique en l'absence de multimètre. Elle indique qu'un fil n'est pas coupé, qu'un interrupteur fonctionne, qu'un fusible est en bon état.

#### 5.1.7. La lampe témoin:

Ne doit être utilisée qu'en dépannage.

Elle permet de vérifier si une prise fonctionne, de repérer les fils conducteurs d'une alimentation à trois fils.

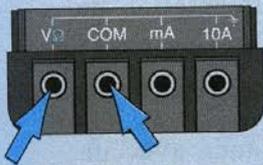
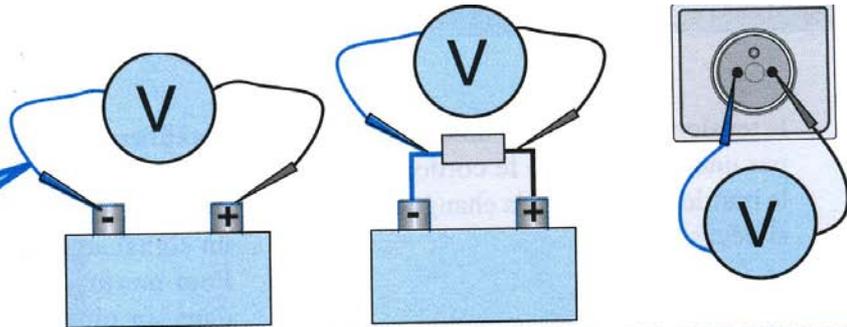
### 5.2. LA MESURE DE LA TENSION : MESURE SOUS TENSION

#### 5.2.1. Avec le multimètre :

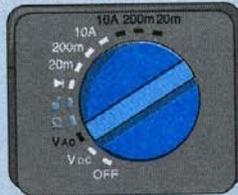
Placer les fiches des cordons dans les borniers appropriés : le cordon noir sur COM et le rouge sur  $V\Omega$ .

## La mesure d'une tension

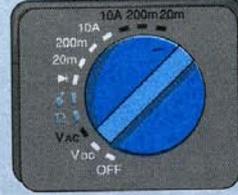
La tension se mesure aux bornes d'un récepteur ou d'un générateur à l'aide d'un voltmètre.



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.

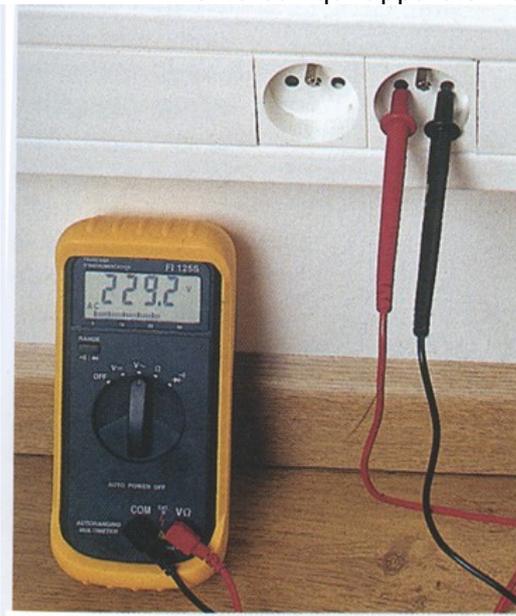


Procédez à la mesure. La valeur de la tension s'affiche sur le cadran.

Sélectionnez volt alternatif Vac ou volt continu Vdc selon votre besoin. Une mesure de tension avec le cordon sur mA ou 10A peut détruire le fusible de l'appareil.

Placez les pointes de test en parallèle aux bornes de l'appareil à mesurer (câble rouge sur le + et câble noir sur le - en continu) ou entre phase et neutre d'une prise (en alternatif)

La valeur qui apparaît indique la tension entre les bornes.



1. Mesure de la tension aux bornes d'une prise (sélecteur sur V~).
2. Affichage de la valeur relevée (229,2 volts), proche de la valeur normalisée de 230 volts.



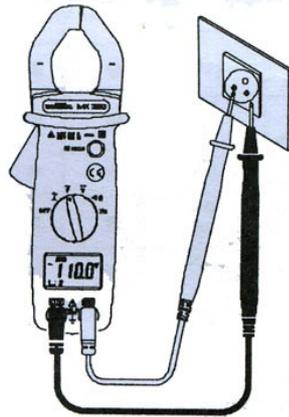
ATTENTION, avec un multimètre analogique, si vous ne connaissez pas l'ordre de grandeur de la tension à mesurer, commencer toujours avec le cordon sur le bornier de l'échelle la plus grande (ex. 1000V) puis baisser si nécessaire.



ATTENTION : Choisissez bien le type de tension à mesurer : si le sélecteur est en position continu (Vdc) et que vous mesurez une prise alimentée en alternatif, la mesure indique 0 volt alors qu'il y a 230 V alternatif qui arrivent.

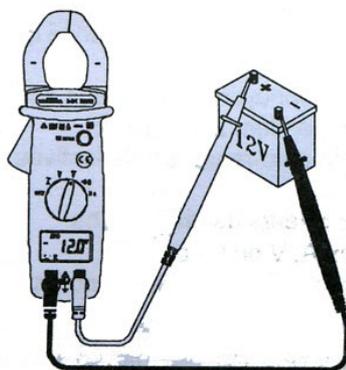
## 5.2.2. Avec l'appareil standard MSF (PELEZBD016 Metrix MX355) :

### Mesure de tension alternative



Positionner le commutateur sur  $V\sim$ .  
Connecter le cordon de test rouge à la borne d'entrée "+" et le cordon de test noir à la borne d'entrée "COM".  
Mettre ensuite les pointes de touche en contact avec les points où la tension alternative doit être mesurée.  
Lire ensuite le résultat sur l'afficheur.

### Mesure de tension continue



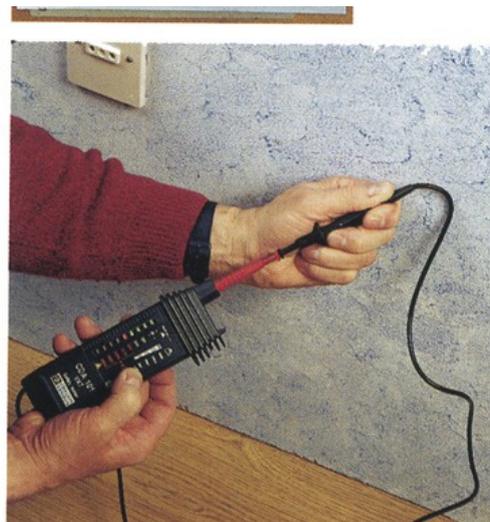
Positionner le commutateur sur  $V\text{---}$ .  
Connectez le cordon de test rouge à la borne d'entrée "+" et le cordon de test noir à la borne d'entrée "COM".  
Mettre ensuite les pointes de touche en contact avec les points où la tension continue doit être mesurée.  
Lire ensuite le résultat sur l'afficheur.

## 5.3. LA MESURE DE L'ABSENCE DE TENSION :

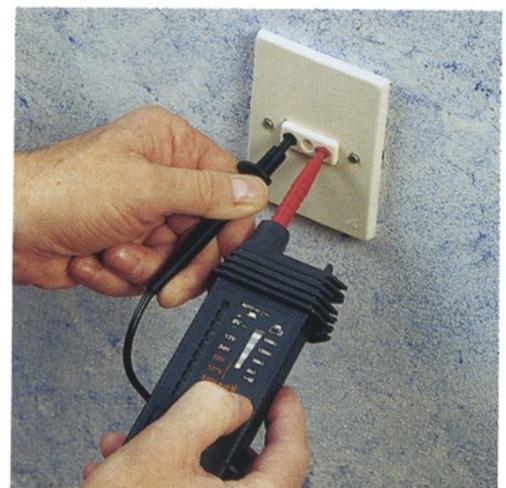
Elle se fait avec le VAT plutôt qu'au voltmètre:

Vérifier d'abord le bon fonctionnement du VAT : les diodes s'illuminent.

Tester ensuite l'absence de tension aux bornes de la prise par exemple : les diodes restent éteintes.



Vérification du bon fonctionnement du V.A.T. (vérificateur d'absence de tension)  $\Rightarrow$  illumination des diodes.

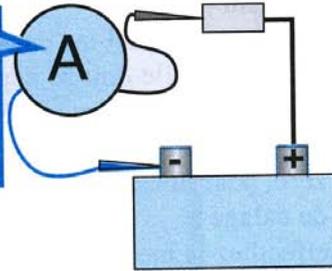


Vérification de l'absence de tension aux bornes de la prise (diodes éteintes).

## 5.4. LA MESURE DE L'INTENSITÉ: MESURE SOUS TENSION

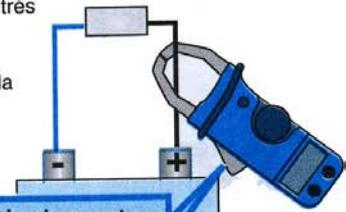
### La mesure d'une intensité

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

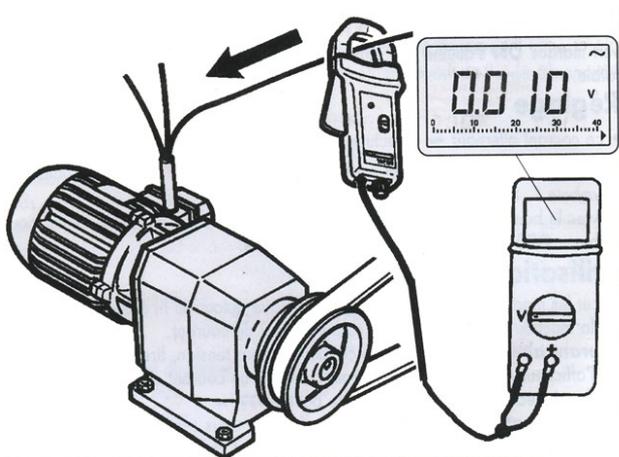


Ce type de mesure n'est pas très approprié pour une installation électrique. C'est pourquoi on préfère souvent la pince ampèremétrique.

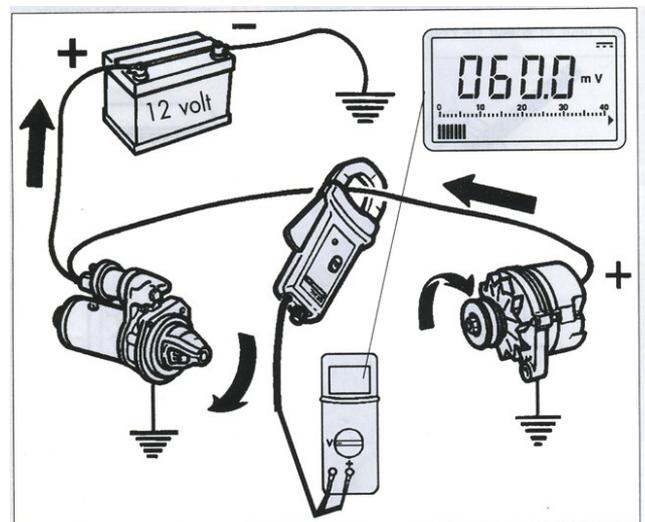
Il suffit de placer la pince autour de l'un des conducteurs qui alimentent le récepteur.



Par sécurité, on préconise de mesurer l'intensité avec une pince ampèremétrique. Avec un multimètre, il faut se placer en série avec l'élément à mesurer. Cela impose donc d'ouvrir le circuit : c'est une opération dangereuse.



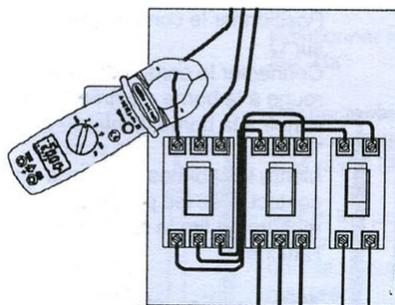
Mesure d'intensité en alternatif



Mesure d'intensité en continue

Avec l'appareil standard MSF (PELEZBD016 Metrix MX355) :

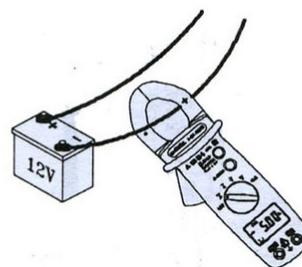
#### Mesure de courant alternatif



Positionner le commutateur sur A~.  
Ouvrir la pince en pressant la gâchette.  
Positionner la pince autour du conducteur à mesurer et relâcher la gâchette ; vérifier que la pince est bien fermée. Lire le résultat de la mesure sur l'afficheur.

**Note** : Par mesure de sécurité, déconnecter les cordons de mesure de la pince avant d'effectuer cette opération. La pince doit être positionnée autour d'un seul conducteur d'un circuit, au risque de fausser la mesure. La mesure est optimale avec le conducteur centré au milieu des mâchoires.

#### Mesure de courant continu



Avant de mesurer des courants supérieurs à 40 A, régler l'échelle sur 400 A en appuyant sur le bouton **RANGE**. Puis, procéder à une remise à zéro (Voir § 3.2)

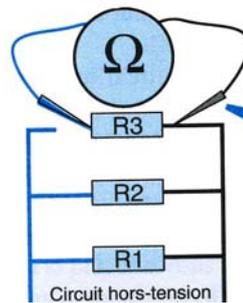
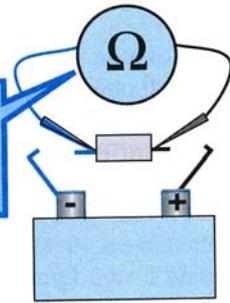
Ouvrir les mâchoires de la pince en pressant sur la gâchette et y insérer le câble à mesurer. Fermer la pince et lire le résultat de la mesure sur l'afficheur.

**Note** : Par mesure de sécurité, déconnecter les cordons de mesure de la pince avant d'effectuer cette opération. En cas de lecture difficile, presser sur le bouton **HOLD** et lire le résultat ultérieurement

## 5.5. LA MESURE DE LA RÉSISTANCE: MESURE HORS TENSION

### 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.

Elle s'effectue aux bornes de l'appareil hors tension. Sinon, il y a risque de détruire l'appareil de mesure.

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

Placer les fiches des cordons dans les borniers appropriés : le cordon noir sur COM et le rouge sur  $V\Omega$ .

Sélectionnez  $\Omega$  pour le sélecteur d'unité, position ohmmètre du multimètre. La lecture se fait directement sur l'écran.





Par exemple

Résistance infinie : Fusible détruit

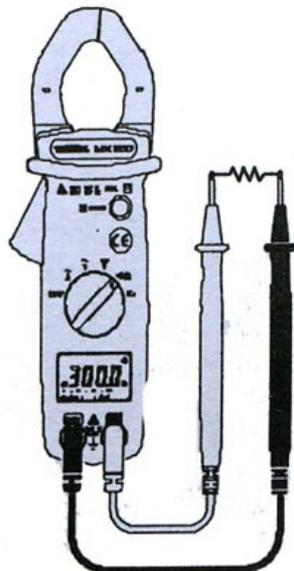


Résistance très petite : Fusible en état



Avec l'appareil standard MSF (PELEZBD016 Metrix MX355) :

### Mesure de résistance



Positionner le commutateur sur  $\Omega$ .

Connecter le cordon de test rouge à la borne d'entrée "+" et le noir à la borne d'entrée "COM".

Mettre les pointes de touche en contact avec les points à mesurer et lire le résultat sur l'afficheur.

**Note :** En effectuant une mesure sur un circuit, s'assurer qu'il est hors tension et que les condensateurs sont déchargés.

Pour un multimètre analogique :

- placez les cordons dans les borniers appropriés,
- placez le sélecteur d'unité sur  $\Omega$ ,
- mettez en contact les 2 aiguilles, l'aiguille doit se déplacer vers 0 Ohm.
- Effectuer la mesure en plaçant les pointes sur la résistance à mesurer.

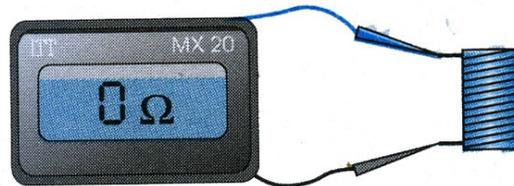


## 5.6. LA MESURE DE LA CONTINUITÉ: MESURE HORS TENSION

Cette mesure sert à vérifier que le conducteur n'est pas coupé, par exemple un fusible ou un cordon d'alimentation.

### 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  $\Omega$  indique que le bobinage est correct.



Une mesure infinie indique que le bobinage est coupé.

Hors tension, on utilise le multimètre sur sa fonction continuité signalée par un signal sonore.

La valeur 0 ohm indique que le courant passe et que le circuit n'est pas coupé, le buzzer fonctionne également. Une valeur infinie et l'absence de buzzer indique que le circuit est coupé.





Avec l'appareil standard MSF (PELEZBD016 Metrix MX355) :

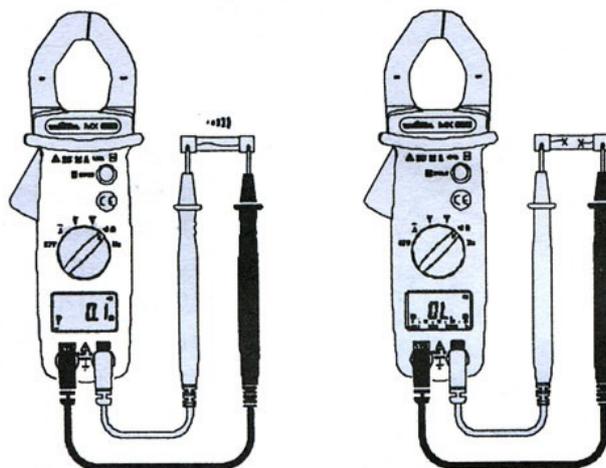
### Test de continuité sonore

Positionner le commutateur sur   $\Omega$ .

Connecter le cordon de test rouge à la borne "+" et le noir à la borne "COM".

Mettre les pointes de touche en contact avec le circuit à tester.

Si la résistance est inférieure à ~~40~~  $\Omega$ , le buzzer retentira de manière continue. 



## 6. LES CONDUCTEURS

Pour acheminer l'électricité, on utilise des conducteurs électriques qui, à ce titre, sont considérés comme des éléments actifs des liaisons électriques.

### 6.1. LES TYPES

On distingue plusieurs types.

#### ➔ les conducteurs isolés :

Constitués d'une âme conductrice et de son enveloppe isolante. L'âme est généralement en cuivre. Elle peut être massive (conducteur rigide) ou formée de multiple brins (conducteur souple). La section est normalisée en fonction de la puissance des circuits alimentés. Cf tableau ci-dessous.

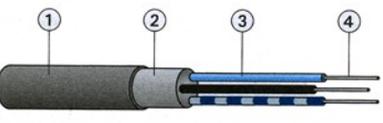
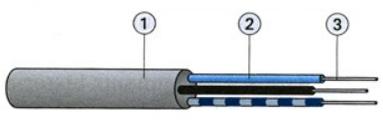
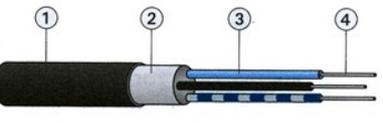
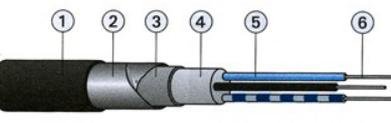
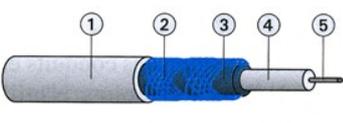
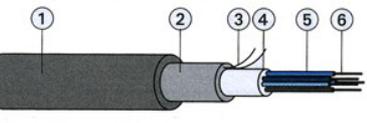
L'enveloppe isolante est généralement en PVC pour les conducteurs modernes ou à base de caoutchouc et de coton pour les anciens.

#### ➔ les câbles:

Ils regroupent plusieurs conducteurs isolés de même section avec des enveloppes de protection supplémentaires. La gaine est aussi en PVC. Cf. tableau ci-dessous.



**FILS ET CÂBLES DOMESTIQUES**

Type	Schéma	Constitution	Sections
<b>H 07V-U</b> <b>H 07V-R</b> <b>H 07V-K</b>		① isolant en PVC ② U : âme rigide en cuivre R : âme rigide câblée en cuivre K : âme souple en cuivre	U : de 1,5 à 4 mm <sup>2</sup> R : de 6 à 300 mm <sup>2</sup> K : de 0,75 à 95 mm <sup>2</sup>
<b>A 05VV-U</b> <b>A 05VV-R</b> ou <b>FR-N 05VV-U</b> <b>FR-N 05VV-R</b>		① enveloppe en PVC ② gaine de bourrage ③ isolant en PVC ④ U : âme rigide en cuivre R : âme rigide câblée	U : de 1,5 à 4 mm <sup>2</sup> R : de 4 à 16 mm <sup>2</sup> de 2 à 5 conducteurs
<b>H 05VV-F</b> <b>A 05VV-F</b>		① gaine en PVC ② isolant en PVC ③ âme souple en cuivre	U : de 0,5 à 6 mm <sup>2</sup> de 2 à 5 conducteurs
<b>U 1000 R 2V</b>		① gaine en PVC ② gaine de bourrage élastoplastique ③ isolant en PRC ④ U : âme rigide en cuivre	De 1,5 à 240 mm <sup>2</sup> de 1 à 5 conducteurs
<b>U 1000 RVFV</b>		① gaine en PVC ② armature (deux feuillards d'acier) ③ gaine d'étanchéité en PVC ④ bourrage élastoplastique ⑤ isolant en PVC ⑥ âme en cuivre	De 1,5 à 120 mm <sup>2</sup> de 2 à 5 conducteurs
<b>COAXIAL</b>		① gaine en PVC ② tresses de cuivre ③ feuillard de cuivre ④ isolant ⑤ âme en cuivre	Pour circuits d'antennes de télévision
<b>CABLE</b> <b>PTT 278</b> <b>SYS SYT</b>		① gaine en PVC ② étanchéité ③ fils de continuité et de déchirement ④ rubans hydrofuges ⑤ isolant en polyéthylène ⑥ âme en cuivre	0,6 mm <sup>2</sup> de 1 à 56 paires. Type 4 paires pour installations téléphoniques domestiques

## 6.2. LE CODE COULEURS

La norme impose un code de couleur pour les conducteurs :

Jaune/vert : la terre,

Bleu clair : le neutre

Rouge, noir, marron ou toutes les autres couleurs: les phases



**ATTENTION**, sur des installations anciennes, ne pas se fier aux couleurs. Une phase peut être en jaune et vert par exemple.

### 6.3. L'INSTALLATION

L'installation peut se réaliser en saillie, c'est-à-dire apparente, ou encastrée. Dans nos missions nous privilégions la première méthode.

Dans ce cas, nous pouvons encore choisir entre fixation directe sur les parois, conducteurs sous tube plastique ou conducteurs sous moulure, avec une préférence pour les 2 premiers.

- ➔ Fixation directe sur paroi :  
Quelques règles à respecter :

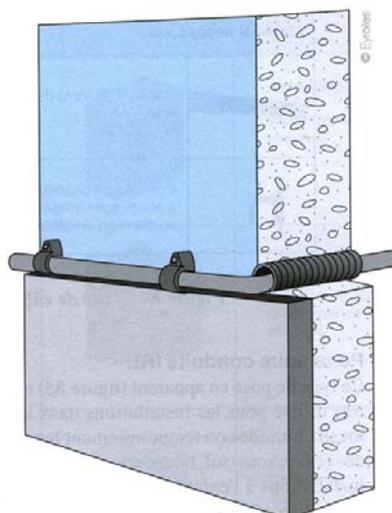
Câbles à privilégier : FR-N 05 VV-U, A05 VV-F, U 1000 R2V  
Rayons de courbure :

Règles d'installation des câbles en apparent		
Type de câble	Distance maximale entre les points de fixation	Rayon de courbure minimal
Câbles non armés	0,40 m	6 fois le diamètre
Câbles armés	0,75 m	8 fois le diamètre

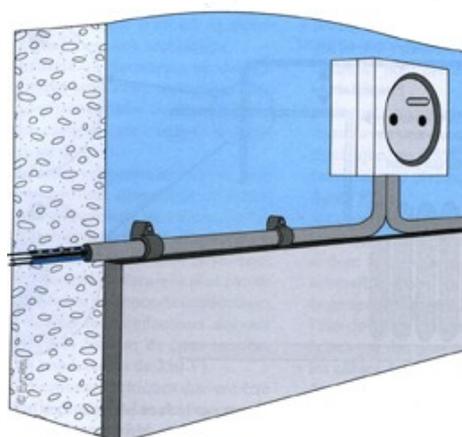
Fixation avec des cavaliers en plastique adaptés au diamètre, 1M entre 2 fixations en vertical, 0,45m en horizontal pour du câble non armé.

Connexions dans des boîtes prévues à cet effet avec couvercle accessible  
Eviter les fils torsadés fixement directement sur la paroi ou les fils méplats.

Traversée de paroi dans une gaine :

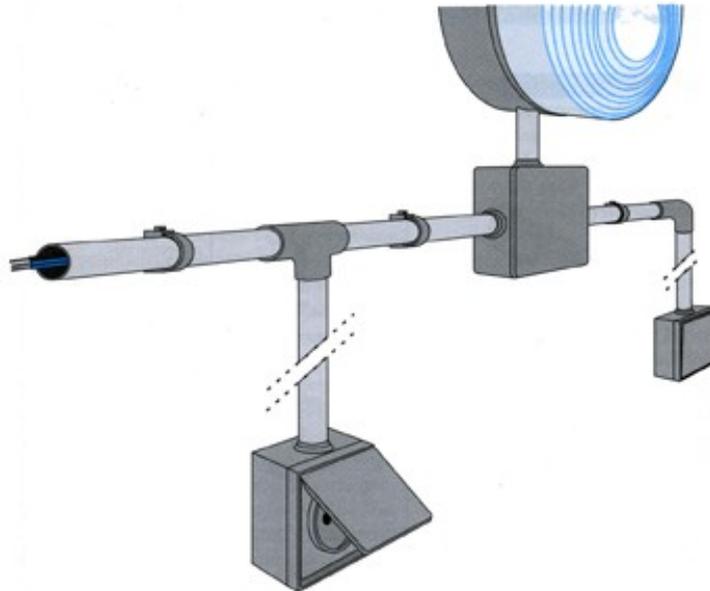


Cheminement passant au dessus des plinthes:





- Pose sous conduit :  
Quelques règles à respecter :



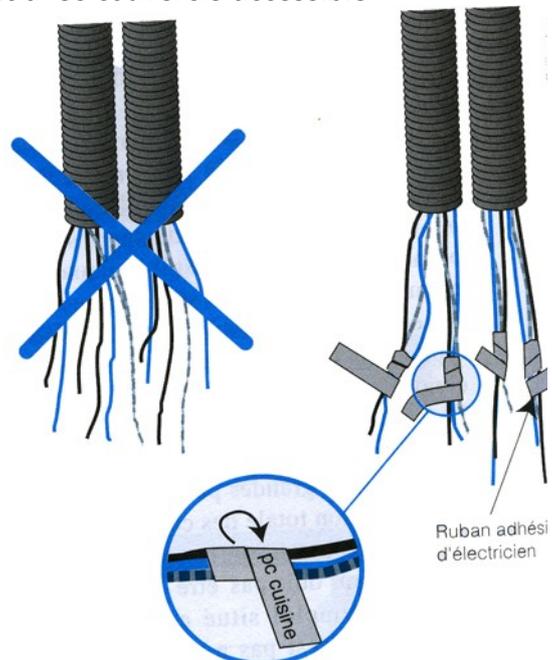
Câbles à privilégier : H 07v-U-R-K, U 1000 R2V

Respecter la règle des 1/3 : la section totale des conducteurs ne doit pas dépasser 1/3 de la section intérieure du conduit.

Fixation adaptés au diamètre, 0.8M entre 2 fixations.

Connexions dans des boîtes prévues à cet effet avec couvercle accessible

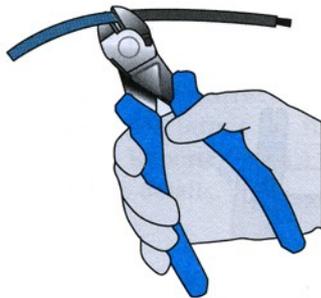
Repérage : identifier chaque ligne avec du ruban adhésif isolant que vous laissez dépasser de 4 ou 5 centimètres et sur lequel vous inscrivez la destination de la ligne.



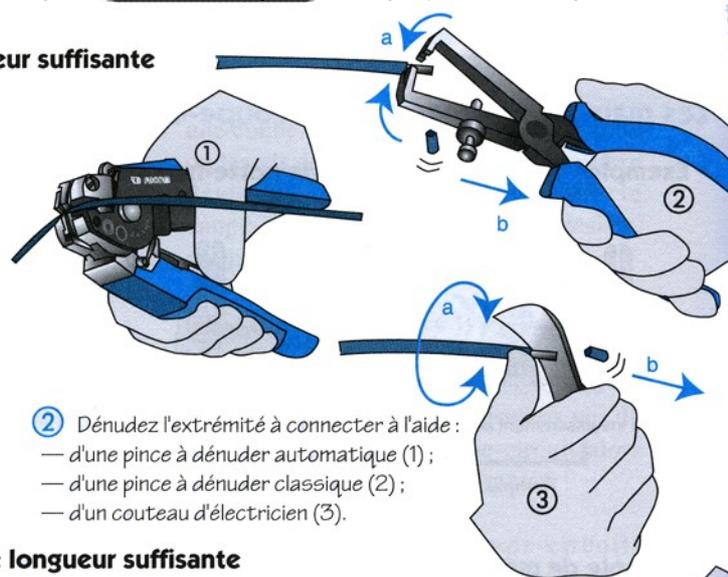
## 6.4. LA RESTAURATION

Pour rénover un conducteur qui a surchauffé par exemple, suivez la procédure :

### • Vous disposez d'une longueur suffisante

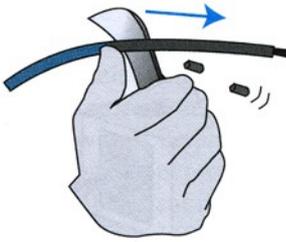


① Coupez la partie endommagée à l'aide d'une pince coupante.

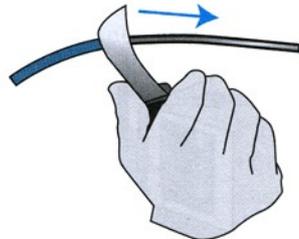


② Dénudez l'extrémité à connecter à l'aide :  
 — d'une pince à dénuder automatique (1) ;  
 — d'une pince à dénuder classique (2) ;  
 — d'un couteau d'électricien (3).

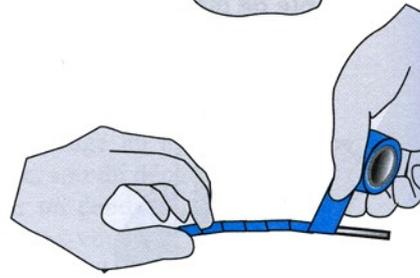
### • Vous ne disposez pas d'une longueur suffisante



① Retirez l'isolant calciné à l'aide d'un couteau d'électricien.



② Grattez l'âme du conducteur pour que le cuivre redevienne brillant (vous pouvez aussi utiliser de la toile émeri).



③ Remplacez l'isolant par du ruban adhésif d'électricien ou par un manchon thermorétractable (voir ci-dessous).

## 6.5. LE RAPPORT PUISSANCE/SECTION FIL

A chaque section de fil électrique en cuivre correspond un ampérage maximal et une puissance électrique maximale :

Diamètre Fils mm <sup>2</sup>	Puissance W	Ampérage A fusible	Ampérage A disjoncteur
1.5mm <sup>2</sup>	2200 W	10 A	16 A
2.5mm <sup>2</sup>	4600 W	20 A	25 A
4mm <sup>2</sup>	5750 W	25 A	32 A
6 mm <sup>2</sup>	7000 W	32 A	40 A
10 mm <sup>2</sup>	9000 W	38 A	60 A

L'ampérage correspond au courant maximum à ne pas dépasser selon la protection installée. Pour plus de détail, se reporter au chapitre « Tableau de calibrage selon les circuits ».



## 6.6. TABLEAU PUISSANCE/SECTION/DISTANCE

Les fabricants de câble donnent les intensités que peuvent transporter les câbles sans échauffement préjudiciable.

Ces données sont fournies sous forme de tableau ou d'abaque pour un courant alternatif et continu mais on peut également les calculer à partir de la formule suivante:

$$\text{Longueur max (m)} = \frac{\text{Tension (V)} \times \text{Section (mm}^2) \times 46,5 \times \text{Chute de tension (\%)}}{180 \times \text{Courant (A)}}$$

On tolérera en général une chute jusqu'à 3% (de la tension d'entrée par rapport à la tension de sortie) en monophasé et en continu et de 5% en triphasé.

**Exemple du Niger: Câbles des panneaux solaires à la batterie; courant nominal de 24A, tension de 12V, chute de 3% maximum, longueur de 10 mètres, on dispose d'une section de câble de 25 et 35 mm<sup>2</sup>.**

$$\text{Longueur max (25mm}^2) = \frac{12 \times 25 \times 46,5 \times 3}{180 \times 24} = 9,68\text{m}$$

$$\text{Longueur max (35mm}^2) = \frac{12 \times 35 \times 46,5 \times 3}{180 \times 24} = 13,56\text{m}$$

**Il sera donc préférable de câbler cette liaison en 2x35mm<sup>2</sup>**

### 6.6.1. Courant alternatif:

➔ Tableau

Ce tableau donne les sections à utiliser en fonction des longueurs, des tensions et des intensités à transporter. Les longueurs sont en mètre et calculées avec une chute de tension de 3% en monophasé et 5% en triphasé.

#### 230 VOLTS - MONOPHASÉ - COS Ø = 1

Puissance en kW	Intensité en A	Sections en mm <sup>2</sup>															
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	
0,5	2,3	100	165	265	395												
1	4,6	50	84	135	200	135	510										
1,5	6,9	33	57	90	110	125	355	565									
2	9	25	43	68	100	170	285	430	595								
2,5	11,5	20	34	54	80	135	210	340	470	630							
3	13,5	17	29	45	66	110	180	285	395	520							
3,5	16	14	24	39	56	96	155	245	335	450							
4	18		21	34	49	84	135	210	295	395	590						
4,5	20		19	30	44	75	120	190	260	350	515						
5	23			27	39	68	105	170	235	315	460	610					
6	27			23	32	56	90	140	195	260	385	510					
7	32				28	48	76	120	170	225	330	460	570				
8	36					42	67	105	145	195	290	400	500	620			
9	41					38	60	94	130	175	255	355	440	550			
10	45					34	54	84	120	155	230	320	400	495	615		
12	55						45	70	98	130	190	265	330	410	510		
14	64						38	60	84	110	165	230	285	350	435	560	
16	73							57	74	99	145	200	250	305	380	500	
18	82							47	65	88	125	175	220	270	340	440	
20	91								59	79	115	160	200	245	310	400	
25	114									64	98	130	150	195	245	315	
30	136										77	105	135	165	205	265	
35	159											90	115	140	175	215	
40	182												80	100	125	155	200
45	205													89	110	135	175
50	227														98	120	160
60	273															100	140
70	318																115

Exemple d'utilisation du tableau : Soit une intensité de 15 ampères à transporter sur 100 mètres. Il faudra employer un câble de 10 mm<sup>2</sup>.

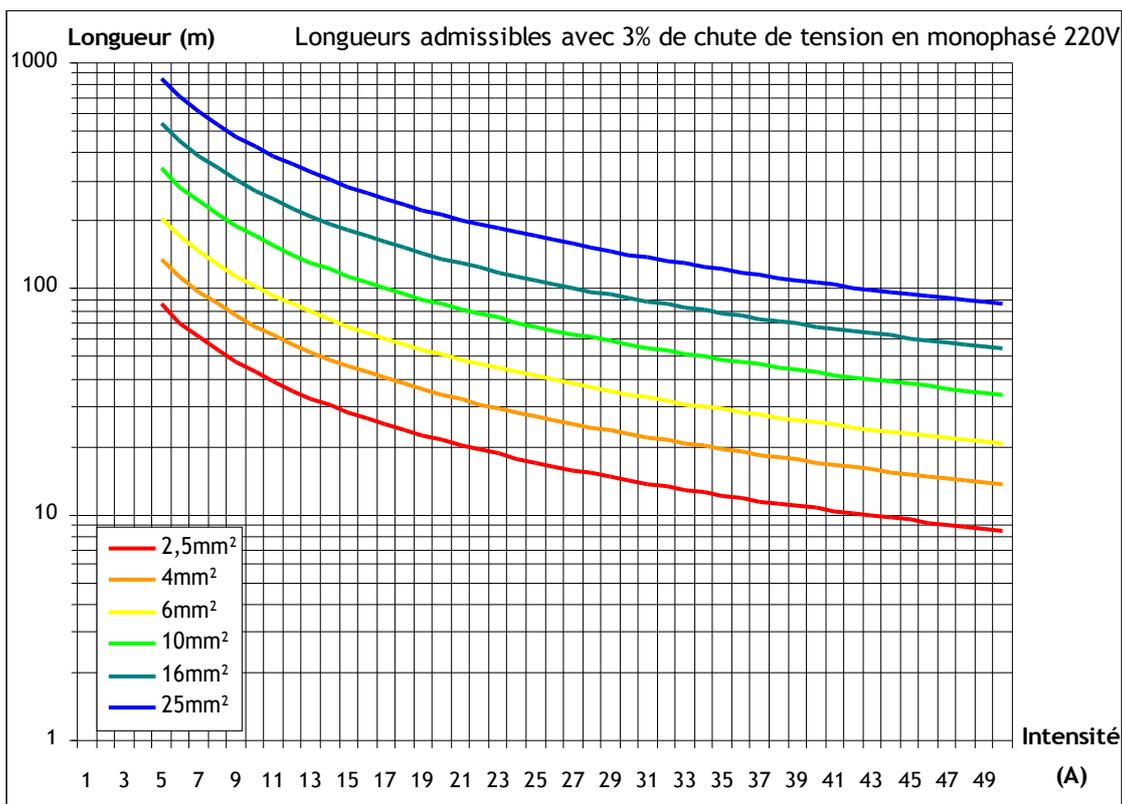


400 VOLTS - TRIPHASÉ - COS Ø = 0,8

Puissance en kW	Intensité en A	Section en mm <sup>2</sup>															
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	
2,5	5	190	325	510	745												
3	6	160	270	420	620												
3,5	7	135	210	365	540	895											
4	8	120	200	320	470	785											
4,5	9	105	180	285	420	700											
5	10	96	165	255	375	630	970										
6	12	79	135	210	315	525	810										
7	14	68	115	180	270	455	700										
8	15	60	105	160	240	400	610	940									
9	16	51	92	145	215	355	550	850									
10	19		84	130	190	320	500	780									
12	21		69	110	160	265	415	640	880								
14	27			94	140	230	355	550	790								
16	31			81	120	200	315	485	655	860							
18	35				110	180	280	430	580	770							
20	38				98	160	255	390	520	690							
25	48					130	205	315	420	555	760						
30	57						170	260	355	465	640	840					
35	67						145	225	300	400	550	730					
40	75							195	260	350	480	640	745				
45	86							175	235	310	430	565	670	770			
50	95							160	215	285	385	510	600	695			
60	114								180	235	320	420	500	590	680		
70	132									200	275	365	430	495	580		
80	152										240	315	375	430	510	600	
90	171											215	280	335	385	445	535
100	190												250	300	350	405	480
120	228													250	290	340	400
140	266														250	290	345
160	304															255	300
180	342																265

Longueurs maximales pour une chute de tension de 5 %. Ces longueurs sont également valables pour une Intensité de démarrage de 2 In avec chute de tension de 10 %. Exemple d'utilisation du tableau : Soit à alimenter un moteur de 18 kW cos Ø = 0,8 avec un câble de 100 mètres de long. Il faudra choisir un câble de 6 mm<sup>2</sup>.

➔ Abaque:





### 6.6.2. Courant continu:

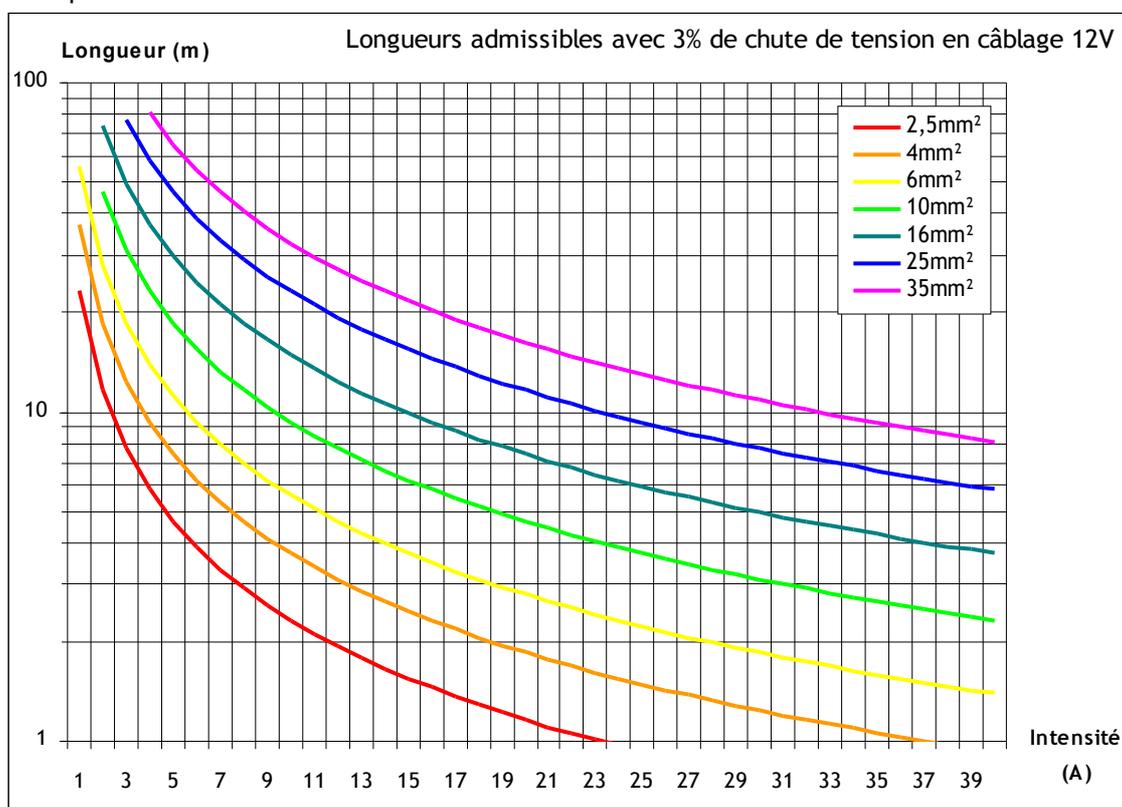
→ Tableau:

En continu 12V, on peut se référer au tableau suivant :

Tableau : Longueur maximale de fil en mètres pour 12V

Section du fil (en mm <sup>2</sup> )	Intensité								
	1A	2A	3A	4A	5A	6A	8A	10A	14A
1,5	22	11	7	6	4	4	3	2	2
2,5	38	19	13	9	8	6	5	4	3
4	60	30	20	15	12	10	8	6	4
6	88	44	29	22	18	15	11	9	6
10	150	75	50	38	30	25	19	15	11

→ abaque:



## 7. LES CONDUITS

Les conduits présentent des qualités d'étanchéité (eau, poussières), de résistance mécanique (chocs, écrasement) et de non-propagation des flammes. Ils assurent la protection des conducteurs dans les montages apparents et encastrés.

### 7.1. LES TYPES

On distingue plusieurs types :

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

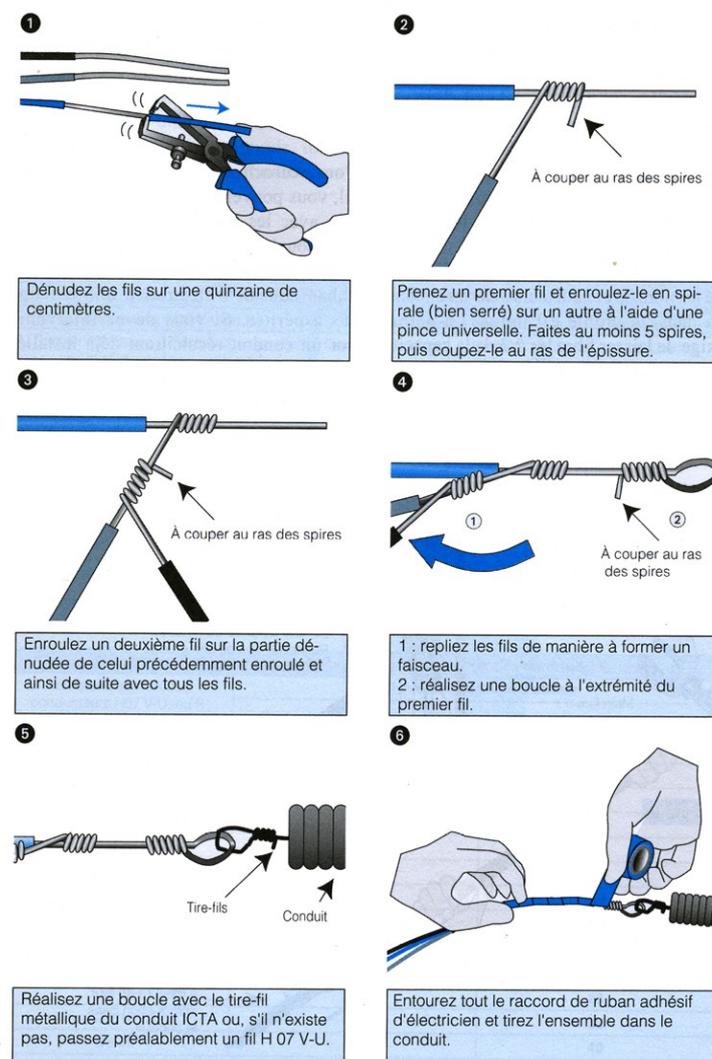
Pour nos utilisations en mission, les principaux sont le conduit IRL 3321 (isolant, rigide, lisse) et l'ICTA 3422 (isolant, cintrable, annelé) :



## 7.2. LE PASSAGE DES CONDUCTEURS DANS LES CONDUITS

L'impératif est que l'on doit pouvoir tirer et retirer facilement les fils ou les câbles après la pose des conduits et de leurs accessoires. Afin de rendre le tirage possible, il faudra appliquer la règle des 1/3 : la section totale des câbles dans les conduits ne doit pas excéder 1/3 de la surface intérieure du conduit.

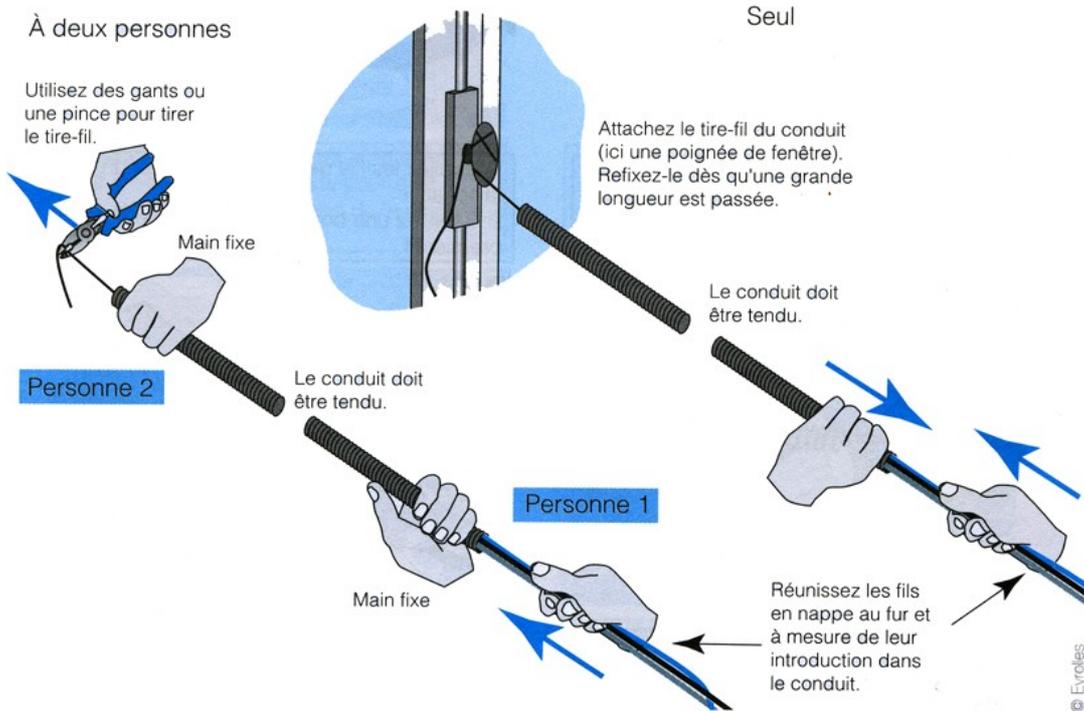
Préparation des conducteurs avant de les enfiler dans le conduit :





Sur un conduit récalcitrant, utiliser du talc.  
Pour passer les fils dans le conduit, selon que vous êtes seul ou à 2 :

Passer les fils dans un conduit

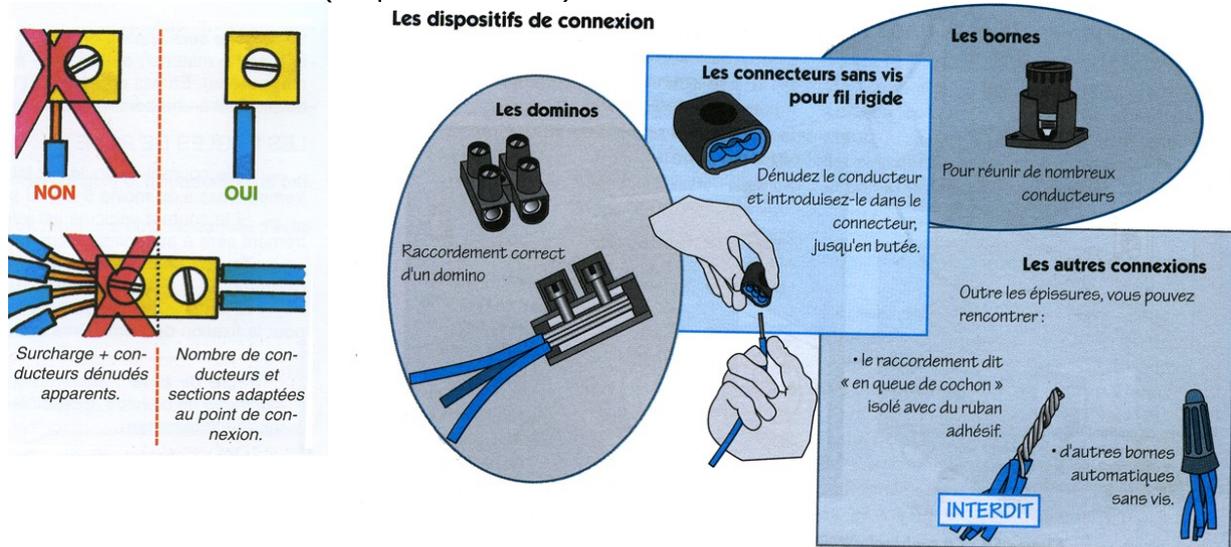


## 8. LES CONNEXIONS

Les connexions des conducteurs doivent être réalisées avec des dispositifs appropriés tels que barrettes de connexion (domino), bornes de raccordement sans vis, boîtes de jonction.



**ATTENTION** : de la qualité des connexions dépend la fiabilité de l'installation ainsi que son niveau de sécurité (risque d'incendie).



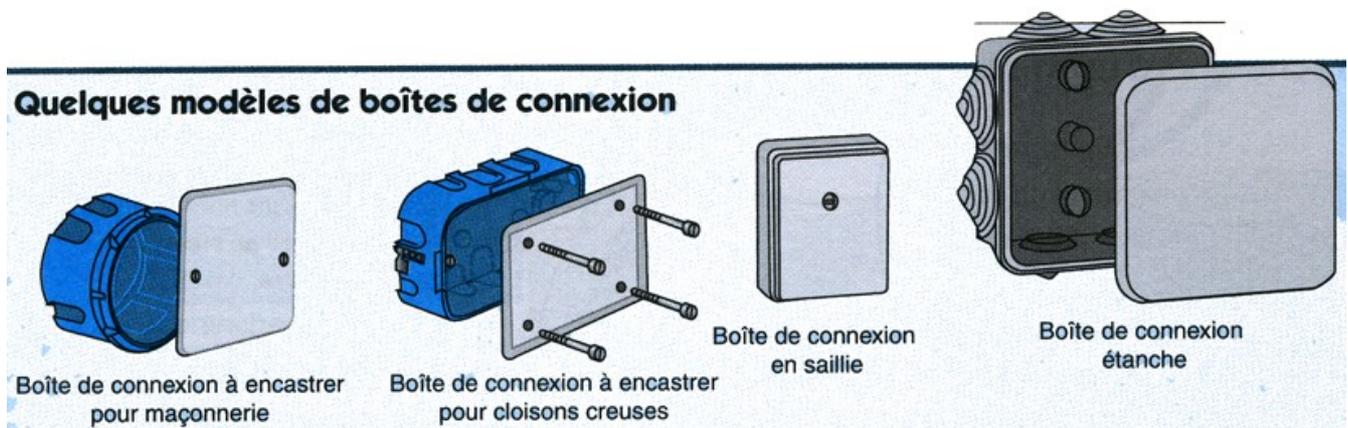
Avec un connecteur, une connexion double est plus sûre, donc chaque fois que c'est possible :

- ➔ dénuder les fils sur une longueur légèrement inférieure à celle du connecteur,
- ➔ Enfiler les fils à connecter du même côté,
- ➔ Serrer les 2 vis sur les fils.

### 8.1. LES BOITES DE CONNEXION

Elles sont à privilégier.

Elles sont destinées à héberger les raccordements entre conducteurs pour les repiquages ou les dérivations. Il existe des boîtes souvent en plastique pour les raccordements en saillie. A l'intérieur, les connexions sont réalisées à l'aide de dominos, de bornes de serrage.



On veillera à conserver l'accessibilité aux couvercles des boîtes .



## 8.2. DÉNUDER UN FIL



ATTENTION à ne pas entamer l'âme en cuivre (fil rigide) ni de couper une partie des petits fils (fil souple) sinon le conducteur aura une section plus faible et ne pourra plus alimenter sans risque les mêmes appareils.

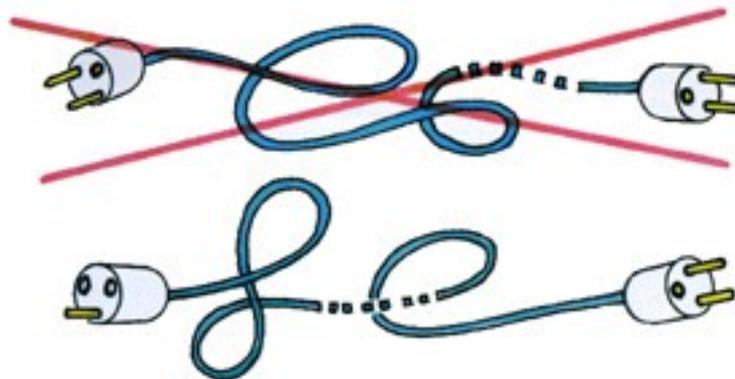
Par exemple, un fil de 2,5 mm<sup>2</sup> qui peut alimenter un appareil de 4600W, ne peut plus alimenter que 2200W si sa section est entamée et qu'elle est réduite à 1,5mm<sup>2</sup>.

## 9. LES CORDONS

Appelés rallonges, ils sont faits avec du câble de type H 05VVF 2x1mm<sup>2</sup> ou avec du H 07 VVF 3G 1,5mm<sup>2</sup>.



ATTENTION, un câble souple ne doit jamais comporter 2 fiches identiques.



### 9.1. TEST CONTINUITÉ

Pour tester un cordon, utiliser un multimètre en mode ohmmètre ou buzzer.



Placer une pointe de test sur l'un des contact de la prise, puis placez l'autre pointe à l'autre bout du cordon sur l'extrémité du premier conducteur puis sur celle du second.

Vous devez obtenir une valeur infinie et une valeur zéro (un bip sur un câble mais pas sur l'autre). Si vous trouvez 2 valeurs infinies, cela signifie qu'un fil est coupé. Refaites l'opération avec la 2<sup>ème</sup> fiche de la prise.

## 9.2. QUEL FIL AVEC QUEL FIL ?

Vous avez une gaine avec 4 fils électriques de la même couleur. Pour retrouver quel bout correspond à quel bout, placer une pointe de test de l'ohmmètre sur l'un des 4 bouts à une extrémité, puis placez l'autre pointe à l'autre extrémité du cordon sur l'un des bouts puis sur les 3 autres.

Vous devez obtenir 3 valeurs infinie et une valeur zéro (un bip sur un bout mais pas sur les 3 autres). Les bouts correspondants au même fil donnent la valeur zéro.

Recommencez pour les autres fils.

## 10. LES ENROULEURS



Quand vous utilisez un enrouleur avec un récepteur de forte puissance vous devez dérouler **COMPLETEMENT** le câble. Si l'enrouleur n'est pas équipé d'une protection thermique, ce qui est souvent le cas, l'isolant du câble peut fondre et provoquer un court-circuit avec risque d'incendie.

Modèle MSF : 3 Prises 16A 2P+T en sortie, 40m de câble H07RN F3G2,5.  
Puissance maxi déroulé : 3800W.  
Puissance maxi enroulé : 1500W.  
Code : KPROCABE50R



# LES CIRCUITS

## 1. LES CIRCUITS DE PRISES DE COURANT

Dans ce chapitre, nous ne parlons que des prises des circuits en monophasé. Les prises en triphasé sont abordées dans le chapitre sur le triphasé.

Elles sont destinées au raccordement d'appareils comportant ou non un raccordement de terre.

### 1.1. LES MODÈLES DE PRISES

En monophasé, nous trouvons principalement des prises à 2 poles (2P) ou 2 pôles plus terre (2P+T).

#### Les prises de courant en monophasé

##### Les prises de plinthe



##### Encastrables



##### En saillie



##### Diverses



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.

On utilise principalement des prises 10/16A (2P+T), 20A (2P+T), 32A(2P+T)

Les prises anciennes présentent une grande variété de modèles et de formes qui vont des prises en porcelaine jusqu'aux prises en matière plastique. Elles sont rarement équipées de prises de terre et ne répondent plus aux critères de sécurité actuels.

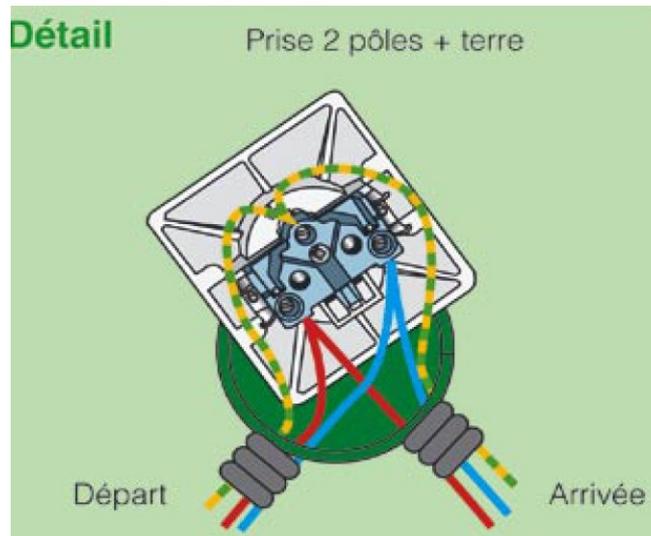
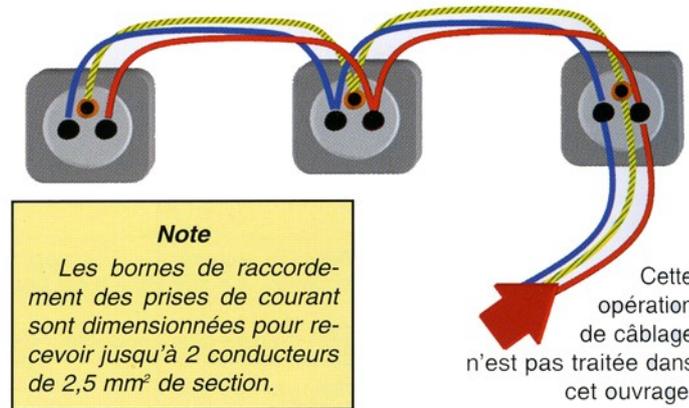


## 1.2. LE BRANCHEMENT DES PRISES 16A

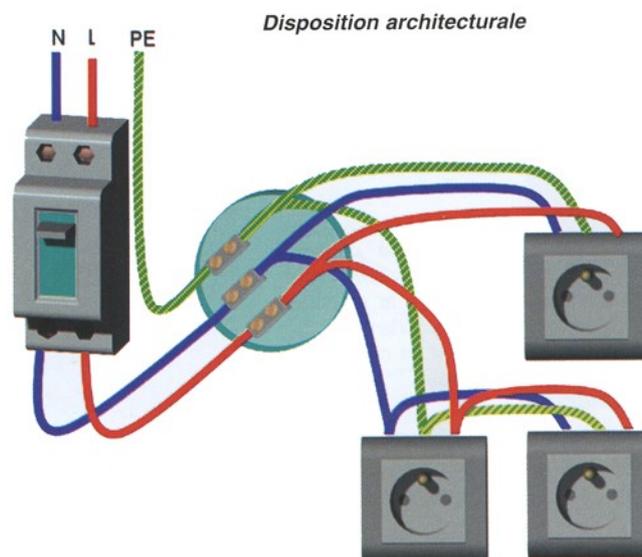
Les prises de courant 16A sont branchées entre elles en dérivation (parallèle) conformément au schéma ci-dessous :

### Branchements des prises de courant

Les prises de courant sont branchées entre elles en dérivation (en parallèle) conformément au schéma ci-dessous.



Ou depuis une boîte de dérivation :





Phase et neutre arrivent sur la prise.

Les bornes de raccordement des prises de courant sont dimensionnées pour recevoir jusqu'à 2 conducteurs de 2,5mm<sup>2</sup> de section.

Schéma unifilaire :

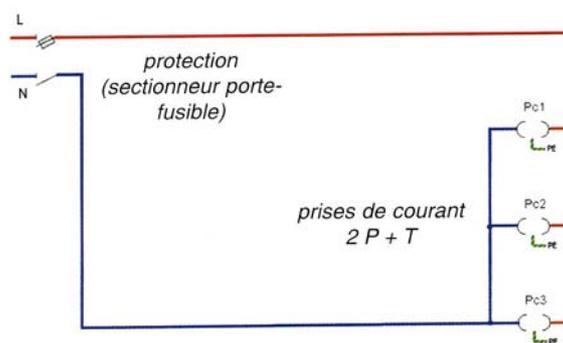
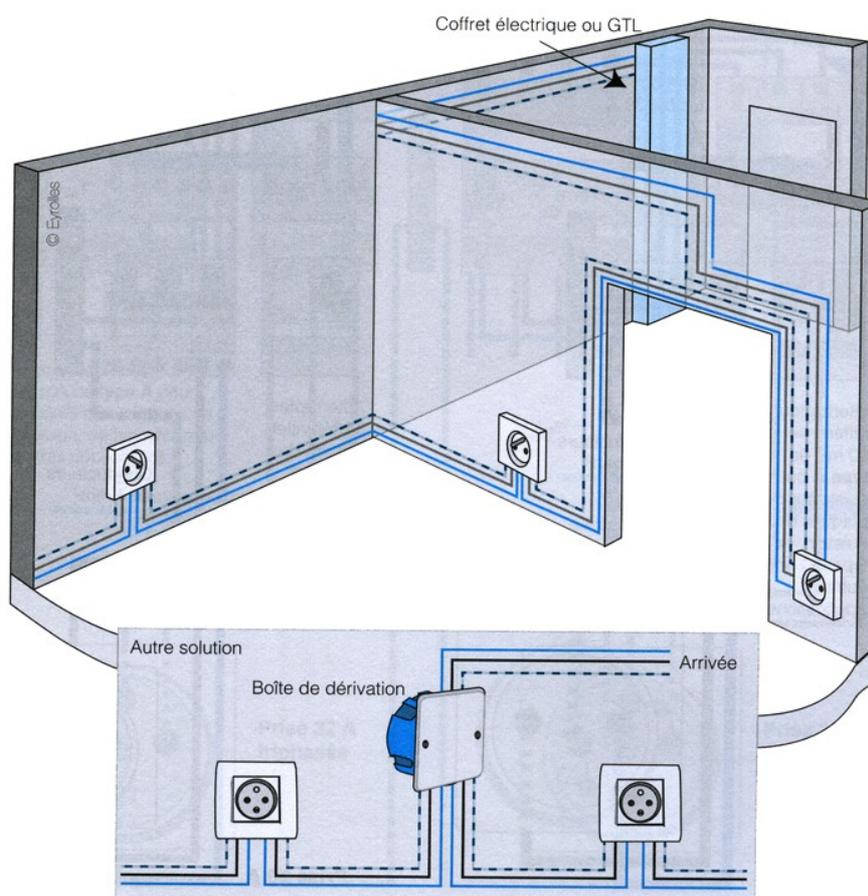
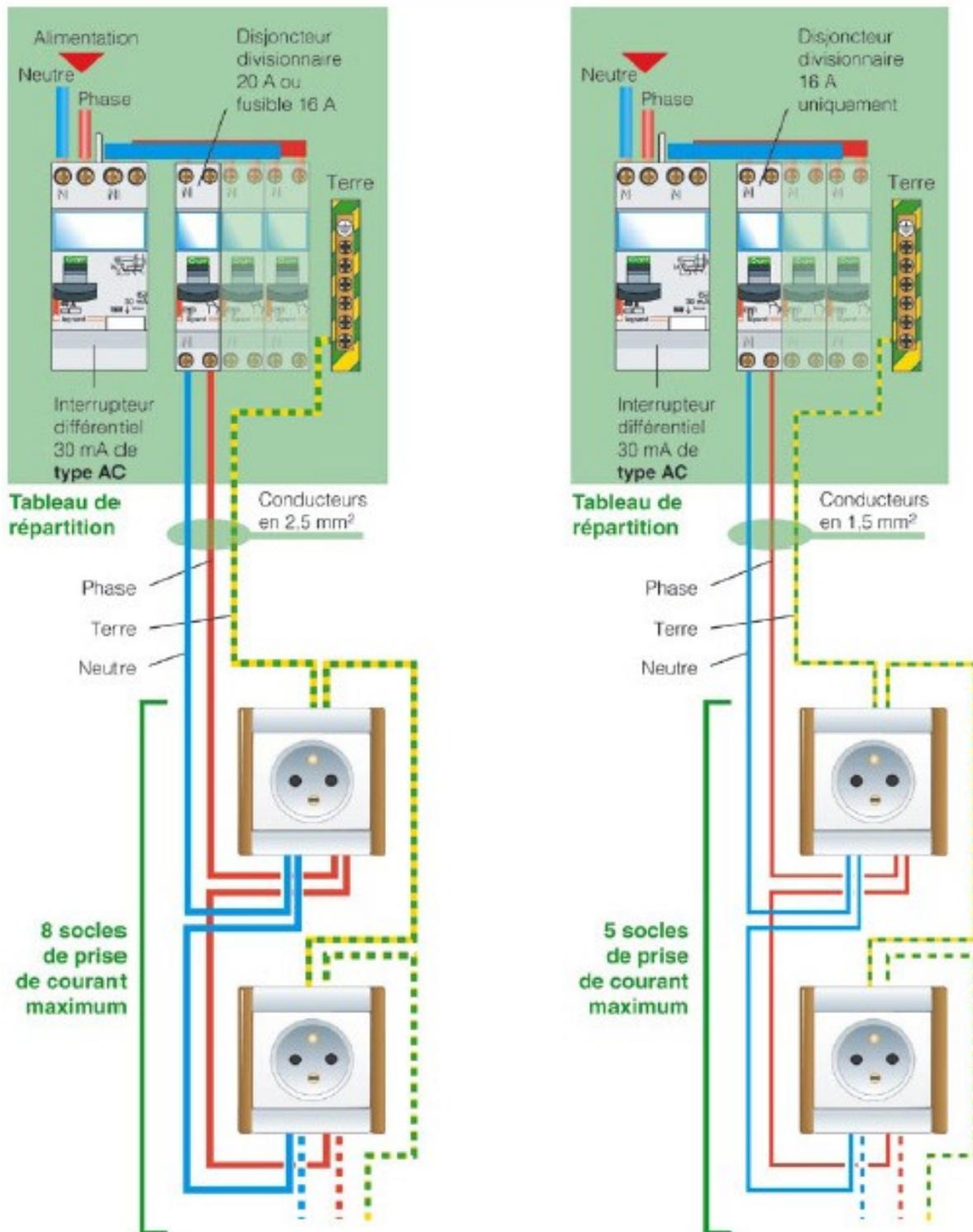


Schéma multifilaire :



ATTENTION, Le nombre de prises maximum que l'on peut mettre sur un circuit de prises 16A est limité et dépend de la section des câbles utilisés, 1,5 ou 2,5mm<sup>2</sup> :

Nature du circuit	Section minimale des conducteurs en cuivre	Courant assigné de la protection		Conditions d'installation
Prises de courant 16 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjoncteur 20 A	Fusible 16 A	8 socles maxi par circuit
	1,5 mm <sup>2</sup>	Disjoncteur 16 A	<b>Fusible INTERDIT</b>	5 socles maxi par circuit

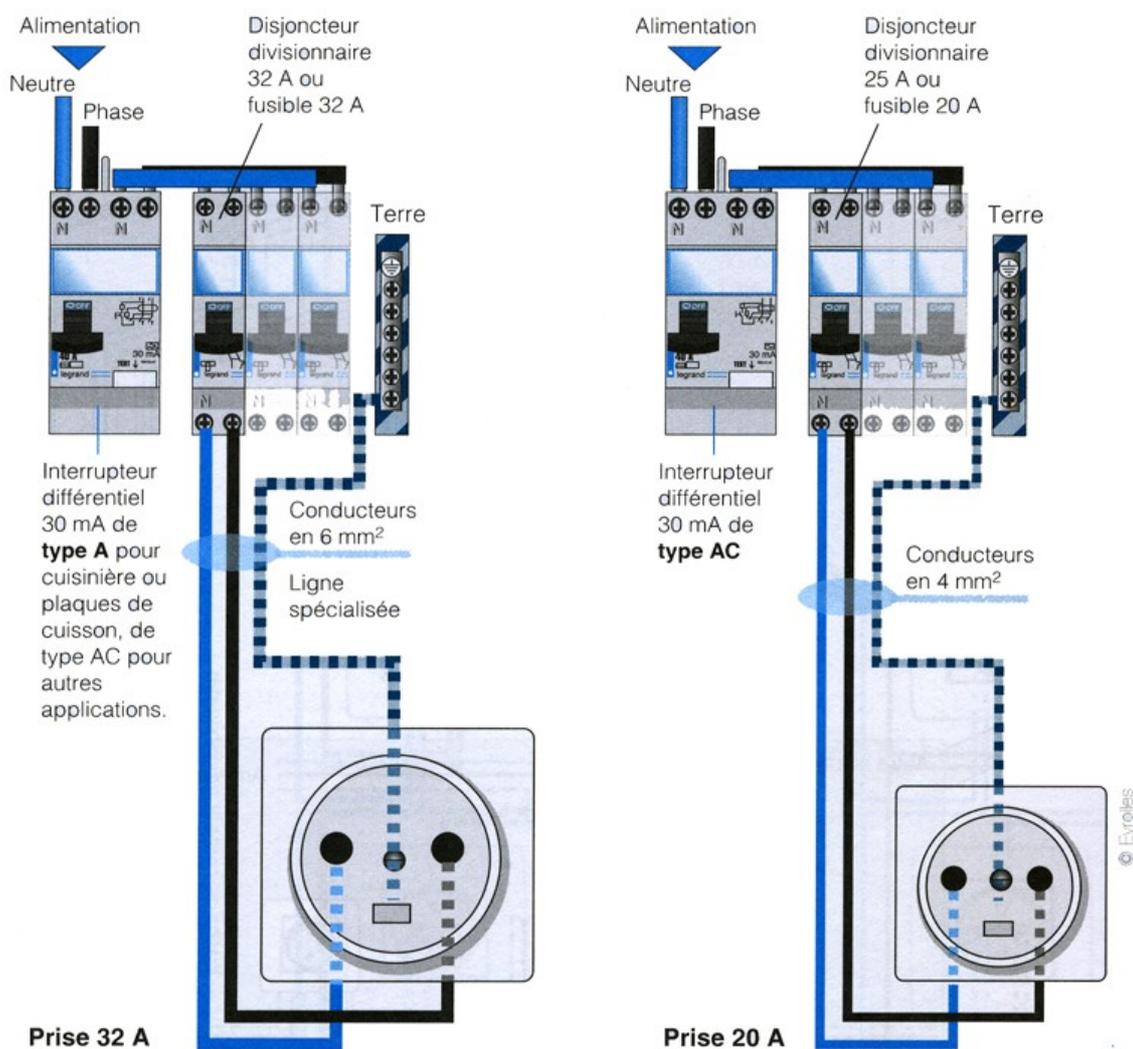


Pour les protections, se reporter au chapitre « les protections »

### 1.3. LE BRANCHEMENT DES PRISES 20A OU 32A MONOPHASÉ

On ne doit alimenter qu'une prise de courant 20A ou 32A par circuit.

On n'utilisera que du câble de section 4mm<sup>2</sup> pour les prises 20A et 6mm<sup>2</sup> pour les prises 32A.



*Raccordement des prises 20 et 32 A en monophasé*

Pour les protections, se reporter au chapitre « les protections »

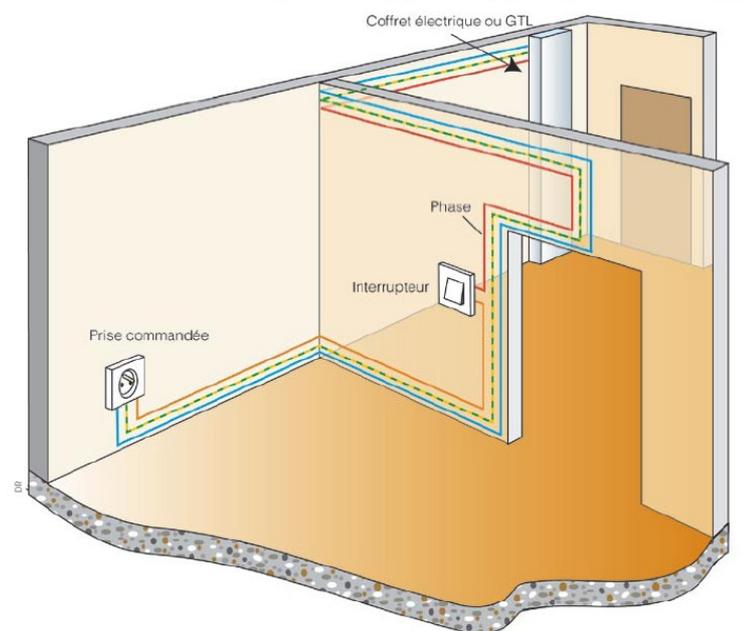
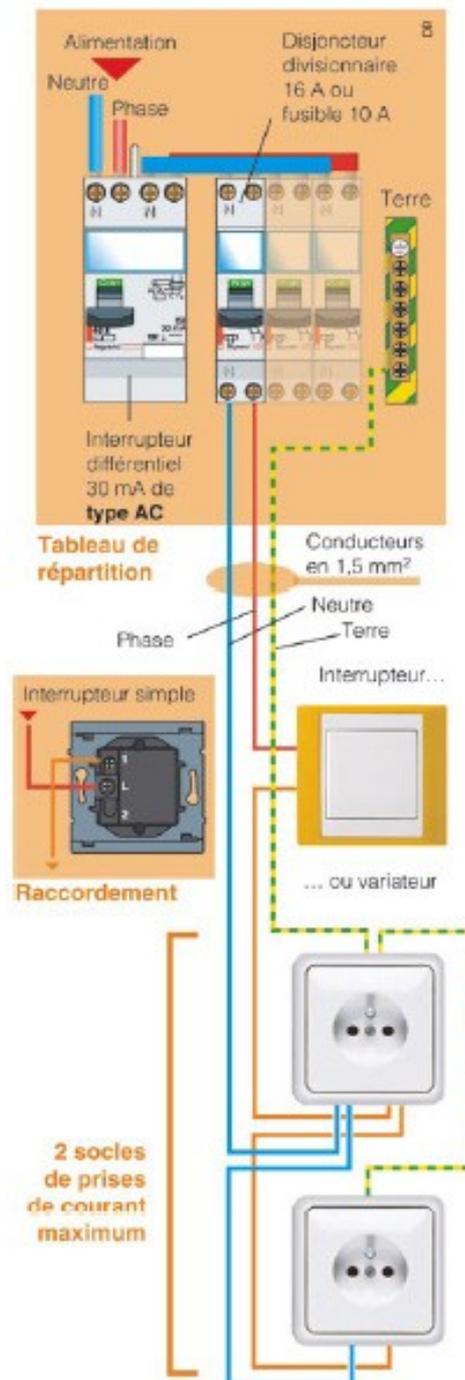
Pour le branchement des prises 32A triphasé, voir le chapitre « triphasé ».

## 1.4. LES PRISES COMMANDÉES

Le principe consiste à commander le conducteur de phase par un interrupteur de façon à assurer la mise en fonction de l'appareil raccordé sur la prise par l'intermédiaire de l'interrupteur.

On ne peut utiliser ce système que pour des prises de 16A en se limitant à 2 prises commandées par un interrupteur selon les schémas suivants :

### Prises commandées par un interrupteur



**ATTENTION**, l'interrupteur se place toujours sur la phase. Le neutre ne transite pas par l'interrupteur. Celui-ci est muni de 2 plots, l'un pour le raccordement de la phase (souvent repéré par la lettre P), l'autre étant dirigé vers la prise.

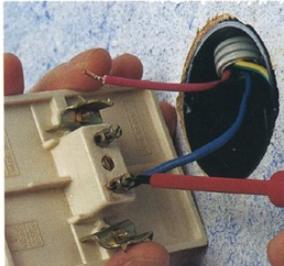
On ne peut donc pas installer une prise de courant reprise directement sur un interrupteur car la prise de courant nécessite la phase et le neutre.

## 1.5. LE REMPLACEMENT D'UNE PRISE :

Lorsque elle est arrachée une prise peut présenter des pièces nues sous tension, il convient de la remplacer.

En premier lieu, il faut isoler le départ de la ligne concernée. On vérifie ensuite l'absence de courant sur la prise à l'aide du Vérificateur d'Absence de Tension (voir Chapitre « les mesures de base »).

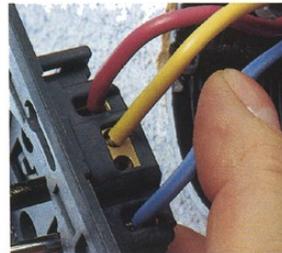
Ensuite on procède comme suit :



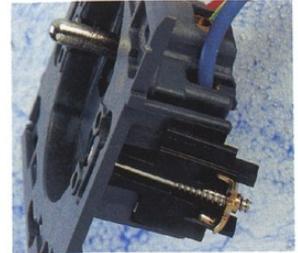
1. Enlèvement des conducteurs de l'ancienne prise.



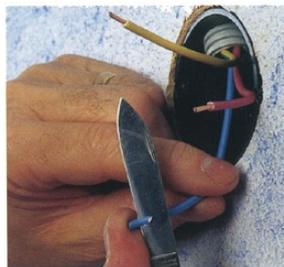
2. Couper les extrémités des âmes conductrices.



7. Raccordement correct (montage à 3 conducteurs).



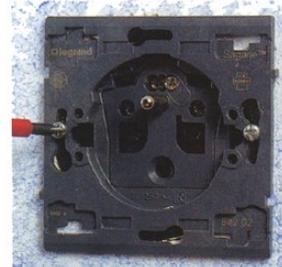
8. Fixation de la prise par montage à griffes.



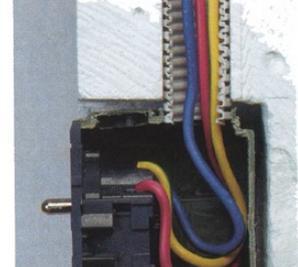
3. Dénudage des conducteurs sur 5 mm environ (avec un couteau ou une pince à dénuder).



4. Raccorder les conducteurs, isolants au ras des bornes de serrage, vert jaune au centre en correspondance avec le pictogramme du symbole de terre.



9. Fixation de la prise par montage à vis. Les vis de serrage sont positionnées à l'extérieur du mécanisme.



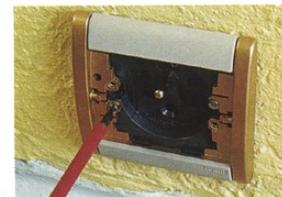
10. Bien positionner les conducteurs dans la boîte.



5. Raccordement dangereux. L'isolant est enlevé sur une trop grande hauteur, d'où risque d'électrisation.



6. Raccordement sur l'isolant occasionnant un dysfonctionnement voire un non fonctionnement de la prise.



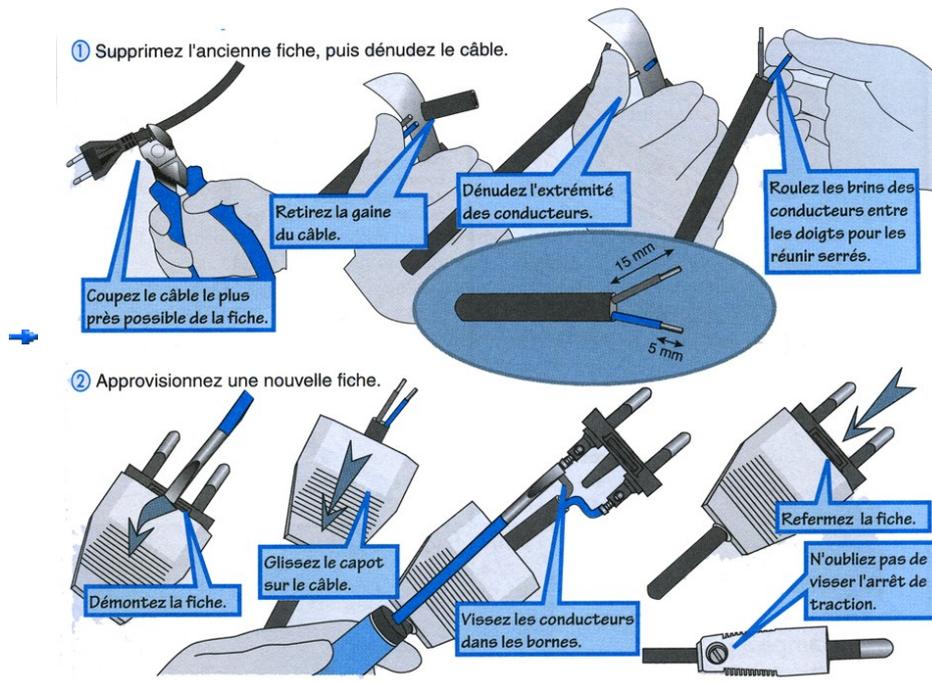
11. Fixation du cadre par vis.



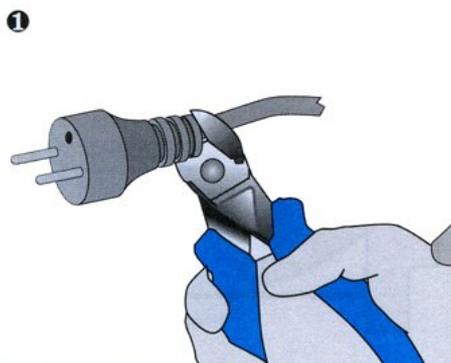
12. Fixation de l'enjoliveur.



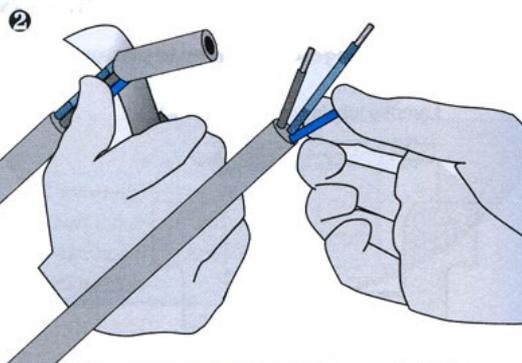
## 1.6. LE REMPLACEMENT D'UNE PRISE MÂLE 6A :



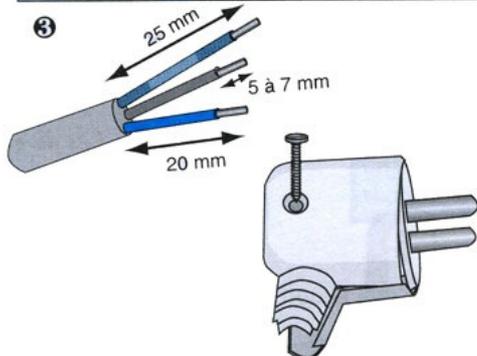
## 1.7. LE REMPLACEMENT D'UNE PRISE MÂLE 10/16A AVEC TERRE :



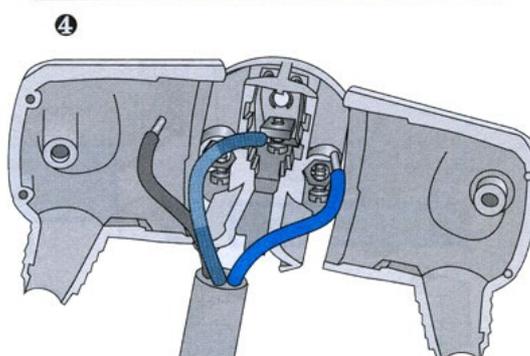
❶ Pour remplacer une fiche avec terre. Si la fiche n'est pas démontable, coupez le câble au plus près de la fiche. Sinon, démontez-la.



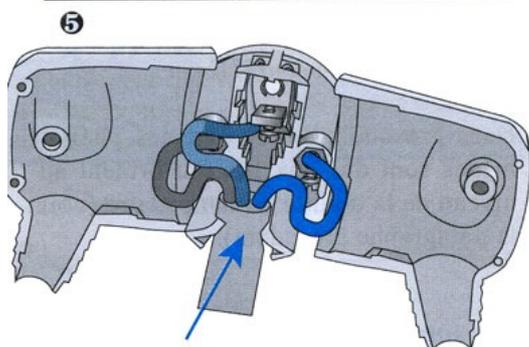
❷ Retirez la gaine du câble et l'isolant des conducteurs. Roulez les brins des conducteurs entre les doigts pour les réunir serrés.



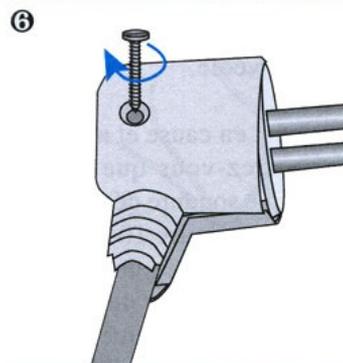
❸ Dénudez le câble en respectant les mesures ci-dessus. Le conducteur de terre (vert et jaune) doit toujours être plus long. Approvisionnez une nouvelle fiche.



❹ Raccordez le fil de terre sur le plot de connexion correspondant à l'alvéole. La phase et le neutre sont raccordés indépendamment sur les plots des broches.



❺ Après les raccordements, glissez le câble dans l'arrêt de traction. Selon les modèles, l'arrêt de traction peut être constitué de vis avec une plaque de serrage.



❻ Remontez la nouvelle fiche.

## 2. LES CIRCUITS D'ÉCLAIRAGE

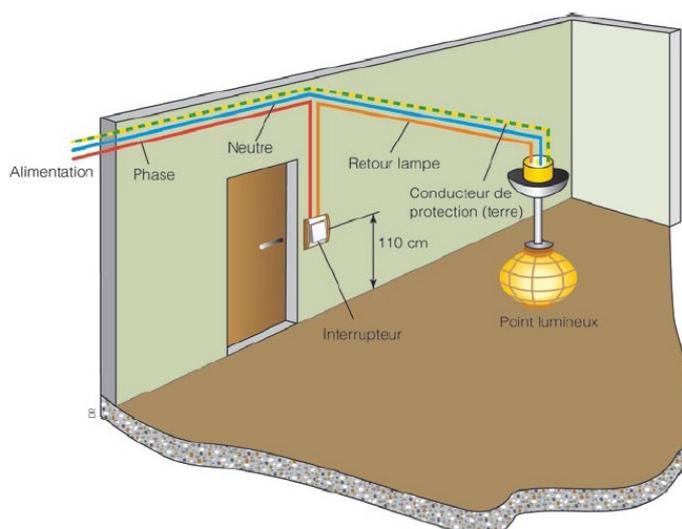
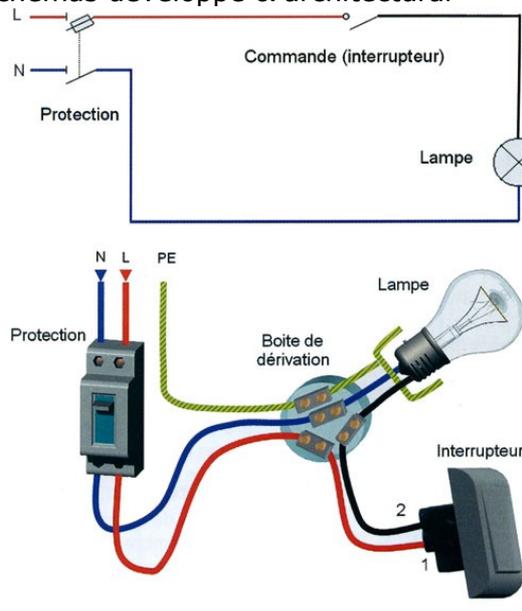
Les circuits d'éclairage doivent être alimentés avec des conducteurs de 1,5mm<sup>2</sup> de section. Chaque circuit ne doit pas alimenter plus de 8 points d'alimentation.

### 2.1. LE MONTAGE SIMPLE ALLUMAGE

C'est le montage le plus simple, il se caractérise par le fait de n'avoir qu'un seul point de commande, l'interrupteur, qui coupe la phase du circuit. Le neutre et la terre sont directement raccordés au point d'éclairage.

A la sortie de l'interrupteur, on veillera à utiliser un fil de couleur différente de celle de la phase d'arrivée, orange par exemple. On appelle ce fil le retour lampe.

Schémas développé & architectural

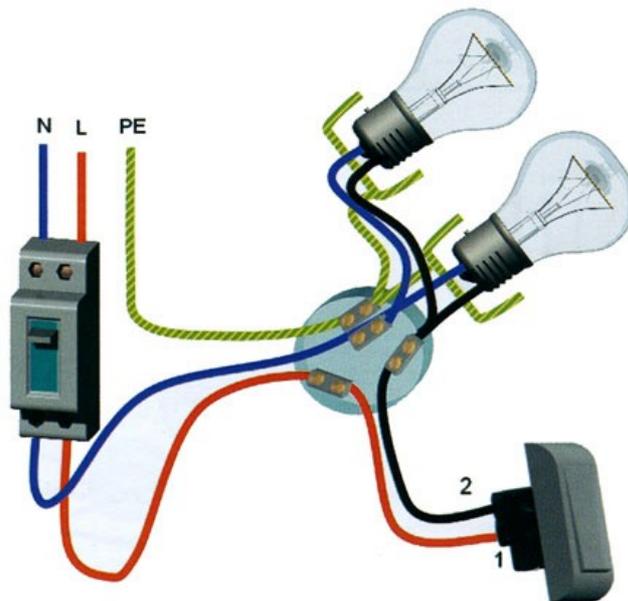
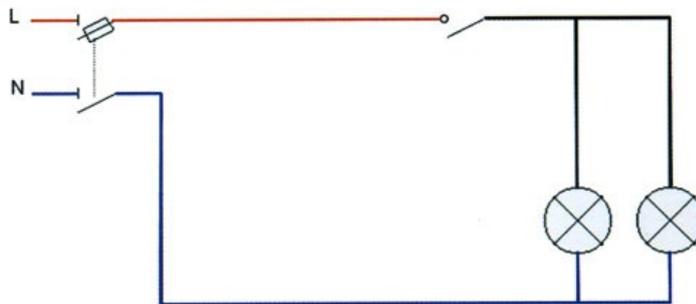
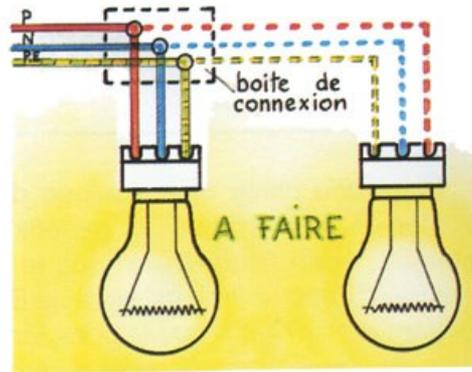
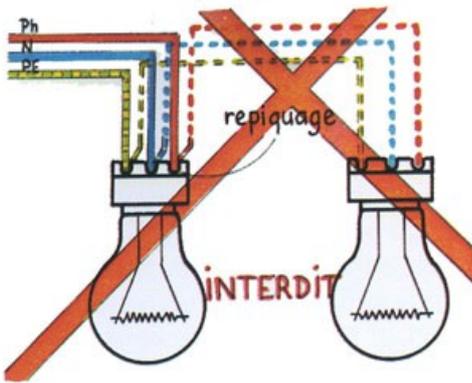


Le conducteur de terre est obligatoire dans le circuit d'éclairage même si celui-ci n'est pas nécessaire sur certains luminaires. Voir chapitre « prise de terre ».

On respectera les normes suivantes :

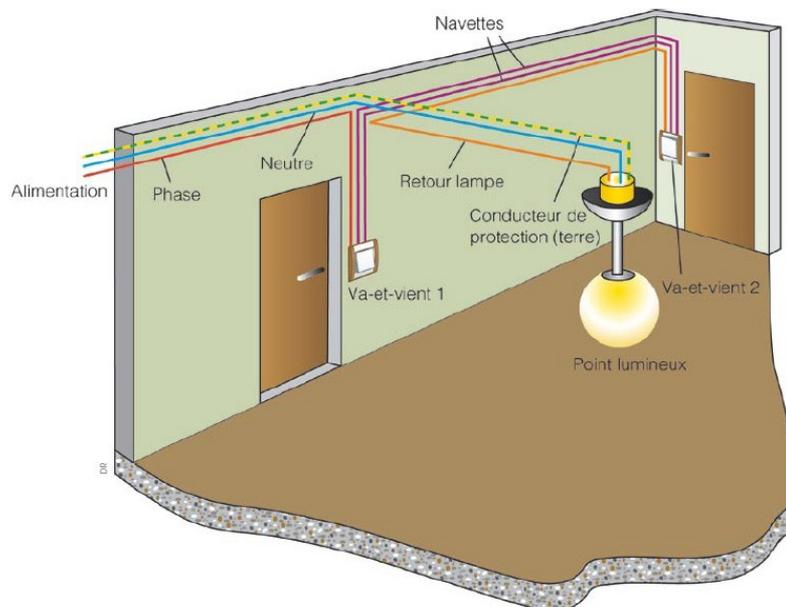
Nature du circuit	Section des conducteurs en cuivre	Courant assigné de la protection		Conditions d'installation
Circuit éclairage	1,5 mm <sup>2</sup>	Disjoncteur 16 A	Fusible 10 A	8 points d'éclairage maximum par circuit.

Plusieurs points d'éclairage peuvent être commandés par un même interrupteur en se branchant dans une boîte de connexion et non pas au niveau du point lumineux :



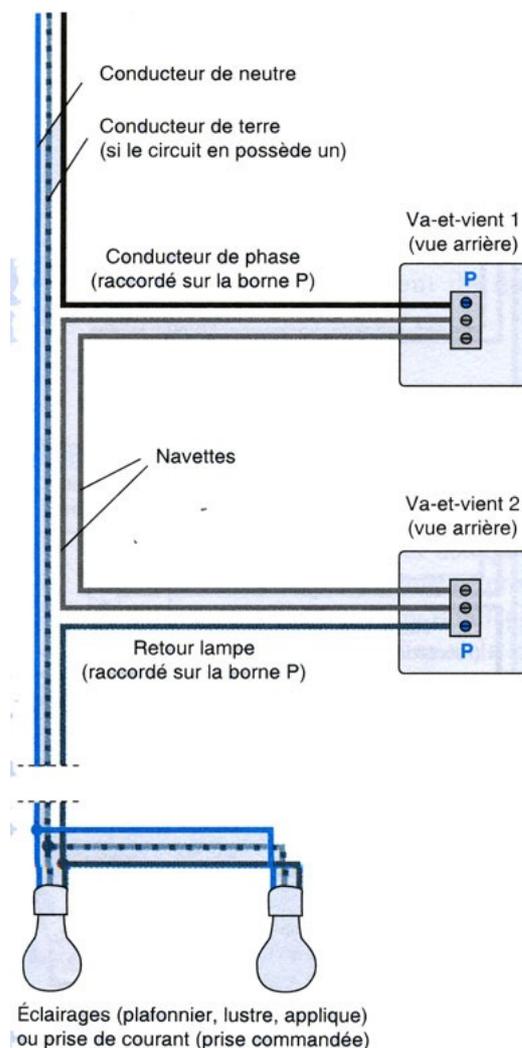
## 2.2. LE VA & VIENT

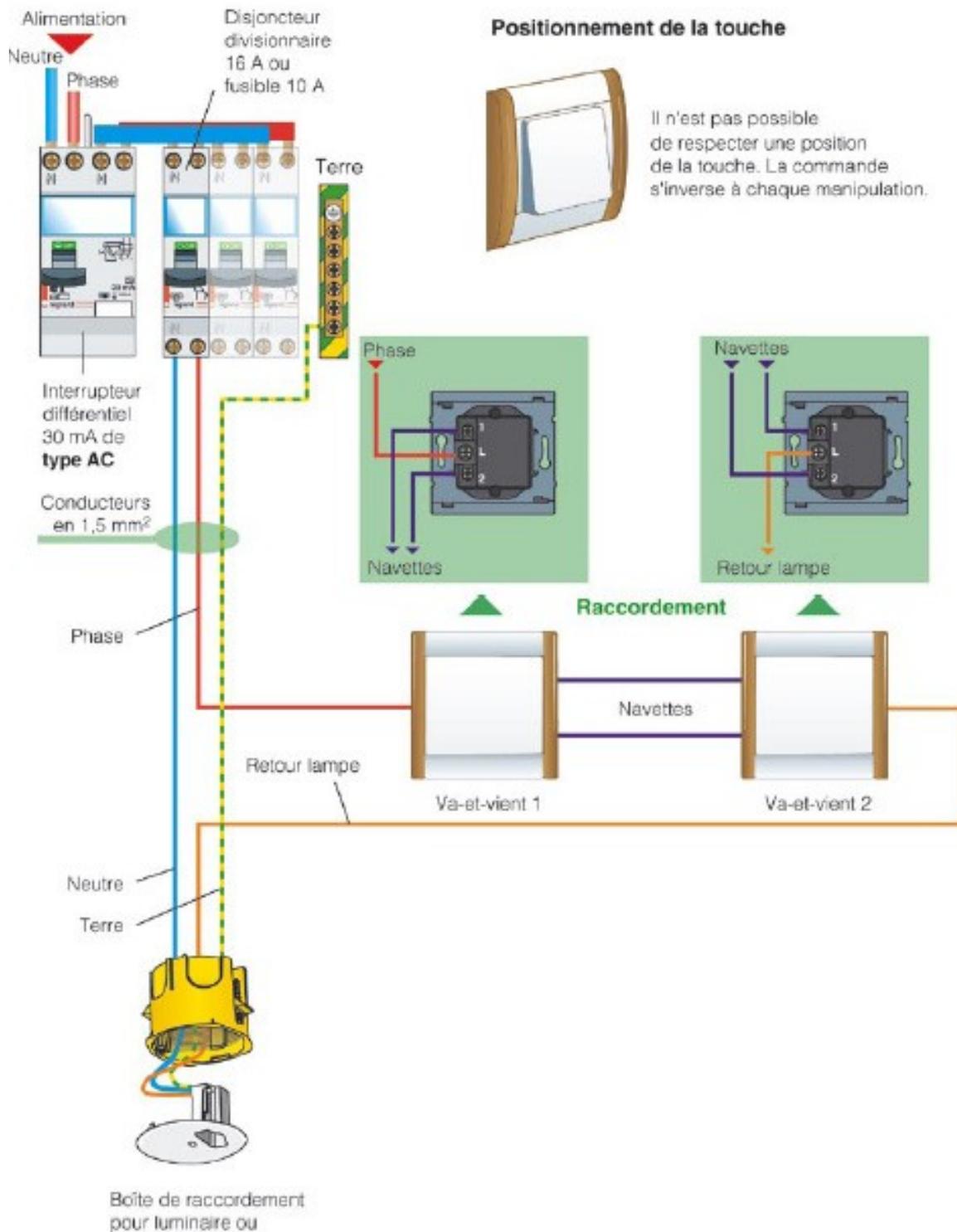
Ce montage permet de commander le même circuit de 2 endroits différents. Il est adapté pour les petits couloirs et les pièces à 2 accès. La commande d'un point lumineux s'effectue de 2 endroits distants l'un de l'autre par le biais de 2 interrupteurs. Les interrupteurs doivent être obligatoirement de type « va et vient » à trois bornes de raccordement.



La protection et les conducteurs sont les mêmes que pour les autres circuits d'éclairage.

Arrivée de la ligne depuis le tableau de protection ou repiquage dans une boîte de connexion





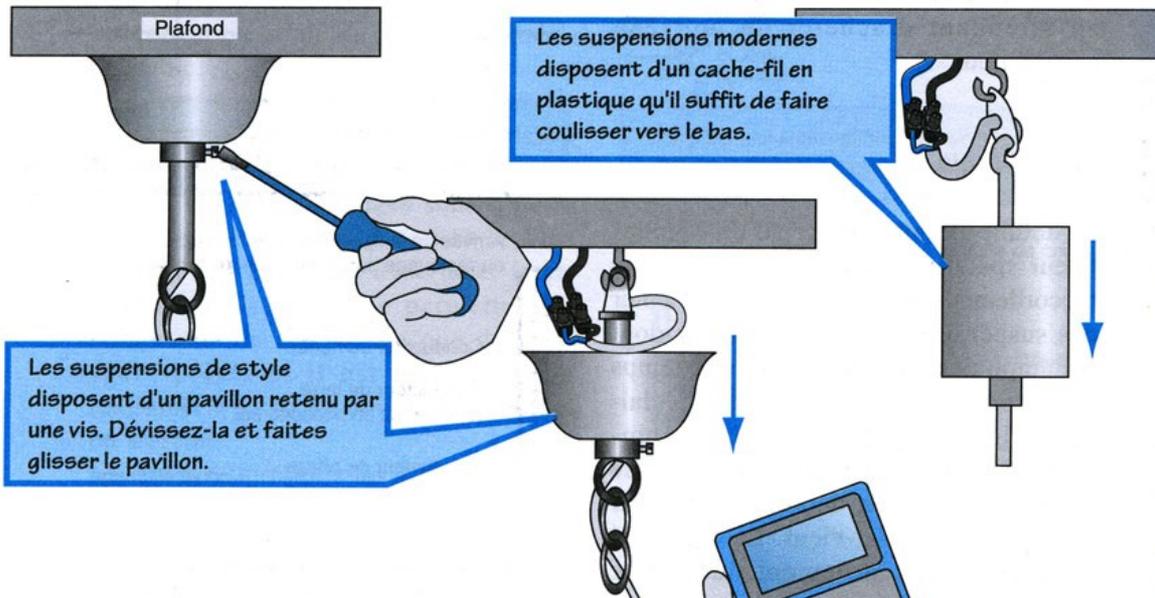
## 2.3. COMMENT TESTER 1 LAMPE ?

Pour tester la présence de tension au luminaire, suivez la procédure ci-dessous.

### Comment mesurer la tension sur un luminaire ?

#### Exemple d'une suspension

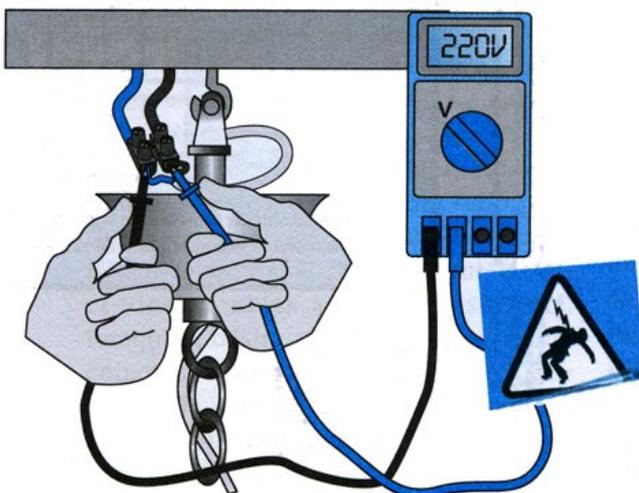
- ① Démontez le pavillon ou le cache-fil.



- ② Munissez-vous d'un appareil de mesure réglé en fonction voltmètre.



- ③ Mesurez la tension sur le domino de raccordement.



- ④ Si vous ne mesurez aucune tension, assurez-vous que l'interrupteur est en position marche.

Si le 220V est présent, le circuit est correct c'est le luminaire qui est en cause. Vérifier alors ampoules et connexions.

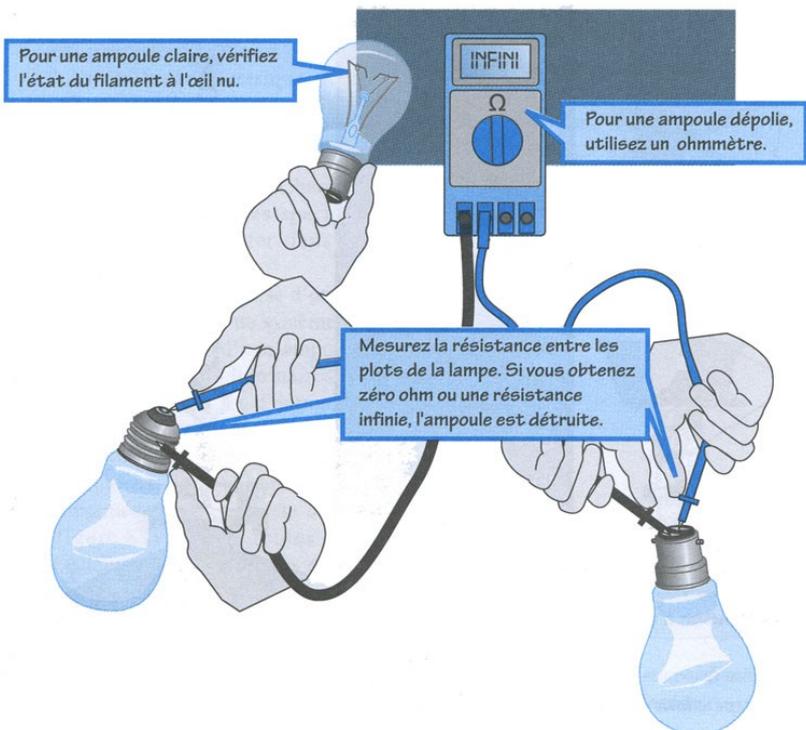
Si vous ne mesurez aucune tension après avoir actionné l'interrupteur, le luminaire n'est pas en cause.

## 2.4. COMMENT TESTER 1 AMPOULE ?

Pour certaines ampoules opaques, il est difficile de juger de l'état du filament à l'œil nu.

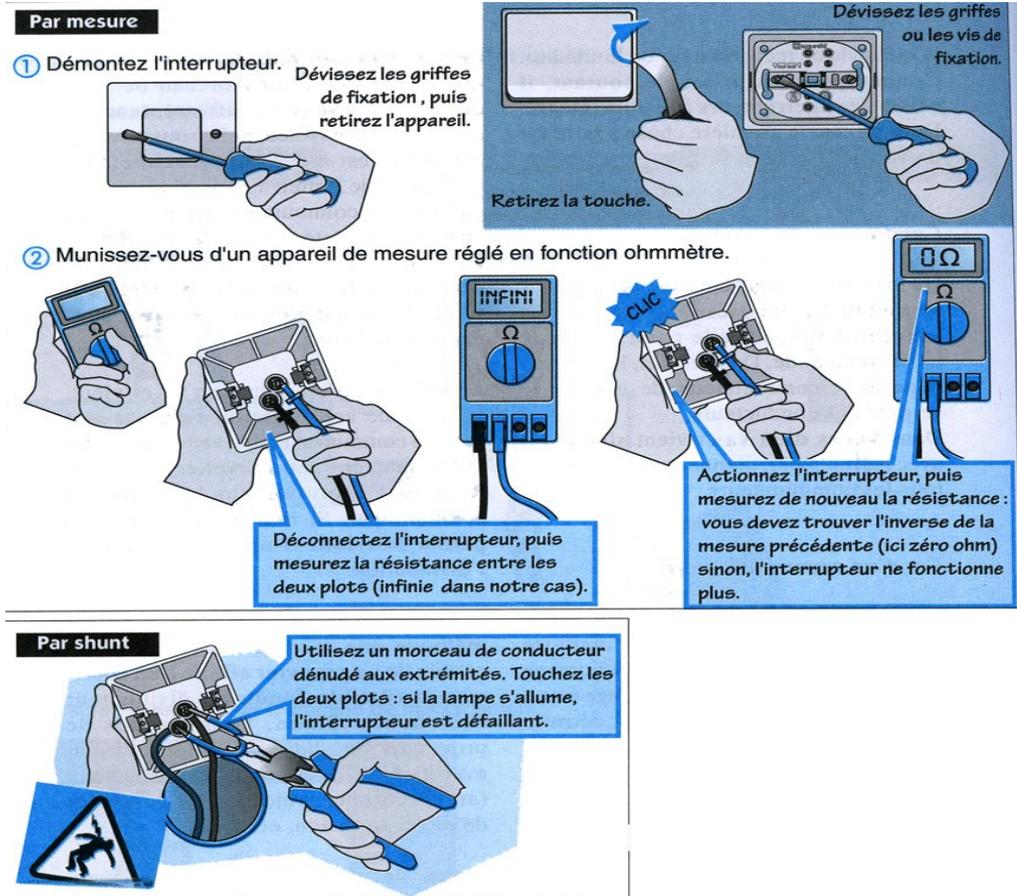
Dans ce cas, testez l'ampoule avec un multimètre en position ohmmètre : Une valeur 0 indique que l'ampoule est en court-circuit (ce qui est exceptionnel), une valeur infinie indique que le filament est détruit.

### Comment tester une ampoule ?



## 2.5. COMMENT TESTER 1 INTERRUPTEUR ?

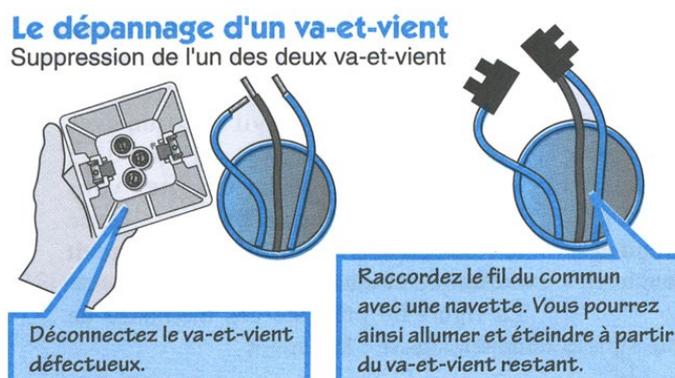
L'usure, un mauvais serrage, un court-circuit peuvent détruire un interrupteur. Pour vous assurer de son état, suivez la procédure indiquée.



La mesure doit indiquer zéro dans une position et l'infini dans l'autre.

Sans appareillage, testez l'interrupteur par shunt avec un conducteur isolé de 10cm environ. En court-circuitant les 2 plots de l'interrupteur sous tension, si la lumière s'allume, l'interrupteur est défectueux.

Pour un interrupteur de va-et-vient, la méthode est la même. En cas de panne et sans possibilité de remplacement du va-et-vient défectueux, réalisez le montage suivant :



## 2.6. LES LAMPES BASSE CONSOMMATION

A MSF, vous pouvez maintenant utiliser la lampe basse consommation de 2x23W suivante:  
Code : PLIGLAMFC46



Ces éclairages peuvent se commander avec un interrupteur et disposent également de 3 prises 16A P+T. Ils sont livrés avec 5m de câble et peuvent s'installer à l'extérieur.

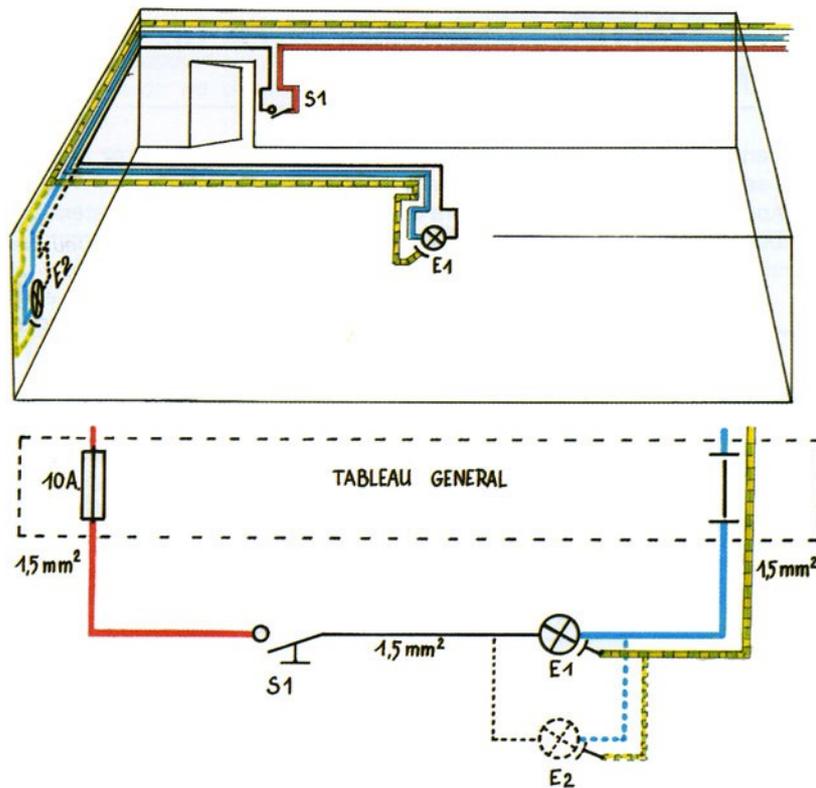
Les ampoules sont disponibles sous le code : PLIGFLUOC23.

Ces lampes se retrouvent dans le module de distribution électrique 6Kva. Voir chapitre « les groupes électrogènes à MSF »



## 2.7. COMMENT AJOUTER 1 POINT LUMINEUX ?

Dans une pièce déjà équipée d'un point lumineux E1, vous souhaitez ajouter un 2<sup>ème</sup> point lumineux E2. Câblez en suivant le schéma

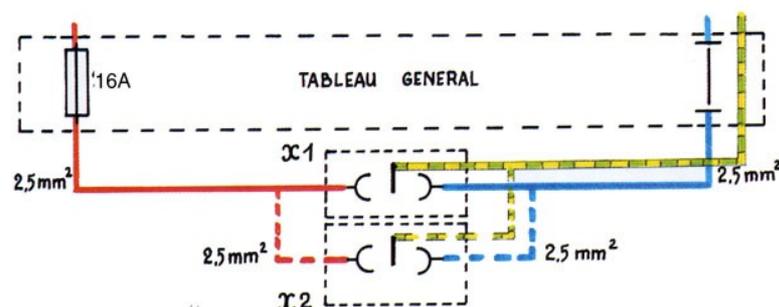
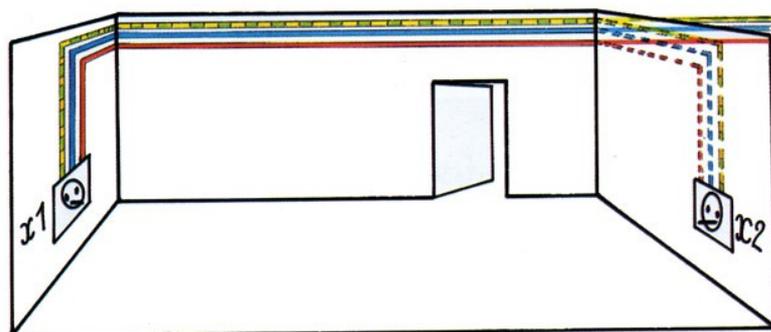


ATTENTION, les connexions doivent se faire dans une boîte de connexion et non au niveau du point lumineux existant. Voir plus haut.

## 2.8. COMMENT AJOUTER 1 PRISE CONFORT 16A ?

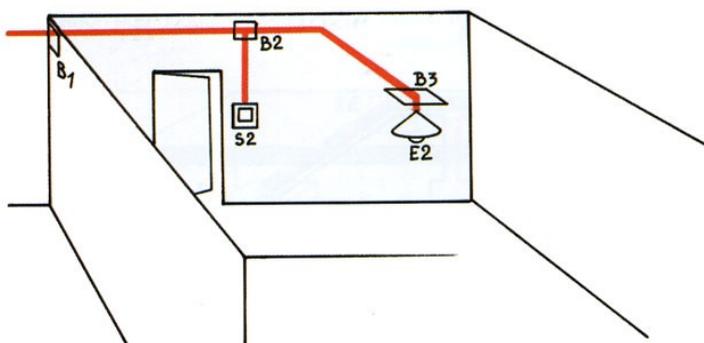
Dans une pièce déjà équipée d'une prise confort, vous souhaitez ajouter une 2<sup>ème</sup> prise à un autre endroit de la pièce. Reliez les 2 prises en parallèle et câblez en suivant le schéma ci-contre

Contrairement aux points lumineux, les connexions peuvent se faire sur les points de connexion de la prise existante.



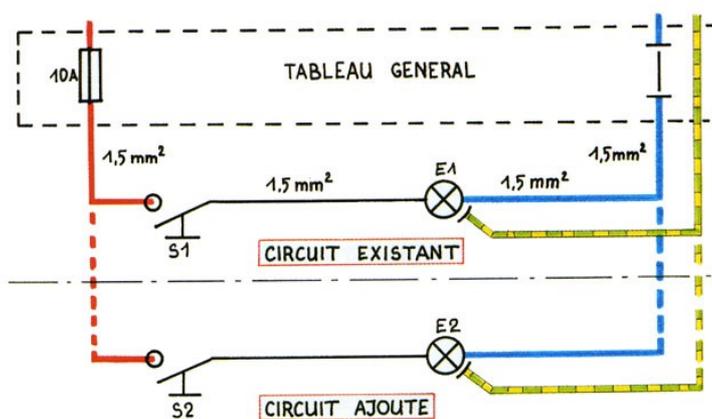
## 2.9. COMMENT AJOUTER 1 CIRCUIT SIMPLE ALLUMAGE ? :

Il s'agit d'ajouter un circuit comprenant un interrupteur et une lampe en dérivation d'un circuit existant. A partir de la boîte de dérivation B1 existante, câblez selon le schéma suivant :



- B1 : boîte de connexion existante.
- B2 : boîte de connexion encastrée.
- B3 : boîte de connexion pour fixation d'appareil d'éclairage.
- S3 : commutateur simple allumage.
- E1 : point lumineux.

Circuit éclairage : schéma développé



## LES RISQUES

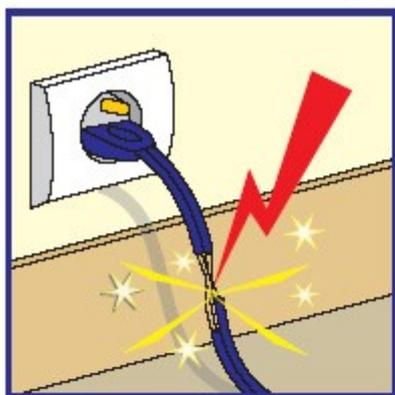
### 1. INTRODUCTION

Inodore, inaudible et invisible, l'énergie électrique peut dans certaines circonstances compromettre la sécurité des personnes ou endommager les équipements...Mal maîtrisée l'électricité est dangereuse.

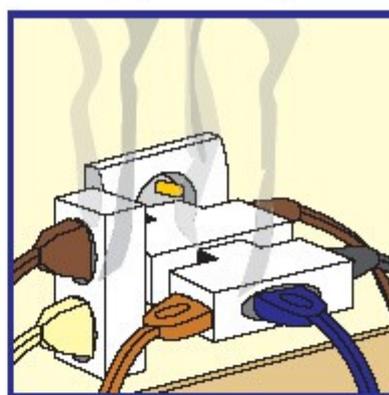
Dans certaines conditions, c'est le corps humain qui peut servir de conducteur ou faire office de récepteur.

Pour le matériel, les risques sont le court-circuit et les surcharges.

Pour les personnes, les risques sont les défauts d'isolement entraînant des contacts directs et des contacts indirects.



Le **court-circuit** : il est dû à un contact entre la phase et le neutre. Il provoque une forte augmentation de l'intensité qui se traduit par une élévation importante de la température des conducteurs, d'où un risque d'incendie.



La **surcharge** : elle est due au passage d'une intensité trop importante par rapport au diamètre des conducteurs. Les conséquences sont similaires à celle d'un court-circuit (échauffement et risque d'incendie).



Le **contact direct** : c'est le contact du corps humain avec un conducteur sous tension et le sol. Le courant passe à travers le corps et peut provoquer l'électrocution de la personne.



Le **contact indirect** : c'est le contact du corps humain avec la carcasse sous tension d'un appareil électrique défectueux et le sol. Il y a un risque d'électrocution.

## 2. LE COURT-CIRCUIT

C'est une surintensité de **forte valeur** et **de courte durée**.

En monophasé, il y a court-circuit quand la phase et le neutre entrent en contact accidentellement et en triphasé, quand le contact a lieu entre 2 phases.

En continu, un court-circuit se produit lorsque les 2 polarités entrent en contact.

Ceci peut se produire quand il y a rupture de l'isolation suite à l'écrasement d'un câble par exemple, lors de la mise en contact des 2 conducteurs par l'intermédiaire d'un outil ou par la présence d'eau sur les lignes.

A ce moment là, la résistance est proche de zéro, donc l'intensité atteint une valeur très importante ( $U=RxI$ ) très rapidement. L'augmentation subite de la température des conducteurs peut provoquer une fusion de l'isolant et du cuivre des conducteurs.

## 3. LA SURCHARGE

C'est une surintensité de **faible valeur** mais **de longue durée**.

Elle est due au passage d'une intensité trop importante par rapport au diamètre des conducteurs.

Il y a 2 types de surcharge :

- ➔ les normales, qui apparaissent lors du démarrage d'un moteur par exemple, de courte durée et non dangereuse ;
- ➔ les anormales qui se produisent quand l'on raccorde trop d'appareils sur un même circuit ou sur une même prise, lorsque une borne de connexion est mal serrée. On rencontre ces problèmes, par exemple, dans un logement ancien quand on manque de prises alors que le nombre d'appareils électriques augmentent, avec une multiprise sur laquelle on branche un sèche-cheveux, un chauffage électrique et une bouilloire électrique. L'intensité est inférieure à celle d'un court-circuit mais les conséquences sont identiques : échauffement des conducteurs, destruction de l'isolant, danger d'incendie important.

## 4. LE DÉFAUT D'ISOLEMENT

Il est dû à un endommagement de l'isolant sur un ou plusieurs conducteurs de phase. Ce problème peut entraîner une perte de courant sur les lignes de courant ou sur les appareils ménagers si le conducteur endommagé vient toucher la carcasse métallique de l'appareil.

Le défaut d'isolement peut aussi être lié à la présence d'humidité provenant d'un dégat des eaux ou de l'humidité naturelle dans le mur.

Les effets de ces défauts peuvent être très dangereux surtout lorsqu'une personne entre en contact avec le conducteur, une gaine métallique ou un appareil électrique défectueux.

On peut considérer 2 cas :

### ➔ le contact direct :

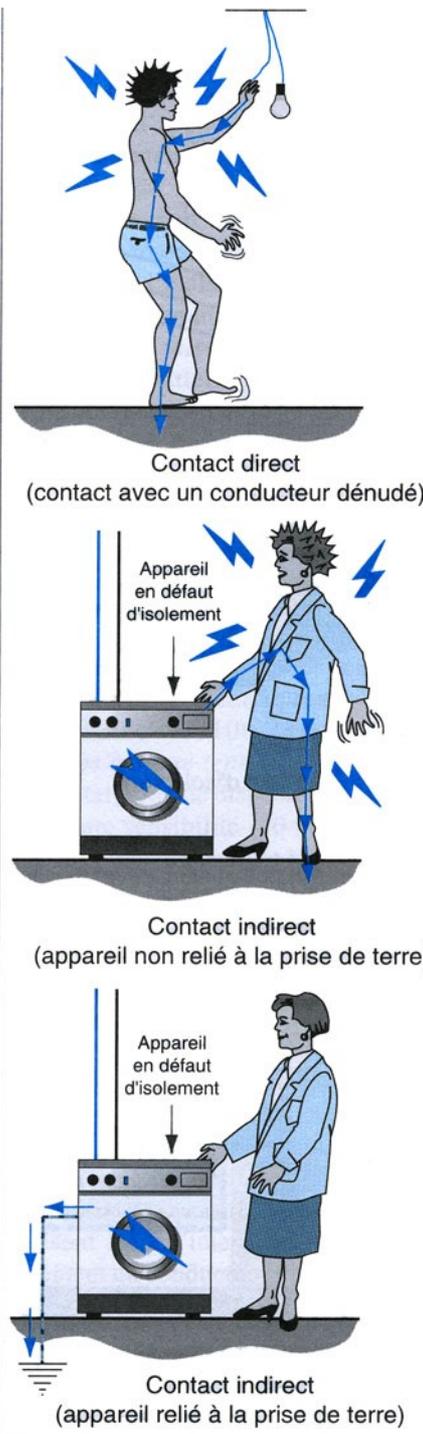
Il se produit quand la personne touche directement un conducteur de phase privé de son isolant ou dont l'isolant est détérioré.

Le courant électrique traverse le corps humain pour rejoindre la terre, d'où risque d'électrocution.



### → le contact indirect :

Il se produit quand un conducteur endommagé entre en contact avec la carcasse métallique d'un appareil électroménager. Si l'appareil n'est pas relié à une prise de terre, comme il est isolé de la terre par ses patins, le courant transite par le corps humain lors d'un contact.



Dans les 2 cas, l'électrisation est le résultat du passage du courant électrique dans le corps humain. Les conséquences, qui vont du simple picotement au décès dépendent de :

- la tension à laquelle est soumise la personne,
- le chemin parcouru par le courant dans le corps (cœur, cerveau,...)
- le temps de passage du courant.

En dessous de 50V en courant alternatif, dans des locaux secs, il n'y a aucun risque mortel. En milieu « mouillé » comme une salle de bain, le risque apparaît à partir de 12V.

Un homme dont les mains sont sèches, sur sol sec, avec de bonnes chaussures possède une résistance de 500 000  $\Omega$ . Sous 220V, il sera traversé par un courant de  $220/500000 = 0.45\text{mA}$ .

Si le sol est humide, les mains mouillées, la résistance peut chuter à 2000 $\Omega$  et l'intensité passe alors à  $220/2000 = 110\text{mA}$ . Ce qui provoque une mort instantanée.

Quelques chiffres significatifs :



**ATTENTION** : à intensité égale, le courant continu est plus dangereux que le courant alternatif. En effet, ce dernier provoque un réflexe de rejet qui interrompt presque immédiatement le contact alors que le courant continu provoque, au contraire, une téτανisation de contraction qui prolonge le contact.

## 5. LA SURTENSION

Un dernier risque est celui lié aux surtensions principalement celles produites par la foudre. En tombant à proximité d'une ligne, elle peut créer par effet magnétique une surtension de plus de 400 000V et se propager sur les lignes. Le distributeur (EDF en France) met en place des dispositifs de protection mais le risque n'est jamais totalement écarté.

On peut se protéger de la foudre en utilisant des adaptateurs ou des blocs multiprises équipés de parafoudres destinés à la protection du matériel sensible comme l'informatique.

En radio, on placera des modules parasurtenseurs.

# LES PROTECTIONS

Il s'agit de l'ensemble des équipements et dispositifs qui vont permettre d'éviter ou de limiter les risques présentés précédemment. Selon l'ancienneté de l'installation ou le pays de la mission, il est possible que certains de ces dispositifs ne soient pas présents.

## 1. LE DISJONCTEUR GÉNÉRAL OU D'ABONNÉ

### 1.1. SA FONCTION

Ce disjoncteur général est placé en tête de l'installation, juste après le compteur du distributeur. Il assure la coupure générale de l'installation électrique en coupant phase + neutre. Cette coupure peut se faire manuellement ou automatiquement suite à un défaut.

Son rôle est donc d'assurer :

- une barrière contre la **surcharge** totale de l'installation en fonction de la puissance que vous avez souscrite,
- une protection contre les **court-circuits** avec un dispositif magnétothermique,
- une protection différentielle contre les **défauts d'isolement** pour protéger les personnes contre les pertes de courant de plus de 500mA. Notez bien que cette valeur dépasse largement le seuil d'électrocution du corps humain.

Le disjoncteur général est normalement sous scellé, il est interdit de l'ouvrir pour augmenter la puissance souscrite.

### 1.2. LES MODÈLES

Selon les pays et l'ancienneté, on peut rencontrer différents modèles :

#### Les disjoncteurs d'abonné

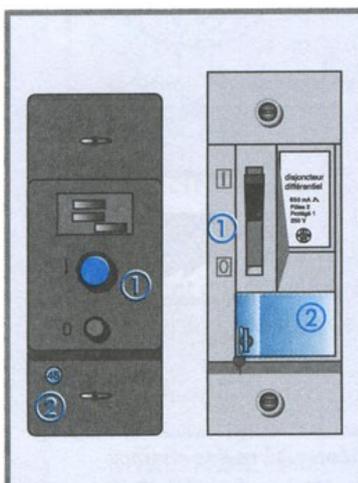


**Le sectionneur** : appareil muni de fusibles et d'une manette de commande.  
Dans les installations très anciennes, le sectionneur fait office d'appareil de coupure générale en lieu et place du disjoncteur. Il est impératif de faire procéder à son remplacement (contre un disjoncteur) par EDF.

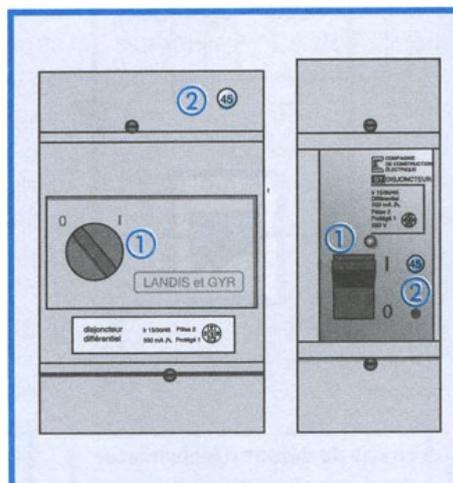
- ① Commande marche / arrêt
- ② Indication de l'intensité maximale
- ③ Test de la fonction différentielle

#### Les disjoncteurs actuels

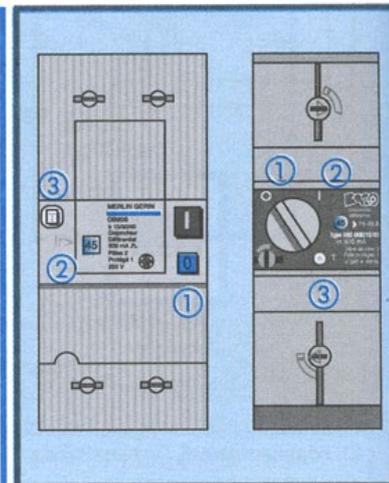
Appareils anciens (à remplacer)



Appareils à remplacer lors d'une rénovation



Appareils modernes





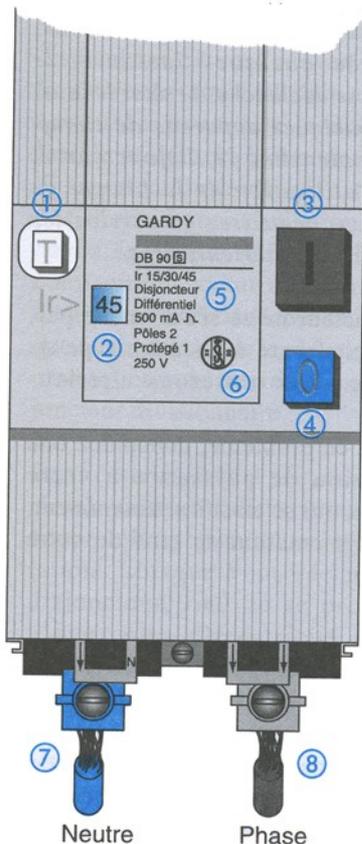
Les sectionneurs étaient installés avant l'apparition des disjoncteurs : ils assurent bien une protection contre les surcharges et les court-circuits grâce à des fusibles, mais aucune protection différentielle sur les défauts d'isolement.

Certains disjoncteurs n'assurent une protection différentielle qu'à partir de 650mA au lieu des 500mA conseillés.

Les modèles récents permettent de tester la protection différentielle.

→ Disjoncteur monophasé :

### Disjoncteur monophasé Bipolaire (2 pôles)



- |   |   |
|---|---|
| ① Bouton de test de la fonction différentielle.   | ⑥ Conformité aux normes Françaises.  |
| ② Intensité sur laquelle est réglé le disjoncteur (les différents calibres possibles sont indiqués par Ir).   | ⑦ Bornier de raccordement du neutre.  |
| ③ Bouton de mise en fonction.   | ⑧ Bornier de raccordement de la phase.  |
| ④ Bouton d'arrêt.   |   |
| ⑤ Indications des caractéristiques de l'appareil :<br>DB90 est la référence de l'appareil.<br>Δ indique que l'appareil est sélectif (prévu pour fonctionner avec des dispositifs différentiels haute sensibilité de 30 mA). En cas d'absence de ce sigle, le fonctionnement de l'appareil en différentiel est instantané.<br>Ir 15 A/30 A indique les réglages possibles de l'intensité maximale admissible.<br>Disjoncteur différentiel 500 mA indique que l'appareil est différentiel avec une sensibilité de 500 mA.<br>Pôles 2 protégé 1 sont les caractéristiques d'un appareil monophasé (2 pôles pour la phase et le neutre).<br>Pôles 4 protégés 3 sont les caractéristiques d'un appareil triphasé (4 pôles pour les 3 phases et le neutre).<br>250 V indique la tension de fonctionnement en monophasé, 440 V la tension de fonctionnement en triphasé. |   |

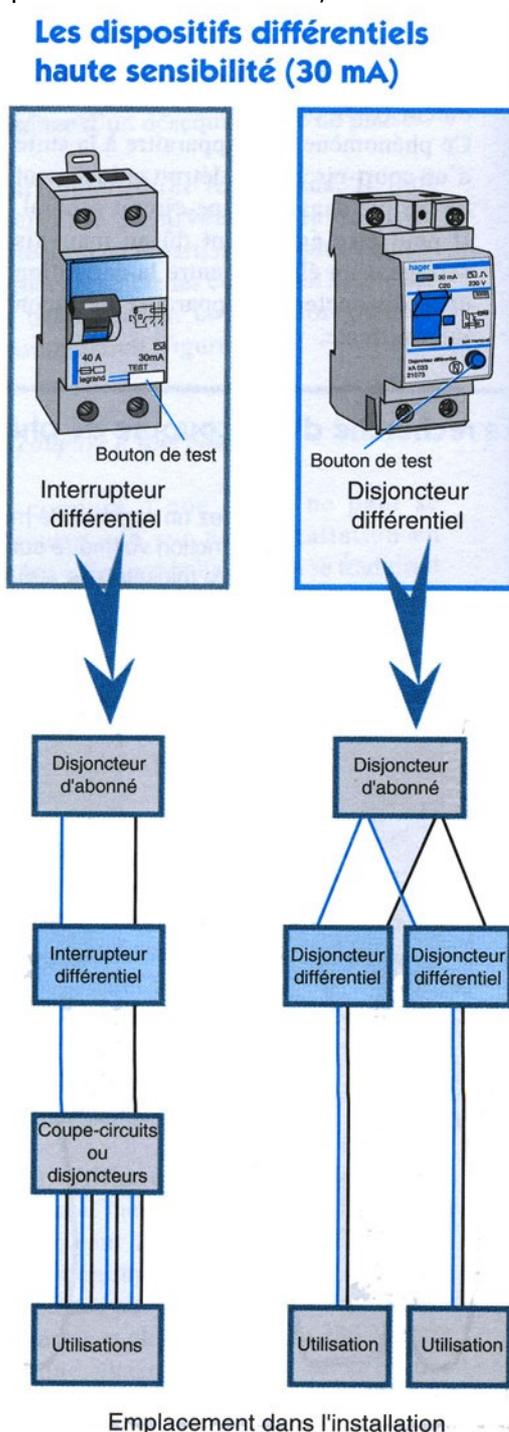
→ Disjoncteur triphasé : voir chapitre triphasé.

## 2. LE DISPOSITIF DIFFÉRENTIEL À HAUTE SENSIBILITÉ 30MA

### 2.1. SA FONCTION

Ces dispositifs différentiels à haute sensibilité 30mA sont obligatoires pour protéger tous les circuits de prises de courant, l'installation électrique de la salle de bains, les circuits d'éclairage.

Ils sont placés entre le disjoncteur général et les protections individuelles des circuits :



Ils disposent d'une détection de courants de fuite de 30mA au lieu de 500mA pour le disjoncteur général. Ils coupent les circuits dès qu'un courant de fuite de plus de 30mA est détecté, avant les seuils mortels pour l'homme ( voir chapitre « les risques » quelques chiffres significatifs). Ils protègent donc les personnes contre les **contacts indirects** plus efficacement que les disjoncteurs généraux.



ATTENTION Ils ne sont efficaces qu'associés à un système efficace de mise à la terre des masses métalliques. Voir le chapitre « mise à la terre ». Un dispositif différentiel sans mise à la terre ne protège pas les personnes.

Les dispositifs différentiels assurent une coupure phase + neutre, le neutre devant être sur le bornier signalé par la lettre N.

## 2.2. LES MODÈLES

Il existe 2 types de dispositif différentiel à haute sensibilité : les interrupteur et les disjoncteurs.

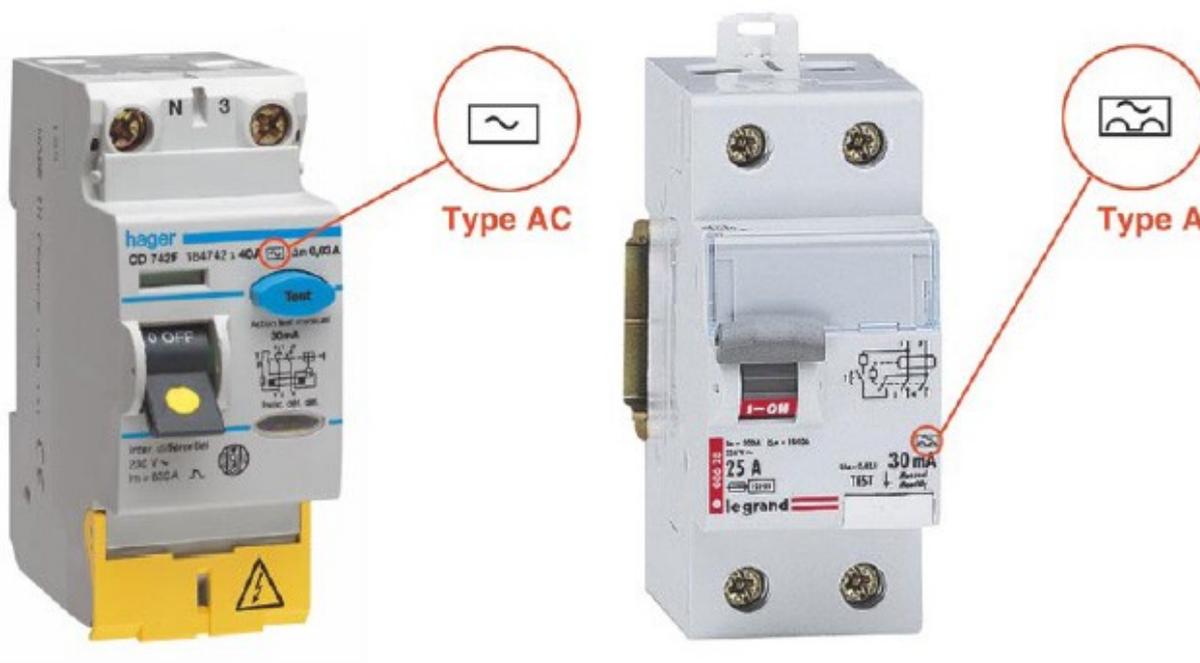
Les 2 appareils sont équipés d'une manette de réenclenchement/ marche-arrêt et d'un bouton de test.

En plus de leur sensibilité (30mA), ils sont caractérisés par l'intensité nominale qu'ils peuvent supporter (25, 40 ou 63A) et qui doit être calibrée en fonction des circuits protégés.

### 2.2.1. les interrupteurs différentiels :

Ils sont les plus courants et dotés uniquement d'un dispositif de détection différentielle. Ils protègent contre les **défauts d'isolement** mais ils ne détectent pas les court-circuits et les surcharges.

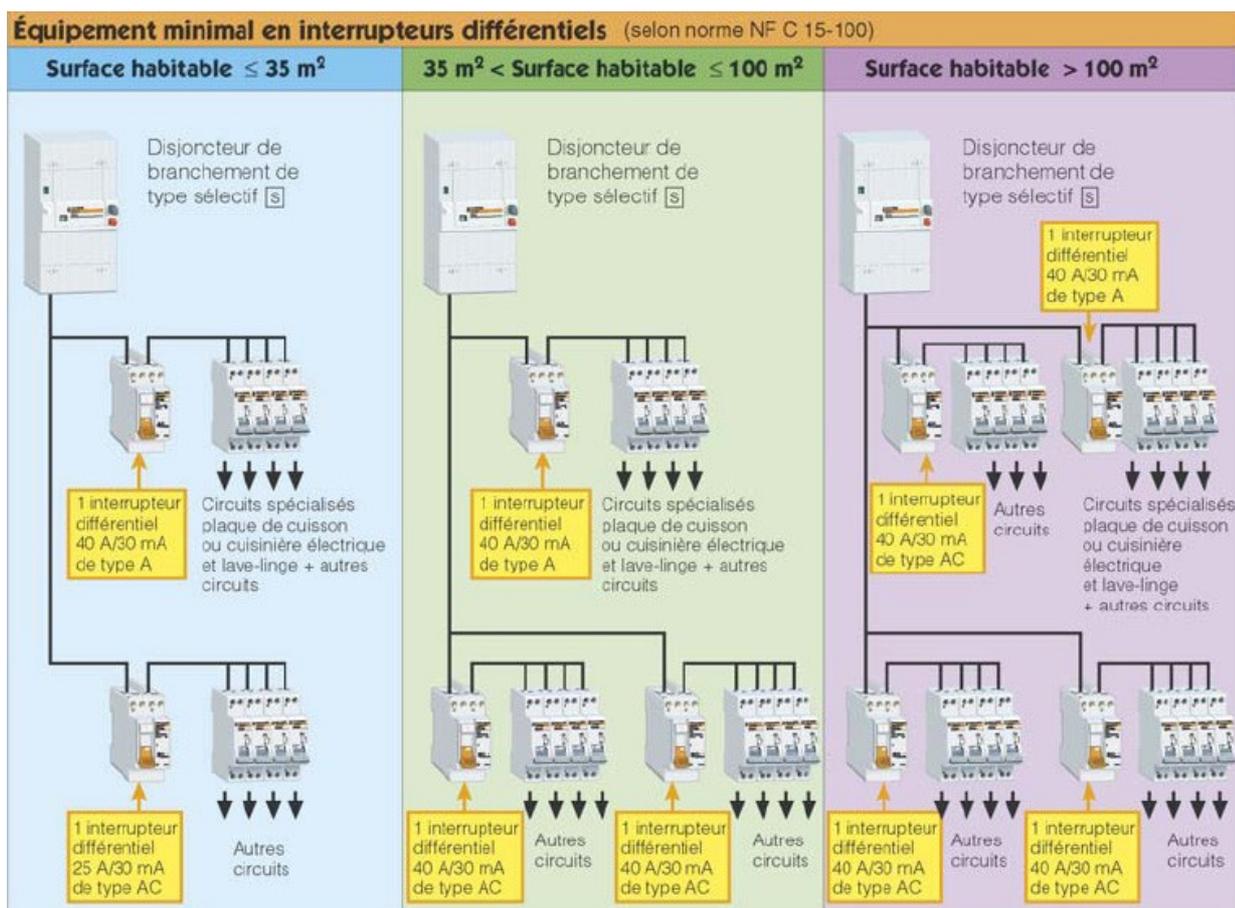
On peut regrouper plusieurs circuits sous un même interrupteur différentiel. Ils peuvent être de type AC ou A (pour les cuisinières, plaques de cuisson, lave-linge).



Surface de l'habitation	Nombre minimal d'interrupteurs différentiels	
	Type AC	Type A
≤ 35 m <sup>2</sup>	1 x 25 A	1 x 40 A
Entre 35 et 100 m <sup>2</sup>	2 x 40 A	1 x 40 A
> 100 m <sup>2</sup>	3 x 40 A <sup>(1)</sup>	1 x 40 A

(1) En cas de chauffage électrique d'une puissance supérieure à 8 kVA, remplacez un interrupteur différentiel de 40 A de type AC par un calibre de 63 A de type AC.

En France, la norme préconise un équipement minimal en fonction de la surface selon les recommandations ci-dessous :



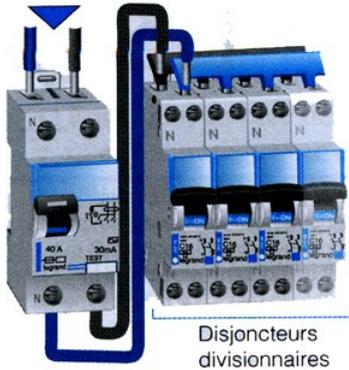
Il faut les tester au moins une fois par mois en appuyant sur le bouton test de l'interrupteur différentiel. Cela crée un cours de fuite et l'interrupteur doit se couper.



On peut les raccorder de différentes manières :

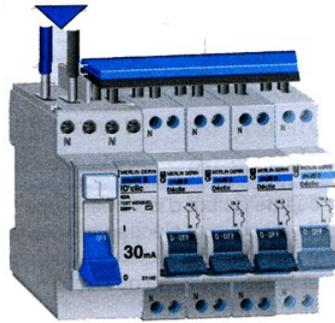
**Les différents types de raccordement**

Alimentation



Disjoncteurs divisionnaires

Alimentation



Alimentation



Interrupteur différentiel avec alimentation et sortie par le haut

Alimentation



Interrupteur différentiel (raccordement classique)

Vers les dispositifs de protection



Interrupteur différentiel avec alimentation par le bas (signalée par un capot de protection)



## 2.2.2. les disjoncteurs différentiels :

Contrairement aux interrupteurs différentiels, les disjoncteurs différentiels, en plus des **défauts d'isolement**, protègent également contre les **court-circuits** et les **surcharges**.

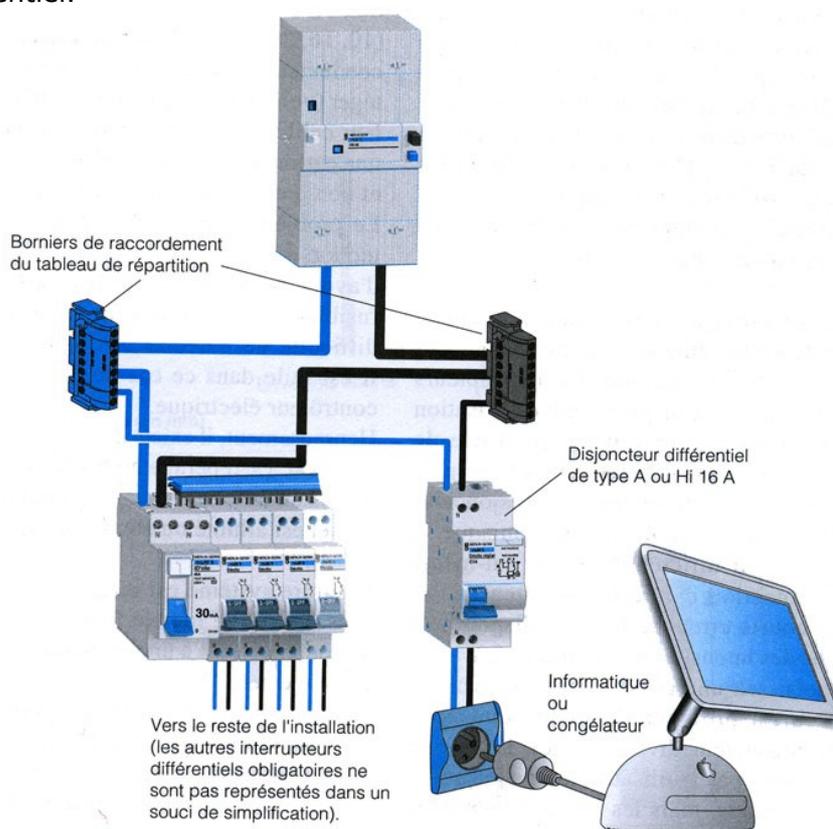


*Bouton de test*

Ils doivent également être testés tous les mois comme les interrupteurs différentiels : appuyer sur le bouton de test, le disjoncteur doit basculer.

Ils sont plus chers et réservés à la protection de certains circuits considérés sensibles comme les ordinateurs, les congélateurs.

L'emploi d'un disjoncteur différentiel se limite à la protection des lignes sensibles qui ne doivent pas être coupées à cause d'un défaut sur un autre circuit. On ne regroupe pas plusieurs circuits sur un disjoncteur différentiel.





## **3. LES COUPE-CIRCUITS (OU SECTIONNEURS)**

### **3.1. LEUR FONCTION**

Ils assurent la protection contre les **surcharges** et les **court-circuits**. On les utilise en tête de circuits après l' interrupteur différentiel.

Les coupe-circuits contiennent un fusible. Ce dernier comporte un fil conducteur calibré traversé par le courant des lignes qu'il protège. Si l'intensité augmente anormalement, le fil s'échauffe et finit par fondre entraînant la coupure du circuit. Voir chapitre « les fusibles ».

Dans le coupe-circuit, le fusible est placé sur le conducteur de phase : la phase est protégée et le neutre est coupé mécaniquement lors de l'ouverture du coupe-circuit. Lorsque le coupe-circuit est ouvert, phase et neutre sont sectionnés. Le circuit est alors hors tension. On parle de **protection unipolaire+neutre**.

Ils sont peu onéreux mais lorsque un fusible fond, il faut le repérer et le remplacer.

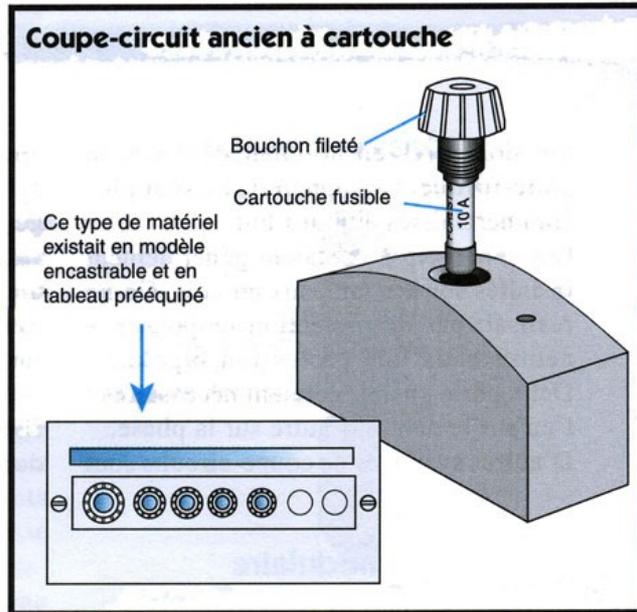
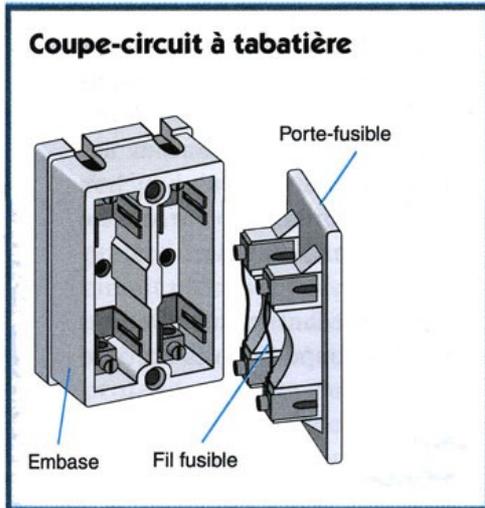
Les fusibles et donc les coupe-circuits sont calibrés en ampères en fonction des circuits qu'ils doivent protéger.

### **3.2. LES MODÈLES**

➔ les anciens :

Ces modèles peuvent encore se rencontrer sur les vieilles installations ou sur le terrain.

## Les coupe-circuits périmés (à remplacer)



### Coupe-circuit à broches

Embase  
Porte-fusible  
Constitution d'un porte-fusible rechargeable  
Broche  
Vis  
Fusible

Embase 10 A unipolaire	Embase 10 A bipolaire	Embase 32 A unipolaire
Broches de $\varnothing$ 7 mm		Broches de $\varnothing$ 8,8 mm
Porte-fusible de 10 à 16 A		Porte-fusible de 20 à 32 A

### Autres protections adaptables sur les coupe-circuits à broches

Indication du calibre  
10A  
Porte-fusible calibré non démontable et non rechargeable

(1) mise en place de la cartouche  
(2) placer l'ensemble dans le support  
Adaptateur pour cartouches (seul ce modèle est encore commercialisé)

Touche de mise en service  
Touche d'arrêt  
Dismatic (ancien disjoncteur magnétothermique)

Manette de commande  
Disjoncteur magnétothermique



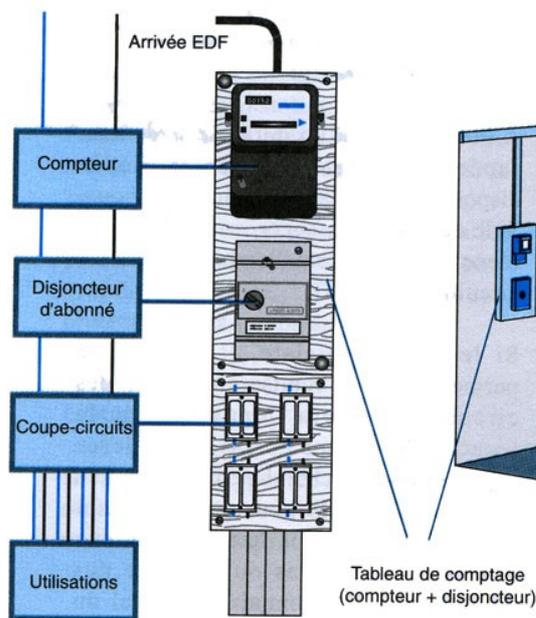
Il convient de remplacer ces modèles dès que possible. Voir plus bas.

Sur les tableaux en bois, les coupe-circuits réalisent une **protection bipolaire** et 2 porte-fusibles étaient nécessaires : l'un sur le neutre et l'autre sur la phase.

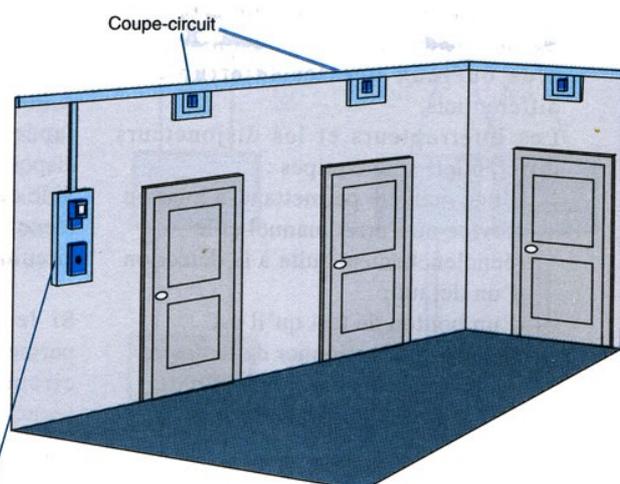
Pour en être certain, allumez une pièce, puis retirez un fusible protégeant la pièce : la lumière s'éteint. Remettez le fusible en place puis retirez le 2<sup>ème</sup> protégeant aussi le circuit. Si la lumière s'éteint à nouveau, il s'agit bien d'une protection bipolaire. Sinon, si un seul fusible coupe le circuit, c'est une **protection unipolaire** : seule la phase est protégée et coupée.

Dans les installations anciennes, les coupe-circuits sont placés entre le disjoncteur d'abonné et le départ dans les emplacements suivants, sur un tableau en bois ou éparpillés dans la maison. :

Exemple de départ d'une ancienne installation  
(le dispositif différentiel haute sensibilité n'était pas obligatoire)



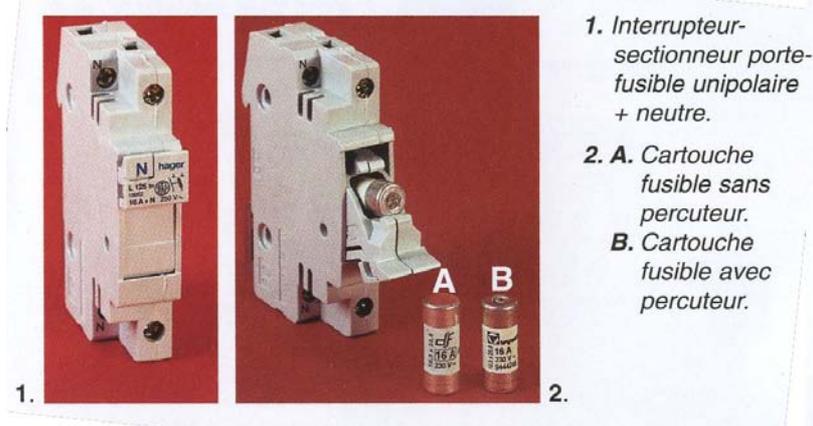
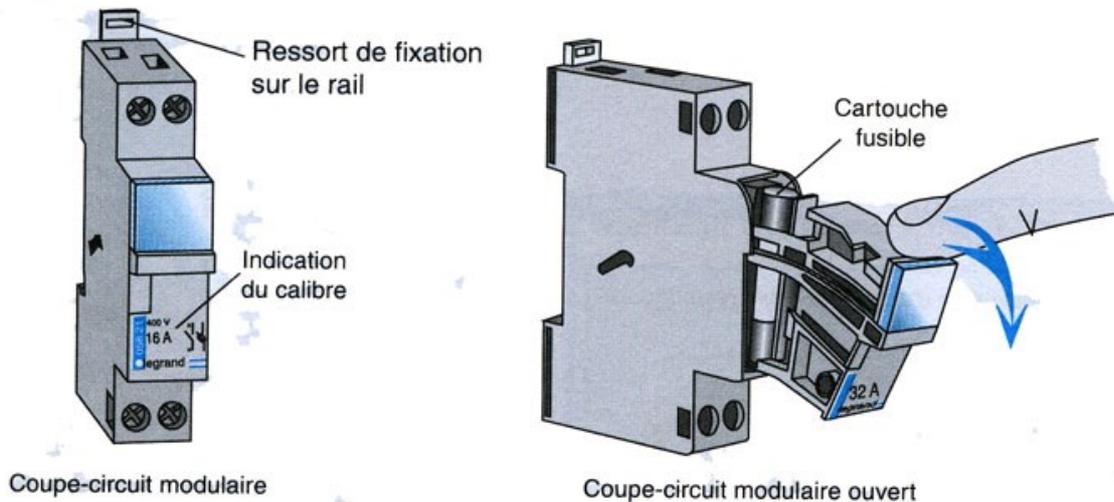
Exemple d'emplacement des coupe-circuits dans une installation ancienne  
(dans ce cas, la rénovation s'impose)





→ les modernes :

Ils sont destinés à être installés sur des tableaux prévus à cet effet. Ils assurent tous une coupure phase + neutre du circuit lors de leur ouverture mais le fusible ne protège que le conducteur de phase. Le neutre n'est coupé que mécaniquement lors de l'ouverture.



De dimensions extérieures identiques (17,5mm de largeur), quelque soit le calibre, ils n'acceptent que la taille de fusible prévue pour ce calibre, évitant ainsi les erreurs, par exemple mettre un fusible de 10A dans un porte-fusible de 32A.





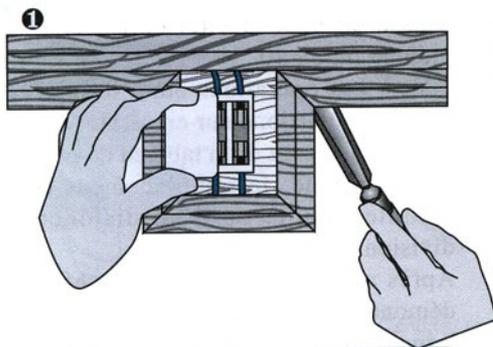
Les coupe-circuits doivent être calibrés selon le tableau suivant :

Types de circuits	Nombre maximum de points d'utilisation		Section des conducteurs (mm <sup>2</sup> )	Calibre en ampères
	Promotelec	Norme		
	Éclairage	5	8	1,5
Prises de courant	5	8	2,5	20
Lave-linge	1	1	2,5	20
Lave-vaisselle	1	1	2,5	20
Sèche-linge	1	1	2,5	20
Congélateur	1	1	2,5	20
Cuisinière ou plaque de cuisson	1	1	6	32
Four seul	1	1	2,5	20
Convecteurs jusqu'à 2 200 W	—	—	1,5	10
Chauffe-eau	1	1	2,5	20
VMC	1	1	1,5	10

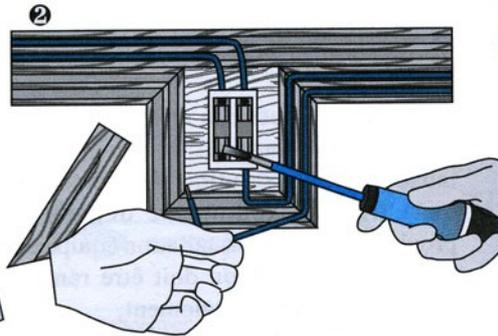
Choix des coupe-circuits						
Courant assigné maximal	10A	10A	16A	16A	16A	32A
	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>
	8,5 x 23	8,5 x 23	10,3 x 25,8	8,5 x 31,5	8,5 x 31,5	10,3 x 38
Exemples d'utilisation		 (1)				

(1) À partir de, pour une puissance maximale de 2 300 W

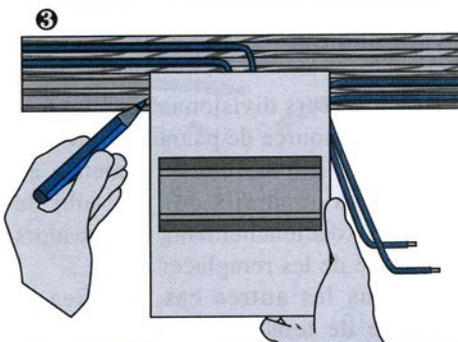
- Le remplacement d'un coupe circuit ancien par un moderne :  
Il peut être réalisé en suivant la procédure suivante :



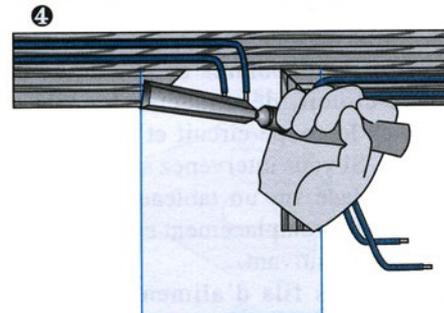
1  
Coupez le courant au disjoncteur.  
Déposez le capot du coupe-circuit.  
Déposez le couvercle des baguettes électriques en entourage du coupe-circuit.



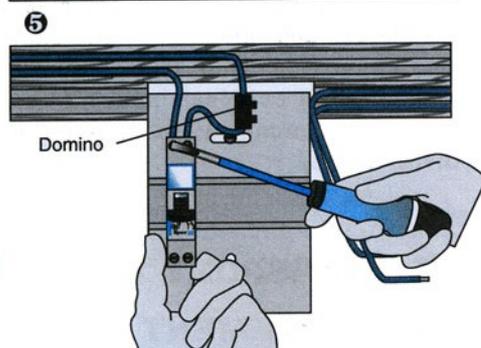
2  
Déconnectez les conducteurs du coupe-circuit. Si l'isolant est en mauvais état, reconstituez-le avec du ruban adhésif isolant. Déposez le coupe-circuit et son support.



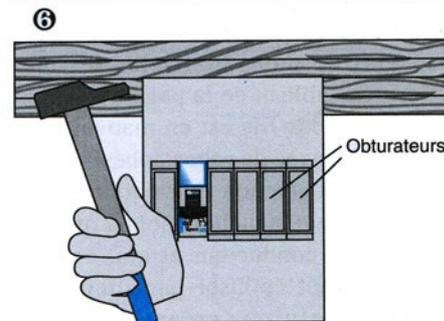
3  
Approvisionnez un tableau modulaire de 4 ou 6 modules de manière à recouvrir totalement l'emplacement de l'ancien coupe-circuit. Tracez son emplacement.



4  
À l'aide d'un ciseau à bois et d'un marteau, découpez les socles des baguettes en bois selon le tracé. Fixez la base du tableau modulaire à l'aide de vis et de chevilles.



5  
Placez le dispositif de protection (coupe-circuit ou disjoncteur), puis raccordez-le. Si un conducteur est trop court, faites un raccord avec un domino.

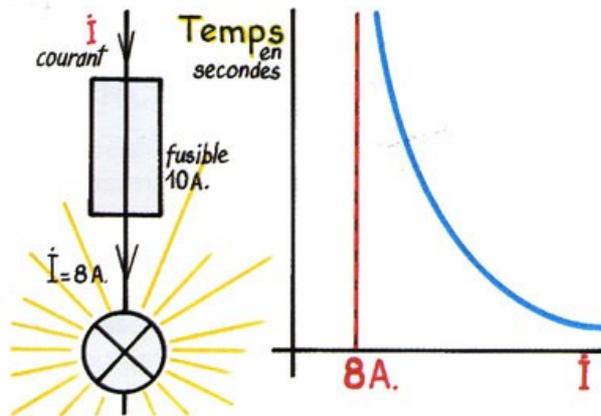


6  
Posez le capot du tableau modulaire. Placez des obturateurs pour fermer la fenêtre. Clouez les couvercles des baguettes après les avoir découpés à la bonne longueur.

### 3.3. LES FUSIBLES

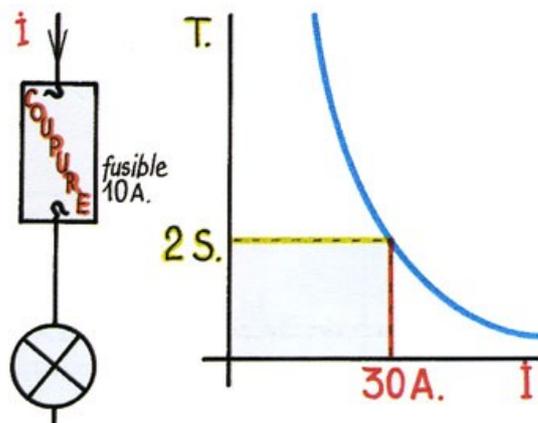
➔ Comment fonctionnent-ils ?

#### LE FONCTIONNEMENT



*Courbe représentant le temps de coupure du fusible en fonction de la valeur du courant  $I$ .*

— Si la protection est traversée par un courant inférieur ou égal à son calibre, le circuit restera sous tension.



— Si la protection est traversée par un courant supérieur au calibre, le circuit sera coupé par la protection.

Suite page 44.

On s'aperçoit également que plus la surintensité est importante, plus la coupure sera rapide. En pratique, un fusible qui grille instantanément signifie qu'il s'agit d'un court circuit (sursurintensité importante, temps court) alors qu'un fusible qui grille après plusieurs secondes révèle plutôt un problème de surcharge (sursurintensité faible, temps long). Voir le chapitre « Dépannage ».

Comment les tester ?

Avec un multimètre en position ohmètre ou en test de continuité sur la position buzzer.

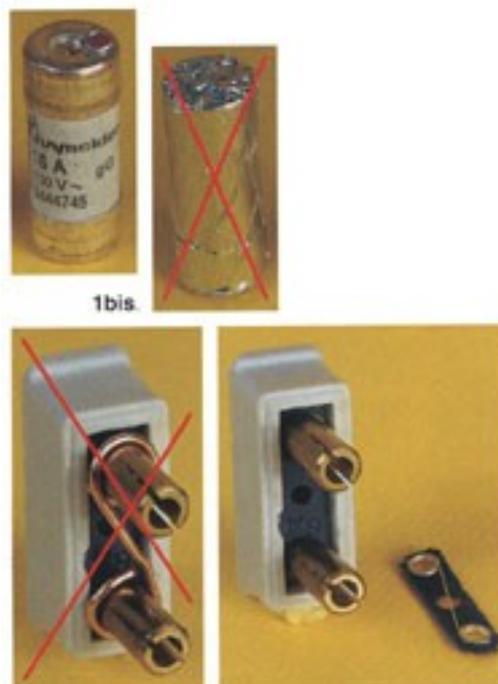
Si le multimètre indique  $0 \Omega$  ou une valeur très petite, il n'y a pas de résistance et le fusible est bon. Si le multimètre indique l'infini ou une valeur très grande exprimée en  $M\Omega$ , le fusible est détruit.



➔ Comment les remplacer ?

Suite à la fusion d'un fusible, il convient de le changer à l'identique : même type et même calibre que celui d'origine.

En aucun cas il ne faudra réaliser les « bricolages » suivants :



ATTENTION, Ces dépannages de fortunes sont INTERDITS. La protection des circuits n'est plus assurée et les risques d'incendie sont élevés.

N'utiliser que les fils calibrés pour le circuit concerné ou les plaquettes adéquates.

## 4. LES DISJONCTEURS DIVISIONNAIRES

### 4.1. LEUR FONCTION

Ils ont la même fonction que les coupe-circuits en assurant la protection contre les **surcharges** et les **court-circuits**. On les utilise également en tête de circuits après l' interrupteur différentiel.

La protection est assurée par un dispositif magnétothermique qui assure une coupure instantané du circuit en défaut (phase + neutre).

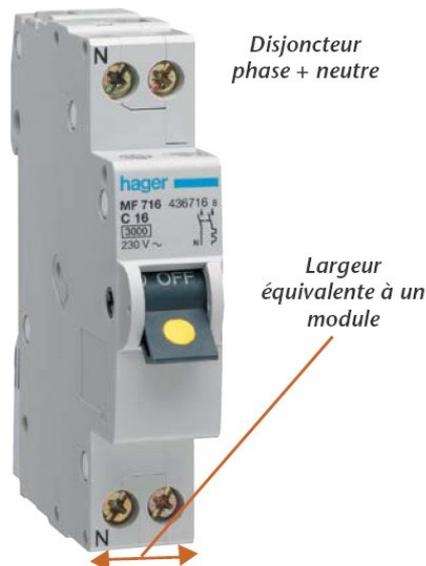
Plus chers que les coupe-circuits, ils sont plus rapides, plus fiables, plus surs et ne nécessitent pas de remplacer les fusibles.

Lorsqu'un incident se produit sur la ligne, le disjoncteur divisionnaire se déclenche et la manette s'abaisse, permettant ainsi un repérage visuel immédiat du circuit en défaut.

Après élimination du défaut, il suffit de remonter la manette, le circuit est rétabli.

### 4.2. LES MODÈLES

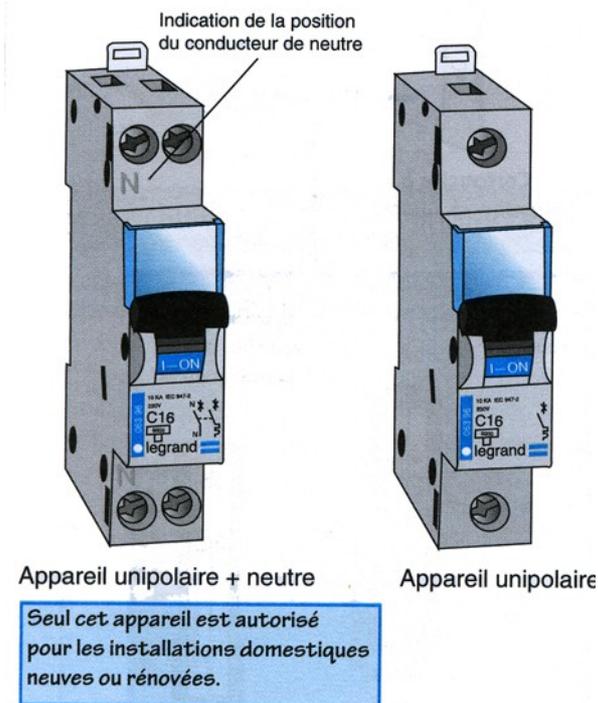
On trouve principalement des disjoncteurs divisionnaires unipolaire + neutre, le conducteur de neutre étant indiquée par la lettre N. Ils assurent la coupure phase + neutre lors du déclenchement.





Par contre, on peut rencontrer des modèles unipolaires qui ne coupent que la phase.

Pour les reconnaître, vérifier le nombre de fils qui transitent par le disjoncteur : si un seul fil transite (arrivée en haut, départ en bas), c'est un unipolaire.



### 4.3. LES CALIBRES

Les disjoncteurs divisionnaires sont tous de même taille extérieure et sont calibrés en ampères en fonction des circuits qu'ils doivent protéger :

Calibre des disjoncteurs divisionnaires				
Types de circuits	Nombre maximum de points d'utilisation		Section des conducteurs (mm <sup>2</sup> )	Calibre en ampères
	Promotelec	Norme		
Éclairage	5	8	1,5	16
Prises de courant	5	8	2,5	25
Lave-linge	1	1	2,5	25
Lave-vaisselle	1	1	2,5	25
Sèche-linge	1	1	2,5	25
Congélateur	1	1	2,5	25
Cuisinière ou plaque de cuisson	1	1	6	38/40
Four seul	1	1	2,5	25
Convecteurs jusqu'à 2 200 W	—	—	1,5	16
Chauffe-eau	1	1	2,5	25
VMC	1	1	1,5	16

Choix des disjoncteurs divisionnaires							
Courant assigné	16A	16A	20A	10A	20A	20A	32A
	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup> (1)	2,5 mm <sup>2</sup> (2)	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>
Exemples d'utilisation							

(1) 5 prises maximum. (2) 8 prises maximum. (3) À partir de 10 A, pour une puissance maximale de 2 250 W.

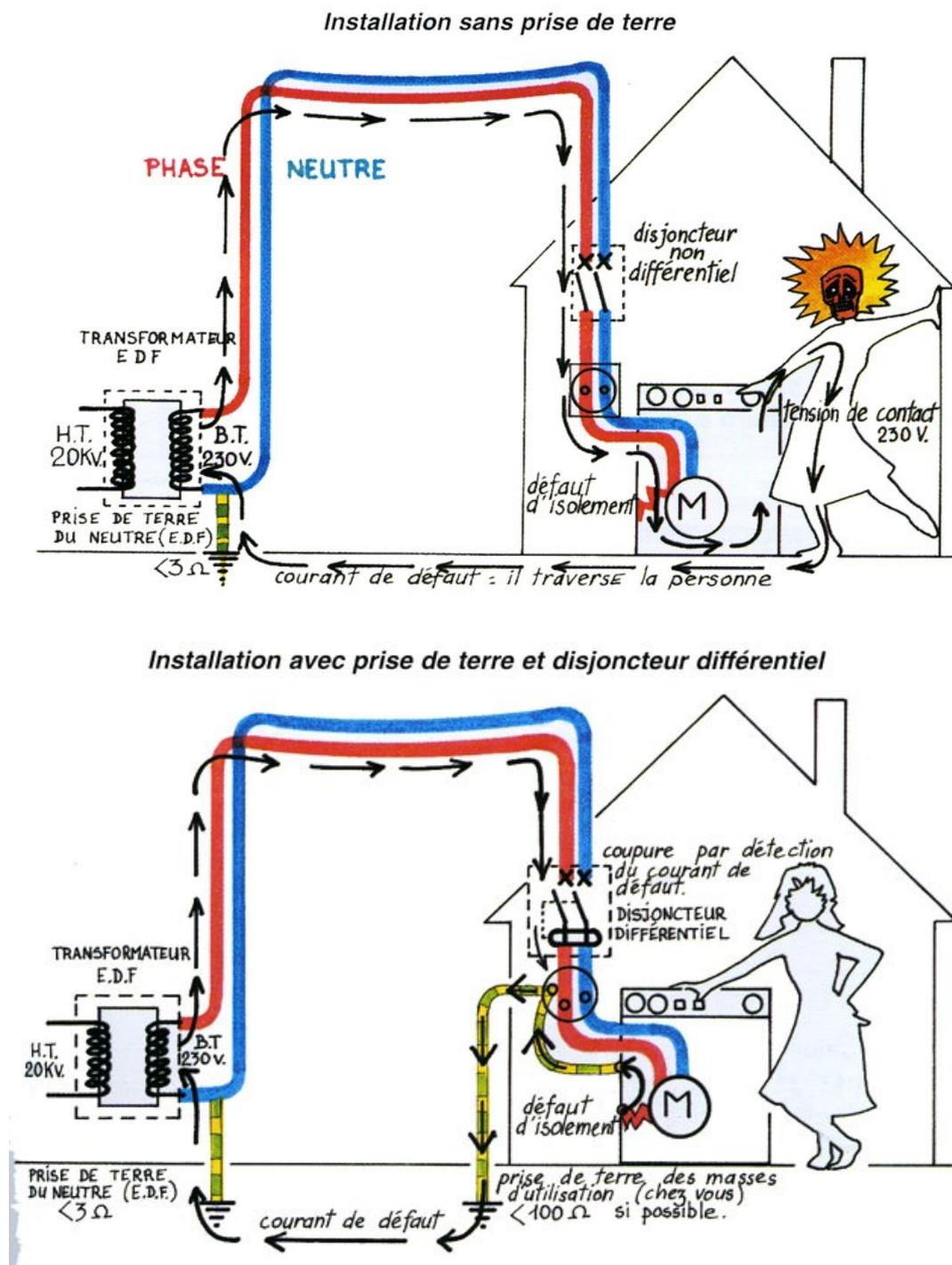
## 5. LA MISE À LA TERRE

### 5.1. LE PRINCIPE

La mise à la terre est **INDISPENSABLE** en association avec un dispositif différentiel afin de couper l'alimentation en cas de **défaut d'isolement** : la phase se déclipse et entre en contact avec le châssis de la lessiveuse par exemple. Elle permet l'évacuation du courant de défaut dans le sol en éliminant tout risque pour les personnes.

La prise de terre capte les courants de fuite, ce qui permet aux dispositifs différentiels de les mesurer et de se déclencher.

La mise à la terre consiste donc à relier les divers éléments et appareils de l'installation à la prise de terre.





## 5.2. QUE METTRE À LA TERRE ?

Tout corps métallique de tout élément que l'on peut toucher, qui est normalement isolé mais qui risque d'être en contact avec le courant : réfrigérateur, moteur, lampadaire, tube fluo, prises, radio.

## 5.3. UNE BONNE PRISE DE TERRE, C'EST QUOI ?

Une bonne prise de terre doit avoir une résistance électrique inférieure à un seuil **maxi** déterminée en fonction de la protection du disjoncteur général de l'installation :

100Ω avec un différentiel de 500mA,

167Ω avec un différentiel de 300mA,

500Ω avec un différentiel de 100mA.

Plus elle sera faible, mieux elle fonctionnera.

Cependant, cette résistance varie en fonction des dimensions de l'électrode de terre et du type de sol :

### Exemple de valeurs de prises de terre (en ohms)

Constitution de la prise de terre (maison individuelle de 8 x 7 m)	Nature du terrain		
	Remblais humides arables gras	Remblais grossiers arables maigres	Pierreux secs sable sec
Boucle à fond de fouille	3 à 10	30 à 60	100 à 200
Piquet vertical de 2 m	2 à 75	220 à 300	750 à 1 500
4 piquets verticaux (un à chaque angle, interconnectés)	6 à 18	60 à 120	220 à 450
Une tranchée de 10 m	8 à 30	90 à 120	300 à 600

Ex. Un piquet de terre de 2m conviendra dans un terrain de remblais humide pour un différentiel de 500mA.



**ATTENTION** : la mesure de la terre ne peut pas se faire avec un multimètre classique, il faut un ohmmètre de terre.

## 5.4. LA PRISE DE TERRE

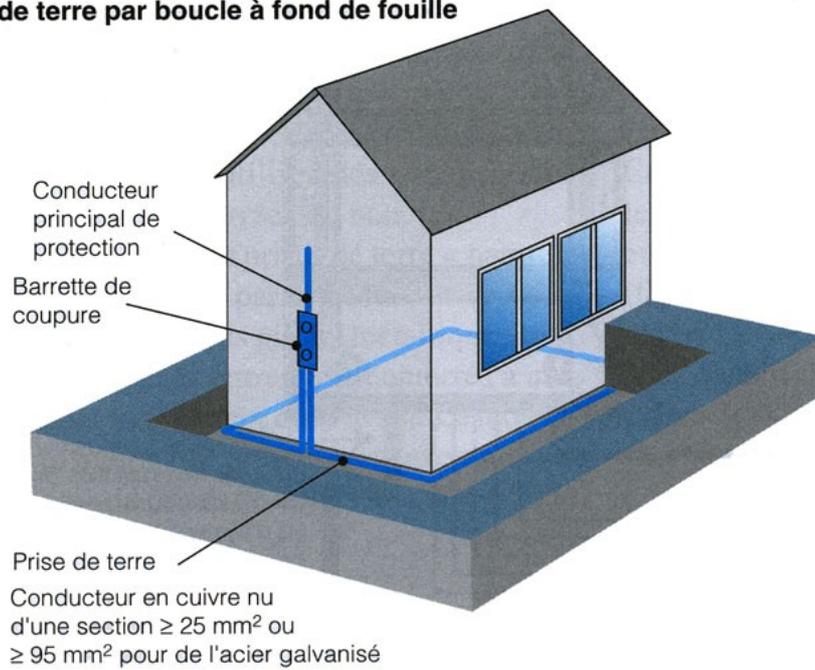
La prise de terre peut être définie comme l'ensemble des conducteurs enterrés et interconnectés qui assurent une liaison électrique avec la terre.

3 méthodes sont possibles :

### ➔ **la boucle en fond de fouille :**

C'est la solution la plus performante mais non réalisable sur un bâtiment existant. Il s'agit de réaliser un ceinturage dans le béton de propreté des fondations du bâtiment.

### Prise de terre par boucle à fond de fouille

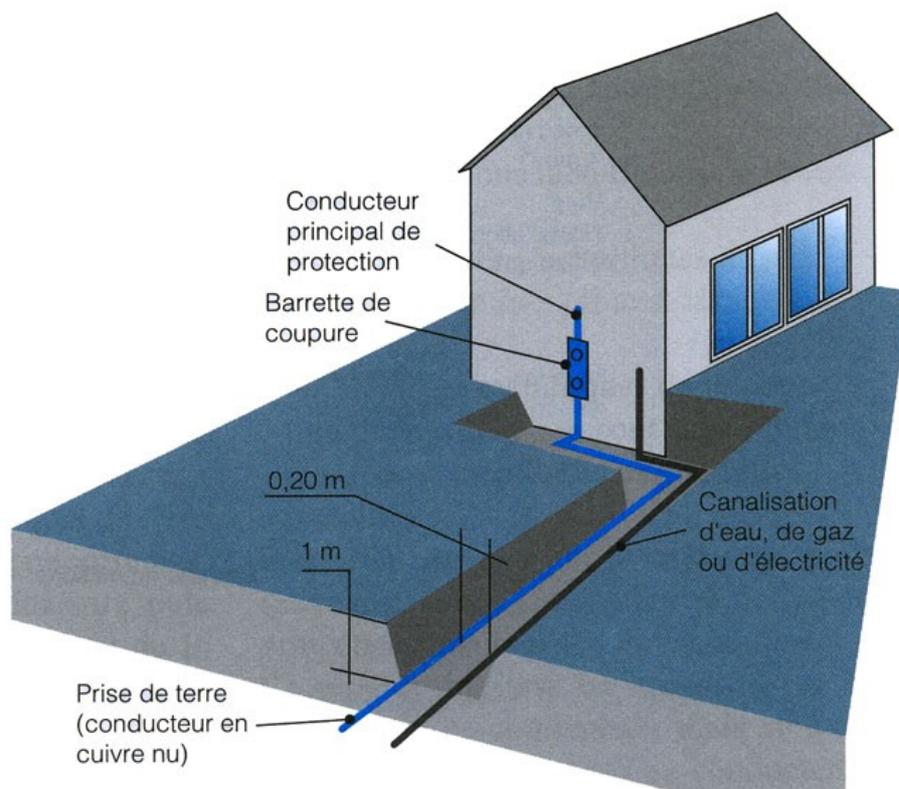


A réaliser en cuivre nu de  $25 \text{ mm}^2$  minimum ou en acier galvanisé de  $95 \text{ mm}^2$ .

### → la tranchée horizontale :

Elle consiste à enterrer un conducteur à une profondeur comprise entre 1 et 1.6m. La tranchée est ensuite remplie de terre épierrée.

### Prise de terre par conducteur enfoui dans une tranchée

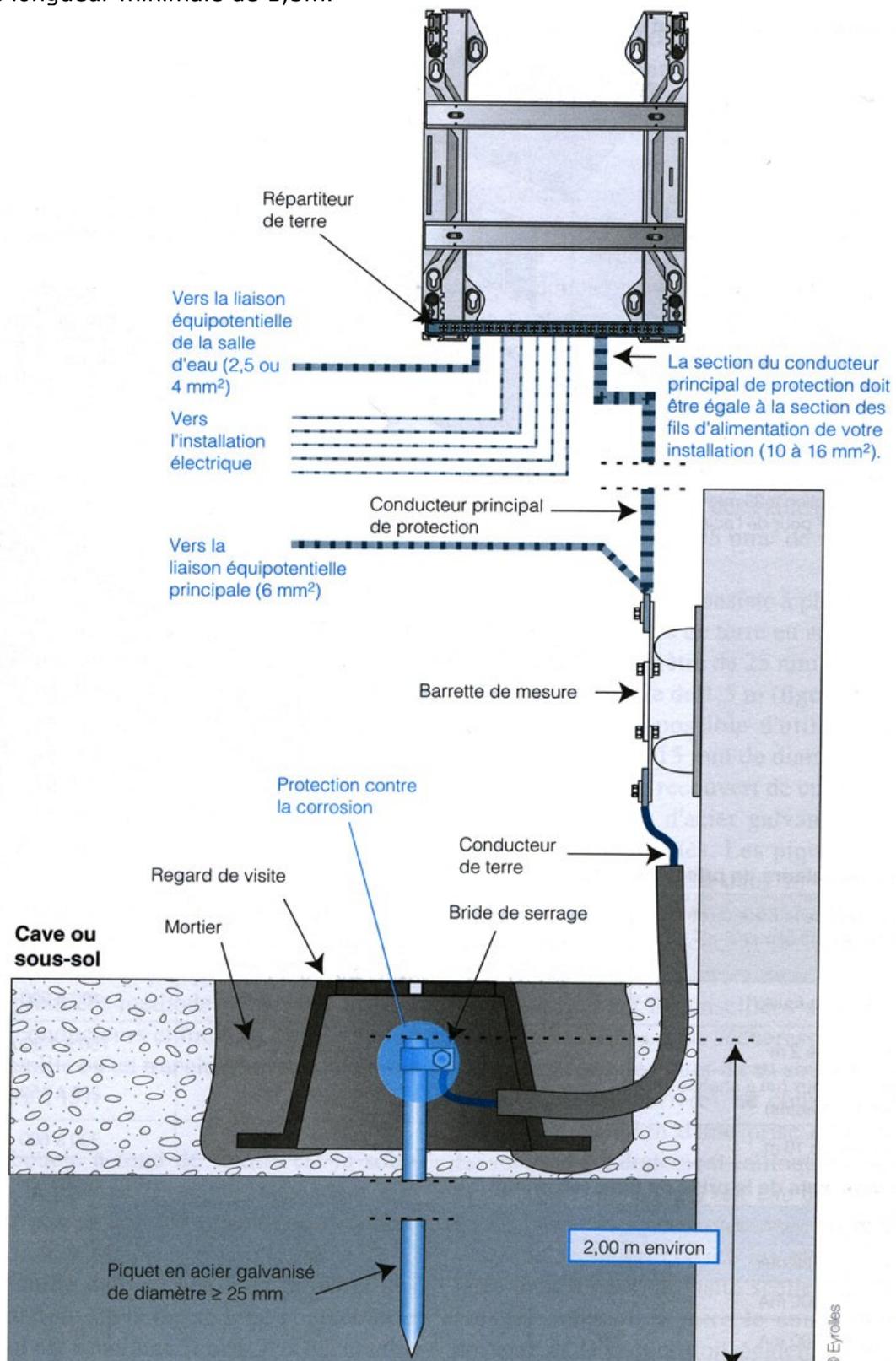


A réaliser en cuivre nu de  $25 \text{ mm}^2$  minimum ou en acier galvanisé de  $95 \text{ mm}^2$ .



### → le piquet :

Il s'agit de planter un ou plusieurs piquets de terre en acier galvanisé de diamètre au moins 25mm et d'une longueur minimale de 1,5m.



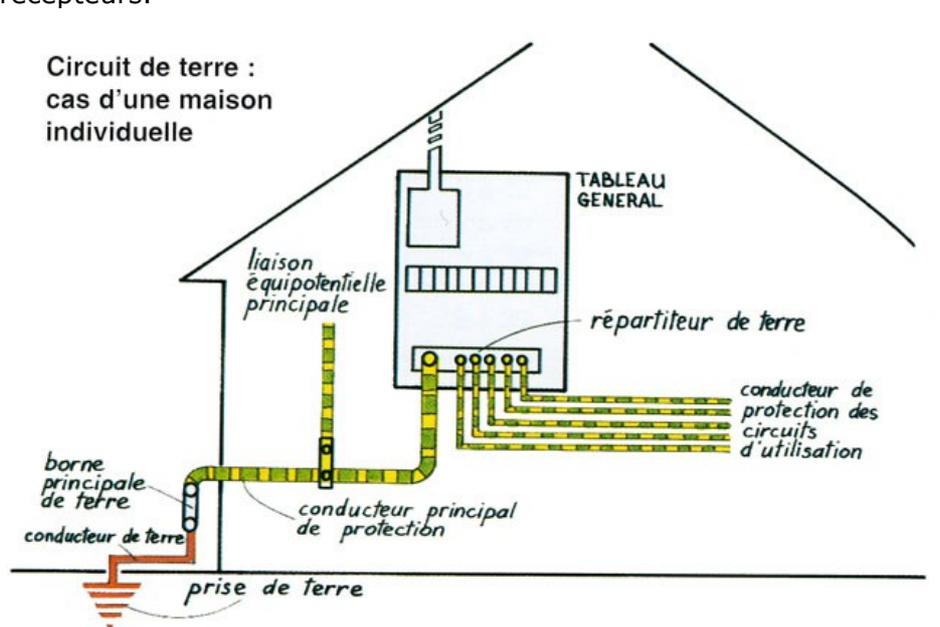
© Eyrolles

Le piquet doit être planté dans un sol à l'abri de la sécheresse et du gel.

Il est interdit de réaliser une prise de terre en plongeant le piquet dans l'eau courante ou un étang.

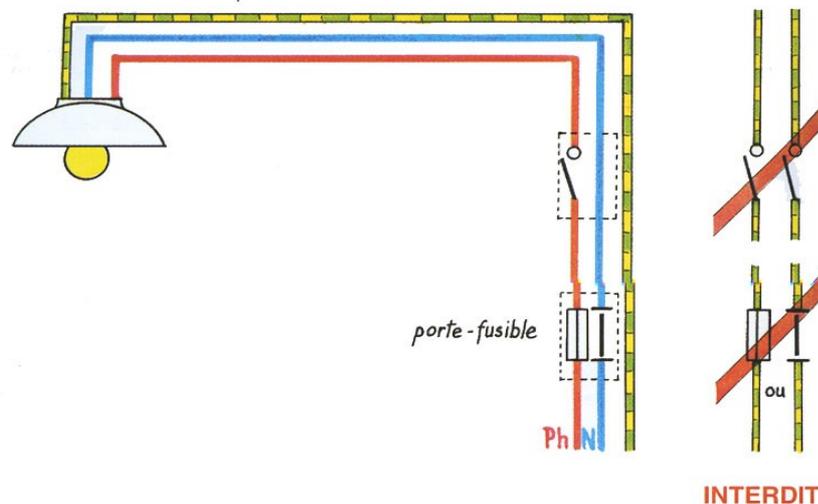
## 5.5. LES CONDUCTEURS DE PROTECTION

Ils sont identifiés par les couleurs vert et jaune et assurent l'interconnexion des masses métalliques des récepteurs.



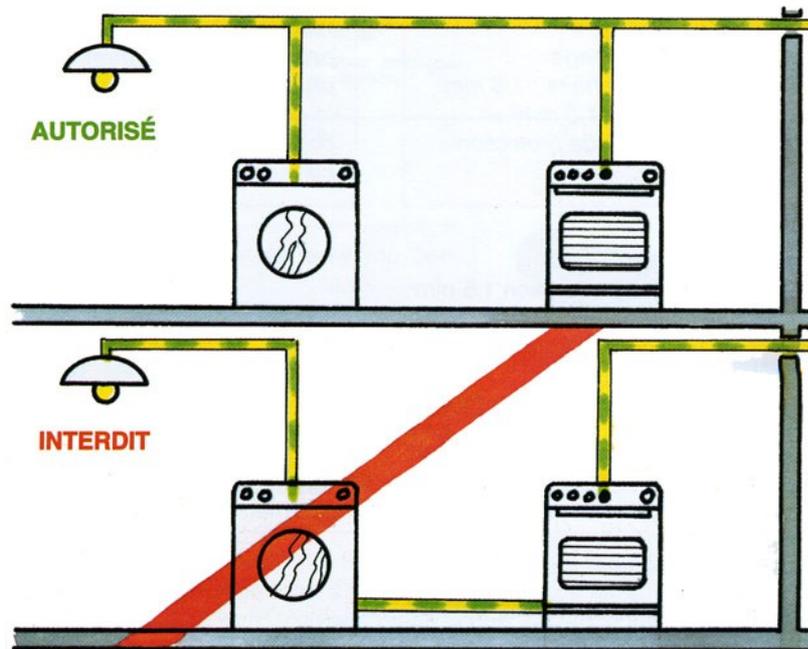
- ➔ **Le conducteur de terre** relie la prise de terre à la borne ou barrette de terre. Sa section minimale doit être de :
    - 16mm<sup>2</sup> en cuivre isolé
    - 25mm<sup>2</sup> en cuivre nu
    - 50mm<sup>2</sup> en acier.
  - ➔ **Le conducteur principal de protection** assure la liaison entre le tableau de répartition et la borne ou barrette de terre. Sa section dépend de la section des conducteurs d'alimentation de l'installation (voir le raccordement des protections) :
    - 10 mm<sup>2</sup> pour des alimentations de 10mm<sup>2</sup>
    - 16 mm<sup>2</sup> pour des alimentations de 16, 25 ou 35mm<sup>2</sup>
  - ➔ **Les conducteurs de protection des circuits** qui vont du tableau de répartition aux appareils électriques. Leur section doit être égale à la section des conducteurs actifs (phase-neutre) : ex. Un circuit d'éclairage en 1,5mm<sup>2</sup> sur la phase a une terre de section 1,5mm<sup>2</sup>.
- Lorsqu'un conducteur de terre est commun à plusieurs circuits, sa section doit être égale à la plus grande section présente des conducteurs de phase.

Ils doivent être installés sans coupure.





Les masses doivent être reliées entre elles en parallèle et non en série.

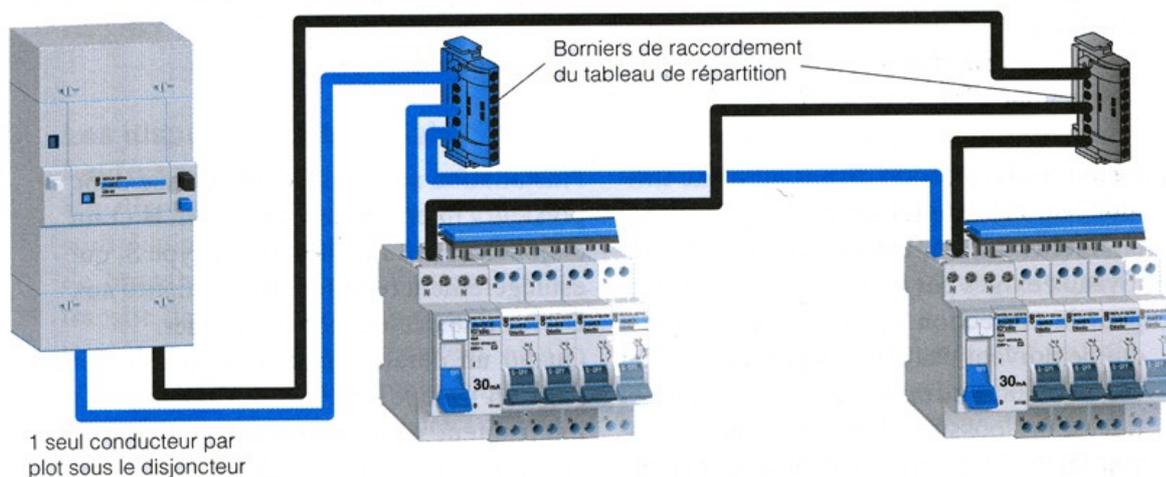


## 6. LE RACCORDEMENT DES PROTECTIONS

### 6.1. ENTRE LE DISJONCTEUR GÉNÉRAL ET LES DISPOSITIFS DIFFÉRENTIELS

Pour raccorder plusieurs dispositifs différentiels sous un disjoncteur général, on utilisera des borniers de raccordement car il convient de ne brancher qu'un conducteur par connecteur sur le disjoncteur général.

#### Le raccordement de plusieurs dispositifs différentiels

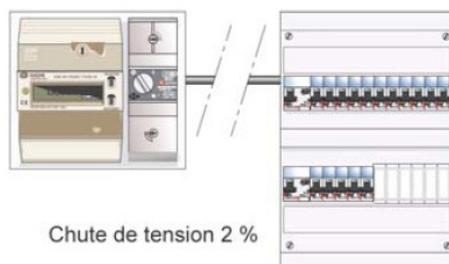


**ATTENTION** le diamètre des conducteurs d'alimentation dépend du réglage du disjoncteur :

#### Section minimale des conducteurs d'alimentation du tableau

Réglage du disjoncteur en A	45	60	90
Section des conducteurs en mm <sup>2</sup>	10	16	25

Dans le cas où le disjoncteur général est éloigné du tableau de protection, la section des conducteurs doit limiter la chute de tension due à la longueur en suivant le tableau :



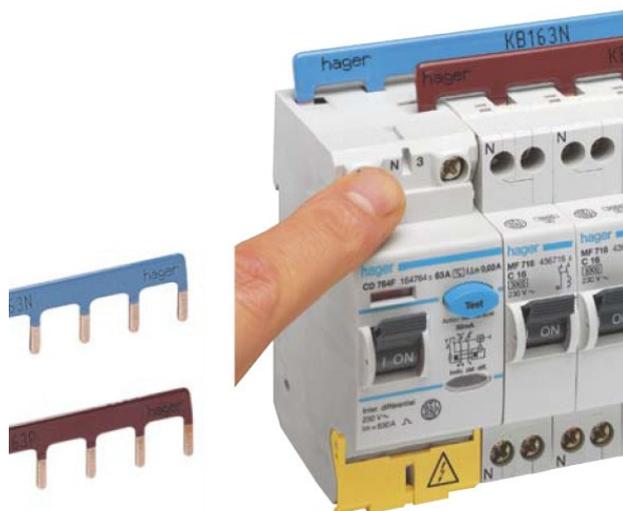
#### Longueur maximale et section des conducteurs

Section en mm <sup>2</sup>	Calibre du disjoncteur de branchement				
	15	30	45	60	90
10	68 m	34 m	23 m	—	—
16	109 m	55 m	36 m	27 m	—
25	170 m	85 m	57 m	43 m	28 m
35	239 m	119 m	80 m	60 m	40 m



## 6.2. SUR LE TABLEAU ÉLECTRIQUE

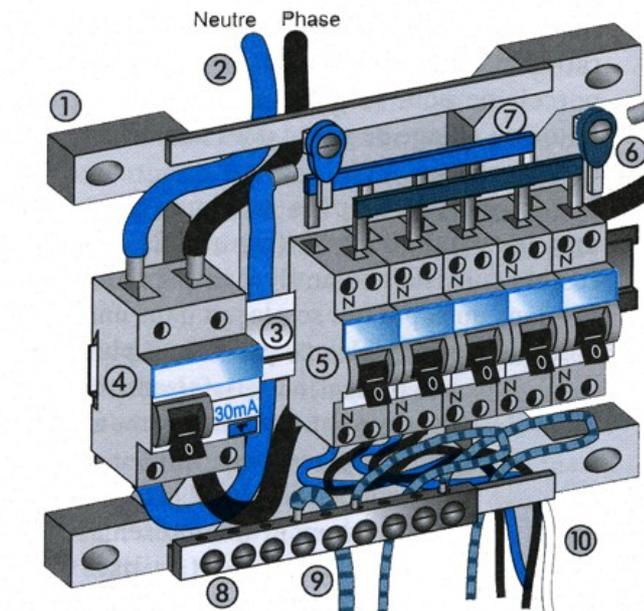
L'alimentation entre l'interrupteur différentiel et les dispositifs de protection (coupe-circuits ou disjoncteurs divisionnaires) s'effectue au moyen de barres de pontage.



Le schéma général dans le tableau de protection est donc :

### Exemple de raccordement

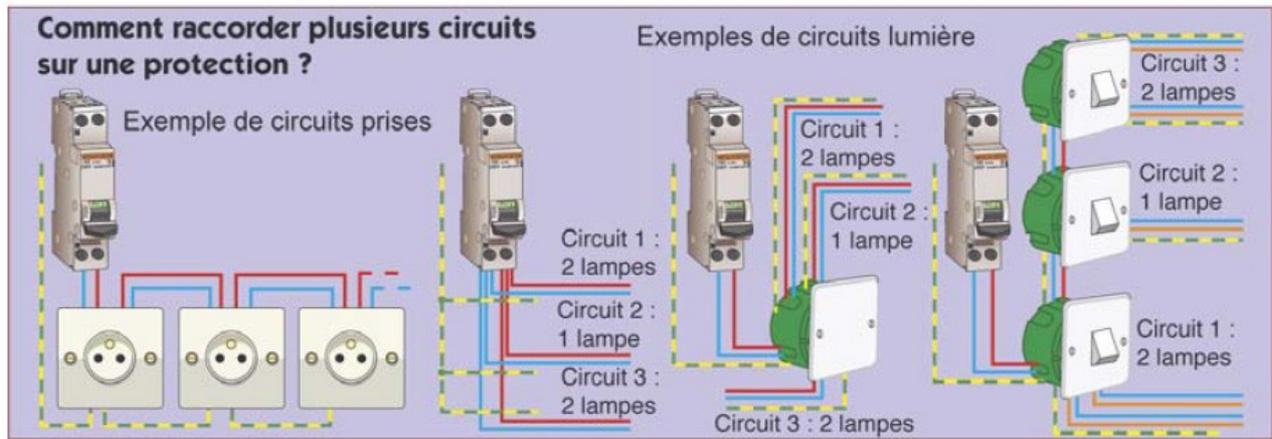
- |                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| ① Châssis du tableau              | ⑥ Connecteur                   |
| ② Arrivée du disjoncteur          | ⑦ Barrette de répartition      |
| ③ Rail de fixation                | ⑧ Barrette de terre            |
| ④ Interrupteur différentiel 30 mA | ⑨ Arrivée de la prise de terre |
| ⑤ Disjoncteurs divisionnaires     | ⑩ Départ des lignes            |





### 6.3. COMMENT RACCORDER PLUSIEURS CIRCUITS SUR UNE PROTECTION ?

En utilisant un des schémas ci-dessous :



## 7. LE CALIBRAGE DES PROTECTIONS EN FONCTION DES CIRCUITS

Nombre de points d'utilisation par type de circuit				
Nature du circuit	Nombre de points d'utilisation (norme NF C 15-100)	Section des conducteurs en cuivre (en mm <sup>2</sup> )	Courant assigné maximal du dispositif de protection (en Ampères)	
			Fusible	Disjoncteur
Circuits d'éclairage	8	1,5	10	16
Prises de courant commandées	8	1,5	10	16
Prises de courant 16 A	5	1,5	Interdit	16
	8	2,5		20
Circuits spécialisés avec prise de courant (lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge, four, congélateur...)	1	2,5	16	20
Cuisinière, plaque de cuisson en monophasé	1	6	32	32
Cuisinière, plaque de cuisson en triphasé	1	2,5	16	20
Volets roulants	Selon protection	1,5	10	16
VMC, VMR	1	1,5	Non autorisé	2 <sup>(1)</sup>
Chauffe-eau électrique non instantané	1	2,5	16	20
Circuits d'asservissement tarifaire, fils pilote, gestionnaire d'énergie...	1 circuit par fonction	1,5	Interdit	2
Autres circuits, y compris un tableau divisionnaire	–	1,5	16	10
	–	2,5	16	20
	–	4	20	25
	–	6	32	32
Convecteurs ou panneaux radiants en monophasé	2 250 W	1,5	10	10
	4 500 W	2,5	16 (3 500 w)	20
	5 750 W	4		25
	7 250 W	6		25

<sup>(1)</sup> Sauf cas particuliers où cette valeur peut être augmentée jusqu'à 16 A.

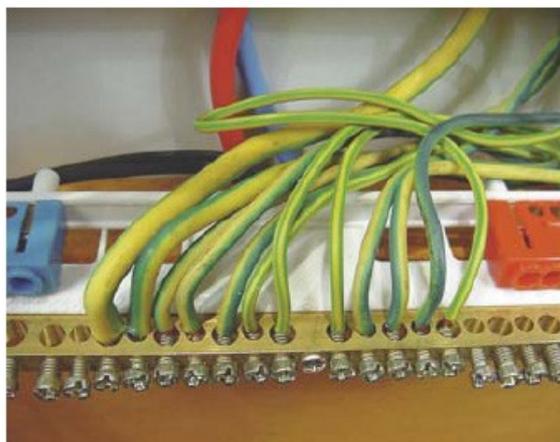
## 8. LE TABLEAU DE RACCORDEMENT

### 8.1. LA POSE ET LE RACCORDEMENT

Pour installer un tableau de raccordement neuf, vérifier d'abord le repérage de toutes les lignes qui arrivent au tableau et suivez les étapes, le disjoncteur général étant déclenché :



5 - Séparez les conducteurs de terre de leur ligne, puis regroupez-les vers le bas du tableau.



8 - Dans la barrette, fixez un fil par alvéole.



6 - Raccordez le fil d'arrivée de la prise de terre.



9 - Installez les protections sur les rails.



7 - Dénudez, puis raccordez les autres fils de terre.



10 - Installez la barre de pontage de la phase.



11 - Vissez fermement les vis des phases.



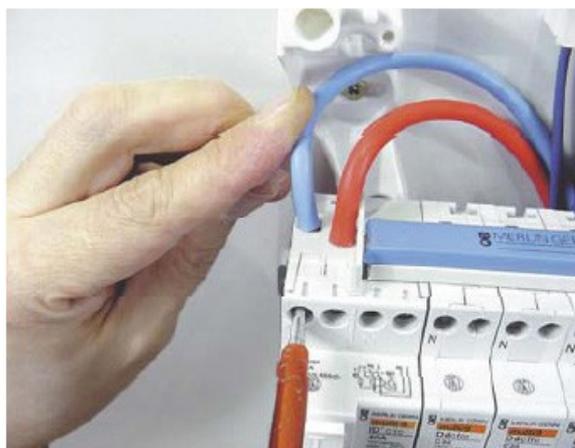
14 - Toutes les alimentations sont raccordées.



12 - Placez la barre de pontage de neutre et vissez.



15 - Raccordez les lignes sous les protections.



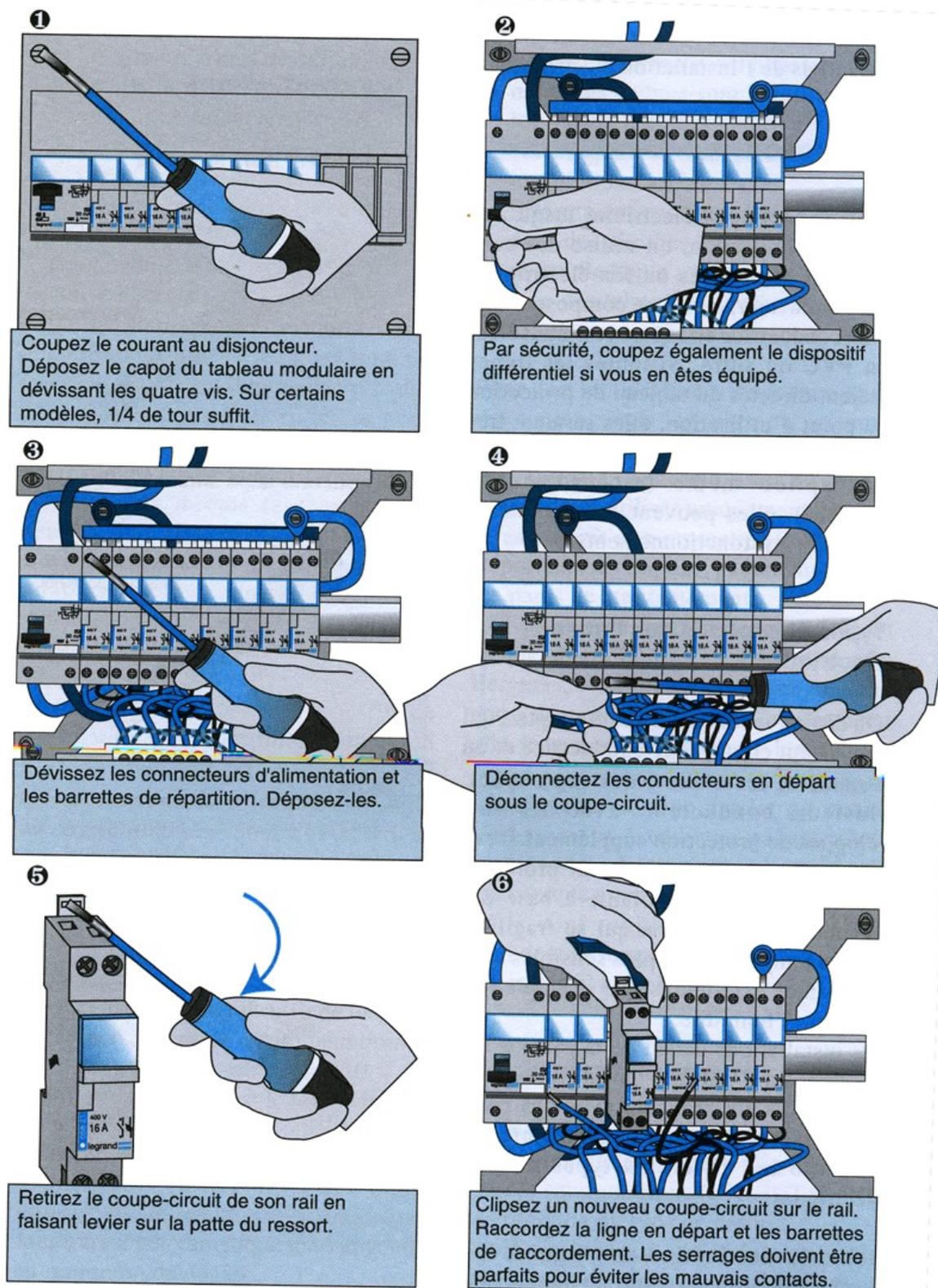
13 - Raccordez les fils provenant du disjoncteur.



16 - Raccordez les autres dispositifs devant équiper le tableau électrique (transformateur, contacteur jour/nuit...).

## 8.2. LE REMPLACEMENT D'UN COUPE CIRCUIT OU DISJONCTEUR DIVISIONNAIRE DANS UN TABLEAU :

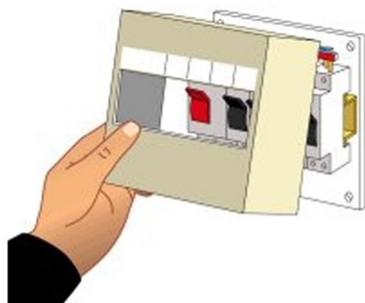
Il peut être réalisé en suivant la procédure suivante après coupure du courant :



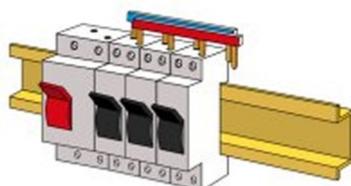
### 8.3. L'AJOUT D'UN MODULE DANS UN TABLEAU

Il peut être réalisé en suivant la procédure suivante après coupure du courant :

**Cas 1 : Le tableau dispose d'un emplacement vide, c'est le cas idéal pour l'ajout d'un coupe-circuit ou disjoncteur**

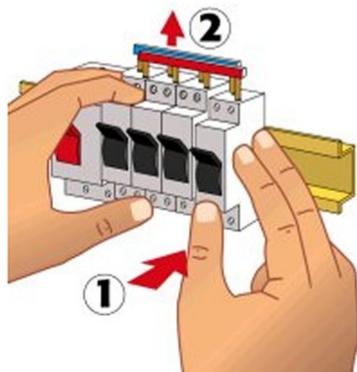


1. Oter l'enveloppe protectrice du tableau

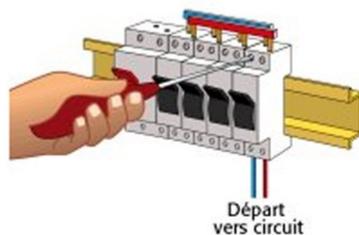


2. Repérer le peigne possédant encore des emplacements libres.

3. Oter son éventuelle protection ou « chaussette ».



4. Clipser le nouveau module sur le peigne.



5. Visser les bornes amont.

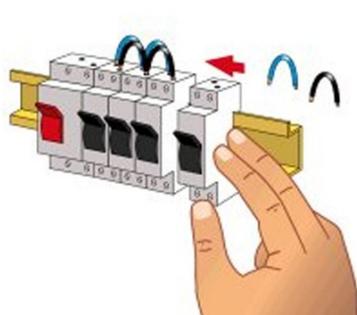
6. Relier les bornes aval au circuit à protéger.

7. Repositionner l'enveloppe protectrice du tableau.

**Cas 2 : Il faut rajouter l'emplacement sur le tableau**

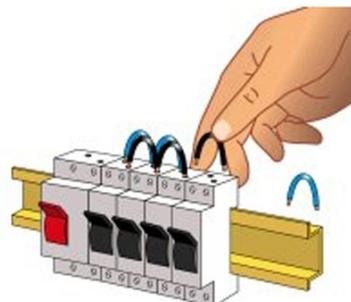
1. Oter l'enveloppe protectrice du tableau

2. Clipser le nouveau module sur l'emplacement vide.



3. Effectuer un pontage entre un module existant et le nouveau : Relier la phase avec la phase, le neutre avec le neutre, à l'aide d'un fil de section égale à la section d'alimentation.

4. Relier les bornes aval au circuit à protéger.



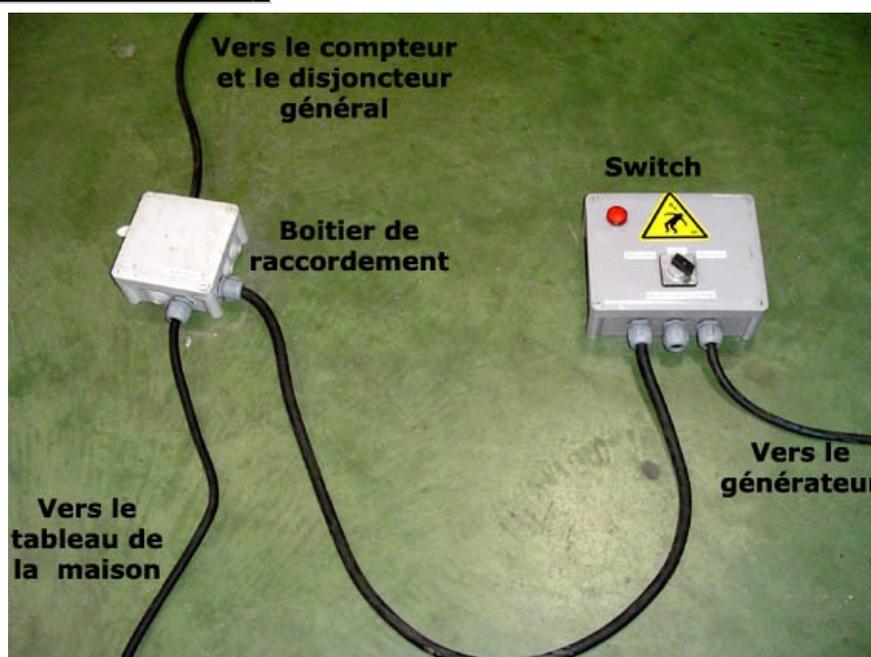
## 9. L'INVERSEUR DE SOURCE

### 9.1. LE PRINCIPE :

Lors de l'utilisation d'un générateur de secours pour pallier aux défaillances du réseau national, il faut veiller à ne pas avoir de connection directe entre le générateur et le réseau.

On utilise pour cela un inverseur de source (switch) qui bascule soit sur le réseau soit sur le générateur en passant par une position neutre.

### 9.2. LE BRANCHEMENT :

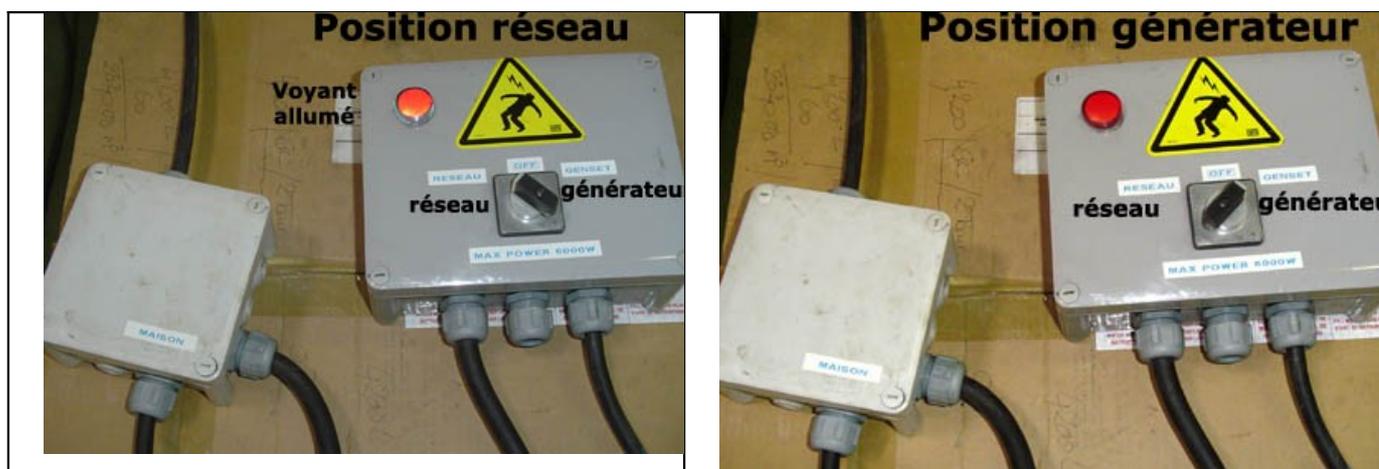


### 9.3. LE PRINCIPE :

Quand le réseau fonctionne, le voyant est allumé et le switch est en position réseau.

Quand le réseau s'arrête, le voyant s'éteint, indiquant alors qu'il faut démarrer le générateur.

Débrancher les gros consommateurs, allumer le générateur, basculer le switch en position générateur et démarrer à nouveau les gros consommateurs un par un.



A l'inverse, quand le réseau revient, le voyant se rallume.

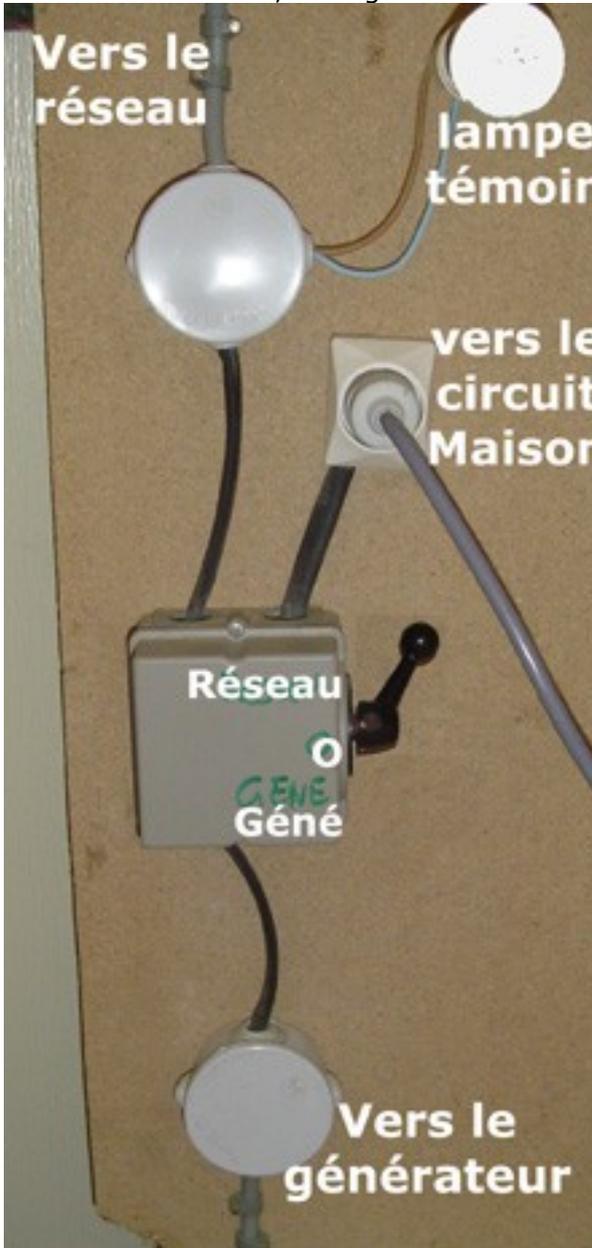
Basculer en position réseau et seulement après, éteindre le générateur.



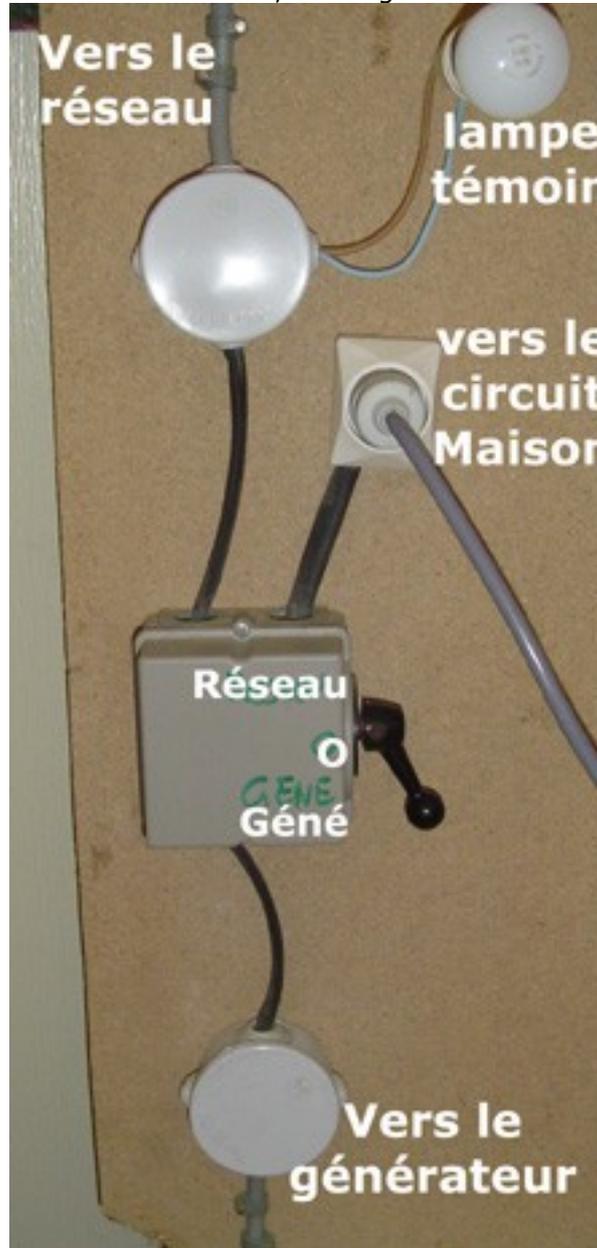
ATTENTION, on ne doit jamais éteindre un générateur avec sa charge branchée.

Pour de petites installations, on peut utiliser le modèle suivant qui fonctionne sur le même principe :

Avec le réseau, sans générateur



Sans le réseau, sur le générateur





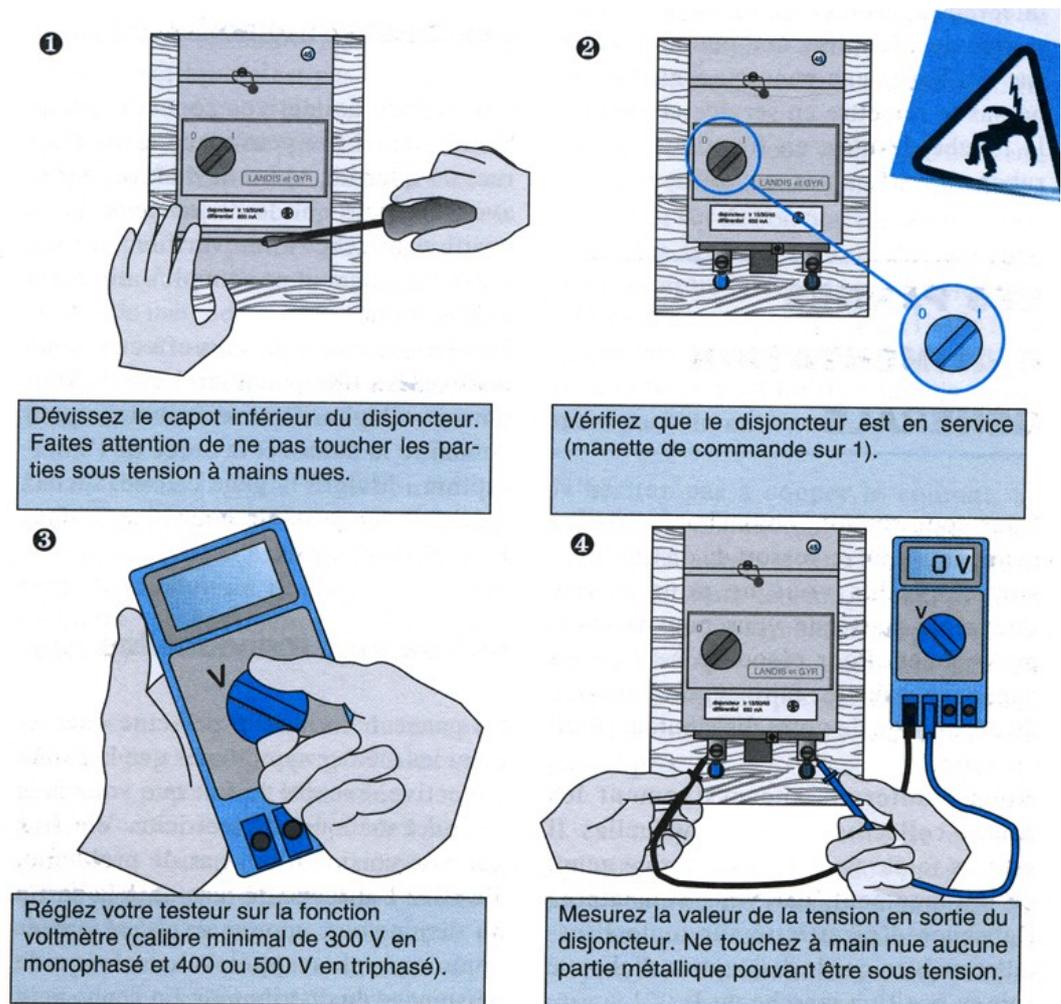
# LA RECHERCHE DE PANNES

## 1. DÉCLENCHEMENT DU DISJONCTEUR GÉNÉRAL

Brutalement, survient une coupure généralisée de l'alimentation électrique : plus d'éclairage dans toute l'habitation, plus aucun matériel électrique ne fonctionne.

Il faut commencer par rechercher la panne vers le tableau de raccordement et le disjoncteur d'abonné.

Pour être certain qu'il s'agit d'une panne générale due au distributeur (EDF en France par exemple), testez votre disjoncteur d'abonné non déclenché (en position 1) selon la procédure suivante :

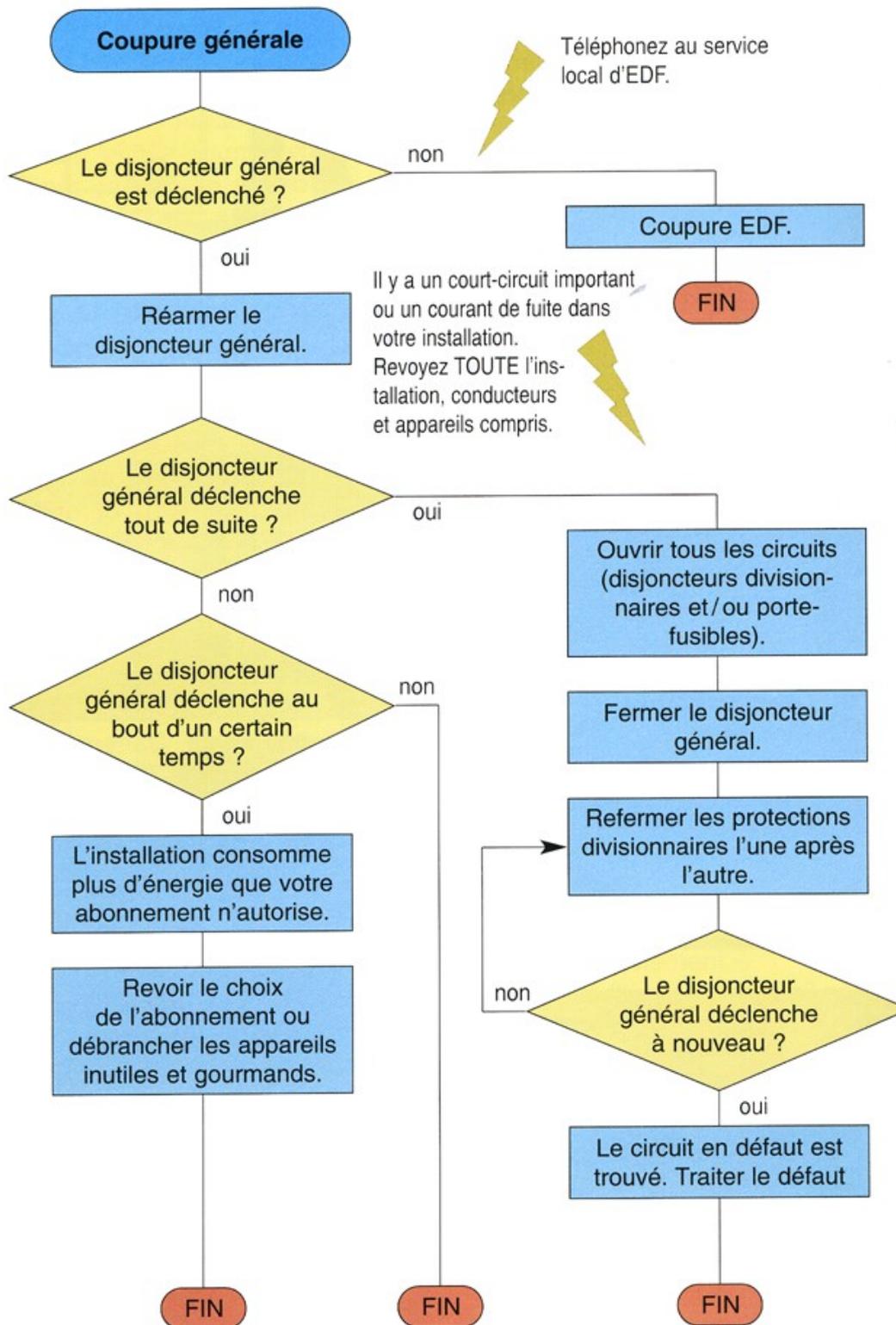


Si la tension est nulle, c'est bien une panne générale du réseau.

Si la tension est de 220V en monophasé, la panne est sur votre installation.



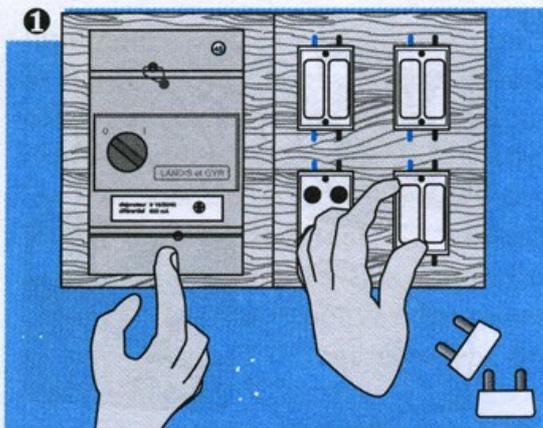
Suivez alors l'organigramme:





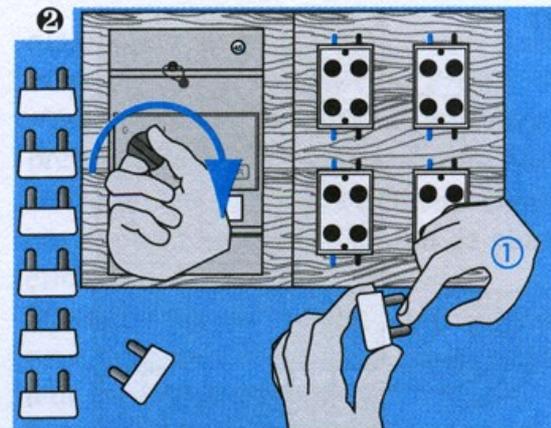
Pour trouver la ligne en défaut, suivez la procédure selon que vous avez des fusibles (unipolaire + neutre ou bipolaires)

**1**



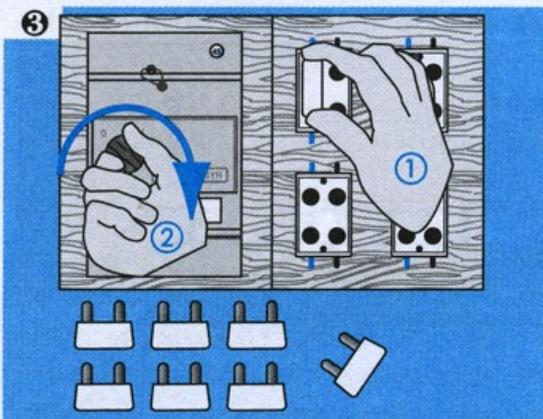
Le disjoncteur ne se réenclenche pas. Déposez tous les fusibles et vérifiez qu'une ligne n'est pas reprise sous le disjoncteur.

**2**



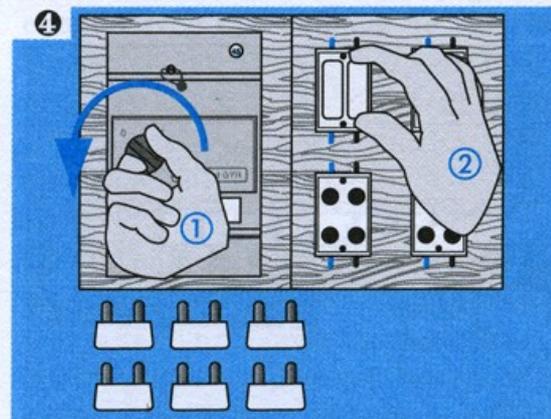
Vérifiez que les fusibles ne sont pas détériorés, sinon réparez-les (1). Vérifiez que le disjoncteur se réenclenche et recoupez-le.

**3**



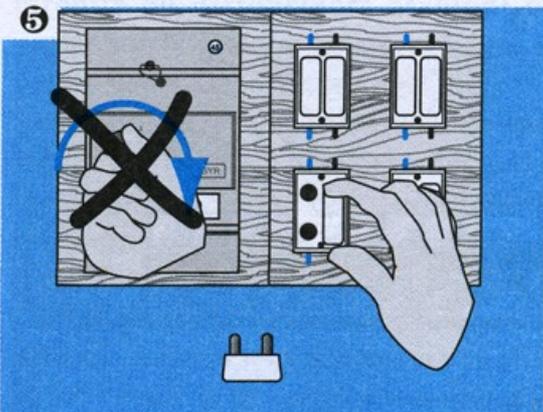
Remplacez un fusible (1) et vérifiez que le disjoncteur se réenclenche (2).

**4**



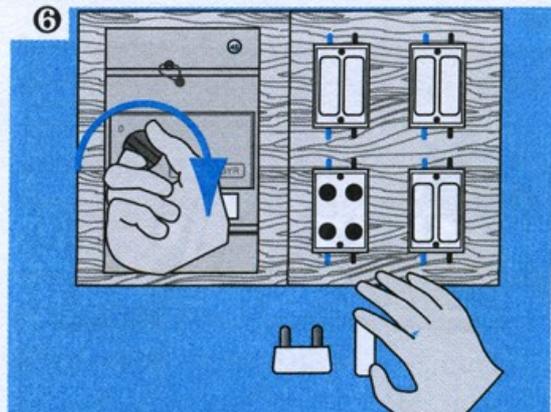
Coupez de nouveau le disjoncteur (1), placez un deuxième fusible (2). Renouvelez les étapes 3 et 4 avec tous les fusibles.

**5**



Lorsque vous serez en présence du circuit en défaut, vous ne pourrez pas réenclencher le disjoncteur.

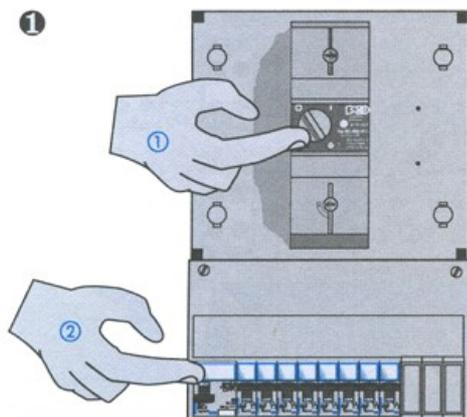
**6**



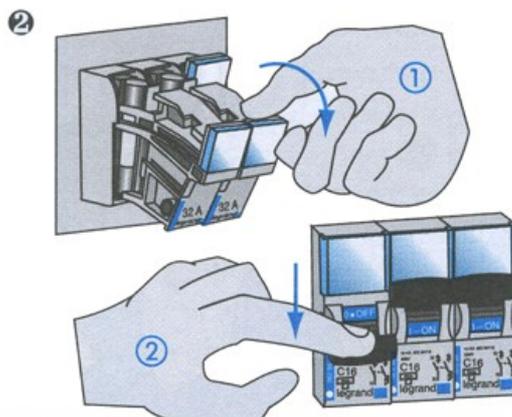
Ne remplacez pas les fusibles de ce circuit. Réenclenchez le disjoncteur pour profiter du reste de l'installation.



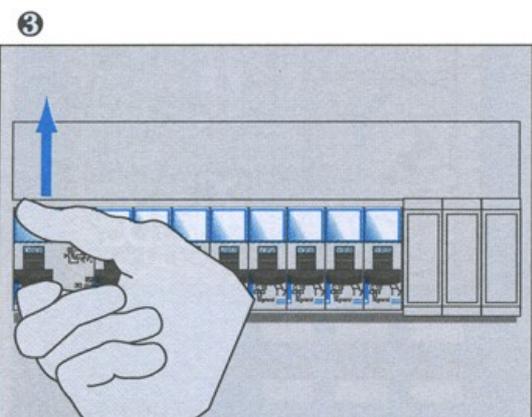
ou des disjoncteurs divisionnaires :



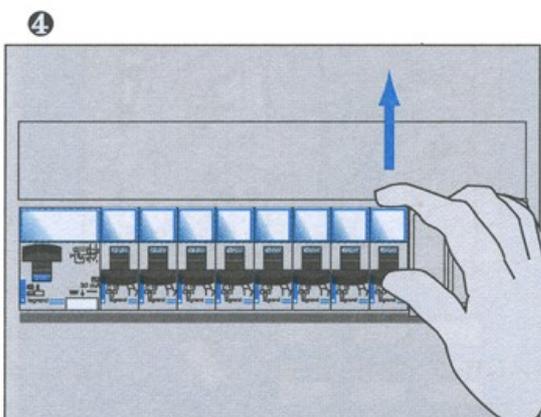
Le disjoncteur (1) ou le dispositif différentiel (2 si vous en êtes équipé) refuse de s'enclencher.



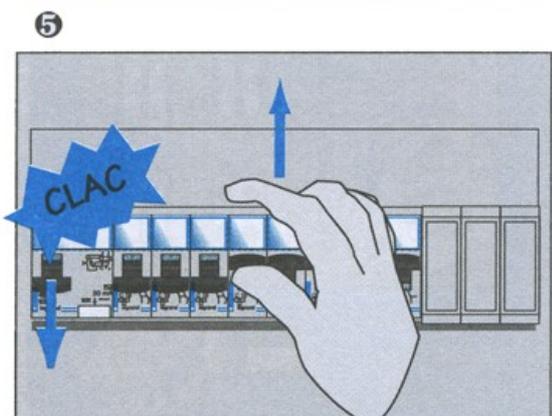
Si vous êtes équipé de coupe-circuits, ouvrez tous les tiroirs (1). Si vous êtes équipé de disjoncteurs divisionnaires, baissez toutes les manettes sur OFF (2).



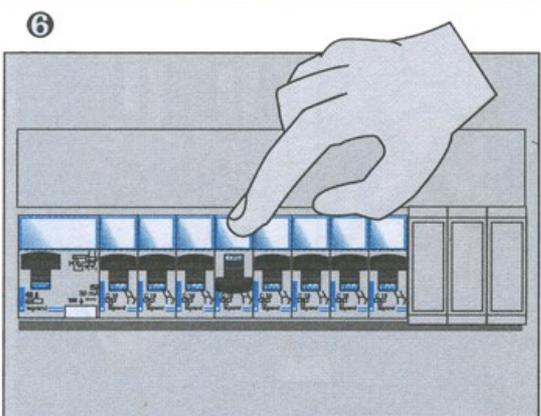
Remettez en service le dispositif différentiel ou le disjoncteur EDF.



Remettez en service chaque disjoncteur divisionnaire ou coupe-circuit.



Lorsque vous serez en présence du circuit en défaut, le fait de mettre en service le disjoncteur divisionnaire va déclencher le dispositif différentiel ou le disjoncteur.



Réenclenchez tous les autres disjoncteurs divisionnaires pour profiter du reste de l'installation. Recherchez la panne sur le circuit en défaut.



Dans le premier cas, il y a surcharge ou surconsommation quand il y a déclenchement au bout de quelque temps. Il faudra débrancher quelques appareils, remplacer la cartouche fusible détruite.

Dans le second cas, déclenchement dès la mise en marche du récepteur, il s'agit d'un court-circuit. Une fois trouvé l'appareil à l'origine du court-circuit, il faut vérifier la prise et le câble d'alimentation du récepteur concerné. Réparer ensuite le récepteur. Sinon, le problème va perdurer.

### 3.1. COMMENT RECHERCHER UN FUSIBLE DÉTRUIT ?

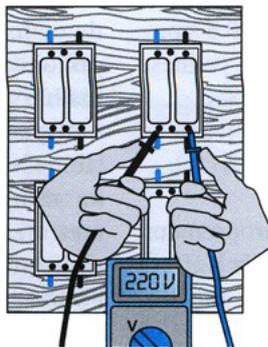
Suivre les procédures selon que vous avez une ancienne installation :

#### Les méthodes de recherche d'un fusible détruit (installations anciennes)

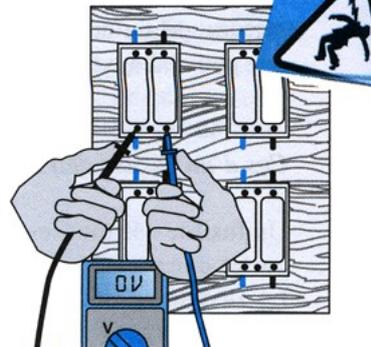
##### • Vous disposez d'une protection unipolaire + neutre ou bipolaire



① À l'aide d'un voltmètre, mesurez la tension d'arrivée au coupe-circuit sur les vis de raccordement.

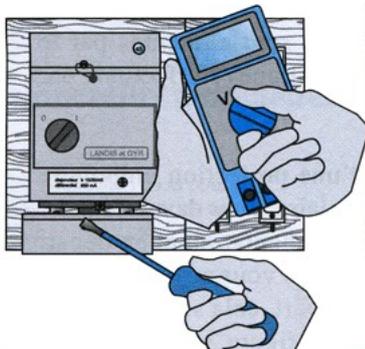


② Mesurez également la tension en sortie du coupe-circuit (en cas d'inversion de l'alimentation et du départ du coupe-circuit).

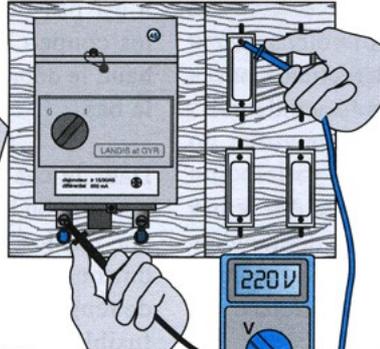


③ Si vous mesurez zéro volt, le fusible est détruit. Éliminez le défaut, puis remplacez les fusibles.

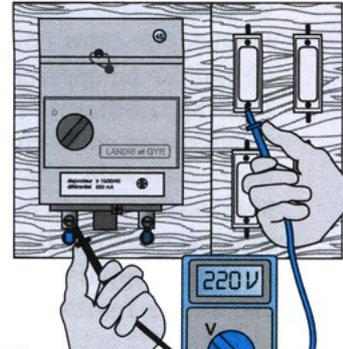
##### • Vous disposez d'une protection unipolaire



① Munissez-vous d'un voltmètre. Déposez le capot inférieur du disjoncteur. Attention aux éléments sous tension.



② Mesurez la tension entre le plot de neutre du disjoncteur et la borne d'arrivée d'un coupe-circuit. Vous devez mesurer 220 volts.

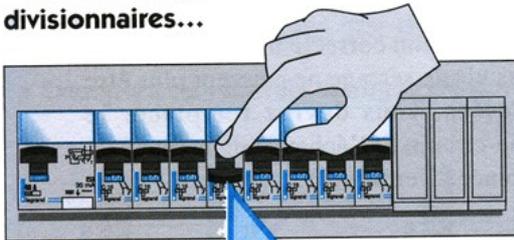


③ La tension entre la borne de neutre et la sortie du coupe-circuit doit être de 220 V. Sinon, le fusible est détruit.

ou une nouvelle :

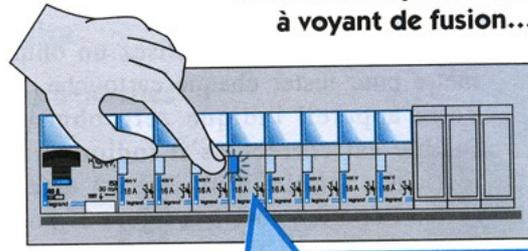
### Les méthodes de recherche d'un fusible détruit (installations récentes)

#### • Avec des disjoncteurs divisionnaires...



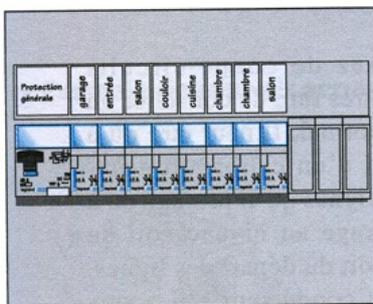
Le disjoncteur dont la manette est baissée indique le circuit en défaut. Éliminez le défaut et remontez la manette.

#### • Avec des coupe-circuits à voyant de fusion...

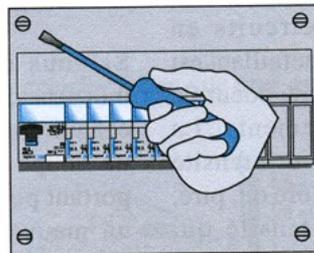


Le coupe-circuit dont le voyant est allumé (ou éteint selon les modèles) a coupé le circuit. Éliminez le défaut et remplacez la cartouche.

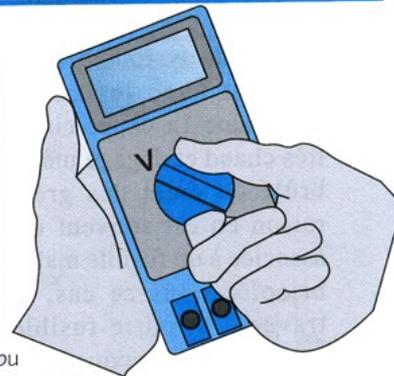
#### • Avec des coupe-circuits sans voyant de fusion...



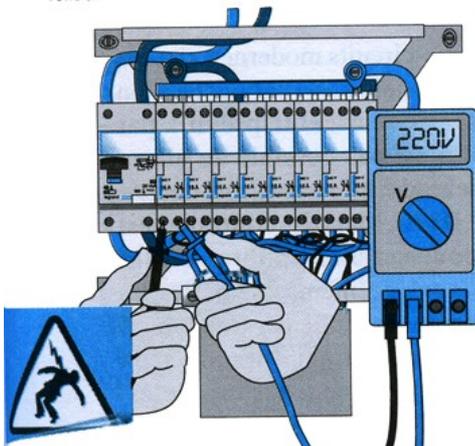
① Si le tableau est correctement repéré, ouvrez le coupe-circuit en défaut et remplacez la cartouche par une autre de même taille et de même valeur.



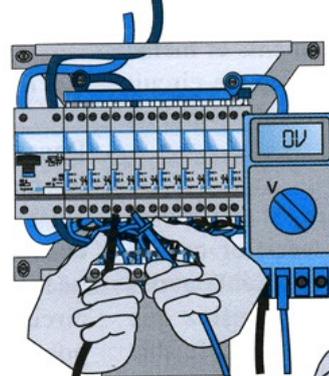
② Si le tableau n'est pas repéré ou est mal repéré, déposez le capot du tableau de protection.



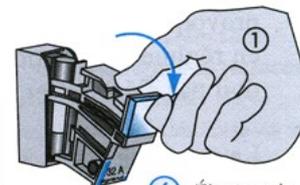
③ Munissez-vous d'un voltmètre réglé sur un calibre correspondant à la tension à mesurer.



④ Mesurez la tension de sortie de chaque coupe-circuit (entre phase et neutre). Attention à ne pas toucher des parties sous tension à mains nues.



⑤ Si vous mesurez zéro volt à la sortie d'un coupe-circuit, cela indique que la cartouche fusible est détruite.



⑥ Éliminez la cause du court-circuit, ouvrez le coupe-circuit



(1), retirez la cartouche (2) et remplacez-la par une autre de même taille et de même valeur.

## 3.2. ECHAUFFEMENT ANORMAL D'UN FUSIBLE :

Un fusible en fonctionnement normal ne doit pas s'échauffer.

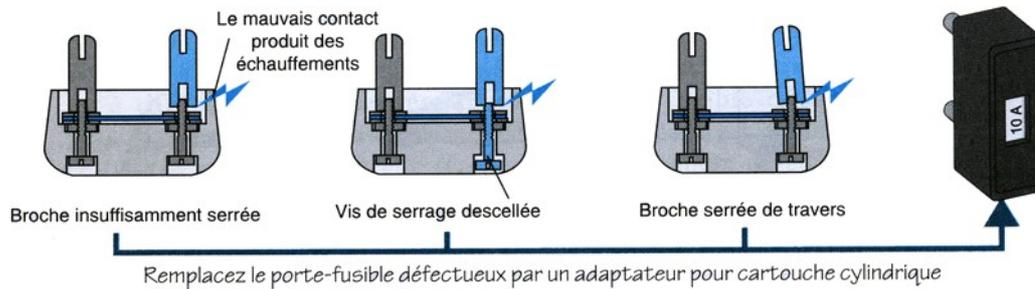
Cependant, en particulier sur les anciens porte fusibles en porcelaine, le fusible peut s'échauffer, dégager même une odeur de brûlé ou émettre des grésillements.

Il s'agit souvent d'une surintensité associée à un mauvais calibrage du fusible ou à un « bricolage ».

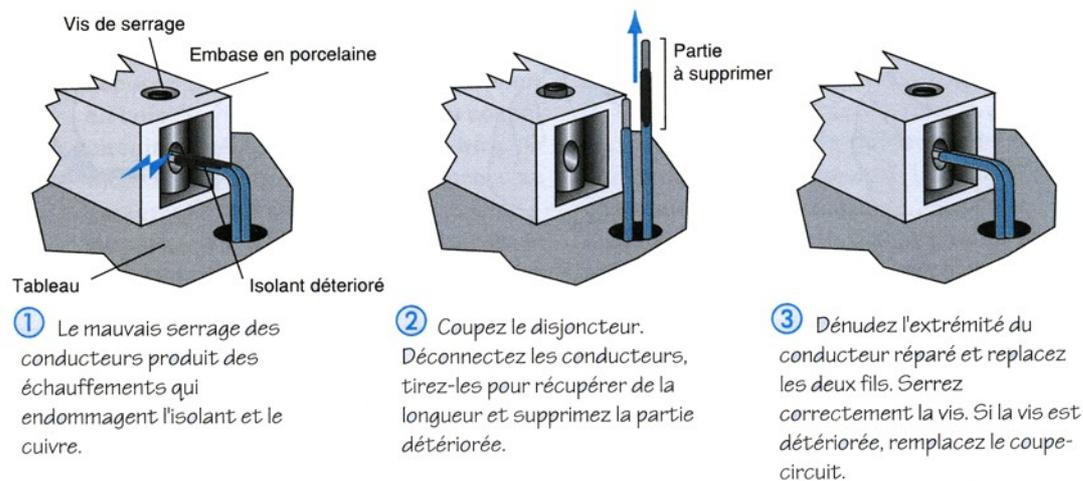
Vérifiez le calibrage et les serrages :

### Les mauvais serrages sur des coupe-circuits

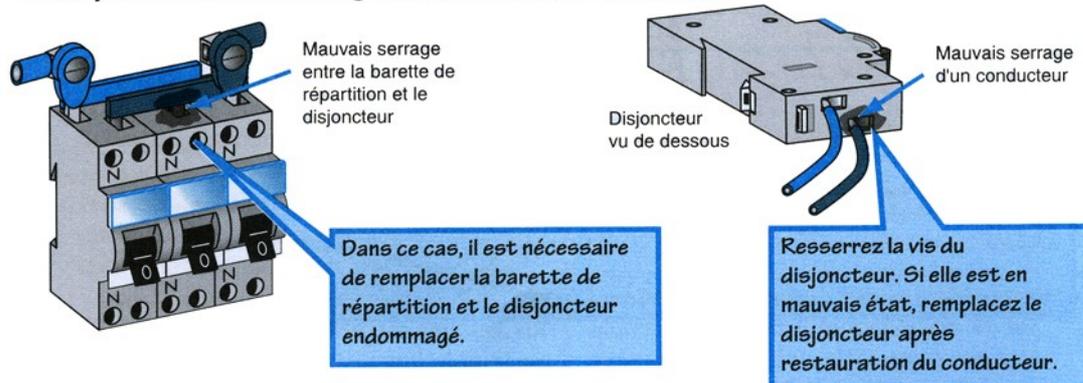
#### • Exemples de mauvais serrages de porte-fusibles à broches



#### • Exemple de mauvais serrage des conducteurs sur une embase



#### • Exemples de mauvais serrages dans un tableau modulaire



## 4. TENSION DE CONTACT SANS DÉCLENCHEMENT

Cela chatouille à chaque fois que l'on touche un récepteur.  
Dans ce cas, l'installation a 2 anomalies simultanées :

- ➔ les parties métalliques du récepteur ne sont pas reliées à la terre
- ET
- ➔ il y a un défaut d'isolement d'un conducteur actif.

## 5. PANNES SUR UN CONDUCTEUR

### 5.1. ECHAUFFEMENT ANORMAL D'UN CONDUCTEUR

Un échauffement est très néfaste pour un conducteur, il entraîne un vieillissement prématuré de l'isolant, la dégradation des raccordements et dans le pire des cas, un risque d'incendie.

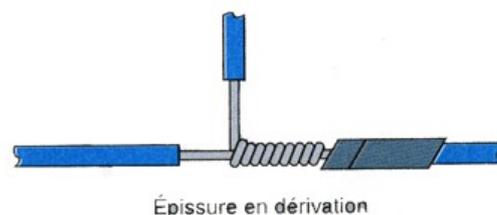
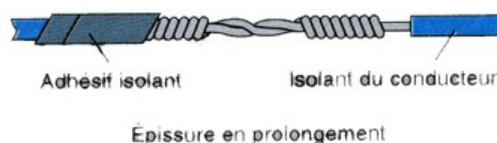
Il apparaît sur des installations anciennes où la section des conducteurs est insuffisante pour les appareils raccordés. Si les protections sont correctement calibrées, il ne devrait pas se produire d'échauffement.

Vérifiez donc la protection de la ligne, calibrez correctement la protection et évitez de raccorder de gros consommateurs sur cette ligne. Si vous avez besoin de beaucoup de puissance, installez une nouvelle ligne.

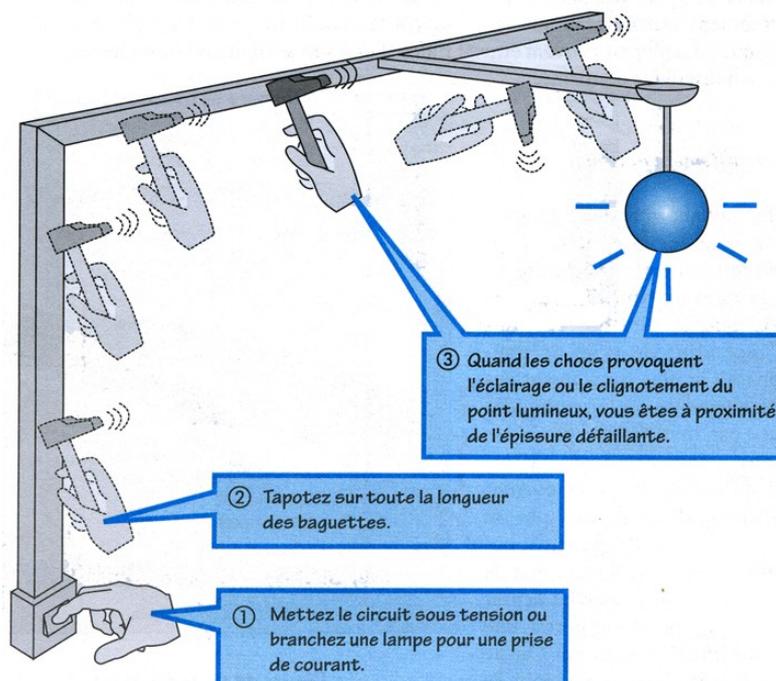
### 5.2. EPISSURES



Elles sont interdites mais permettaient avant de faire des raccords ou des repiquages. Sous l'effet d'une consommation trop importante, les épissures se dégradent jusqu'à entraîner une coupure du circuit, un fonctionnement intermittent ou par un vacillement de l'éclairage.

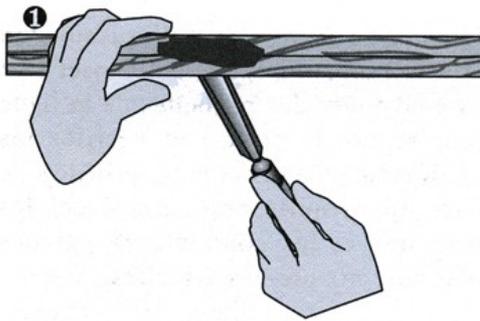


Il est d'abord nécessaire de repérer l'épissure, très souvent dans une moulure en bois :

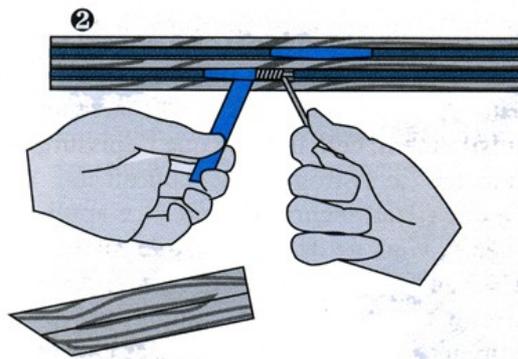




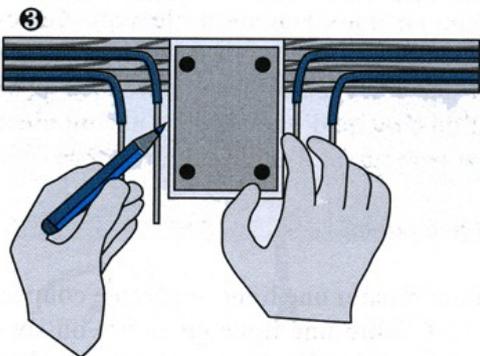
Pour remplacer l'ancienne épissure par une boîte de connexion, suivez la procédure :



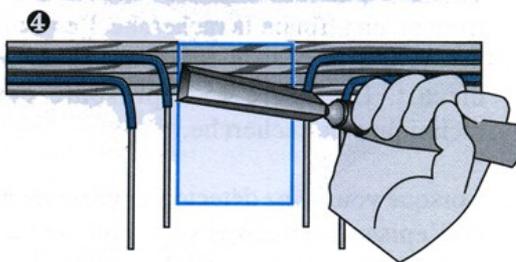
Après repérage de l'emplacement de l'épissure, coupez le courant au niveau du disjoncteur. Déposez délicatement le couvercle de la baguette électrique.



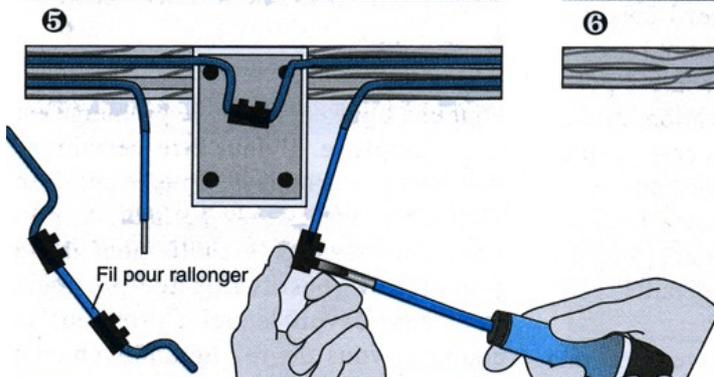
Déposez l'isolant entourant l'épissure, puis défaites les spires pour récupérer de la longueur sur les conducteurs. S'il existe deux épissures, dans le doute, déposez les deux.



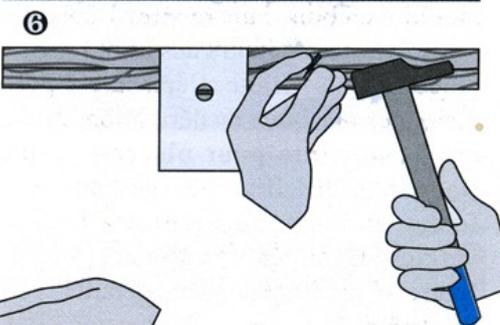
Approvisionnez une boîte de connexion pour montage en apparent, placez-la à l'endroit où se situaient les épissures, puis tracez son emplacement.



À l'aide d'un ciseau à bois et d'un marteau, découpez les socles des baguettes en bois selon le tracé. Fixez la boîte à l'aide de vis et de chevilles.



Isoler la partie nue des conducteurs, puis procédez au raccordement. Si les fils sont trop courts (fil cassé), utilisez deux dominos comme indiqué ci-dessus.

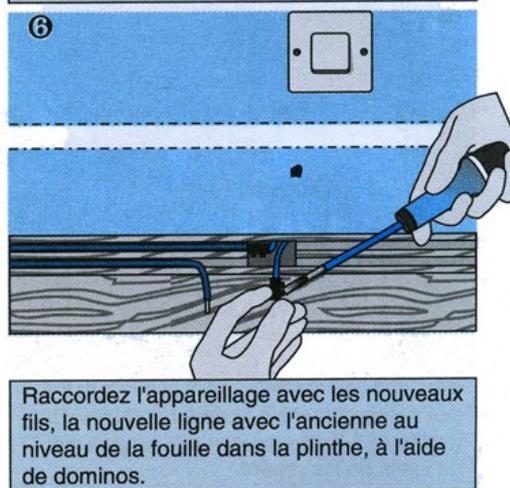
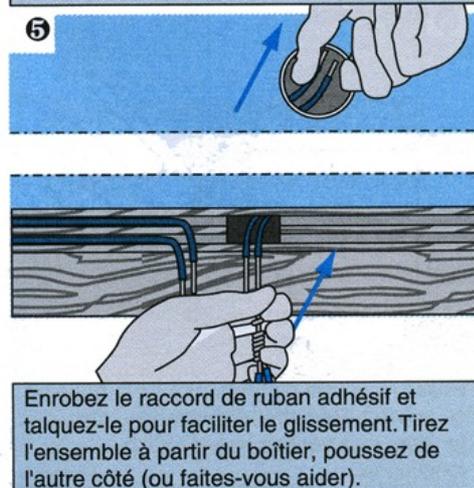
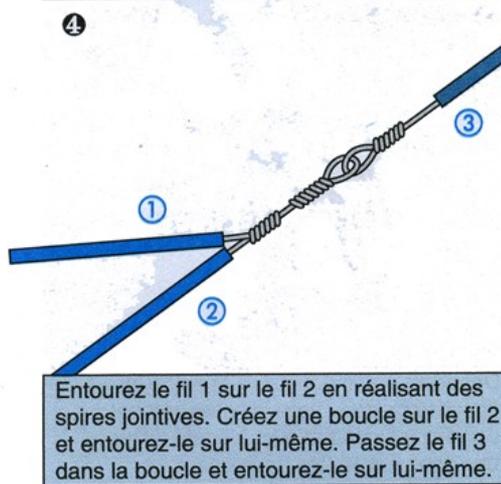
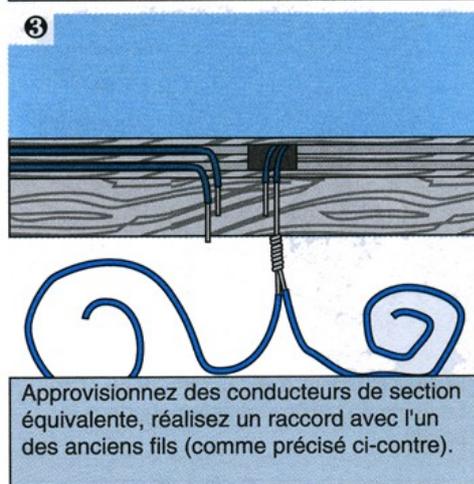
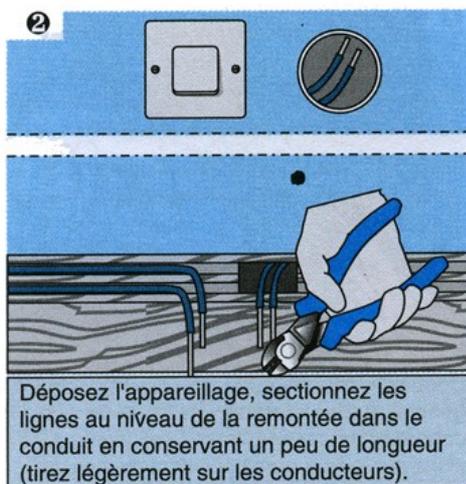
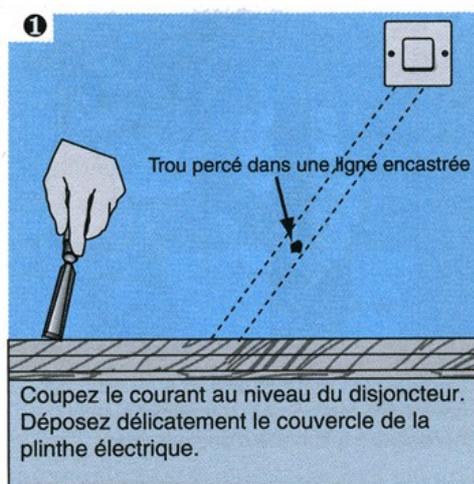


Fermez la boîte de connexion. Clouez les couvercles des baguettes après les avoir recoupés à la longueur adéquate.

### 5.3. LIGNES COUPÉES

Les lignes se coupent rarement toutes seules, c'est en général la conséquence d'une intervention malheureuse : pose d'un clou, percement d'un trou.

En apparemment, réaliser une boîte de connexion comme indiqué au paragraphe précédent.  
En encastré, suivez la procédure :



### 5.4. LIGNES EN DÉFAUT D'ISOLEMENT

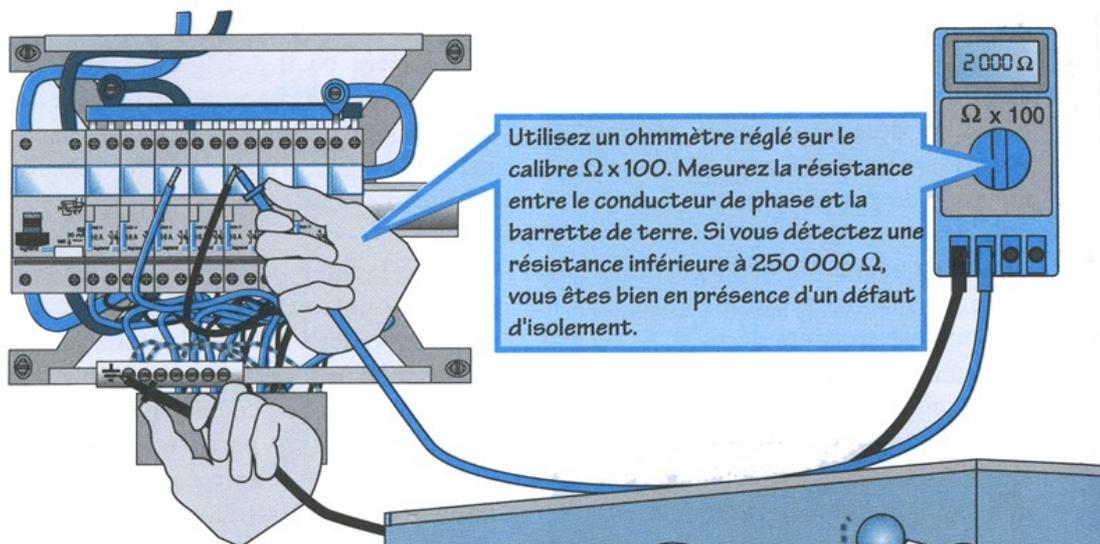
Il faut d'abord s'assurer que le défaut d'isolement provient de la ligne et non pas de l'appareil ou de l'éclairage.

Déconnectez tous les appareils de la ligne, y compris les luminaires et vérifiez la persistance du défaut d'isolement en mesurant la résistance entre le conducteur de phase de la ligne en défaut et la

terre de l'installation.

Si vous mesurez une résistance infinie, il n'y a pas de défaut d'isolement. Par contre, une résistance, même très importante, indique un contact entre la phase et la terre.

- ① Coupez le courant et assurez-vous que vous êtes bien en présence d'un défaut d'isolement



- ② Débranchez tous les appareils ou luminaires raccordés sur cette ligne.

Débranchez les appareils et les luminaires puis, réitérez la mesure de l'étape 1. Si le défaut a disparu, vérifiez chaque appareil. Si le défaut persiste, continuez la recherche.

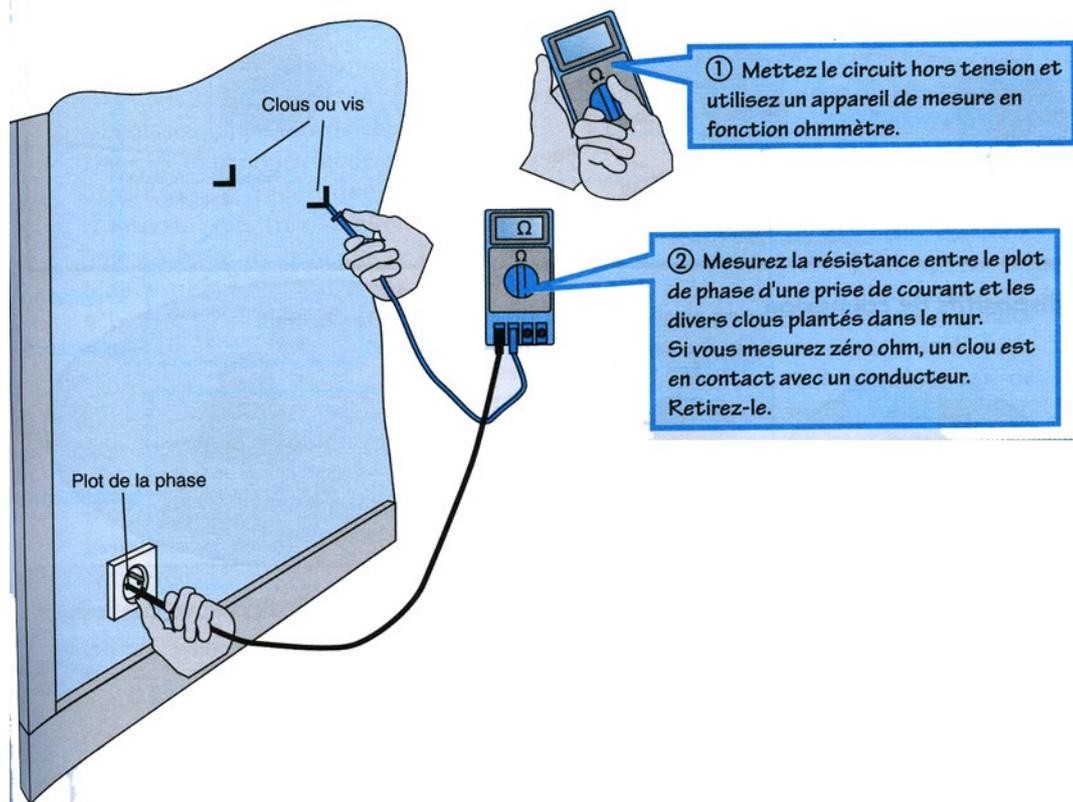
- ③ Vérifiez que les lignes électriques ne se trouvent pas dans une zone humide.

Vérifiez que vous n'avez pas subi un dégât des eaux sur des lignes électriques anciennes. Dans le cas contraire, poursuivez la recherche (vérifiez l'appareillage et les lignes).

Il s'agit soit d'un défaut de l'isolant ou d'un objet métallique en contact avec l'âme du conducteur (clou, vis) en particulier avec présence d'humidité dans le mur.



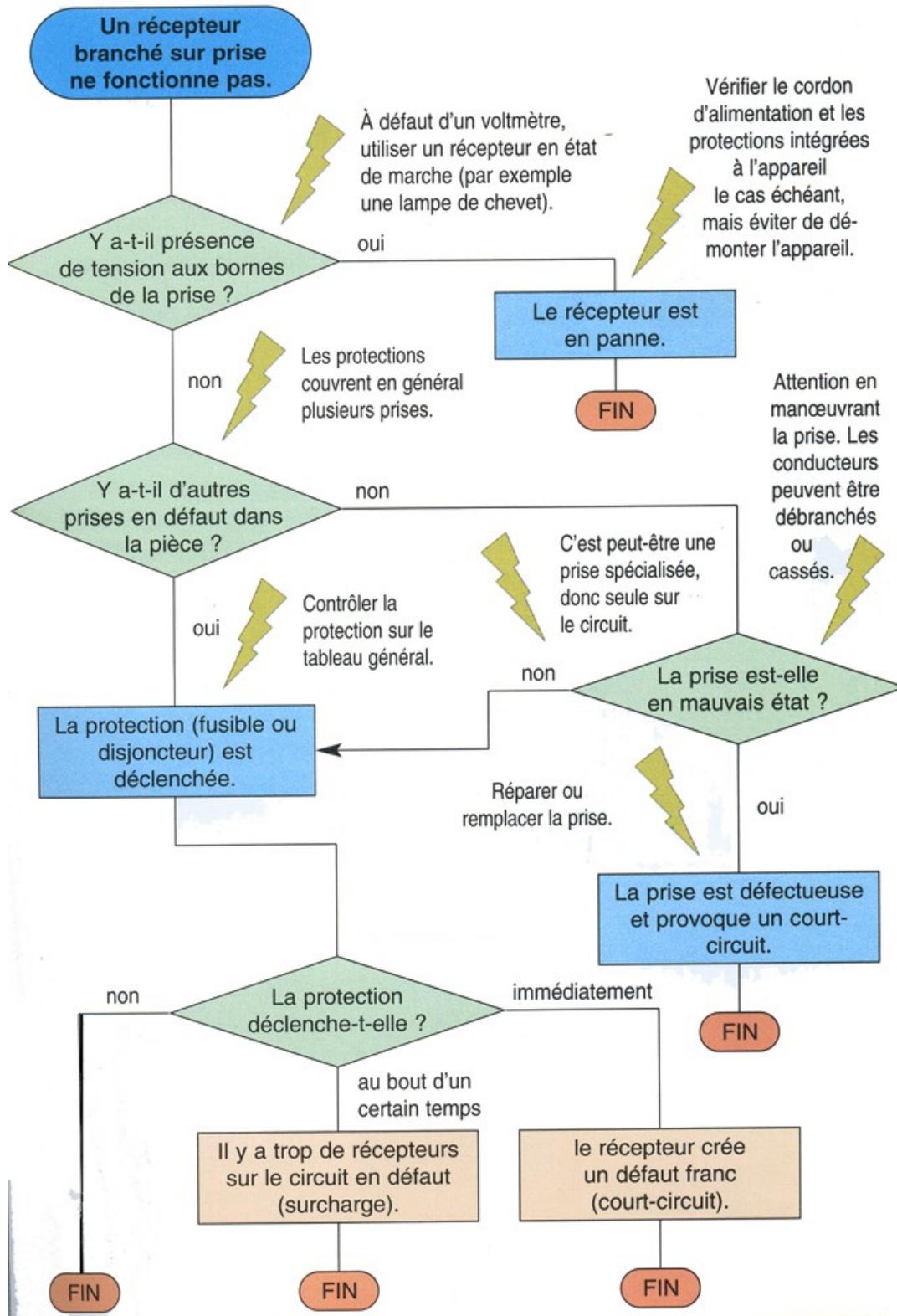
Dans ce dernier cas, trouvez le clou en défaut en suivant la procédure :





## 6. PANNES SUR UN CIRCUIT DE PRISES

Parcourez l'organigramme suivant :

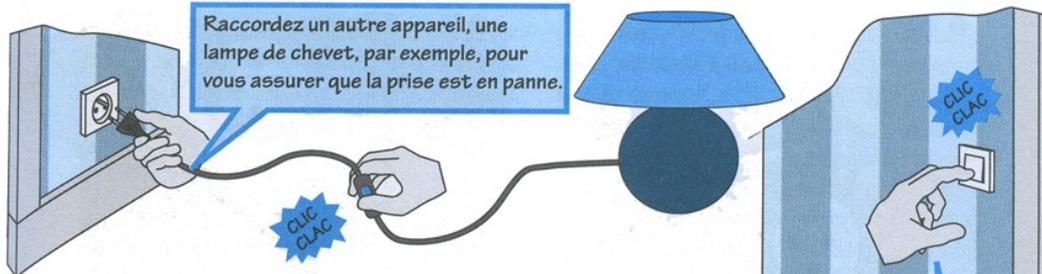


## 6.1. UNE SEULE PRISE EN PANNE

Assurez vous d'abord que ce n'est pas l'appareil raccordé sur cette prise qui est défaillant. Testez la tension aux bornes de la prise ou raccordez l'appareil sur une autre prise qui fonctionne.

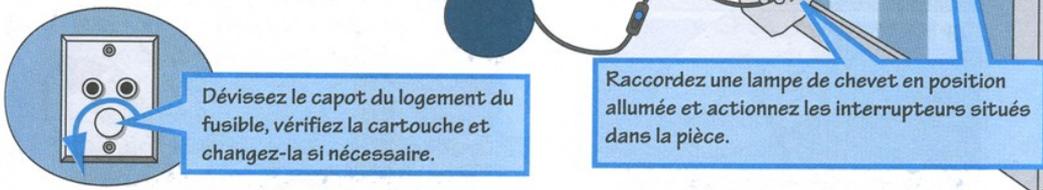
### Les recherches préliminaires d'une panne sur une prise de courant

① Assurez-vous que c'est bien la prise qui ne fonctionne pas et non l'appareil que vous avez raccordé.



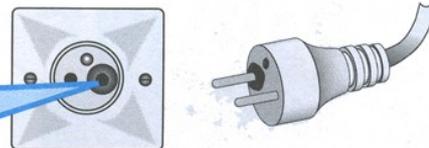
② Assurez-vous que la prise n'est pas commandée par un interrupteur.

③ Assurez-vous que la prise n'est pas équipée d'un fusible incorporé.

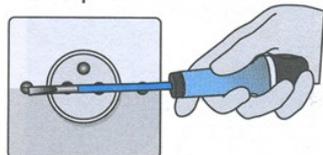


④ Vérifiez que la prise n'est pas en mauvais état.

Exemple d'une prise qui a surchauffé. Remplacez la prise de courant et éventuellement la fiche de l'appareil qui y était raccordé.

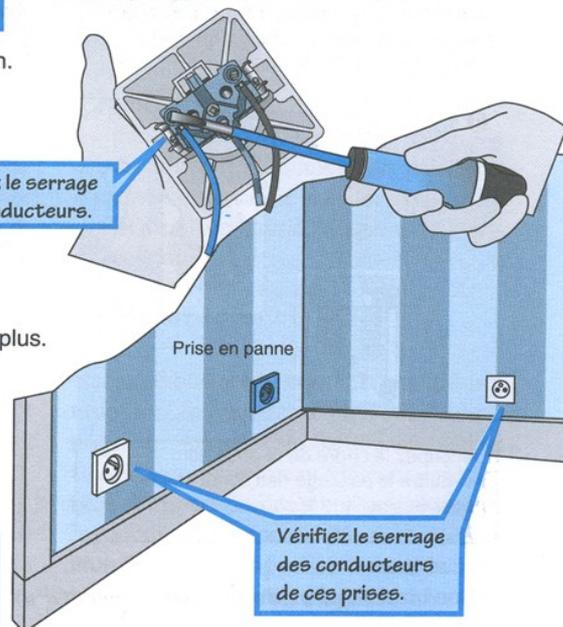
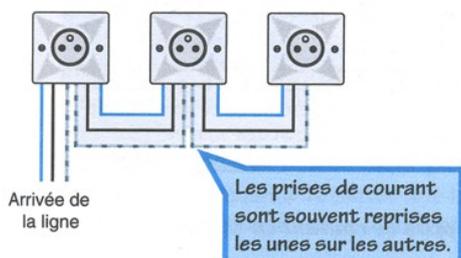


⑤ Vérifiez les fusibles au tableau de protection. S'ils sont corrects, coupez le courant, puis démontez la prise.



Vérifiez le serrage des conducteurs.

⑥ Vérifiez les raccordements des prises en amont et en aval de celle qui ne fonctionne plus.



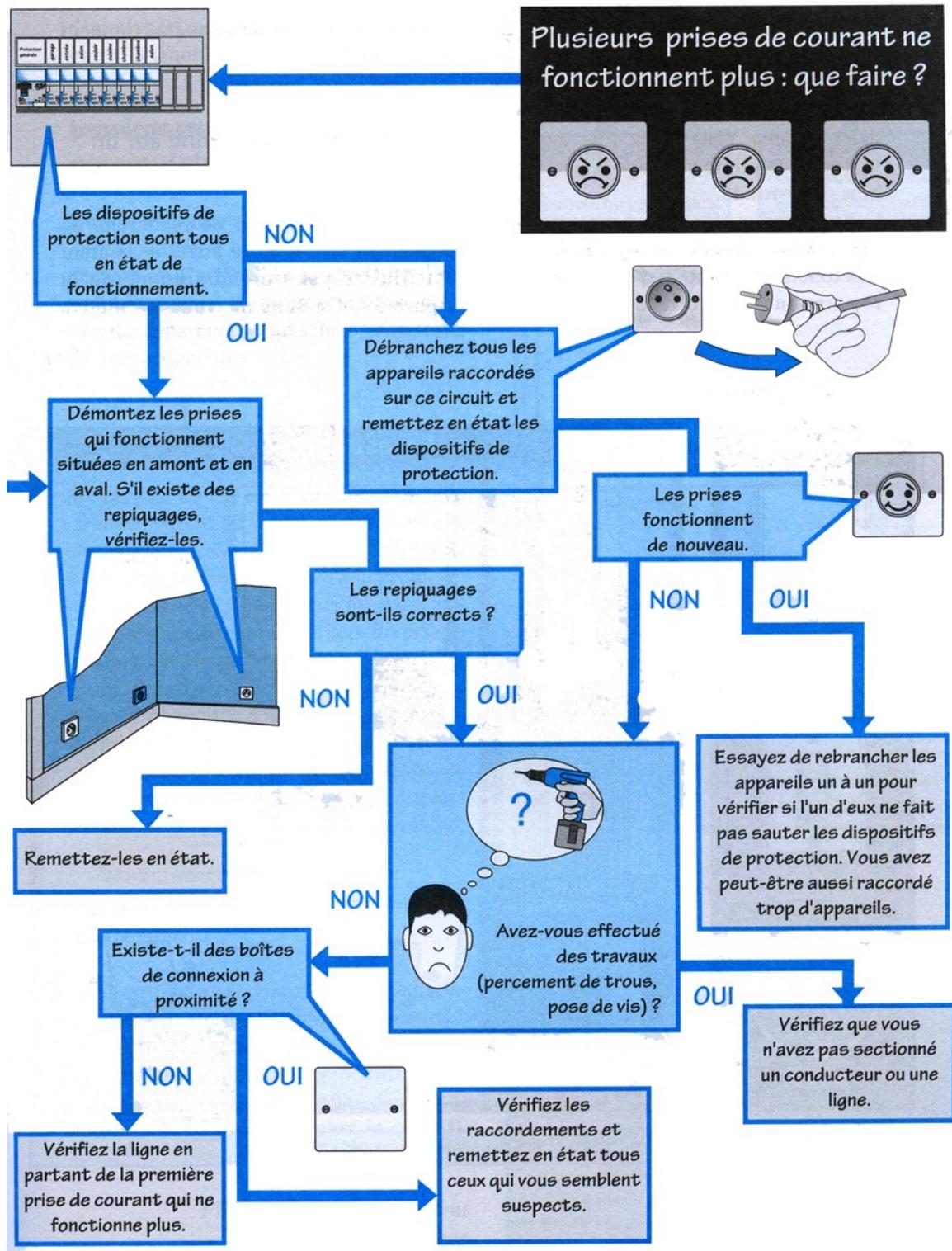
Vérifiez alors que la prise n'a pas chauffé. Si c'est le cas, remplacez la prise. Voir chapitre « remplacement d'une prise ».

Sinon, vérifiez la qualité du serrage de la prise en particulier dans le cas d'un repiquage vers une autre prise.

Finalement, si la prise n'est pas en cause, vérifiez la ligne d'alimentation. Voir chapitre « les pannes sur un conducteur ».

## 6.2. PLUSIEURS PRISES EN PANNE

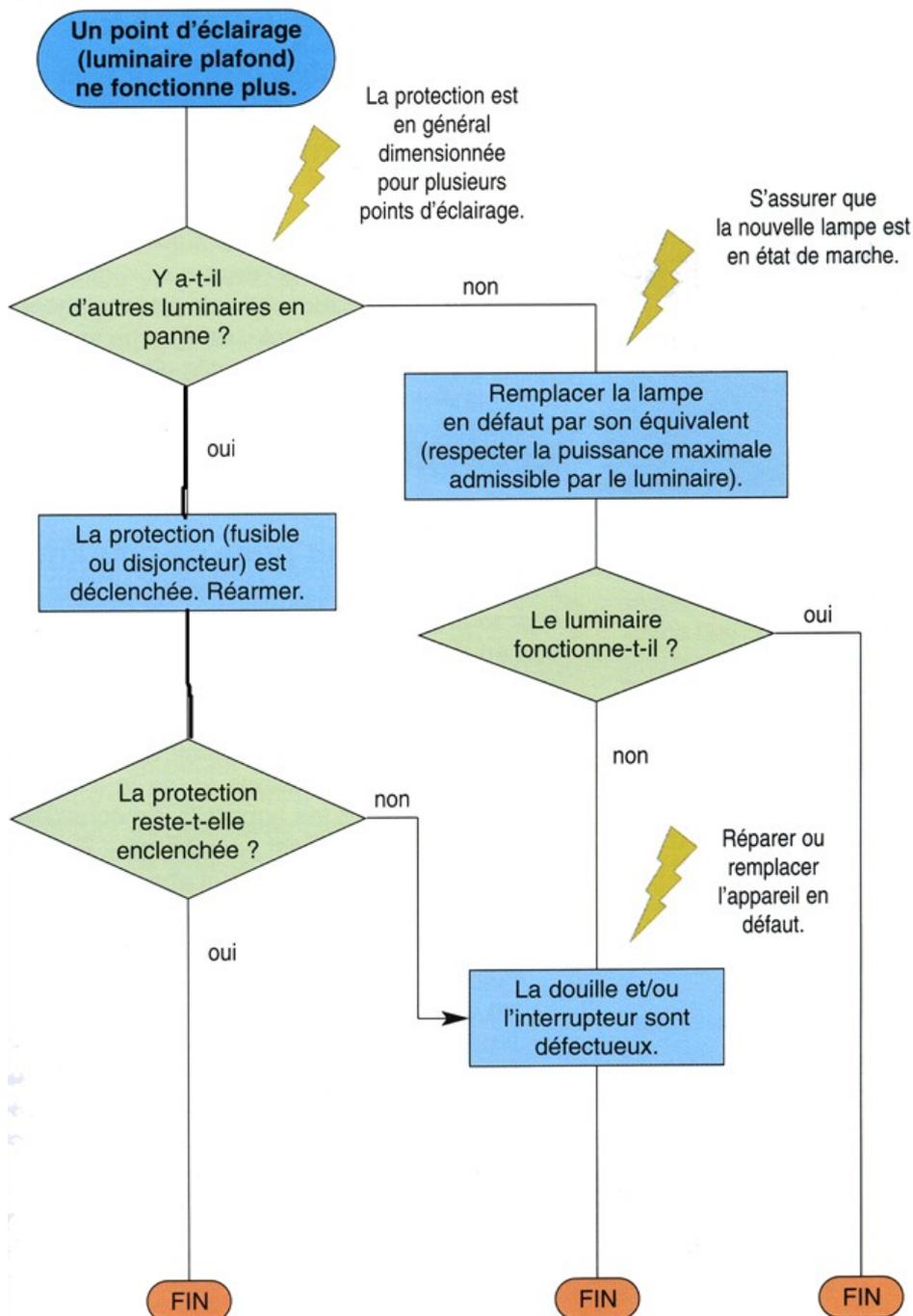
Vérifiez d'abord le système de protection de la ligne. S'il est en bon état, la panne peut se situer au niveau d'un repiquage sur une autre prise.





## 7. PANNES SUR UN CIRCUIT D'ÉCLAIRAGE

Parcourez l'organigramme suivant :



Un court circuit peut intervenir lorsque la lampe utilisée sur le luminaire dégage trop de chaleur. La douille ou les conducteurs vieillissent rapidement. Un court-circuit peut alors intervenir à la moindre manipulation.

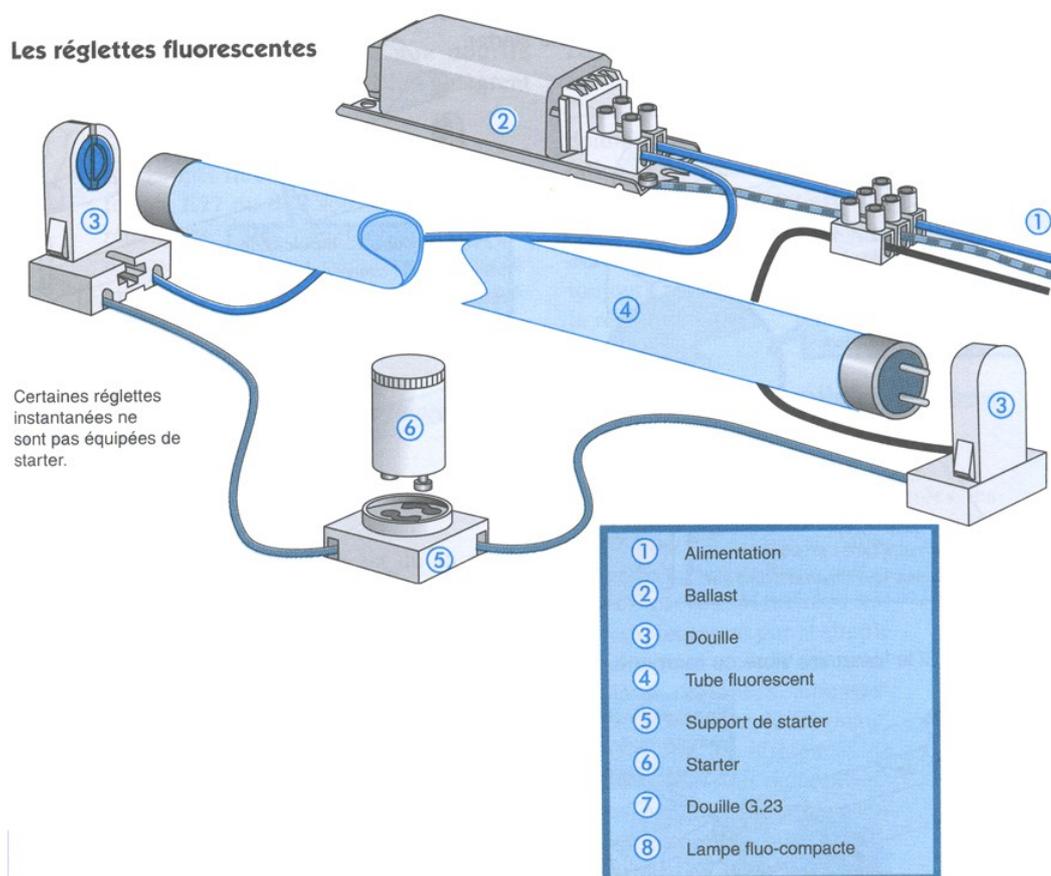
Une surcharge se produira après une modification de l'installation : nouveau luminaire, repiquage,... On s'en aperçoit quand le disjoncteur divisionnaire ou le coupe-circuit déclenche au bout d'un « certain temps ». Réduisez le nombre ou la puissance de vos lampes, changez de technologie (lampes fluocompactes par exemple).

Si votre circuit d'éclairage est protégé par un coupe-circuit de 10A, remplacez le par un disjoncteur divisionnaire de 16A.



## 7.1. ECLAIRAGE NÉON

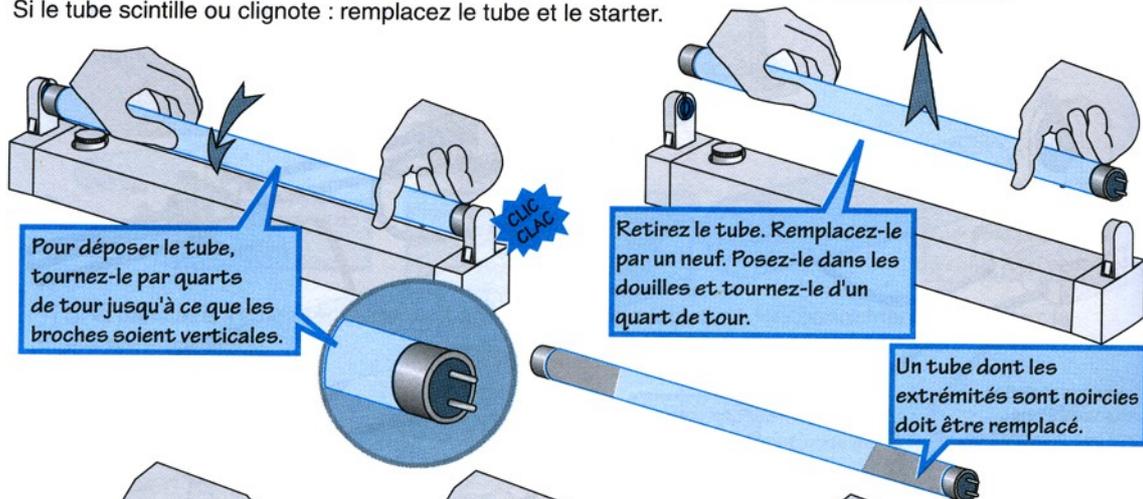
Un circuit de luminaire fluorescent comprend un domino pour les fils d'alimentation, un ballast, des douilles pour le tube fluo et un starter avec son support.



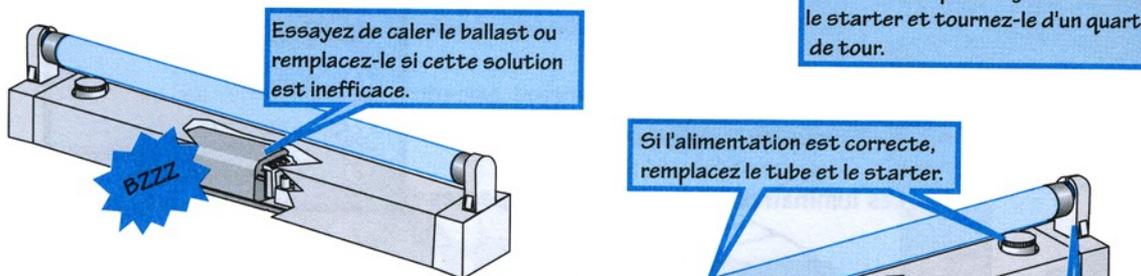
Suivez la procédure selon que l'allumage du tube est long, qu'il scintille ou clignote, que la réglotte ronronne, que la réglotte ne s'allume pas :

## La recherche d'une panne sur une réglette fluorescente

- ① Si l'allumage du tube est long et difficile : remplacez le starter et le tube s'il est déjà ancien.  
Si le tube scintille ou clignote : remplacez le tube et le starter.



- ② Si le luminaire vibre ou ronronne.



- ③ Si le luminaire ne s'allume plus.





# LE TRIPHASÉ

## 1. LES NOTIONS DE BASE

L'alimentation en triphasé a recours à 4 conducteurs : 3 phases, un neutre et une terre.

La tension entre le neutre et les phases est de 220V.

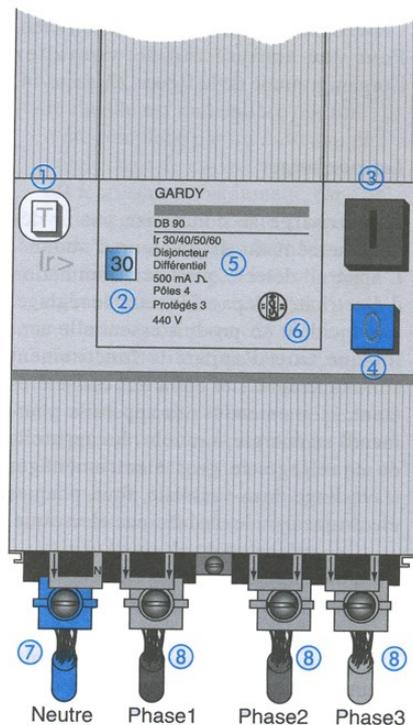
La tension entre les phases est de 380V.

Voir le chapitre « Les types de courant ».

## 2. LE DISJONCTEUR GÉNÉRAL TRIPHASÉ

C'est l'élément sur lequel va se raccorder le distributeur (compagnie d'électricité) ou le générateur. Son rôle est le même que celui du disjoncteur monophasé, c'est à dire assurer :

- une barrière contre la **surcharge globale** totale de l'installation en fonction de la puissance de la source (capacité du générateur, contrat avec le distributeur),
- une protection contre les **court-circuits** avec un dispositif magnétothermique,
- une protection différentielle contre les **défauts d'isolement** pour protéger les personnes contre les pertes de courant de plus de 500mA. Notez bien que cette valeur dépasse largement le seuil d'électrocution du corps humain.



①	Bouton de test de la fonction différentielle.	⑥	Conformité aux normes Françaises.
②	Intensité sur laquelle est réglé le disjoncteur (les différents calibres possibles sont indiqués par Ir).	⑦	Bornier de raccordement du neutre.
③	Bouton de mise en fonction.	⑧	Bornier de raccordement de la phase.
④	Bouton d'arrêt.		
⑤	Indications des caractéristiques de l'appareil : DB90 est la référence de l'appareil. [S] indique que l'appareil est sélectif (prévu pour fonctionner avec des dispositifs différentiels haute sensibilité de 30 mA). En cas d'absence de ce sigle, le fonctionnement de l'appareil en différentiel est instantané. Ir 15 A/30 A indique les réglages possibles de l'intensité maximale admissible. Disjoncteur différentiel 500 mA indique que l'appareil est différentiel avec une sensibilité de 500 mA. Pôles 2 protégé 1 sont les caractéristiques d'un appareil monophasé ( 2 pôles pour la phase et le neutre ). Pôles 4 protégés 3 sont les caractéristiques d'un appareil triphasé ( 4 pôles pour les 3 phases et le neutre ). 250 V indique la tension de fonctionnement en monophasé, 440 V la tension de fonctionnement en triphasé.		

### 3. L'ÉQUILIBRAGE DES PHASES

Pour un bon fonctionnement des installations triphasées, la puissance doit être répartie aussi également que possible sur chacune des phases, et ne doit en aucun cas dépasser la puissance disponible par phase (1/3 de la puissance totale).

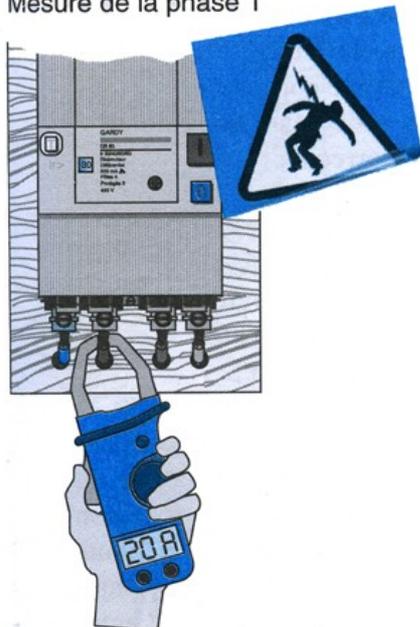
- Si les phases sont déséquilibrées (en terme de puissance), sans surcharge de phase, les tensions entre phases risquent d'être déséquilibrées avec une tension un peu plus faible sur la phase la plus chargée et un peu plus élevée sur la phase qui l'est moins. Ces différences de tension resteront toutefois sans gravité, si l'installation est correctement dimensionnée (longueur et section des câbles).
- Si l'une des phases est surchargée (puissance installée supérieure à 1/3 puissance totale), le déséquilibre des tensions pourra être plus important et provoquer des dommages, et la surcharge provoquera le déclenchement du disjoncteur triphasé (si celui-ci est correctement dimensionné, et coupant donc l'ensemble de l'installation).

Pour contrôler l'équilibre des phases, on mesure les intensités de chacune d'entre elles à l'aide d'une pince ampèremétrique. Pour que l'opération soit efficace, il faut qu'un maximum de consommateurs de l'installation soient en fonction.

#### La mesure d'un déséquilibre des phases

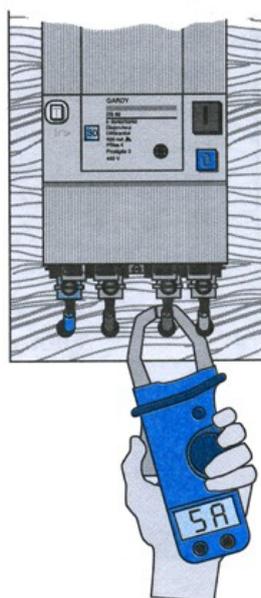


Mesure de la phase 1

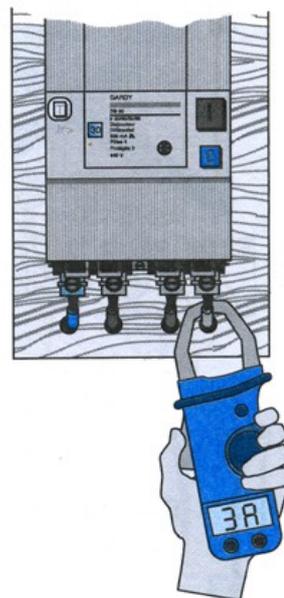


Attention : la mesure s'effectue lorsque le disjoncteur est sous tension.

Mesure de la phase 2



Mesure de la phase 3



Exemple de déséquilibre de phases :

- mesure de la phase 1 : 20 ampères ;
- mesure de la phase 2 : 5 ampères ;
- mesure de la phase 3 : 3 ampères.



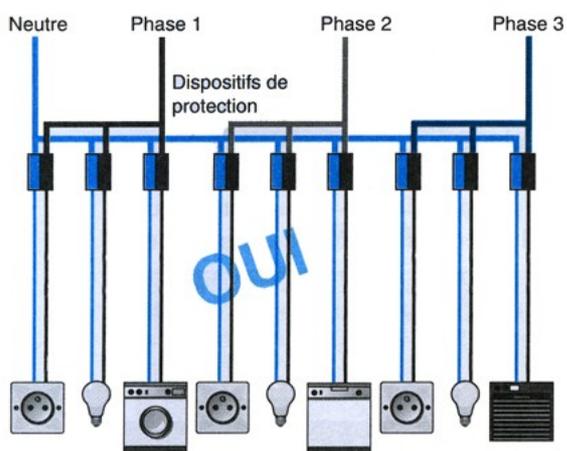
Les déséquilibres de phase sont généralement dus, soit à des appareils triphasés défectueux (les appareils triphasés sont normalement conçus pour respecter l'équilibrage des phases), soit à la surcharge de l'un des circuits (souvent de gros consommateurs branchés sur les prises monophasées, sans prise en compte des différents circuits de l'installation).

Une différence d'ampérage importante signifie un déséquilibre de phase.

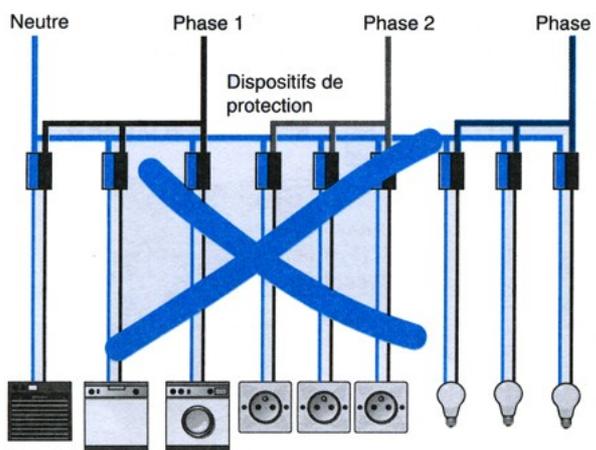
Pour rééquilibrer les phases, il faut intervenir au niveau du tableau en répartissant plus équitablement les circuits en 220V sur les 3 phases en fonction de leur consommation.

Ex. :

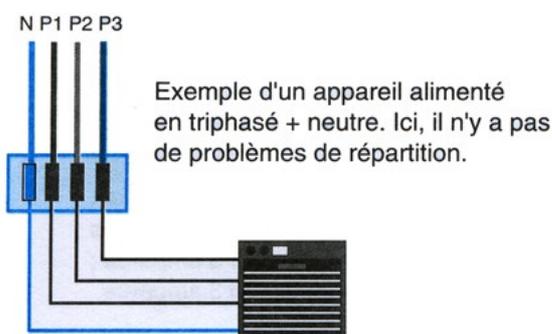
### La répartition des circuits en triphasé



Exemple de répartition correcte des circuits



Exemple de mauvaise répartition



Exemple d'un appareil alimenté en triphasé + neutre. Ici, il n'y a pas de problèmes de répartition.

## 4. LE DEFAUT DE PHASE :

Elle ne peut se produire que sur une installation triphasé : en monophasé, cela se traduirait par une absence de courant. En triphasé, l'installation continue de fonctionner sur les 2 phases restantes et le neutre sans provoquer de déclenchement du disjoncteur.

En effet, l'électricité fournie par un distributeur (plus rarement par un générateur) peut être de mauvaise qualité. Selon les moyens de production, et surtout les réseaux de distributions de la compagnie (souvent sursollicités par une consommation pas toujours très légale...), les tensions disponibles peuvent être inférieures (très rarement supérieures) aux tension nominales. Dans ce cas on observera souvent un déséquilibre entre elle, et cela pourra aller jusqu'à l'absence d'une ou deux phases.

Les symptômes observables sont :

- ➔ un fonctionnement différent des matériels monophasés sur les différents circuits (ampoules éclairant différemment, pas de fonctionnement de certains matériels),
- ➔ un mauvais fonctionnement des appareils (en particulier tout ce qui utilise des moteurs) triphasés ,...

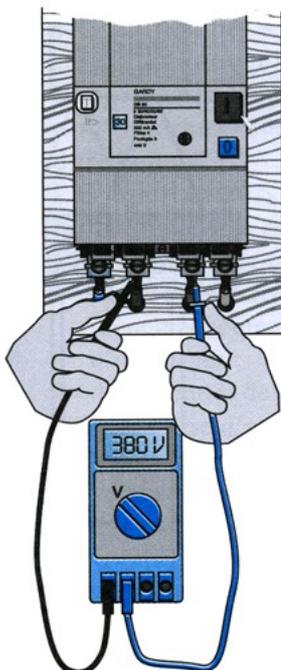
Pour vérifier qu'il s'agit bien d'une coupure de phase, mesurez la tension en sortie de disjoncteur, en particulier les tensions entre le neutre et chacune des phases.

### La recherche d'une coupure de phase

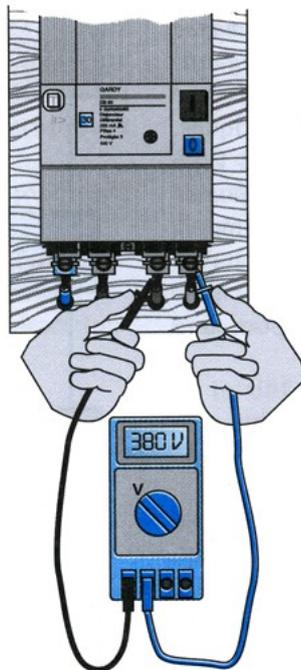
Utilisez un appareil de mesure en fonction voltmètre sur un calibre minimum de 400 V.



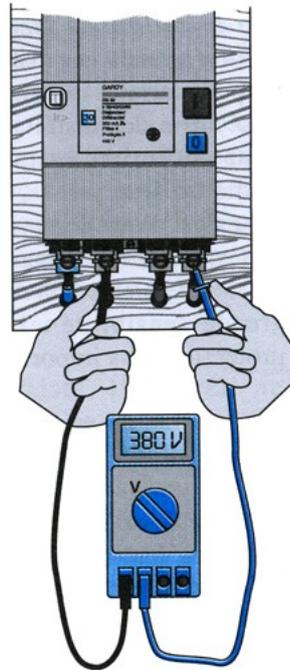
①  
Mesure entre les phases 1 et 2



②  
Mesure entre les phases 2 et 3



③  
Mesure entre les phases 1 et 3



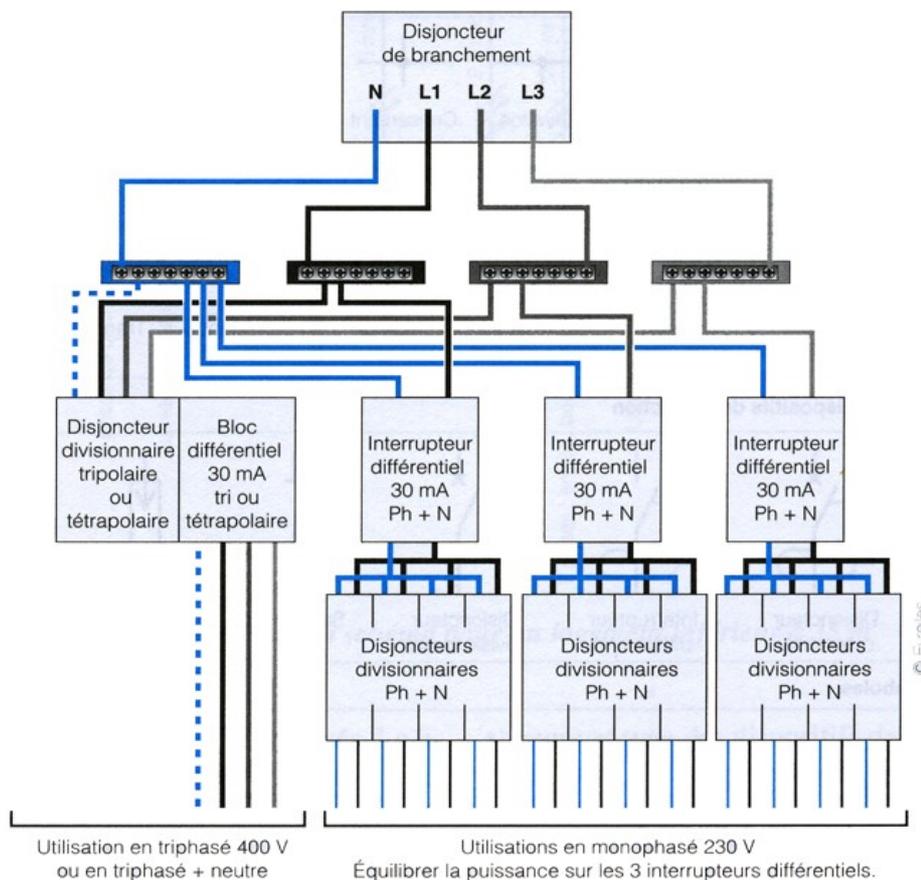
Si vous n'obtenez pas les mêmes valeurs lors des trois mesures, il y a coupure de l'une des phases.

Si vous n'obtenez pas 220V entre le neutre et chaque phase ou 380V entre chaque phase, il s'agit d'une coupure de phase en amont du disjoncteur.

## 5. LE TABLEAU DE RACCORDEMENT :

Le principe de raccordement d'un tableau triphasé est le suivant :

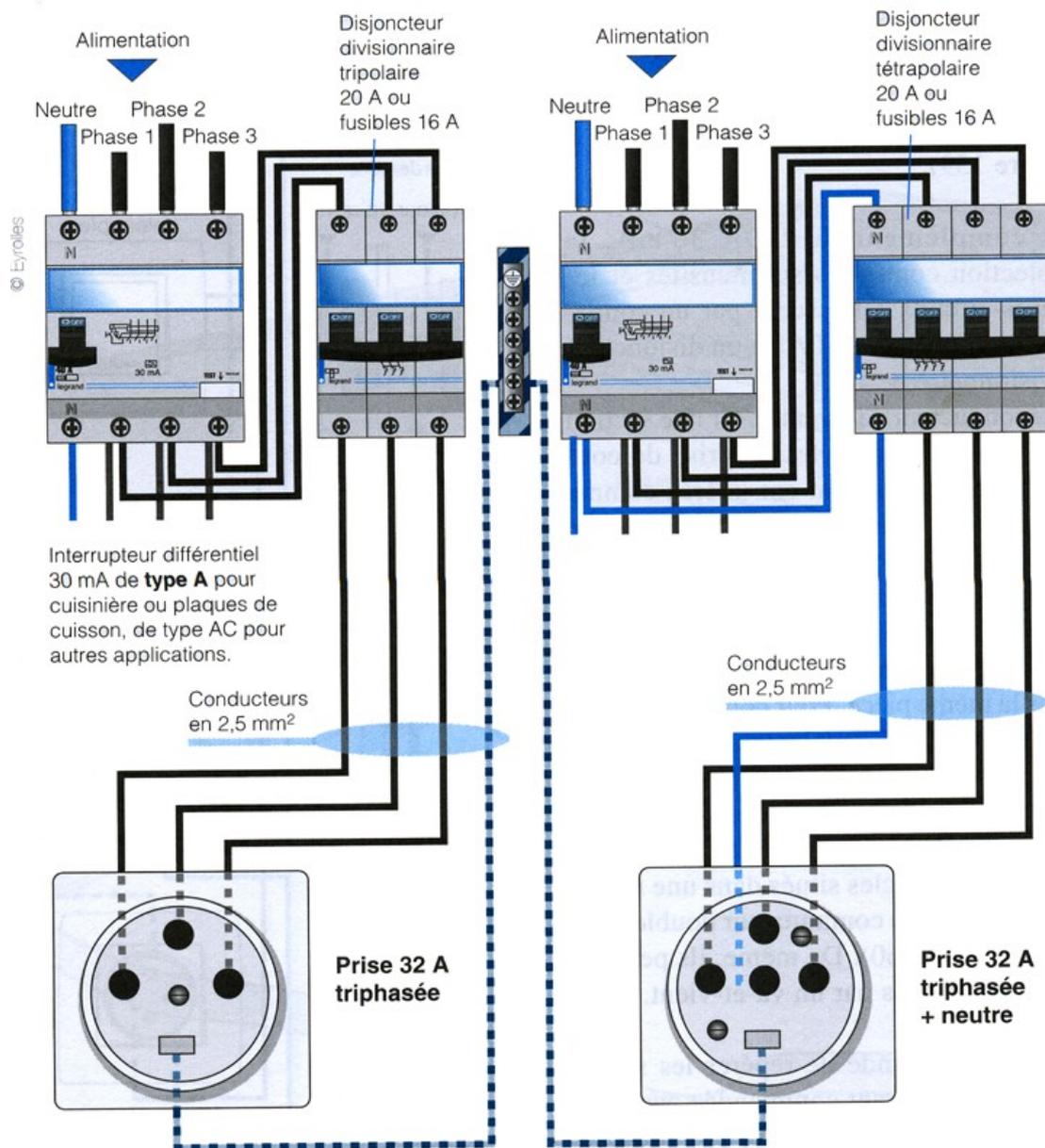
### Principe d'un tableau de répartition en triphasé



Les appareils triphasés sont protégés par des dispositifs tripolaires et la répartition des appareils monophasés se fait en répartissant les puissances sur les 3 phases.

## 6. LE RACCORDEMENT D'UNE PRISE 32A EN TRIPHASÉ :

En triphasé ou triphasé + neutre, le principe de raccordement est le suivant :



La protection des personnes est assurée par un dispositif différentiel de 30mA tripolaire et la protection contre surintensités et court-circuits par un coupe-circuit à fusible tripolaire de 16A ou un disjoncteur divisionnaire tripolaire de 20A.

Pour une prise en triphasé plus neutre, la protection contre surintensités et court-circuits se fait par un coupe-circuit à fusible tétrapolaire de 16A ou un disjoncteur divisionnaire tétrapolaire de 20A. Les conducteurs d'alimentation ont une section de 2.5mm<sup>2</sup>.



# PROTECTION ET TRANSFORMATION DU COURANT

## 1. LEXIQUE

Le marché propose de multiples appareils aux noms les plus ressemblants les uns aux autres pour transformer ou protéger les consommateurs.

### 1.1. TRANSFORMATION DU COURANT

- ➔ Un TRANSFORMATEUR converti un signal **alternatif** d'un certain niveau de tension en un signal **alternatif** d'un autre niveau. Il n'y a pas de changement de nature du courant.  
*Exemple de transfo ABAISSEUR : 220Vac/15Vac 220Vac/110Vac.  
Ou 110Vac vers 220Vac car il existe aussi des transformateurs ELEVATEURS de tension.*
- ➔ Un CONVERTISSEUR DC/DC converti un signal **continu** DC d'un certain niveau de tension en un signal **continu** DC d'un autre niveau de tension, généralement plus faible. Il n'y a pas, là non plus, de changement de nature du courant.  
*Exemple : convertisseur 24Vdc/12Vdc utilisé dans les camions.*
- ➔ Un ADAPTATEUR transforme la nature du courant : l'alternatif devient du continu. Par ex. le 220Vac est changé en 7.5Vdc en vue de charger votre téléphone portable ou d'alimenter votre calculatrice. La tension ainsi que le type de signal sont adaptés.
- ➔ A l'opposé, l'INVERTER ou CONVERTISSEUR fournit du 220Vac à partir d'une tension DC continue. L'appareil est donc connecté en permanence à une source 12Vdc ou 24Vdc. Cette solution permet de travailler en absence de tension secteur. Selon la qualité du matériel retenu, le signal alternatif produit sera plus ou moins proche du signal 220Vac fourni par les centrales électriques. Attention, car les applications bureautiques demandent un signal parfait. C'est à dire que même si le rapport de prix entre un appareil « bas de gamme » et un autre fournissant un signal parfait est de 4 voire plus, le prix ne doit pas être le seul paramètre de sélection.
- ➔ Un CHARGEUR (de batterie) transforme et abaisse une tension secteur **220Vac** en **tension DC** (par ex en 13,6Vdc).  
Une batterie au plomb peut se charger d'une manière non régulée avec un appareil « bas de gamme ». Une batterie solaire type GEL AGM nécessite toujours une charge *régulée*, en continue adaptation selon l'évolution de l'état de charge de la batterie. Ce type de chargeur est plus sophistiqué et plus onéreux. L'utilisation d'un chargeur non régulé, comme ceux admis pour les batteries au plomb, réduira très fortement la durée de vie de la batterie GEL.
- ➔
- ➔ Les COMBI cumulent plusieurs fonctions : celles de chargeur et d'inverter. Le tout prend moins de place, est moins onéreux et moins lourds que les appareils fournis séparément et nécessitent moins de câblage.  
Ce type de produit n'existe pas en version « *bas de gamme – low cost* ».
- ➔
- ➔ Les ONDULEUR et UPS, appareils appliqués essentiellement à l'informatique et dont le but est de vous permettre, durant un temps très limité en cas de panne de courant secteur de sauvegarder vos documents ouverts et de quitter vos applications.  
*Ce matériel ne permet donc pas de continuer de travailler durant la panne de courant.*



## 1.2. PROTECTION DES CONSOMMATEURS

Pour la protection des consommateurs, un certain nombre d'appareils existent mais ils servent uniquement en courant alternatif et protègent les consommables AC (bureautique, radiocom, satellite, chargeur, inverter, ...) quand la tension 220Vac venant du secteur (ou du générateur) se situe hors de limites communément admises ou quand ce signal électrique varie fortement et risque d'endommager les consommateurs.

Ils se placent entre la source de courant, c'est à dire le secteur ou le générateur, et le consommable.

Le matériel consommable le plus sensible à ces problèmes est le matériel bureautique (PC, imprimante, fax, central téléphone, etc..) ainsi que le matériel de communication satellite.

A l'opposé : l'éclairage (ampoule à incandescence) ne souffrira pas de ce genre de problème mais l'intensité lumineuse variera.

La tension nominale de fonctionnement en AC est 230V. Une tolérance de +/-15% est annoncée par les fabricants d'énergie, soit une plage utilisable comprise entre 195 et 250Vac.

Souvent dans les missions il arrive que la tension secteur varie constamment, dans, ou hors de cette plage ; ou se situe de manière stabilisée hors de cette plage (et souvent « vers le bas » : 190Vac par exemple).

En vue de protéger les consommateurs 220Vac trois types d'appareils sont disponibles :

### ➔ Les LIMITEURS :

Ces appareils protègent le consommateur contre les variations de tension AC fourni par le secteur ou un générateur.

Ils laissent passer le signal électrique vers le consommateur tant que la valeur reste comprise dans une plage définie (par ex. entre 185 et 265Vac) et coupe dès que le signal passe hors de cette plage.

*Attention : ils ne régulent pas la tension de sortie à l'intérieur de la plage.*

### ➔ Les REGULATEURS:

Ces appareils protègent le consommateur contre les variations de tension AC fourni par le secteur ou un générateur.

Ils procèdent à une régulation, à une correction de tension de manière à obtenir 230Vac à la sortie pour une tension d'entrée se situant dans une plage donnée par ex. entre 185 et 265Vac.

Cet appareil agit de la manière suivante :

- à l'intérieur de la plage, ramène (selon ce qui est possible) les variations de tension *sortie* à environ 230 V, pour des tensions *d'entrée* fluctuant entre 165 et 260V.
- en dehors de la plage de régulation : effectue une correction *sans garantie*, selon ce qui est possible. Pas de coupure. Note : les modèles disponibles ne coupent pas la sortie si la tension d'entrée se situe en dehors de la plage.

Contrairement au limiteur décrit ci-dessus, le régulateur ne coupe pas sa sortie si la tension d'entrée se situe en dehors de la plage de régulation.

En pratique, cet appareil existe en version 500W / 1000W/ 3000W et 5000W soit 5Kw. Il n'y a pas de Modèle MSF.



➔ Les STABILISATEURS :

Ils cumulent les fonctions de limiteurs et de régulateurs décrits ci dessus: c'ad qu'ils maintiennent une *tension de sortie stabilisée* à 230Vac tant que la tension d'entrée reste dans la plage annoncée, avoisinant souvent 200-250Vac **ET coupent la sortie en dehors de cette plage**, soit en dessous de 200Vac et au dessus de 250Vac par exemple. C'est la protection idéale pour le matériel bureautique.

## 2. LES APPAREILS DISPONIBLES À MSF

Afin de disposer « du bon appareil au bon endroit » sachez que :

- ➔ MSF a sélectionné une série de produit dans les différentes familles décrites ci dessus. Ce choix est basé sur le rapport qualité-prix en fonction de critères techniques tenant compte de l'usage que nous en avons sur le terrain.  
La sélection se fait après essais car, à part le prix, peu d'éléments permettent de distinguer le matériel fiable.  
Dans la pratique les marchés proposent peu d'appareil répondant à nos critères.
- ➔ Peut être les appareils sélectionnés peuvent paraître sur-dimensionnés par rapport à votre usage immédiat. Cependant l'expérience montre très souvent que là où un chargeur a été fourni, un inverter sera demandé dans les mois qui suivent. Prenez en compte non pas votre besoin immédiat mais bien l'évolution possible, sur bases réalistes, de votre mission ( upgrade de votre radio en usage télex, éclairage, imprimante,..).

### 2.1. LE TRANSFORMATEUR

Le modèle proposé est l'autotransfo 220Vac/110Vac utilisable « dans les deux sens ». Il permet donc de faire fonctionner un appareil 110V sur une tension secteur de 220Vac ou un appareil 220Vac sur le réseau 110Vac.

Il s'utilise surtout sur le continent Américain et dans certains pays africains.

Il est disponible en 800W et 1200W. Il s'agit de la puissance maximale des consommateurs que l'on peut brancher sur le transformateur, valable pour les « 2 sens ».

Codes MSF :        PELEVOLT10- 800W  
                         PELEVOLT15- 1200W

### 2.2. LE CONVERTISSEUR DC/DC 24-12 :

Il est de petites dimensions et présente une faible consommation interne. Il existe en version 12V 12A, convenant pour les appareils radio VHF, ou 12V 24A, convenant pour les appareils radio HF.

Il est la solution fiable aux installations sur camion et doit être préféré à la connection directe de l'émetteur sur la batterie 0-12Vdc qui dérégule le système de charge des deux batteries installées en série sur un camion.

Code MSF :        PELEZBD0037

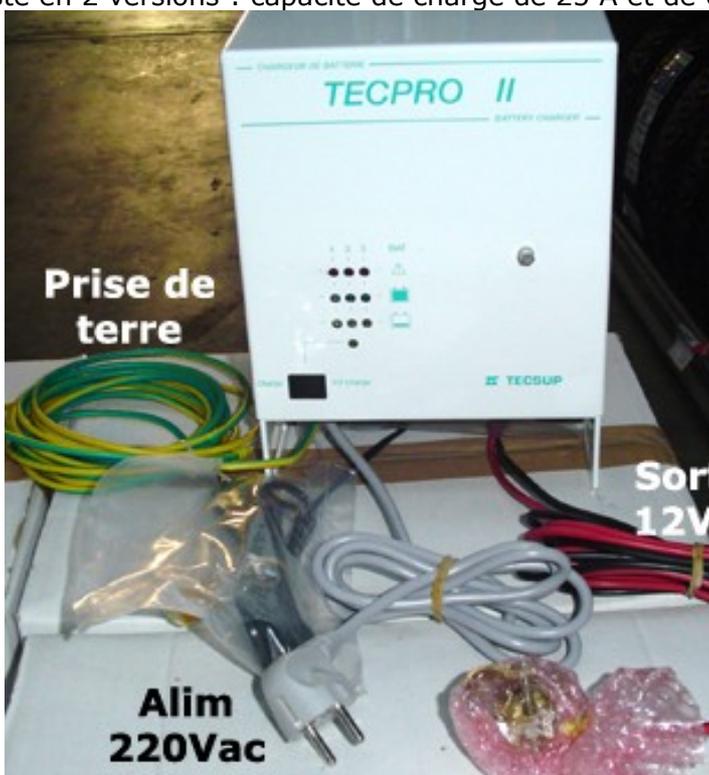




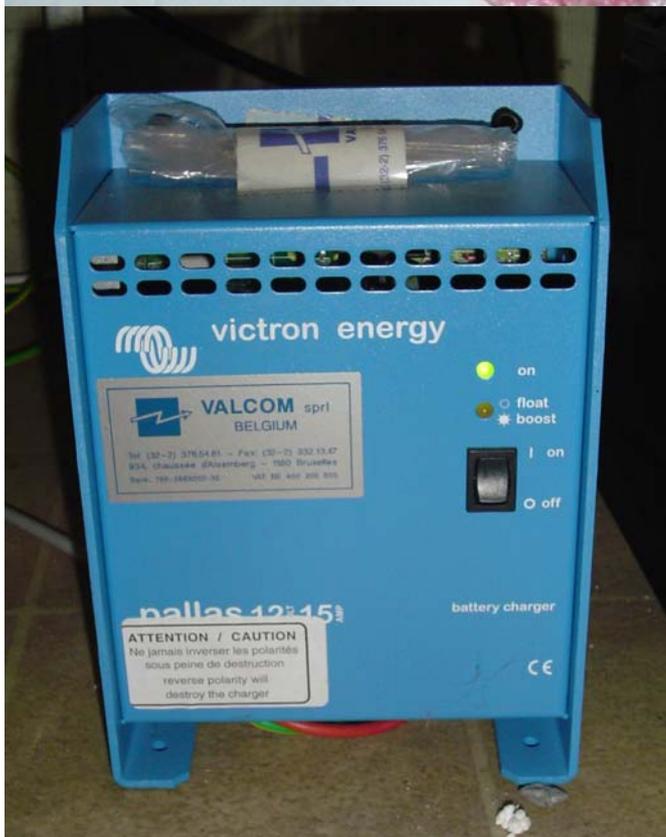
## 2.3. LE CHARGEUR DE BATTERIE AUTOMATIQUE :

Il est de petites dimensions et existe en 2 versions : capacité de charge de 25 A et de 60A  
Modèles MSF :

PELEBATC20- (photo)  
PELEBATC60-



Ancien modèle :  
PELEBATC15-  
(dans les kits VHF)



## 2.4. L'INVERTER 12V 300W OU 800W.

Rôle : produire du 220Vac à partir du 12Vdc.

Notes : cet appareil provoque des rayonnements indésirables dans les équipements de radiocommunication. Il est abandonné au profit du combi.

Modèle MSF : PELEINVE800 (photo)  
PELEINVE300

Puissance de sortie : 300 ou 800W selon le modèle.

Consommation interne : 10%. Donc pour fournir 800W au consommateur, l'appareil nécessite une puissance de 800W + 10% = 880W ( soit 73A sous 12Vdc !). *Vu la forte consommation, en usage régulier il conviendra de prévoir plusieurs batteries 12Vdc de même puissance mises en parallèle.*

Installation : procéder à la mise à la terre via le piquet de terre de la station radio par ex.



## 2.5. LE COMBI : CHARGEUR + INVERTER :

Cet appareil charge votre batterie Vdc à partir de la tension secteur et fournit du 220Vac y compris en l'absence de la tension secteur. Il convient pour l'application RADIOCOM et BUREAUTIQUE.

Il remplace les chargeurs/inverseurs VICTRON bleus. Il est entièrement automatique et ne demande aucune manipulation, son câblage est permanent et il n'y a pas besoin de l'allumer ou de l'éteindre régulièrement.

Code MSF : PELEBATC45I

Modèle : COMBI 1245P

Inverter : Puissance : 1100W continu / 1400W pendant 30 min.

Chargeur : 45A sous 12Vdc. Charge régulée prévue pour batterie solaire

Particularités : Cet appareil bénéficie d'un niveau de protection élevé contre :

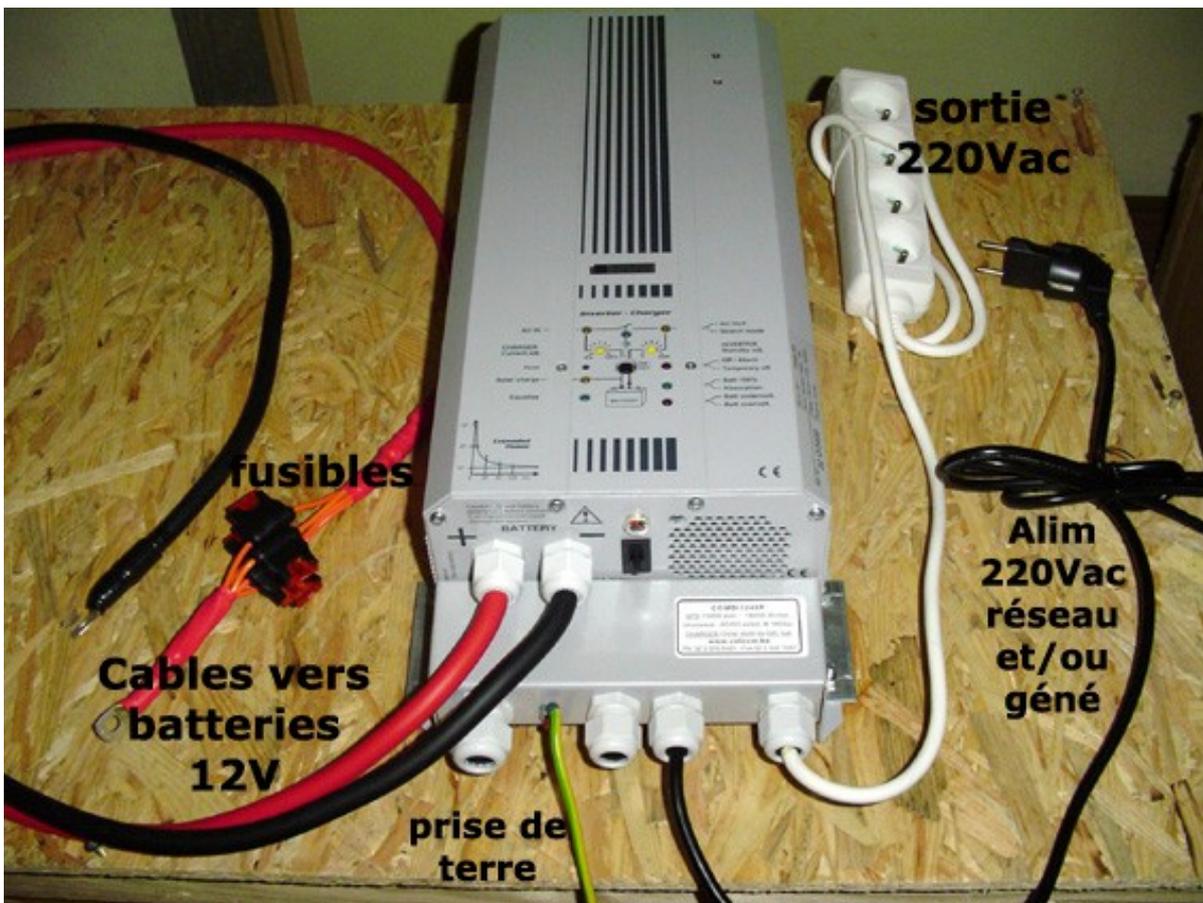
- ➡ l'inversion de polarité à la batterie.
- ➡ le court circuit franc à la sortie 220Vac de l'inverter.
- ➡ la surcharge de consommation à la sortie inverter.
- ➡ la présence de tension secteur hors plage de tolérance.

Consommation interne : +/- 15%.

Donc pour fournir 1100W au consommable, l'appareil nécessite une puissance de 1100W + 15% = 1265W ( soit 105A sous 12Vdc !).

*Vu la très forte consommation, en usage régulier il sera impératif de disposer de plusieurs batteries GEL 12Vdc/ de même ampérage mises en parallèle.*

Installation : procéder à la mise à la terre ; via le piquet de terre de la station radio par ex.



ATTENTION, ce chargeur/inverseur COMBI 1245P remplace les anciens chargeurs/inverseurs Victron. Il est également livré pour une demande de simple inverseur.

Notes :

Les appareils chargeurs/inverseurs VICTRON bleus sont hors fabrication mais au regard de l'importance du parc en place il est important de les décrire.

Marque VICTRON, couleur bleue.

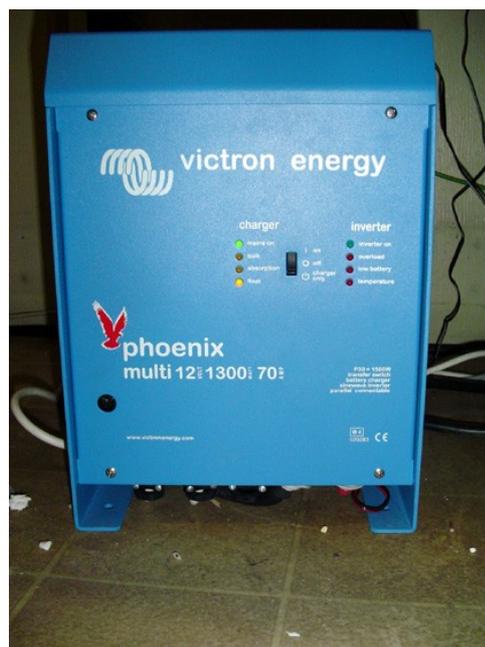
Puissance : 1300W

Rôle : charger les batterie GEL 12Vdc de manière régulée à partir du secteur 220Vac. La régulation est entièrement automatisée.

Notes :

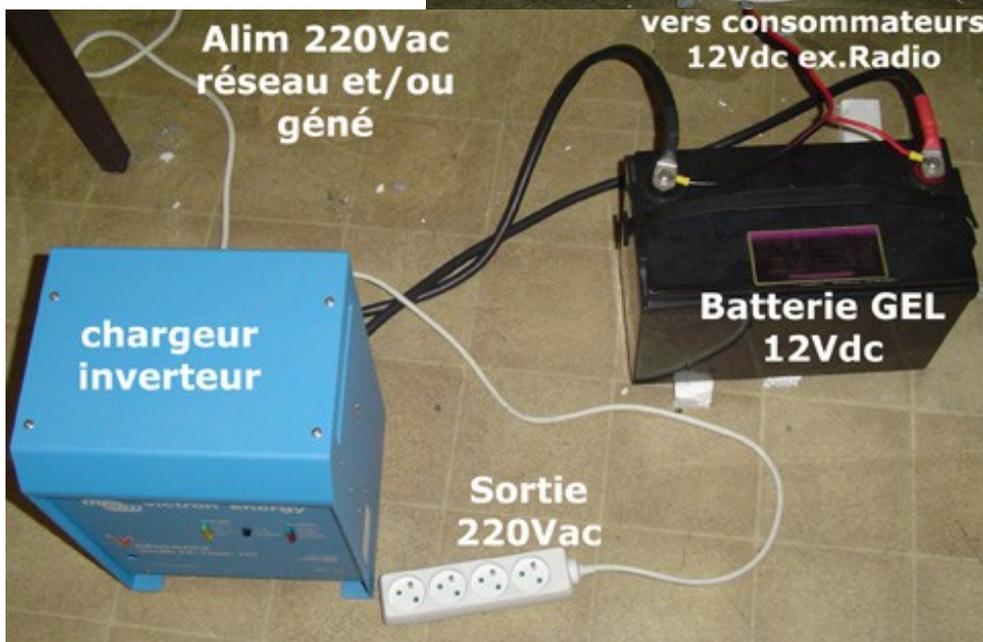
Cet appareil provoque de faibles rayonnements indésirables dans les équipements de radiocommunication.

Installation : Procéder à la mise à la terre ; via le piquet de terre de la station radio par ex.





Ou en version 450W



## 2.6. LE LIMITEUR DE TENSION:

L'appareil déconnecte la sortie si le signal d'entrée se situe en dehors de la plage définie par le fabricant.

Pas de correction de la tension de sortie à l'intérieur de la plage.

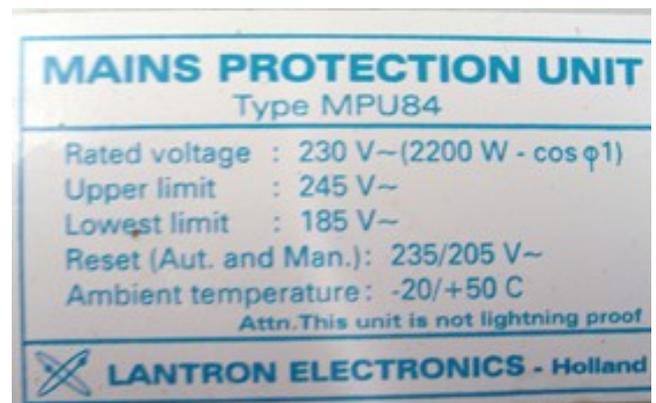
Ne convient pas pour l'application bureautique.

Convient pour la protection des anciens chargeurs/inverters Victron.

La puissance du limiteur correspond à la puissance maximale des consommateurs que l'on peut brancher.

Modèle MSF : PELEVOLL220

LANTRON ( Puissance 2200W. Limite haute : 245Vac. Limite basse : 185Vac).



### Variation de la tension IN :

### Conséquence sur la tension OUT :

220Vac	>>	220Vac
200Vac	>>	200Vac
185Vac	>>	185Vac
<b>180Vac</b>	>	<b>0Vac</b>
<b>170Vac</b>	>	<b>0Vac</b>
<b>185Vac</b>	>	

### MODE

*réarmement*                      *réarmement*

*MANUEL*                      *AUTOMATIQUE*

*non effectué*

		0Vac	185Vac
200Vac	>	0Vac	200Vac
220Vac	>	0Vac	220Vac
240Vac	>	0Vac	240Vac
<b>260Vac</b>	>	<b>0Vac</b>	<b>0Vac</b>

En mode MANUEL seule une pression sur le bouton de ré-armement situé sur le boîtier permet de retrouver à la sortie la tension d'entrée, tant que l'on se situe dans la plage de fonctionnement.



**ATTENTION** : Différentes versions de LANTRON ( autres puissance et plage de fonctionnement) sont en service à MSF .

## 2.7. LE STABILISATEUR : LIMITEUR + RÉGULATEUR.

Il stabilise la sortie à 230Vac et coupe la sortie en dehors de la plage admise à l'entrée. C'est la protection idéale pour les consommateurs bureautique.

Prendre en compte la puissance délivrée par l'appareil qui doit être supérieure ou égale au total des puissances des consommateurs.

Un stabilisateur de 2000W ne peut fournir évidemment que 2000W, soit environ 9A en 220Vac.

Modèle MSF : PELEZBD0145 230V/ 3000W

Coupe en dessous de 165V et au dessus de 250V

Régule la sortie autour de 220V pour une entrée entre 165 et 250V



ATTENTION, il existe actuellement au catalogue un article appelé Stabilisateur, code : PELEVOLS150 – Puissance : 1200W/1500VA qui n'est en fait qu'un régulateur.

Il régule dans la plage 195.5V-265V mais ne coupe pas l'alimentation au delà de cette plage.

A terme, il devrait être remplacé par le produit en cours d'étude.



### 3. LE DIMENSIONNEMENT

Une fois le type d'appareil défini, le choix de son dimensionnement ( quand ce choix existe) se base toujours sur un calcul relativement simple tenant compte des puissances en jeux. La formule de la Puissance  $P= U.I$  est à maîtriser.

Chaque *consommateur* (écran de PC, central téléphone, etc) porte une plaquette précisant en plus de son code de fabrication et son numéro de série : sa tension de fonctionnement en Volts, et/ou sa puissance en Watts et/ou l'intensité de courant nécessaire (I ,en Ampère).



L'appareil de protection / transformation choisi devra toujours être capable de fournir **la Puissance totale des consommateurs.**

Ex : la plaquette d'information d'une imprimante OKI type C5300 indique :  
« 220Vac – 4A »

- ➔ la puissance consommée est de  $220 \times 4$ , soit 880W.
- ➔ vous voulez faire fonctionner cette imprimante sur votre batterie 12Vdc « radio » grâce à un inverter. vous devrez disposer d'un INVERTER de 880W.
- ➔ L'appareil le plus proche de votre usage sera le COMBI1245 fournissant 1100W en AC. Il chargera également votre batterie à raison de 45A.  
Cet appareil fourni un signal AC convenant à l'usage bureautique et répond aux critères de sélection MSF.

Le calcul sera différent quand il faudra calculer la quantité d'énergie à fournir depuis une batterie. Le rendement de l'appareil de protection / transformation devra être pris en compte. Voir les exemples de calcul p129.

### 4. L'INSTALLATION

- ➔ Ces différents équipements craignent la poussière, qui empêche à terme leur refroidissement. Il faudra veillé à garder les entrées et sorties d'air et ventilateur dégagés et procéder régulièrement à leur dépoussiérage.  
Ne déposez pas ces appareils à même le sol mais sur-élevez les de quelques dizaines de cm au minimum.
- ➔ Ne pas exposer ces équipements au soleil.
- ➔ Ne pas laisser les câblages traîner en dessous du meuble. Fixez les, tout en évitant de les bobiner sur eux même (échauffement).



# BATTERIE : PRINCIPE ET DIMENSIONNEMENT

## 1. LES MODÈLES

Le fonctionnement et la technologie des batteries fait appel à de nombreuses notions scientifiques. Pour ces aspects très techniques nous vous renvoyons au manuel MSF « les batteries chez MSF » réalisé par Jean Pierre Mustin d'MSFB ( A5 spiralé , couverture verte). Nous nous contenterons ici d'une approche vulgarisée de manière à vous permettre d'aller rapidement à l'essentiel et à répondre à 99% de vos problèmes.

Le 1% restant trouvera réponse dans le bouquin précisé ci dessus et après contact avec votre département logistique.

Limitons nous au deux modèles les plus répandus de part le monde :

### 1.1. « LA BATTERIE DE VOITURE »

Il s'agit de la batterie traditionnelle au cuivre et plomb utilisée dans les véhicules avec ses deux bornes de connections et ses 6 « bouchons » permettant un accès à chaque compartiment de 2 volts.

caractéristiques :

- peu coûteuse
- répandue de part le monde
- se charge avec un chargeur de base, non régulé.

mais :

- nécessite un entretien régulier : la densité du mélange eau/acide doit être suivi et ajusté régulièrement car l'eau s'évapore.

**Usage : En véhicule et remplacement provisoire éventuel de la batterie GEL décrite ci dessous.**

Code MSF: PELEBATA070  
12V 70Ah sèche



La bande de protection se retire juste avant de remplir les compartiments 12V avec l'électrolyte.



## 1.2. LA BATTERIE GEL :

Particularité : le mélange eau/acide est présent sous forme de GEL et non plus sous forme liquide.

Elles sont reconnaissables par l'absence complète d'ouverture sur le dessus. La fixation des câbles se fait non plus sur des bornes identiques à celles des batteries au plomb mais bien sur des tiges filetées de 8mm.

caractéristiques :

- ➔ plus coûteuse à l'achat.
- ➔ moins répandue de part le monde
- ➔ ne convient pas, sous peine de destruction totale, en remplacement d'une batterie au plomb dans un véhicule ;
- ➔ nécessite un chargeur automatique régulé.

mais :

- ➔ ne nécessite aucun entretien.
- ➔ pas de restriction pour le transport aérien
- ➔ prête à l'emploi dès réception.
- ➔ Convient parfaitement pour l'usage solaire.
- ➔ La durée de vie de ce type de batterie est de 5 ans pour usage à 20°C. Cette durée se réduit si la température ambiante augmente.

**Usage : Jamais en véhicule. Toujours pour l'applications radiocom. et bureautique.**

Les appareils suivant nécessitent l'usage de ce type de batterie :

- ➔ les appareils de radiocommunication HF et VHF utilisés en base.
- ➔ les inverters , produisant du 220Vac à partir du 12Vdc.
- ➔ les chargeurs de table des talky VHF, qui peuvent s'alimenter en 220Vac mais aussi à partir du 12Vdc via le cordon « rouge et noir » fourni dans le kit VHF.
- ➔ Certains modules d'éclairage fonctionnant en 12Vdc : néon, ampoule à faible consommation etc...
- ➔ les systèmes de production d'électricité au départ de panneaux solaires qui utilisent ce type de batteries pour stocker l'énergie produite.

## 2. LA BATTERIE GEL

### 2.1. PARAMÈTRES

Quelle que soit sa technologie, une batterie se définit par sa tension (en volt) et son ampérage (en ampères). L'ampérage est garant de l'autonomie.

Les fabricants proposent en technologie GEL toute sortes de batterie, des plus petites aux plus grandes, pour toutes sortes d'applications.

MSF propose plusieurs standards de batterie GEL: tension 13.8Vdc et ampérages 80 / 105 / 120Ah



Code article: PELEBATS080  
PELEBATS105  
PELEBATS120



*Ce qui réduit la durée de vie d'une batterie GEL :*

- ➔ *Usage à température ambiante élevée. Exposition prolongée inutile au soleil.*
- ➔ *les charges effectuées par un chargeur non adapté, non sélectionné par MSF.*

*Ce qui détruit une batterie GEL : une décharge profonde totale.*

## 2.2. CHARGE ET DÉCHARGE D'UNE BATTERIE GEL :

➔ La batterie GEL nécessite une charge régulée sous peine d'usure très rapide. Les chargeurs disponibles sur le marché local ne conviennent pas. La batterie GEL peut donc être chargée soit :

- par un panneau solaire (ou plusieurs) au travers du régulateur fourni dans le kit MSF.
- Par l'appareil COMBI1245P standard MSF à partir de 2004. code MSF: PELEBATC45I
- Par les chargeurs plus anciens type VICTRON PALLAS1215 et 1225 et COMBI12450 et COMBI12800.

➔ Décharge d'une batterie GEL :

Une batterie « de 80Ah » devrait signifier que vous disposez de 80Ah à utiliser à votre guise. Il n'en est rien. **Une batterie GEL ne peut être déchargée totalement sous peine de destruction totale et irréversible.**



**Les fabricants sont encore plus sévères mais nous considérons que nous disposons en fait réellement de 60% de l'ampérage théorique, soit 48Ah pour une batterie de 80Ah.**

Il faudra donc veiller à ne jamais laissez votre batterie se décharger tout à fait et à la recharger suffisamment par rapport à la consommation qui est faite ( voir ci dessous *calcul des charges et décharges*).

Les chargeurs sélectionnés par MSF étant du type « régulé automatique », ils prendront cet aspect spécialement en compte et adapteront leur charge en conséquence pour autant que vous les alimentiez en 220vac suffisamment longtemps et de manière régulière....

**Good to know :**

Au fur et à mesure de l'utilisation de la batterie, sans aucune charge par ex, les consommateurs « électroniques » ( radio, etc..) vont l'un après l'autre peu à peu s'éteindre quand la tension de la batterie faiblissante aura atteint le seuil minimum de fonctionnement du consommable. Ce seuil est généralement proche des 10Vdc. Avec ce type de consommable le risque de décharge totale de la batterie est pratiquement inexistant.

Par contre une simple ampoule à incandescence n'a pas réellement de tension minimale de fonctionnement. Aussi une ampoule 12Vdc de voiture connectée directement sur la batterie va fonctionner (de plus en plus faiblement) jusqu'à l'extrême limite de la batterie, qui sera détruite (par « détruite » on entend qu'un chargeur connecté n'arrivera même plus à relever le seuil de tension de la batterie à sa valeur de travail : 13.8Vdc).

Attention donc à ne pas laisser des ampoules 12V en fonctionnement permanent sur la batterie.

## 2.3. PRINCIPES DE CALCUL DES CHARGES ET DÉCHARGES.

L'énoncé du problème est simple et pourrait se résumer comme suit :

➔ Charge :

Une batterie de 80Ah est chargée par l'appareil standard COMBI1245 présentant une capacité de charge de 45A. C'est à dire qu'il faut un peu moins de 2 heures ( $2\text{hx}45\text{A} = 90\text{Ah}$ ) pour charger la batterie.

Si le chargeur a seulement fonctionné pendant 30 min. (car la tension secteur a disparue ensuite par ex.), la batterie « a reçu » seulement 22.5Ah ( $0.5\text{hx}45\text{A}$ ).

Note :

Si la batterie était déjà presque chargée, le chargeur régulant sa charge, aura réduit celle ci de manière à compléter ce qui est nécessaire pour atteindre la capacité maximale de la batterie, soit 80Ah.

➔ Décharge :

Imaginons que les seuls consommateurs connectés à la batterie soient 6 ampoules de 20W sous 12V, utilisées 6 heures par jour.

- Une ampoule de 20W sous 12V signifie un courant de  $20\text{w}/12\text{v}$  soit 1.6 Ampère.
- Après 6 heures de fonctionnement cette ampoule aura « vidé » la batterie de  $6 \times 1.6\text{A}$  soit 9.6 Ah.
- Utilisant 6 ampoules on aura donc consommé par jour :  $6 \times 9.6\text{Ah}$  soit 57.6Ah

Le chargeur ayant une capacité de 45A, on aura besoin de  $57,6\text{Ah} / 45\text{A} = 1.28$  heure, soit une heure et 15 min. pour maintenir la batterie à niveau.

La réalité diffère de cet exemple dans la mesure où on aura peut être plusieurs systèmes de charge (solaire + secteur par ex.) et que du côté consommable on aura aussi plusieurs consommables : radios, inverter, éclairage etc...

Il faudra donc s'assurer que l'ensemble des charges possibles en moyenne sur une journée est supérieure à l'ensemble de la consommation moyenne sur une journée.

Assurez vous ensuite de disposer d'assez de capacité de stockage batterie 12Vdc en fonction des puissances en jeux ( voir le § sur le COMBI).



## 2.4. ESTIMATIONS:

### 2.4.1. Estimation de la production de différents systèmes de charge :

Système de charge	Ampérage	Heure / jour	Ampère.heure/j
<b>Chargeur COMBI1245</b> Avec, par ex., 3h. de 220Vac (secteur ou générateur) par jour	45A	3	135Ah/j
<b>Chargeur PALLAS1225</b> Avec 2 heures de 220Vac (secteur ou générateur) par jour	25A	2	50Ah/j
<b>Panneau solaire 75Wc 12V</b> Soit 75W/12v = 6.25A Ensoleillement : 5 KwH/m <sup>2</sup> /jour (voir chapitre installation solaire)	6.25	5 KwH/m <sup>2</sup> /jour	31.25Ah/J

### 2.4.2. Estimation de consommation de différents consommateurs connectés directement sur la batterie 12Vdc:

<b>Consommateurs importants</b>			
Consommateurs	Ampérage	Heure / jour	Ampère.heure/j
<b>6 ampoules 12V 20W</b> pendant 2 heures/j Soit 20w/12v = 1.6A 1.6A x 6 ampoules= 9.6 A	9.6	2	19.2 Ah/j
<b>Radio HF en contact 3h</b> Moyenne 15A	15	3	45 Ah/j
<b>Radio HF en standBy 21h</b> Moyenne 1A	1	21	21 Ah/J
<b>Radio VHF en contact 1h.</b> Moyenne 10A	10	1	10 Ah/j
<b>Radio VHF en standBy 23h</b> Moyenne 1A	1	23	23 Ah/j
<b>Relais VHF en contact 7h</b> Moyenne 8.3A	8.3	7	58.1 Ah/j
<b>Relais VHF en standBy 17h</b> Moyenne 1A	1	17	17 Ah/j
<b>Consommateurs secondaires</b>			
<b>Valise SATCOM stby 20h</b> moyenne 0.4A	0.4	20	8 Ah/j
<b>Valise SATCOM emission VOIX</b> Moyenne 1A pendant 2 h.	1	2	2 Ah/j
<b>Valise SATCOM emission DATA</b> Moyenne 1.6A pendant 2 h	1.6	2	3.2 Ah/j
<b>Module RADIOTELEX complet</b> (modem+imprimante OKI182 + Call One) 24H/24 Moyenne 1A	1	24	24 Ah/j
<b>Consommateurs négligeables</b>			
<b>Chargeur VHF de table</b> Pour talky walky			NA
<b>TosMètre</b> : éclairage			NA
Module <b>CALL ONE</b>			NA
Modem <b>radiotélex</b>			NA



Pour des raisons de sécurité, il est fortement recommandé d'installer un système d'alimentation électrique indépendant pour ces équipements.

### 2.4.3. Estimation de consommation de différents consommateurs 220Vac alimentés via le COMBI1245P.



**ATTENTION:** les heures de consommation correspondent aux nombres d'heures pendant lesquelles l'appareil fonctionne sur l'inverter pas sur le secteur ou le générateur.



**Prendre la consommation par appareil et ajouter 15% pour déterminer ce qui devra être fourni par les batteries.**

L'usage du COMBI ou d'autres appareils électroniques fait apparaître la notion de *rendement* car tout en fournissant les 1000W à sa sortie INVERTER, le COMBI doit aussi en même temps alimenter sa propre électronique. L'on peut sans risque prendre une valeur de 15%.

Donc pour produire 1100W à sa sortie, le COMBI demande en fait 1100+15% soit 1265W à la batterie. Soit  $1265W/12V = 105$  Ampères !!

Comme l'on ne peut décharger une batterie GEL à plus de 60% on a donc 48Ah disponibles (80Ah x 60%). Soit grosso modo une demi heure d'usage INVERTER en pleine charge 1100W.

Consommateurs importants			
Consommateurs	Ampérage	Heure / jour	Ampère.heure/j
<b>PC deskstop HD sans l'écran.</b> Usage pendant 2h. Puissance max : 550W $550W + 15\% = 630W$ $630W / 12v = 52A$	52	2	104 Ah/j
<b>ECRAN de PC bureau</b> Usage pendant 2h. Intensité max : 0.8A/220V - 176W $176W + 15\% = 202W$ $202W/12V = 16.8A$	16.8	2	33.6 Ah/j
<b>PC portable « 240Vac/0.55A »</b> Usage pendant 2h $240 \times 0.55 = 132W$ $132w + 15\% = 152W / 12A = 12.6A$	12.6	2	25.2 Ah/j
<b>Imprimante de bureau OKI</b> Modèle « C5300 230Vac 4A » Intensité max pdt impression = 4A Temps d'impression estimé à 1h/j $4 \times 220 = 880W / 220V$ $880W + 15\% = 1012W / 12A = 84A$	84	1	84 Ah/j
<b>Appareil FAX « SF6800 230Vac 2.5A »</b> Temps d'impression estimé à 1h/j. $230 \times 2.5 = 575W$ $575W + 15\% = 661W$ $661W / 12A = 55A$	55	1	55 Ah/j



<b>Spot 1000W pendant 1 heure.</b> 1000w + 15%= 1150w/12v = 96A	96	1	96 Ah/j
<b>Spot 1400W pendant 1 heure.</b> 1400w + 15%= 1610w/12v = 135A	135	1	135 Ah/j
<b>3 ampoules 100W pendant 6h.</b> 100w + 15% = 115w/12v = 9.6A	9.6	6	57 Ah/j
<b>3 ampoules 220V " low consum 20W-90w éclairage » pendant 6h.</b> 20w +15% = 23w/12v = 2A	2	6	12 Ah/j

#### 2.4.4. Exemple de calcul avec des consommateurs 12Vdc

1. Déterminer les consommateurs 12V branchés sur batterie et leur durée de fonctionnement par jour:

Consommateurs	Ampérage	Heure / jour	Ampère.heure/j
<b>Radio HF en contact 3h</b> Moyenne 15A	15	3	45 Ah/j
<b>Radio HF en standBy 21h</b> Moyenne 1A	1	21	21 Ah/J
<b>Valise SATCOM stby 20h</b> moyenne 0.4A	0.4	20	8 Ah/j
<b>Valise SATCOM emission VOIX</b> Moyenne 1A pendant 2 h.	1	2	2 Ah/j
<b>Valise SATCOM emission DATA</b> Moyenne 1.6A pendant 2 h	1.6	2	3.2 Ah/j
<b>6 ampoules 12V 20W</b> pendant 2 heures/j Soit 20w/12v = 1.6A 1.6A x 6 ampoules= 9.6 A	9.6	2	19.2 Ah/j
		Total	98.4 Ah/j

Il faut produire 98.4 Ah/j

2. Déterminer votre production

Vous disposez d'un combi qui charge à 45A. C'est à dire qu'il faudra  $98.4 / 45 = 2,2$  soit presque 2H15 de charge soit avec le réseau, soit avec un générateur.

3. Dimensionner votre capacité de stockage

Vous disposez de batterie GEL de 80Ah, déchargeables à 60%, c'est à dire avec 48Ah utilisables. 2 batteries en parallèle offrent une capacité de  $2 \times 48 = 96$  Ah, ce qui couvre globalement votre besoin.

#### 2.4.5. Exemple de calcul avec des consommateurs 12Vdc et 220Vac

Vous disposez du combi standard MSF.

1. Déterminer la puissance de vos consommateurs 220Vac et vérifiez que la somme soit inférieure ou égale à celle que peut accepter le combi, c'est à dire 1100W. ATTENTION, pas besoin de majorer de 15% dans ce calcul. Il ne s'agit pas de calculer la puissance à fournir au combi par la batterie.



<b>PC deskstop HD sans l'écran.</b> Puissance max : 550W	550W
<b>ECRAN de PC bureau</b> Puissance max : 176W	176W
<b>Spot 1000W pendant 1 heure.</b> 1000w	1000W
	1726W

C'est plus que 1100W. Il ne faut donc pas utiliser le spot et le PC en même temps sur le combi ou changer pour une lampe de puissance plus faible par exemple.

- Déterminer la durée de fonctionnement quotidienne, sans réseau ou générateur, des appareils branchés sur le combi. Ajouter les équipements 12Vdc branchés directement sur la batterie.

Cette fois ci , il faut majorer les puissances des consommateurs en 220Vac par 15% pour prendre en compte le rendement du combi.

Consommateurs	Ampérage	Heure / jour	Ampère.heure/j
<b>PC deskstop HD sans l'écran.</b> Usage pendant 2h. Puissance max : 550W $550W + 15\% = 630W$ $630W / 12v = 52A$	52	2	104 Ah/j
<b>ECRAN de PC bureau</b> Usage pendant 2h. Intensité max : 0.8A/220V - 176W $176W + 15\% = 202W$ $202W/12V = 16.8A$	16.8	2	33.6 Ah/j
<b>Installation en 12V question 1</b>			98.4 Ah/j
		Total	236Ah/j

Il faut produire 236 Ah/j

- Déterminer votre production  
Vous disposez d'un combi qui charge à 45A.  
C'est à dire qu'il faudra  $236 / 45 = 5.24$  soit presque 5H15 de charge soit avec le réseau, soit avec un générateur par jour.

- Dimensionner votre capacité de stockage  
Vous disposez de batterie GEL de 80Ah, déchargeables à 60%, c'est à dire avec 48Ah utilisables.  
5 batteries en parallèle offrent une capacité de  $5 \times 48 = 240$  Ah, ce quoi couvre largement votre besoin.



**ATTENTION**, dans le cadre des missions MSF, il est plutôt recommander d'avoir un combi uniquement pour l'installation de radiocommunication et d'installer un second ensemble combi et batteries uniquement pour la bureautique.

Dans l'exemple ci-dessus, le second combi devra fournir simplement  $104 + 33.6 = 137.6$  Ah/j.  
C'est à dire environ 3H de charge.  
3 batteries de 80Ah seront nécessaires.



## 2.5. LIMITES ET REMÈDES / CE QUI EST POSSIBLE.

### ➔Usage de la fonction INVERTER du COMBI :

On constate que l'usage permanent du COMBI1245P en mode INVERTER ( soit 1100W) consomme énormément à la batterie :  $1100w + 15\% = 1265w / 12v$ , soit **105 A** ; soit plus que ne peut donner une seule batterie de 90Ah en une heure.

Or ce même COMBI charge à **45A** quand le secteur est présent. Il lui faut donc deux fois plus de temps pour charger les batteries que le temps nécessaire à sa fonction INVERTER pour vider ces mêmes batteries.

**Conclusion** : L'usage du COMBI1245P en mode INVERTER de façon régulière implique :

- L'usage de plusieurs batteries en parallèle.  
Par exemple 4. > 80Ah x4 = 320Ah disponibles.
- Une charge puissante :  
Présence importante du secteur, par ex. 8 heures à 45A (charge du COMBI) pour obtenir 360Ah, combinée avec générateur en absence du secteur et/ou charge solaire à multiple panneaux par exemple.

### ➔Batteries en parallèle / multiplier la capacité de stockage de l'énergie.

Avec ou sans l'usage de la fonction INVERTER du COMBI1245P la capacité de stockage de l'énergie, et donc l'autonomie, peut être augmentée en multipliant le nombre de batteries connectées en parallèle : soit les bornes « positives / rouges » ensemble et les bornes « noires / négatives » ensemble. L'ampérage s'additionne. La tension reste identique, soit 12Vdc.

Vue l'importance de la charge du COMBI :45A, de sa consommation en mode INVERTER et le fait qu'on ne peut décharger une batterie à plus de 60% de sa capacité, disposer de deux batteries en parallèle, voir trois, est fortement recommandé voire obligatoire.

## 2.6. VÉRIFICATION DE L'ÉTAT DE CHARGE D'UNE BATTERIE GEL.

Pour information, sachez que la durée de vie d'une batterie GEL est « grosso modo » de 5 ans, pour autant qu'elle soit chargée avec un chargeur adéquat (sélection MSF). Il s'agit bien entendu d'une estimation donnée par les fabricants pour usage dans les pays industrialisés à 20°C...et pas d'une garantie d'usine formelle...

On distingue :

#### ➔« mesure à vide » : indicative.

la batterie est totalement déconnectée du circuit lors de la mesure au Voltmètre ( calibre sur : Vdc 20V)

Cette mesure donne une indication sans plus. L'on peut mesurer 12 ou 13.8 Vdc sans être pour autant certain que la batterie soit en bonne état/ soit capable de tenir sa charge.

Par contre si déjà « à vide » l'on mesure une tension faible (par ex. inférieure à 6 ou Vdc) l'on est pratiquement certains que la batterie est définitivement hors d'usage.

#### ➔« mesure en charge » : intéressante et utile.

La mesure de la tension se fait au Voltmètre ( calibre Vdc 20V) avec la batterie en place dans le circuit avec *tous ces consommateurs connectés et tous les systèmes de charge déconnectés.*

La lecture au voltmètre a lieu pendant qu'un consommable important est en



fonctionnement ( émettre avec votre radio HF par ex.).

Chronologie :

- Déconnectez de la batterie tous les systèmes de charge en place.
- Radio HF éteinte, mesurez la tension qui doit être de +/-12 ou 13Vdc.
- Passer en émission avec l'appareil HF et parler dans le micro. > pendant ce temps la tension doit chuter de quelques volts et tomber par ex. à 10Vdc.
- Arrêter d'émettre : la tension doit remonter directement à son niveau initial.

Note :

*Il n'y a pas de risque majeur à tenter de charger (avec un chargeur sélectionné par MSF) une batterie qui serait en fait irrémédiablement détruite. Il faudra par contre, avant et après une heure de charge, mesurer la tension à la batterie pour vérifier si elle est remontée à 12 ou 13Vdc. Et si oui effectuer une mesure en charge.*

# INSTALLATION SOLAIRE

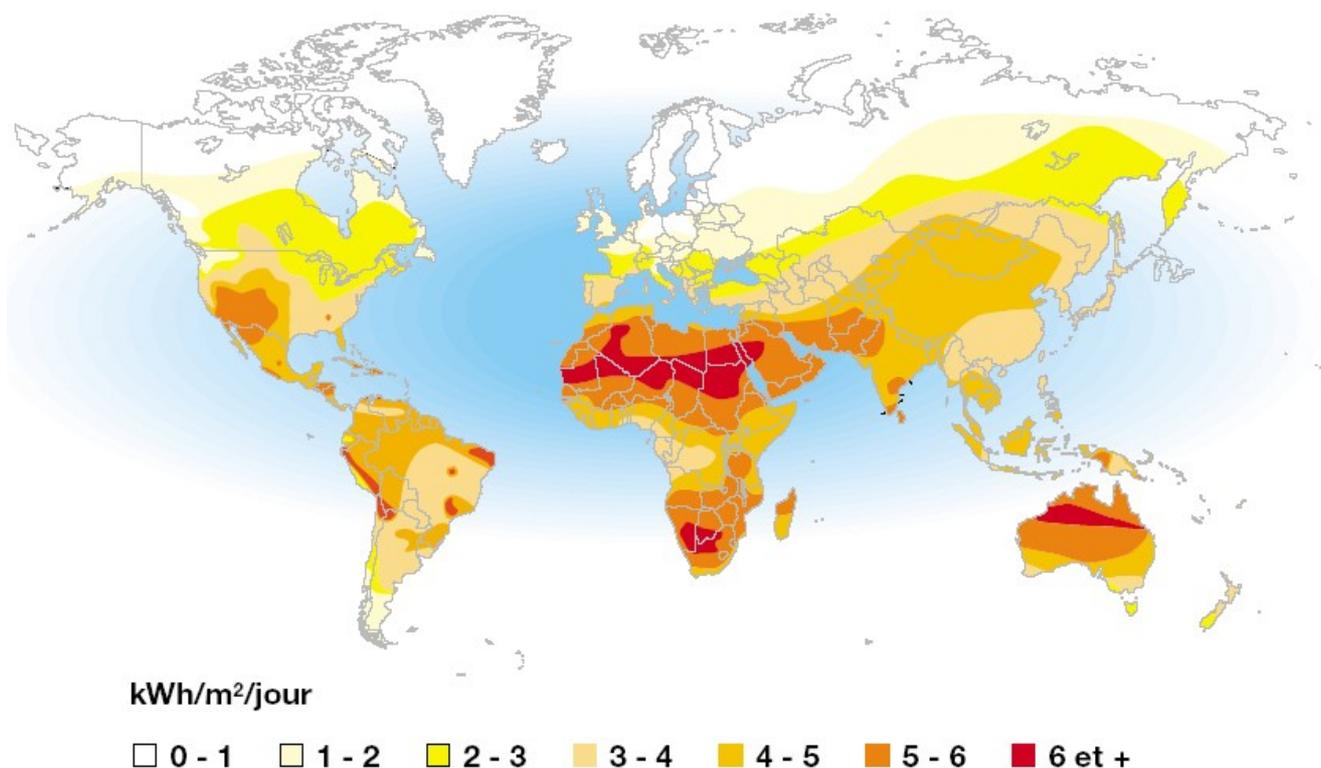
## 1. LES ÉQUIPEMENTS

### 1.1. GÉNÉRALITÉS :

La production d'électricité continue « DC » à partir de la lumière est un moyen propre, silencieux, demandant peu d'entretien, présentant peu d'usure (si le matériel est de bonne qualité au départ).

L'énergie produite quotidiennement par un panneau dépend de l'**ensoleillement journalier moyen** du lieu. Cette donnée géographique est déterminante pour le dimensionnement d'une installation: elle est variable selon la saison. On prendra la valeur du mois le moins ensoleillé durant la période de production considérée pour un fonctionnement optimal. Il est établi par les services météorologiques ou à défaut sur la carte indicative suivante. Il s'exprime en kWh/m<sup>2</sup>/jour.

### Carte du monde de l'ensoleillement moyen annuel



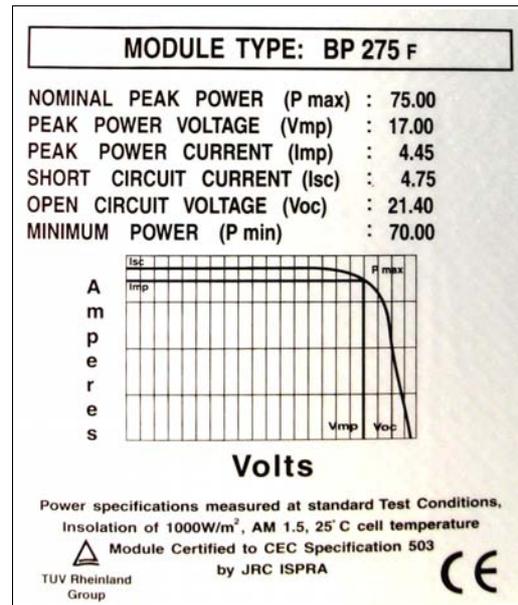
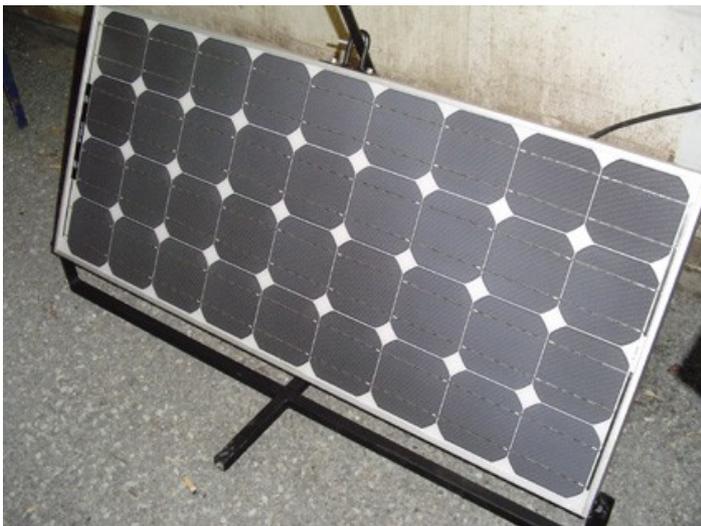
Ex. l'ensoleillement au Niger est de 6Kwh/m<sup>2</sup>/jour  
l'ensoleillement à Bordeaux est de 2,5Kwh/m<sup>2</sup>/jour

## 1.2. LE PANNEAU :

Les caractéristiques électriques du module données par le fabricant correspondent à la norme **STC** (standards test conditions), où la **puissance crête** (peak power,  $P_{max}$ ,  $W_c$  ou  $W_p$ ) est définie pour des conditions précises:

- une irradiance\* solaire de  $1000W/m^2$
- une température du module de  $25^\circ C$
- un spectre lumineux AM 1,5

Les caractéristiques du panneau sont en général indiquées sur une étiquette collée à l'arrière du panneau. Par exemple pour le modèle MSF : Kit KPROKLIG70S, livré sans batterie.:



Pour ce panneau, on peut lire que:

$$\begin{aligned} \text{Puissance crête} &= \text{tension crête} \times \text{courant crête} \\ P_{max} &= V_{mp} \times I_{mp} \\ 75W_c &= 17V \times 4,45A \end{aligned}$$

Les grandeurs électriques indiquées sont:

- ➔ **Courant de court-circuit (short circuit current)  $I_{sc}$**  - l'intensité est mesurée directement aux bornes du module sans récepteur, la tension est alors nulle puisque shunté par l'appareil de mesure (pas de différence de potentiel).
- ➔ **Courant nominal (peak power ou rated current)  $I_{mp}$**  - l'intensité qui est débitée en fonctionnement STC raccordé au récepteur .
- ➔ **Tension de circuit ouvert (open circuit voltage)  $V_{oc}$**  - la tension est mesurée directement aux bornes du module sans charge, l'intensité est alors nulle puisque le circuit est ouvert (pas de circulation de courant).
- ➔ **Tension nominale (peak power ou rated voltage)  $V_{mp}$**  - la tension délivrée en fonctionnement STC raccordé au récepteur.
- ➔ **Puissance crête (peak power ou rated power)  $P_{max}$**  - la puissance crête est le produit de la tension nominale et le courant nominal en fonctionnement STC:  
 $P_{max} = V_{mp} \times I_{mp}$



Ces données constitueront la référence qualitative du module, notamment lors de l'achat. En pratique les performances du module dépendront pour beaucoup des conditions réelles d'exploitation.

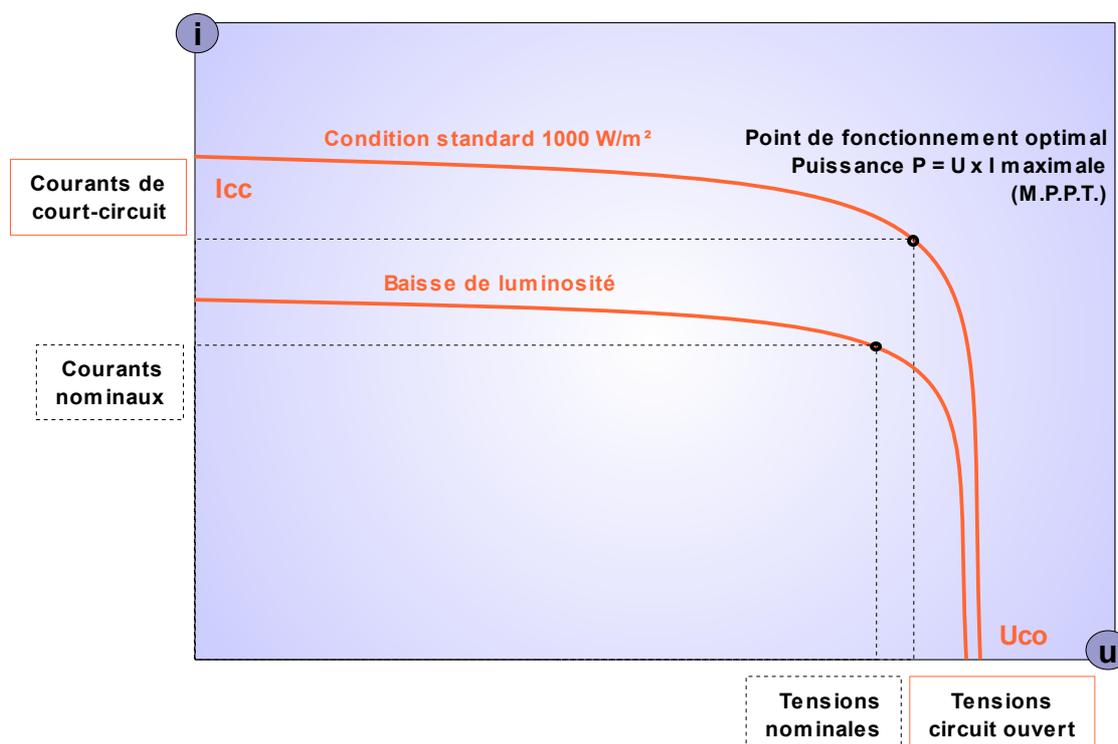
Dans le commerce, on pourra trouver des panneaux de 80, 100, 120 Wc.

### 1.2.1. Influence de l'irradiance sur le module

En pratique, quand l'irradiance solaire est plus faible que celle du fonctionnement STC ( $1000\text{w/m}^2$ ), le courant nominal mesuré sera inférieur à  $I_{mp}$  indiquée sur l'étiquette et la tension nominale sera inférieure à  $V_{mp}$  indiquée sur l'étiquette.

La puissance fournie sera donc inférieure à la puissance crête.

**Courbes de puissance I en fonction de U**



→ La fonction **MPPT\*** (maximum power point tracking) du régulateur recherche le meilleur rapport tension-courant en adaptant automatiquement l'impédance de la charge pour une production optimisée.



**ATTENTION** Contrairement aux idées reçues, un ciel nuageux cachant le soleil n'empêche pas votre système de fonctionner. Car c'est la luminosité qui est nécessaire. Même avec très peu d'ensoleillement, le panneau produit de l'énergie et il y a une tension à ces bornes.

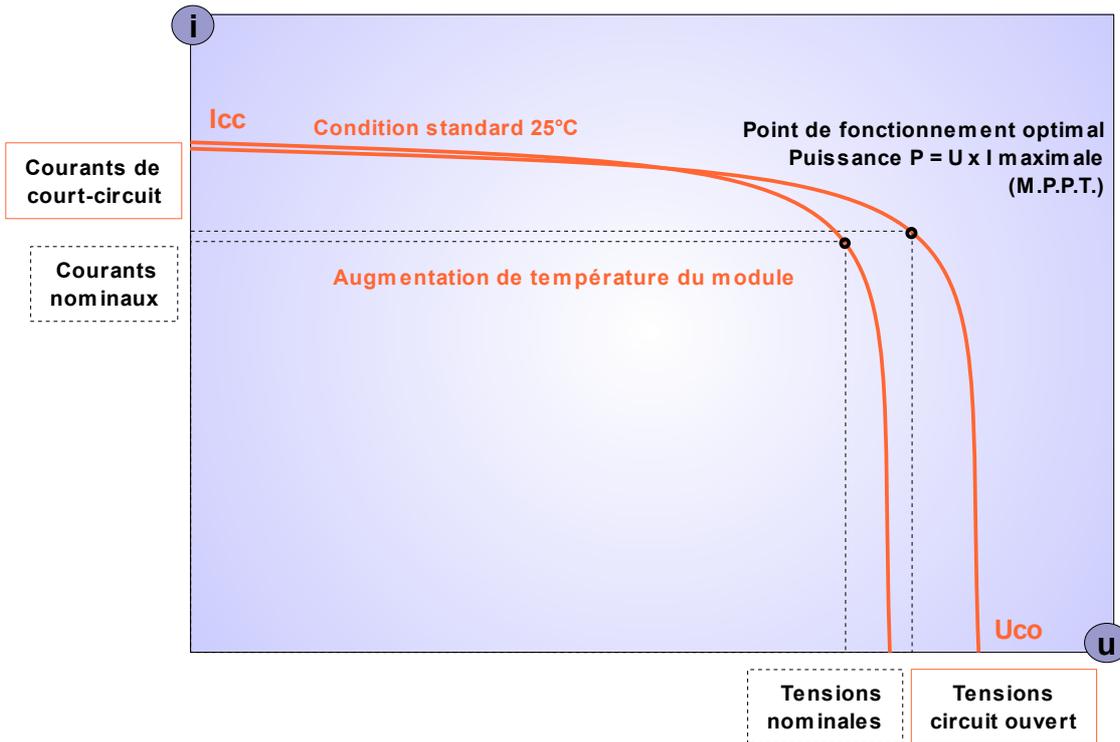
### 1.2.2. Influence de la température sur le module

Comme précédemment, quand la température est plus forte que celle du fonctionnement STC ( $25^\circ\text{c}$ ), le courant nominal mesuré sera inférieur à  $I_{mp}$  indiquée sur l'étiquette et la tension nominale sera inférieure à  $V_{mp}$  indiquée sur l'étiquette.

La puissance fournie sera donc inférieure à la puissance crête.



### Courbes de puissance I en fonction de U



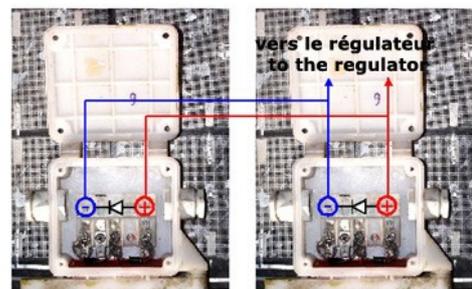
### 1.2.3. Performances

Il existe des systèmes 12Vdc ou 24Vdc. Les systèmes 12Vdc conviennent à notre usage. Les systèmes 24 ou 48Vdc sont utilisés pour les installations de puissance.

Pour augmenter l'énergie produite on peut augmenter le nombre de panneaux. Il faut veiller à ce que les panneaux fonctionnent tous à la même tension ( 12Vdc). Pas question de câbler ensemble un panneau de 12Vdc et un autre de 24Vdc.

Plusieurs panneaux connectés entre eux le sont selon le schéma de la mise en **parallèle**. C'est à dire en reliant les bornes POSITIVES (+) et NEGATIVES (-) ensemble selon le schéma suivant:

Le câble utilisé doit lui aussi être d'un diamètre suffisant et en tous les cas pas inférieur aux câbles fournis dans le kit. Voir chapitre « les conducteurs ».



Câblage parallèle

### 1.3. LE RÉGULATEUR :

Le régulateur est un ensemble électronique dont le rôle est de gérer les flux de courant : courant venant des panneaux en vue de charger la batterie et courant venant de la batterie vers les consommateurs.

Il gère la charge et la décharge de la batterie en déconnectant le panneau quand les batteries sont chargées ou en coupant l'alimentation aux consommateurs quand la batterie est trop déchargée.

Le régulateur est donc à l'intersection de l'ensemble.

Il comporte une diode anti-retour pour éviter à la batterie de se décharger dans le panneau pendant la nuit.



La puissance maximale de sortie dépend du régulateur. Ex. sous 12V, pour le kit MSF KPROGLIG70S :

Ampérage régulateur	Puissance consommateur
8A	96W
12A	144W
20A	240W
30 A	360W

**Exemple: Un régulateur de 12A pourra alimenter des consommateurs dont la puissance totale ne dépassera pas 144W.**



ATTENTION les appareils en 12V qui consomment plus que ces valeurs doivent être branchés directement sur la batterie et non pas sur le régulateur : c'est le cas des radios par exemple.

Dans le cas de montage de plusieurs panneaux en parallèle, il faut aussi que le régulateur soit légèrement plus puissant que l'ensemble des panneaux qui y sont connectés. Trois panneaux de 75Wc ( soit  $75/17v= 4.42$  ampères) produiront 13,2 ampères. Il convient dès lors d'utiliser un régulateur de 20A par exemple.



## 1.4. LE CÂBLAGE :

D'une manière générale les câbles fournis avec le kit MSF doivent suffire à l'installation de l'ensemble. Aussi il convient de ne pas les rallonger sous peine de forte atténuation de rendement : 1 mètre en plus peut faire chuter drastiquement la puissance de l'énergie fournie. Voir chapitre « les conducteurs ».

Couleur et convention :

Le câble ROUGE ( ou bleu) symbolise le pôle POSITIF

Le câble NOIR ( ou brun) symbolise le pôle NEGATIF.

Privilégier les câbles courts et de section forte.

Le tableau ci-dessous indique les diamètres minimum à respecter pour les cablages entre:

régulateur – panneau : 10m environ,

régulateur - batterie : 1m environ,

régulateur – boîtier de distribution : 5m environ,

en fonction du fusible du régulateur :

8A	-	6mm <sup>2</sup>
12A	-	10mm <sup>2</sup>
20A	-	10mm <sup>2</sup>
30A	-	16mm <sup>2</sup>

Ajoutons qu'entre batterie et radio, on impose l'utilisation du câble d'origine livré avec la radio, sans le couper ni le rallonger et de la boîte de connexion aux consommateurs, au moins du 2,5mm<sup>2</sup>.

En pratique, essayez de toujours réduire la longueur de câbles et utilisez de fortes sections

## 1.5. LA BATTERIE :



**RAPPEL:** Dans les applications solaires, les batteries seront de type gel. Voir chapitre « Batteries ».

Elle est protégée par le fusible du régulateur du kit MSF.



**ATTENTION**, dans le commerce, certains régulateurs ne sont pas équipés de fusible. IL faudra donc protéger la batterie avec un fusible sur le câble + placé entre la batterie et le régulateur.



## 2. DIMENSIONNEMENT

Les applications solaires en site isolé ont le mérite d'un fonctionnement simple et d'un entretien réduit, mais nécessitent en revanche une prise en compte des propriétés de la source d'énergie dans leur utilisation: intermittence, course du soleil et dépense rationnelle de l'énergie accumulée.

Au delà des aspects techniques détaillés dans ce guide, la fiabilité de l'installation solaire photovoltaïque repose essentiellement sur la consommation raisonnée de l'électricité produite.

Les différentes étapes du dimensionnement ainsi que les règles d'installation du générateur solaire:

1. **B**ilan de consommations
2. **D**imensionnement des modules photovoltaïques
3. **D**imensionnement des batteries
4. Choix du régulateur
5. Dimensionnement des câbles et protection

### 2.1. BILAN DES CONSOMMATIONS

Gérer les dépenses énergétiques, c'est la clé d'un fonctionnement autonome et fiable du générateur solaire photovoltaïque.



D'une manière générale, toute application électrique doit être sobre et performante pour prétendre à une alimentation solaire. Les appareils utilisant des résistances chauffantes (convecteur, sèche-cheveux, four, machine à laver...), de l'éclairage peu performant (incandescent, halogène...) ou encore les applications motorisées (outillage) devront être proscrites de l'installation photovoltaïque (Il sera souhaitable d'utiliser un groupe électrogène d'appoint pour les applications gourmandes).

Pour cela on établit une liste exhaustive des consommations: se référer au chapitre « Batteries »

Les gros consommateurs 12Vcc seront branchés directement sur la batterie, d'autres comme les éclairages 12v seront branchés sur le régulateur. Enfin, les consommateurs 220V alternatif seront alimentés via le chargeur/inverseur Combi 1245P.

Le Wh (wattheure) sera l'unité reflétant le besoin journalier en énergie.

Lors de l'utilisation d'un onduleur Combi 1245P pour les récepteurs 230V alternatif, on majore ce besoin journalier de 15% pour prendre en compte le rendement du combi.



Le besoin journalier déterminé sera majoré d'un minimum de 20% pour compenser les rendements et incertitudes de l'installation.

**Exemple: Equipement d'un bureau de mission au Niger**

Désignation	Puissance indicative (W ou VA))	Quantité	Temps de fonctionnement journalier (H)	Besoin journalier en énergie (Wh)
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A x B x C</b>
<b>EQUIPEMENT SUR REGULATEUR</b>				
Eclairage fluocompact 20W	20	4	2	160
Puissance instantanée max	20		Sous total 12Vcc	160
<b>EQUIPEMENT SUR COMBI</b>				
Ordinateur Pc portable 230Vac / 0,55A	132	1	2	264
Imprimante HP 930I 230Vac/ 0,5A	110	1	0,5	55
Puissance instantanée max	242		Sous total 230Vac	319
			Rendement combi +15%	366,85
<b>EQUIPEMENT DIRECTEMENT SUR BATTERIE</b>				
Radio HF en fonctionnement 12Vcc / 15A	180	1	1	180
Radio HF en veille 12Vcc / 1A	12	1	23	276
Module radiotelex complet 12Vcc/1A	12	1	24	288
Puissance instantanée max	204		Sous total 12Vcc	744
<b>Total des consommations</b>				
			Wh/j	1270,85
			Rendement 20%	1525,02
			Kw h/j	<b>1,53</b>

→ Le total cumulé des consommations servira ci-après de base de dimensionnement du générateur photovoltaïque, il doit pour cette raison être très précis. Il correspondra au besoin journalier.

## 2.2. DIMENSIONNEMENT DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

La puissance nécessaire des panneaux sera déterminée de la façon suivante:

$$\text{Puissance crête générateur} = \frac{\text{Besoin journalier}}{\text{Ensoleillement journalier}}$$

$$\text{Wc} = \frac{\text{Wh}}{\text{kWh/m}^2/\text{jour}}$$

On arrondira le résultat au multiple de puissance crête des modules disponibles.

### Exemple du Niger

**Ensoleillement journalier moyen: 6 kWh/m<sup>2</sup>/day (donnée géographique)**

**Besoin journalier de l'installation: 1525Wh (bilan des consommations)**

**Puissance crête nécessaire: 1525/ 6 = 254Wc**

**Modules disponibles: 12V / 75Wc**

**12V / 100Wc**

**12V / 120Wc**

**Nombre de modules photovoltaïques: On aura donc le choix entre :**

**4 X 75Wc en parallèle 12V**

**OU 3 X 100Wc en parallèle 12V**

**OU 2 x 120 Wc en parallèle 12V**



Inversement pour connaître la production d'un générateur solaire connu, on peut appliquer la formule suivante:

$$\text{Production journalière} = \text{Puissance crête générateur} \times \text{Ensoleillement journalier}$$

$\text{Wh} \qquad \qquad \qquad \text{Wc} \qquad \qquad \qquad \text{kWh/m}^2/\text{jour}$

**Exemple: En mission en Thaïlande, vous disposez d'un kit solaire MSF KPROKLIG70S de 75Wc.**

**L'ensoleillement journalier du pays est de 4 Kwh / m<sup>2</sup> / day (données géographiques).**

**La production journalière attendue est donc :**

$$75 \text{ Wc} \times 4 = 300 \text{ Wh/j}$$

**C'est à dire que le panneau fournit 300/12 = 25Ah à la batterie.**

**Par rapport au combi 1245 qui peut débiter 45 A, le panneau économise donc 1/2 heure de fonctionnement du combi donc du générateur.**

## 2.3. DIMENSIONNEMENT DES BATTERIES

Le besoin journalier estimé va nous permettre de déterminer la quantité d'énergie à stocker.

L'unité de référence de la batterie étant l'ampèreheure (Ah), il va falloir convertir le besoin (Wh) en le divisant par la tension, c'est à dire 12V.

**Exemple du Niger: 1525Wh de besoin journalier, système en 12V ;  
Capacité batterie: 1525/12 = 127 Ah**



La capacité batterie vaut pour un jour d'autonomie, qu'il convient de multiplier par le nombre de jours souhaités. **En principe, le dimensionnement prévoira au moins 3 jours d'autonomie.**

**Exemple du Niger:  
127Ah pour un jour, 3 jours d'autonomie soit 3 x 127= 381Ah**



**RAPPEL:** La durée de vie de la batterie dépend de l'utilisation qui en est faite. Aussi il est important de limiter le taux de décharge profonde de l'ordre de 20 à 40% de la capacité selon le type de batterie employé. En effet une décharge complète pourra s'avérer irréversible.

La décharge profonde intervient donc dans le dimensionnement: si 40% de la batterie doivent resté en permanence, les 60% restant constitueront la capacité utile de la batterie. On dimensionnera donc la batterie en conséquence.

**Exemple du Niger: si 381Ah correspondent aux 60% utiles de la batterie:  
on prendra 381 / 0,6 = 635Ah de capacité totale**

**C'est à dire 6 batteries 120Ah PELEBATS120 en parallèle s'il n'y a que les modules solaires.**

La durée de vie est également liée à la température ambiante: optimale à 20°C, elle est réduite de moitié lorsqu'elle passe à 30°C. Il est donc important de réduire au mieux leur exposition aux sources de chaleur.



## 2.4. CHOIX DU RÉGULATEUR

### **Exemple Niger: Panneau du kit MSF**

**plaque signalétique: 75Wc Imp= 4,45A Vmp= 17V**  
**Avec 4 modules solaires en parallèle on aura 4 x 4,45 = 17,8A**

**-> On choisira un nouveau régulateur de 20A en l'occurrence. A commander à MSFLog.**

## 2.5. DIMENSIONNEMENT DES CÂBLES ET PROTECTION

### **2.5.1. Calcul**

En utilisant les tableaux, abaques ou bien la formule fournis au chapitre « les conducteurs », nous allons pouvoir déterminer la section des cables.

Section Panneaux/Régulateur: 10m, 12V / 20A -> abaque 12V : 25mm<sup>2</sup>

Section Régulateur/Batterie: 2m, 12V / 20A -> abaque 12V : 6mm<sup>2</sup>

Section Régulateur/Consommateurs: 10m, 12V / 160W / 13A -> abaque 12V : 16mm<sup>2</sup>

### **2.5.2. Protection contre la foudre**

Un parasurtenseur est nécessaire pour protéger les installations des tensions transitoires élevées. Placé entre le fusible des panneaux et le régulateur, il sera relié à la terre afin d'évacuer la foudre potentiellement attirée par la structure métallique des modules (elle-même reliée à la terre).

Lors de l'utilisation d'un réseau local ondulé, on utilisera également un parasurtenseur en tête de l'installation en alternatif.

### **2.5.3. Mise à la terre**

La mise à la terre assurera la protection des personnes et du matériel: la structure des modules, les parafoudres, l'onduleur et la borne négative de la batterie seront raccordés à une terre commune.

## **3. INSTALLATION**

### **3.1. CHOIX DU SITE**

Les panneaux doivent être placés de telle manière qu'aucune ombre (arbre, bâtiments) ne puisse les recouvrir au cours de la journée, quelque soit l'inclinaison du soleil au cours des saisons.

Les modules seront espacés par rapport à la surface qui les soutient afin de favoriser la convection naturelle et limiter leur échauffement.

Les panneaux sont fragiles. Fixez les sur une armature, ou directement sur le toit afin qu'ils ne soient pas emportés par le vent. Fixez également les câbles le long de leur parcours.

Veillez à ce qu'ils soient hors de portée des enfants et animaux. Idem pour leurs câbles.

Le régulateur ainsi que les diverses protections seront regroupés à l'ombre, en un lieu protégé de l'humidité et des chocs, idéalement dans un coffret fermé prévu à cet effet.

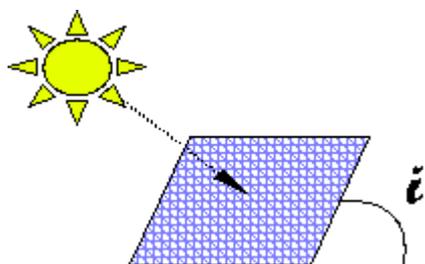
Les batteries seront protégées de l'humidité, des chocs et des sources de chaleur. Elles seront



dans un coffret dédié ou à défaut dans un local aéré.

### 3.2. INCLINAISON

On inclinera le module sur la base de la valeur de la latitude, ce qui constitue un bon compromis été/hiver pour une production annuelle.



$i$  = angle correspondant à la latitude du site d'implantation.

Il est nécessaire de conserver une inclinaison minimale de  $5^\circ$  pour assurer l'écoulement des eaux pluviales et l'auto nettoyage des modules en particulier pour les sites à moins de  $10^\circ$  de latitude nord ou sud, c'est-à-dire proche de l'équateur.

**Exemple Maradi - Niger: latitude  $13^\circ 28mn$  Nord -> Inclinaison de  $13^\circ$**

### 3.3. ORIENTATION :

Les modules seront orientés:

- Plein sud dans l'hémisphère nord
- Plein nord dans l'hémisphère sud

On peut toutefois se permettre une tolérance de  $45^\circ$  est/ouest mais elle sera à considérer dans le calcul du générateur PV par un facteur de correction de la production:

	Facteur de
Orientation	Correction
Est	0,90
Nord/Sud est	0,96
Nord/Sud	1,00
Nord/Sud ouest	0,96
Ouest	0,90

**exemple: Maradi au Niger ; besoin de 1525Wh  
Inclinaison à la latitude du site  $13^\circ$**

**Orientation Sud Est -> Facteur de correction = 0,96  
Besoin journalier corrigé:  $1525 / 0,96 = 1588Wh$**

### 3.4. BRANCHEMENT AU RÉGULATEUR:

Après avoir repéré les lieux d'emplacement de la batterie, du régulateur et du panneau en fonction des longueurs de câble et des conseils ci dessus, les composants du système doivent être branchés au régulateur dans l'ordre suivant APRES MISE A LA TERRE:

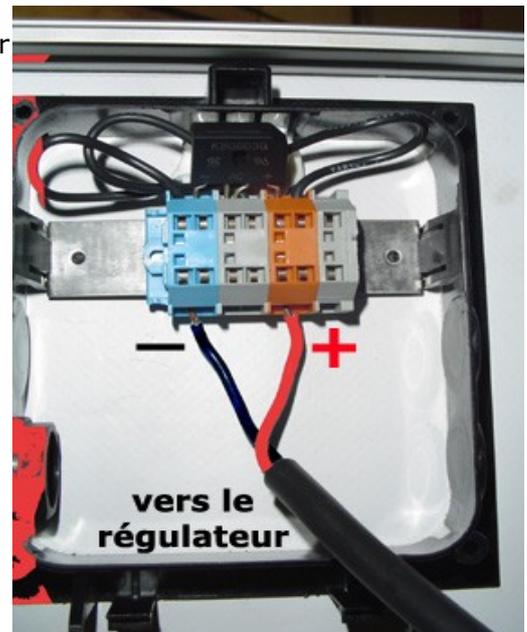


### 1/ Batterie :

- ➔ enlever d'abord le fusible sur le câble +
- ➔ Connecter les câbles au régulateur: le rouge sur la borne +, le noir sur le -.
- ➔ Connecter l'autre extrémité du câble rouge à la borne + de la batterie
- ➔ Connecter l'autre extrémité du câble noir à la borne - de la batterie.

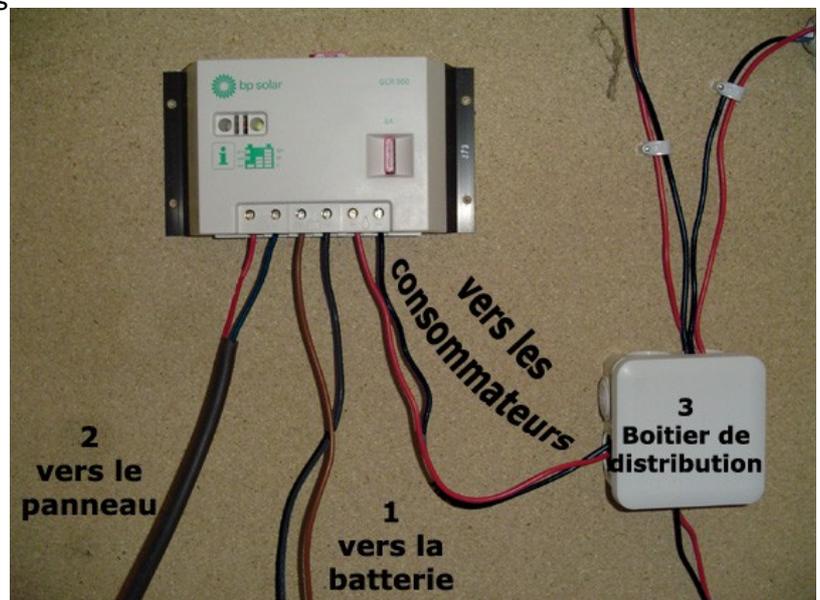
### 2/ Panneau:

- ➔ Couvrir d'une protection le panneau pour empêcher toute production d'électricité.
- ➔ Connecter les câbles 'arrière du panneau. Rouge sur rouge et noir sur...bleu.
- ➔ Connecter l'autre extrémités de ces câbles au régulateur : bornes + et -.



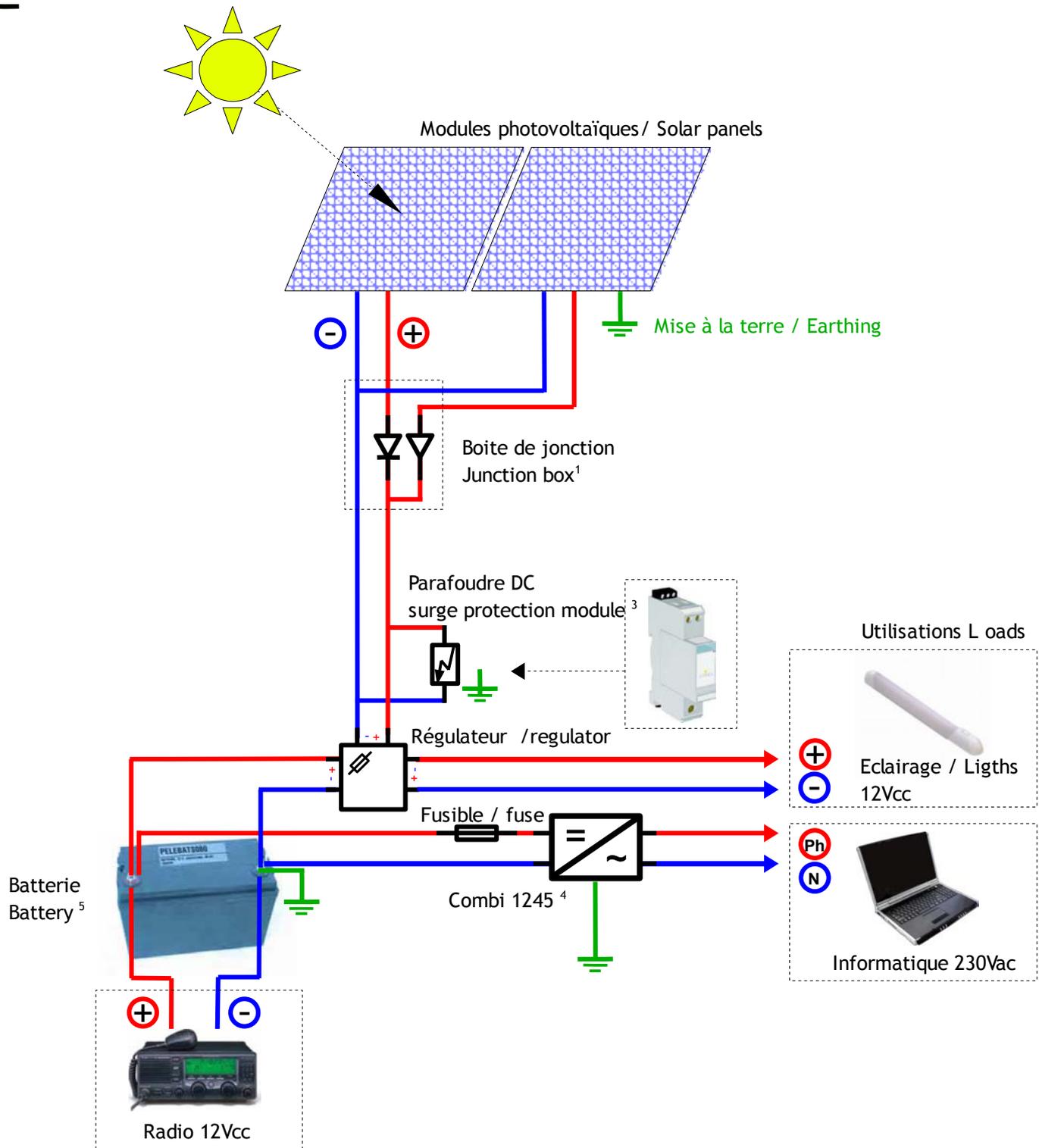
### 3/ Consommateurs:

- ➔ Mettez tous les consommateurs en position off.
- ➔ Connecter les câbles du boîtier de distribution au régulateur.
- ➔ Vérifiez ensuite l'ensemble des polarités, la qualité des connexions.
- ➔ Maintenant, installez le fusible sur le câble de la batterie et sur le régulateur.
- ➔ Enlevez le cache de protection sur le panneau solaire.
- ➔ Allumez les consommateurs.





### 3.5. SCHÉMA D'INSTALLATION TYPE



<sup>1</sup> Pour l'utilisation d'un seul module ou de plusieurs en série, ni la boite de jonction ni les diodes anti-retour ne sont nécessaires.

### 4. ENTRETIEN :

Les panneaux solaires doivent être maintenus propres sinon le rendement diminue. Pensez à un

dépoussiérage régulier, laver à l'eau sans produit abrasif qui peuvent rayer la vitre.

Une fois par mois veillez à nettoyer les panneaux afin de ne pas réduire leur rendement.

Vérifier les connexions de l'ensemble du système (conformément aux dispositions nécessaires à la sécurité).

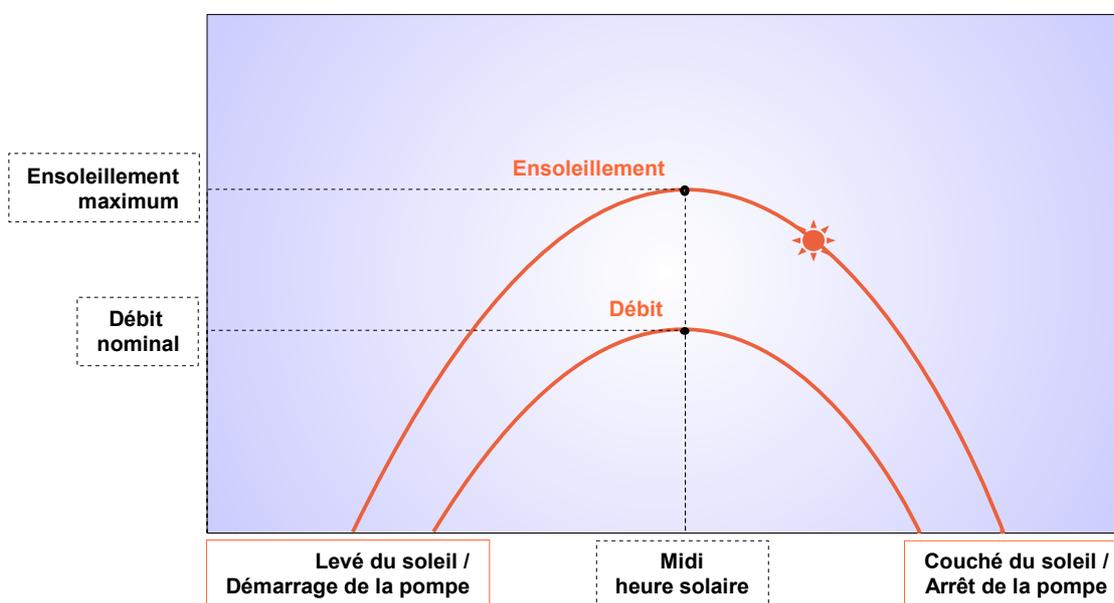
Vérifier également les batteries selon la technologie employée.

## 5. APPLICATION AU POMPAGE SOLAIRE

### 5.1. PRINCIPE

Le pompage solaire consiste à puiser l'eau au rythme du soleil pour la stocker dans un réservoir et la redistribuer par gravité lors des besoins. La courbe de débit sera à l'image de la courbe d'ensoleillement de la journée:

Caractéristiques débit / ensoleillement journaliers:



Le pompage solaire est le meilleur moyen d'exhaure dans les zones arides ou semi-arides, les technologies mises au point aujourd'hui permettent une fiabilité et souplesse parfaitement adapté au site isolé. Les pompes immergés centrifuges (type Grundfos) nécessitent peu d'entretien et intègrent les protections électriques. Elles peuvent fonctionner sur des plages de tension importantes, soit en continu ou soit en alternatif ce qui permettra par exemple d'augmenter ponctuellement le débit journalier avec un groupe électrogène.

L'alimentation sera assurée par le générateur photovoltaïque dimensionné en fonction du débit nominal journalier que le forage pourra fournir, en m<sup>3</sup>/jour.

### 5.2. DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement du système de pompage solaire suivra cet ordre:

1. **Débit journalier**
2. **Hauteur manométrique totale**
3. **Ensoleillement quotidien**
4. **Dimensionnement**
5. **Schéma d'installation**

### 5.2.1. Débit journalier

C'est la donnée qui servira à dimensionner le système. Ce besoin de débit journalier exprimé en  $m^3/jour$ , conforme à la demande et à la disponibilité de la ressource en eau (forage).

### 5.2.2. Hauteur manométrique totale HMT

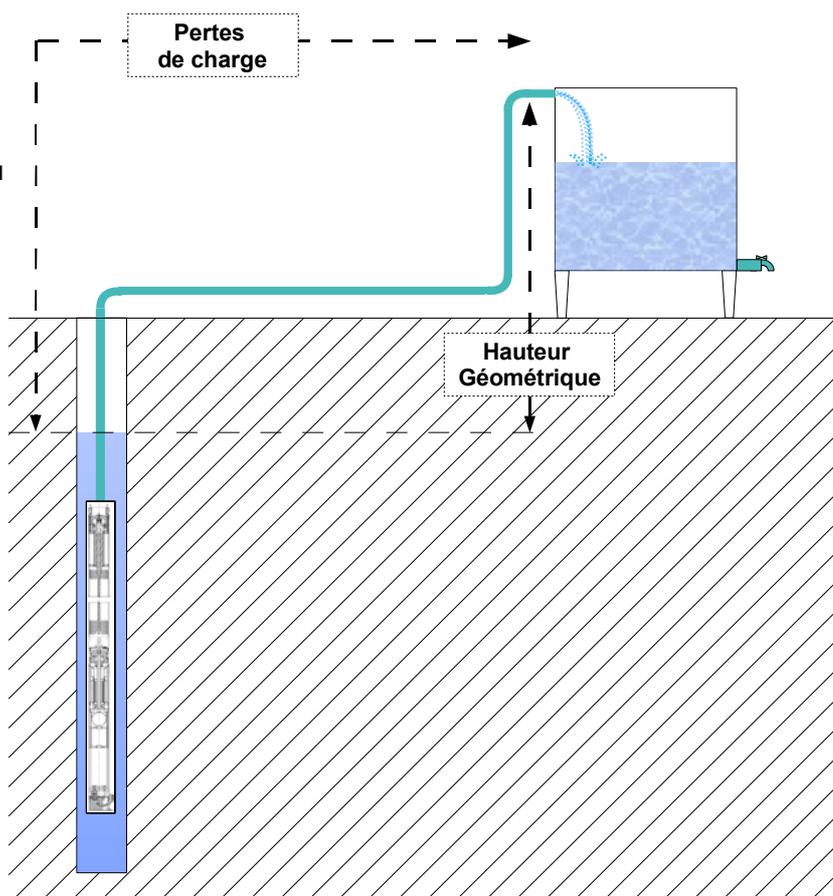
Elle inclut la hauteur géométrique et les pertes de charge dans les canalisations. Elle s'exprime en mètre de colonne d'eau (mCE).

$HMT = \text{Hauteur géométrique} + \text{Pertes de charges}$

La hauteur géométrique sera la différence de hauteur entre le niveau dynamique de la nappe et l'entrée du réservoir.

Les pertes de charges sont la somme des pertes linéaires dans les tuyaux et des pertes dues aux singularités (coudes, compteurs ou encore les vannes). Elles s'expriment en mCE et varient en fonction du diamètre et du type de tuyaux utilisés.

Pour plus d'information sur les calculs hydrauliques, voir le guide Gravitaire.



Les pertes de charge seront estimées à l'aide du tableau suivant, en fonction du débit horaire nominal: c'est le débit de la pompe lorsque le soleil atteint sa hauteur maximum, à midi, exprimé en  $m^3/heure$ . Il vaut approximativement 1/6 à 1/7 du débit journalier.



Perte de charge pour 100m de canalisation (en mCE):

Débit en m <sup>3</sup> /h	Ø TUYAUTERIES									
	3/4"	1"	1" 1/4	1" 1/2	2"	2" 1/2	3"	4"	5"	6"
	20/27	26/34	33/42	40/49	50/60	66/76	80/90	100	125	150
1	8,0	2,1	0,5	0,2						
1,5	17,0	5,0	1,0	0,5	0,1					
2	33,0	9,0	2,0	0,9	0,3					
3		21,0	4,5	2,2	0,6	0,1				
4		32,0	7,6	3,5	1,0	0,2	0,1			
5			13,0	6,0	1,8	0,4	0,2			
6			17,0	8,0	2,5	0,5	0,3			
7			25,0	12,0	3,5	0,7	0,3			
8			33,0	14,0	4,5	1,0	0,5	0,1		
9				19,0	5,7	1,2	0,6	0,2		
10				23,0	7,0	1,5	0,7	0,2		
12				33,0	10,0	2,2	1,0	0,3	0,1	
15					15,0	3,4	1,6	0,5	0,2	
20					26,0	6,0	2,8	0,8	0,3	0,1
25					40,0	9,4	4,4	1,3	0,4	0,2
30						13,5	6,3	1,9	0,6	0,2
40						24,0	11,2	3,3	1,1	0,4
50						37,5	17,5	5,2	1,7	0,7
60							25,0	7,6	2,4	1,0
70							34,0	10,2	3,3	1,3
80								13,4	4,3	1,7
100								21,0	6,8	2,6
150									15,3	5,8
200									27,2	10,4

- ➔ Pour éviter les pertes de charges pénalisantes pour le pompage, la zone grisée doit être évitée.
- ➔ Valeur pour une canalisation métallique, pour le plastique appliquer un coefficient de 0,8
- ➔ Pour la prise en compte des coudes, ajouter 2 mCE par coude à la longueur de canalisation totale
- ➔ Pour les clapets et les crépines, ajouter 10 mCE par unité à la longueur de canalisation totale

**Exemple: Ceforlog MSF Logistique**

**18m de hauteur géométrique**

**150m de canalisation PVC et 3 coudes en 2" donc Long. Équiv. = 150+3x2= 156m**

**Pertes de charge linéaires: 0,1mCE / 100m**

**Débit journalier nécessaire: 8m<sup>3</sup>/J donc débit nominal de 8/7= 1,15 => 1,5 m<sup>3</sup>/h**

**Pertes de charge = 0,8 x 156 x 0,1/100 = 0,12m**

**HMT = Hauteur géométrique + Pertes de charge = 18 + 0,12 = 18,12m**



### 5.2.3. Ensoleillement quotidien

Même calcul que chapitre 1.1 Généralités

**Exemple: Ceforlog MSF Logistique à Mérignac: 2,5 kWh/m<sup>2</sup>/j**

### 5.2.4. Dimensionnement

La puissance du générateur solaire sera évaluée par la formule suivante:

$$\text{Puissance générateur} = \frac{\text{Débit journalier} \times \text{Hauteur manométrique totale} \times 2,725}{\text{Ensoleillement quotidien} \times \text{Rendement de la pompe}}$$

Rendement de la pompe – C'est la puissance électrique absorbée par rapport à la puissance hydraulique fournie, une caractéristique technique fonction de la pompe et donnée par le fabricant. Le rendement d'une pompe varie en fonction de son débit, il sera optimal pour son débit nominal. Il faut donc dimensionner la pompe en fonction du débit nominal en m<sup>3</sup>/h (1/6 à 1/7 du débit journalier).

**Exemple: Générateur Ceforlog**  
**Débit journalier envisagé 8m<sup>3</sup> /j**  
**HMT: 18,12m**  
**Ensoleillement de 2,5kWh/m<sup>2</sup>/j**  
**Rendement de la pompe hélicoïdale ~ 0,60**

**Puissance générateur = Débit journalier x Hauteur manométrique totale x 2,725**  
**Ensoleillement quotidien x Rendement de la pompe**

$$= \frac{8 \times 18,12 \times 2,725}{2,5 \times 0,60} = 263 \text{Wc}$$

**=> 3 modules de 101Wc unitaire**

**Débit horaire nominal de la pompe ~ débit journalier (8m<sup>3</sup>/j) / 7 => 8/7 = 1,15m<sup>3</sup>/h**

Avec ces données, MSF Logistique peut choisir la meilleure pompe pour vos besoins, par exemple ici une pompe Grundfos SQFlex 1.2-2 hélicoïdale (1,2m<sup>3</sup>/h – 2 étages)

Cette pompe a les caractéristiques solaires suivantes:

#### SOLAR MODULE GF 101

##### Electrical Data

(Above specification at STC: Insol 1000W/m<sup>2</sup>, Am 1.5, Cell T 25°C)

Rated Power (P <sub>MAX</sub> ):	101 Wp
Tolerance of the rated output power:	+/- 5%
Rated Voltage (V <sub>MPP</sub> ):	66 V
Rated Current (I <sub>MPP</sub> ):	1,53 A
Open Circuit Voltage (V <sub>OC</sub> ):	86,5 V
Short Circuit Current (I <sub>SC</sub> ):	1,65 A
Max System Voltage (V <sub>DC</sub> ):	600 V (US NEC Rating) 600 V (IEC Rating)

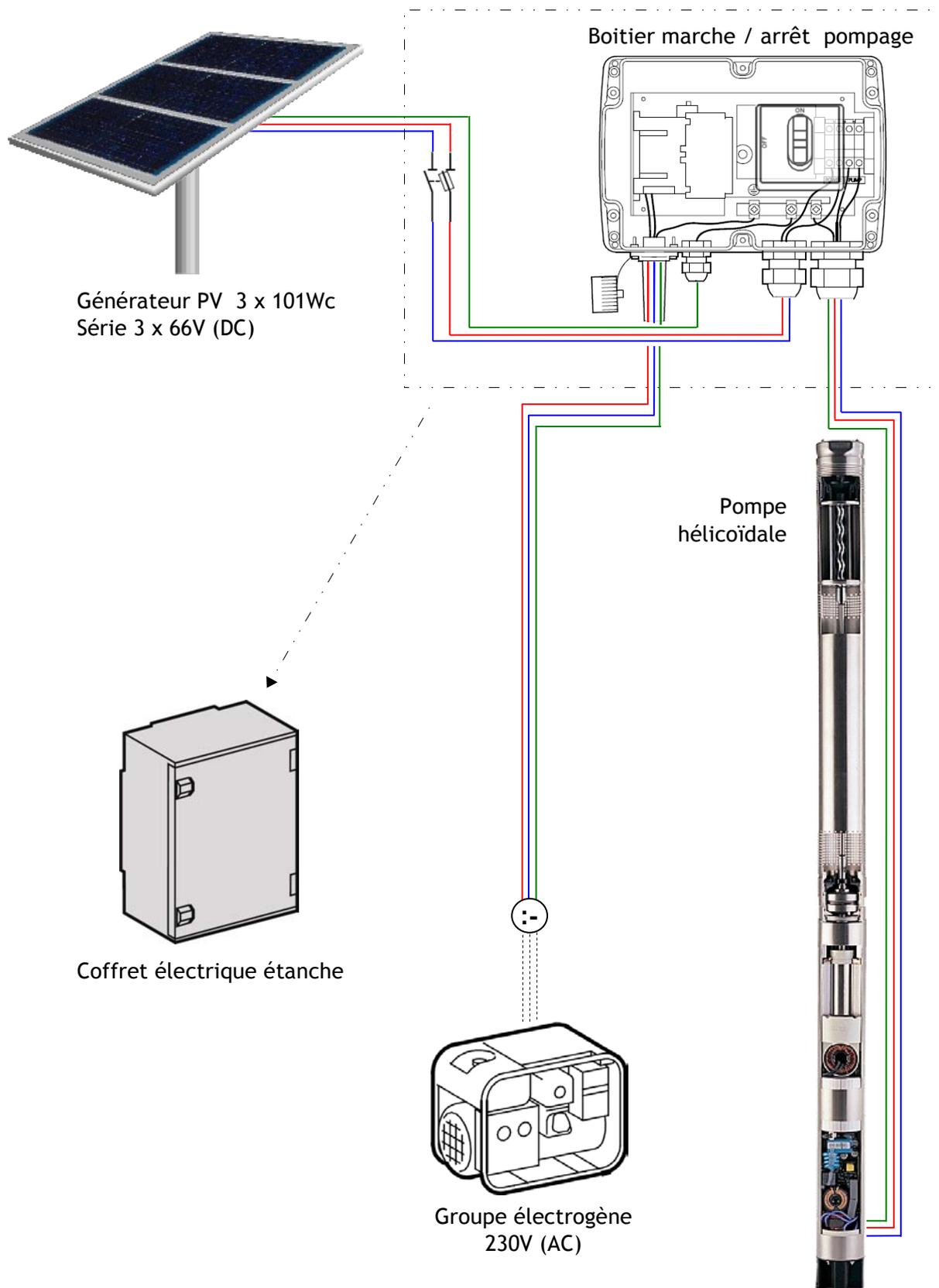
La pompe permet des entrées de 90 à 240 VAC (courant alternatif) et 30 à 300 VDC (courant continu)

Le raccordement des modules se fera en série:  
 => 3 x 66V = 188 VDC

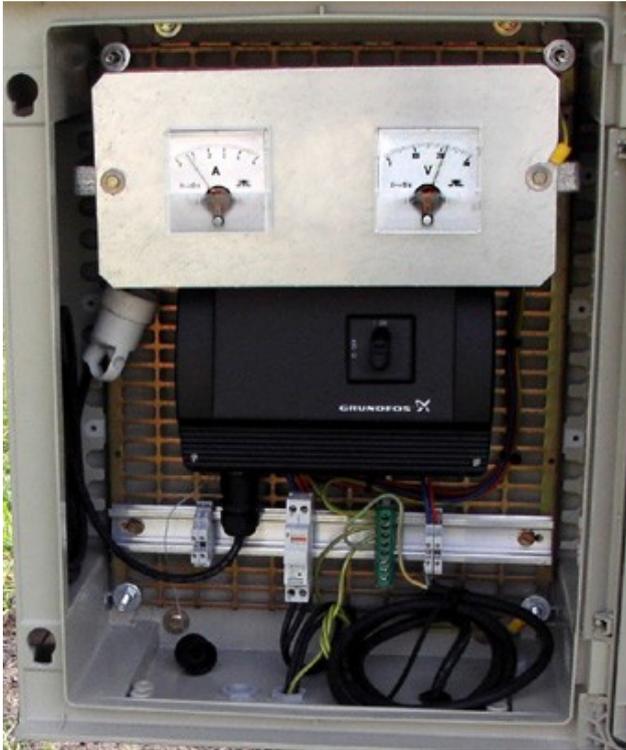
La pompe est livrée par Grundfos avec les modules solaires adaptés.



### 5.2.5. Schéma d'installation



### 5.2.6. En pratique





## **6. QUESTIONS FRÉQUEMMENT POSÉES**

### **6.1. PEUT ON FAIRE L'ÉCONOMIE DU RÉGULATEUR ?**

**NON** : Le régulateur a pour rôle de protéger la batterie qui sans cela serait continuellement en charge même quand elle est déjà pleine. Ce qui réduirait très fortement la durée de vie de la batterie.

### **6.2. JE DOIS IMPÉRATIVEMENT AUGMENTER DE QUELQUES MÈTRES LE CÂBLE RELIANT LE PANNEAU AU RÉGULATEUR. PUIS JE LE FAIRE ET COMMENT ?**

C'est faisable mais il faudra augmenter la section totale du nouveau câble. Il faudra compenser l'augmentation de la longueur par une augmentation de la section ( du diamètre donc). Soit en disposant d'un câble de plus forte section. Soit en prenant d'autres câbles plus longs couplés en parallèle de manière à doubler ou tripler la section initiale.

Le résultat se mesurera au voltmètre :

Si vous avez 13,8 V à la batterie et 13,4 initialement à l'extrémité du câble fourni dans le kit, il faudra mesurer au moins 13,4 V à l'extrémité de votre nouveau câble « maison » pour ne pas réduire l'efficacité de l'ensemble.

### **6.3. PUIS JE CONNECTER MES CONSOMMATEURS DIRECTEMENT SUR LA BATTERIE ?**

Techniquement oui mais il est clair que dans ce cas la batterie n'est plus protégée contre les décharges complètes. En clair : si vous laissez une ampoule allumée trop longtemps, rien n'empêchera plus votre batterie de passer en dessous du seuil de survie et sera irrémédiablement détruite : elle ne se laissera plus rechargée.

Parfois sur les borniers + et - des panneaux vous aller y trouver une petite pièce noire cylindrique : c'est la diode de protection servant à éviter par accident un retour d'énergie éventuelle d'une batterie vers le panneau dans le cas ou on aurait « oublié » de placer le régulateur.

## LES GROUPES ÉLECTROGÈNES À MSF

### 1. MODÈLE ESSENCE 800VA / 650W, 220V MONO:

Code MSF:KPROKGEN6P – Kit générateur



### 2. ANCIEN MODÈLE DIESEL 4,2KVA / 3,3KW:

Code MSF:KPROKGEN45D – Kit générateur

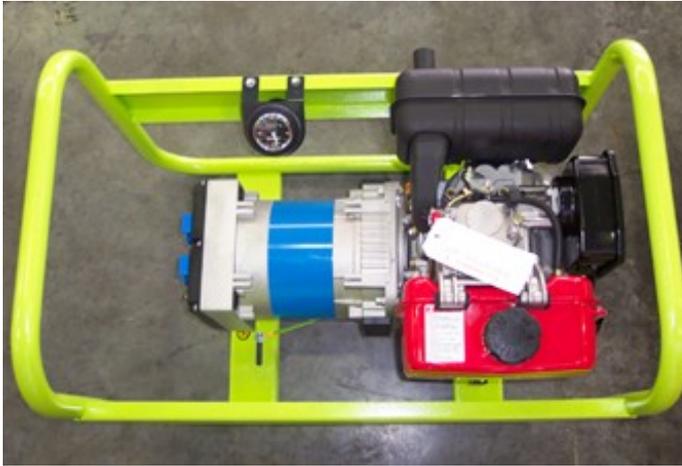


Cet ancien modèle est remplacé par les 2 modèles suivants.

### **3. NOUVEAU MODÈLE DIESEL 3,8KVA / 3KW, 220V MONO, 50HZ:**

#### **3.1.1. Description**

Code MSF:PELEGEND03Y



#### **3.1.2. Distribution**

Sur le terrain, pour ces 3 générateurs, nous disposons du modèle d'interrupteur différentiel 25A à connecter entre le générateur et le réseau :

Code MSF : PELEBOAR02P



En sortie, 3 prises 16A P+T sont disponibles pour une puissance maxi de 3500W.

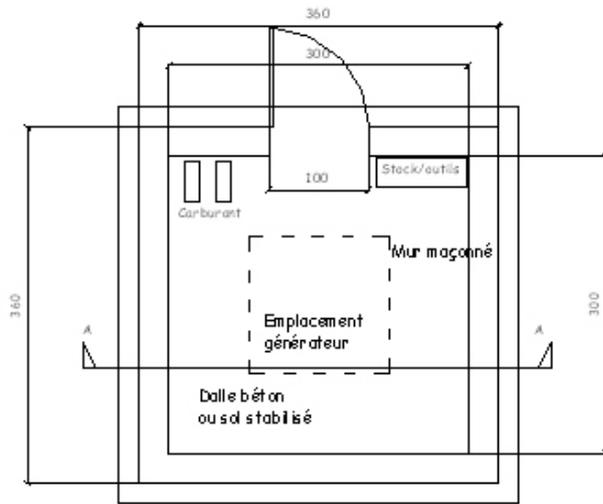
Ce modèle peut être installé en extérieur.



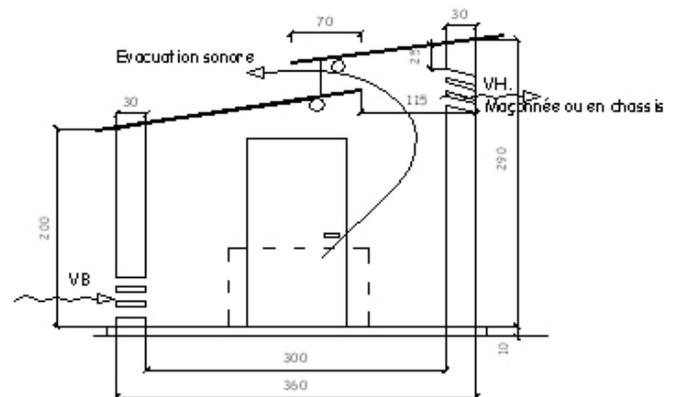
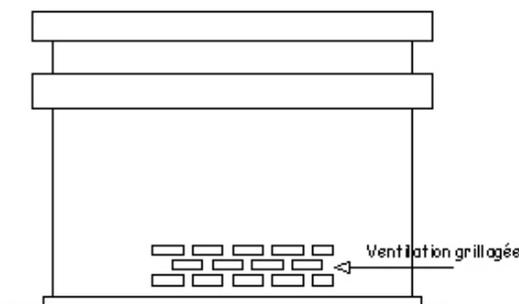
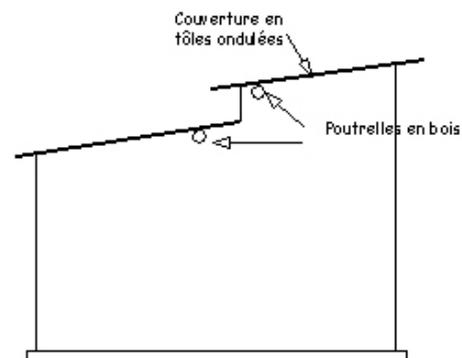
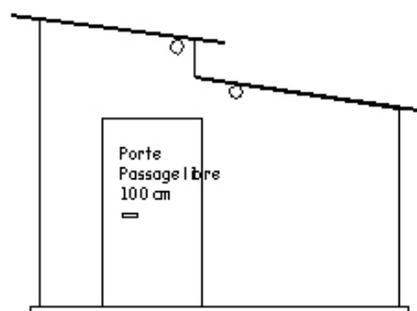
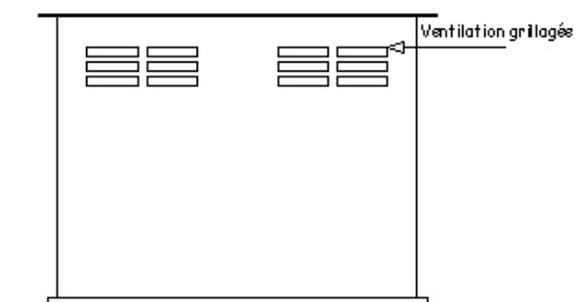
ATTENTION, la protection différentielle ne protège contre les défauts d'isolement que si le générateur est mis correctement à la terre. Cette protection ne protège pas contre les surcharges et les court-circuits.

### 3.1.3. Installation

Ne pas oublier la mise à la terre du générateur.  
Exemple de cabine:



PLAN

COUPE DE PRINCIPALE  
A:AFACADE  
AVANTFACADE  
GAUCHEFACADE  
DROITEFACADE  
ARRIERE



### 3.1.4. Entretien

Ce générateur de 3000 Tour/minute (TPM) doit suivre le programme de service suivant:

- Service A: toutes les 100 heures
  - nettoyer le moteur
  - changer l'huile moteur
  - purger le décanteur de diesel
  - nettoyer le filtre à air
  
- Service B: toutes les 200 heures
  - service A
  - changer le filtre diesel
  - remplacer le filtre à huile
  
- Service C: toutes les 400 heures
  - service B
  - changer le filtre à air

## 4. NOUVEAU MODÈLE DIESEL 6KVA/4,8KW, MONO:

### 4.1.1. Description

Code MSF : PELEGEND05S.

Code kit: KPROKGEN05S

Il est insonorisé et protégé contre les intempéries. Il peut donc être rapidement installé en extérieur.

Il possède un compteur horaire, une protection inter-différentielle contre les défauts d'isolement, 3 prises de sortie en 220Vac :

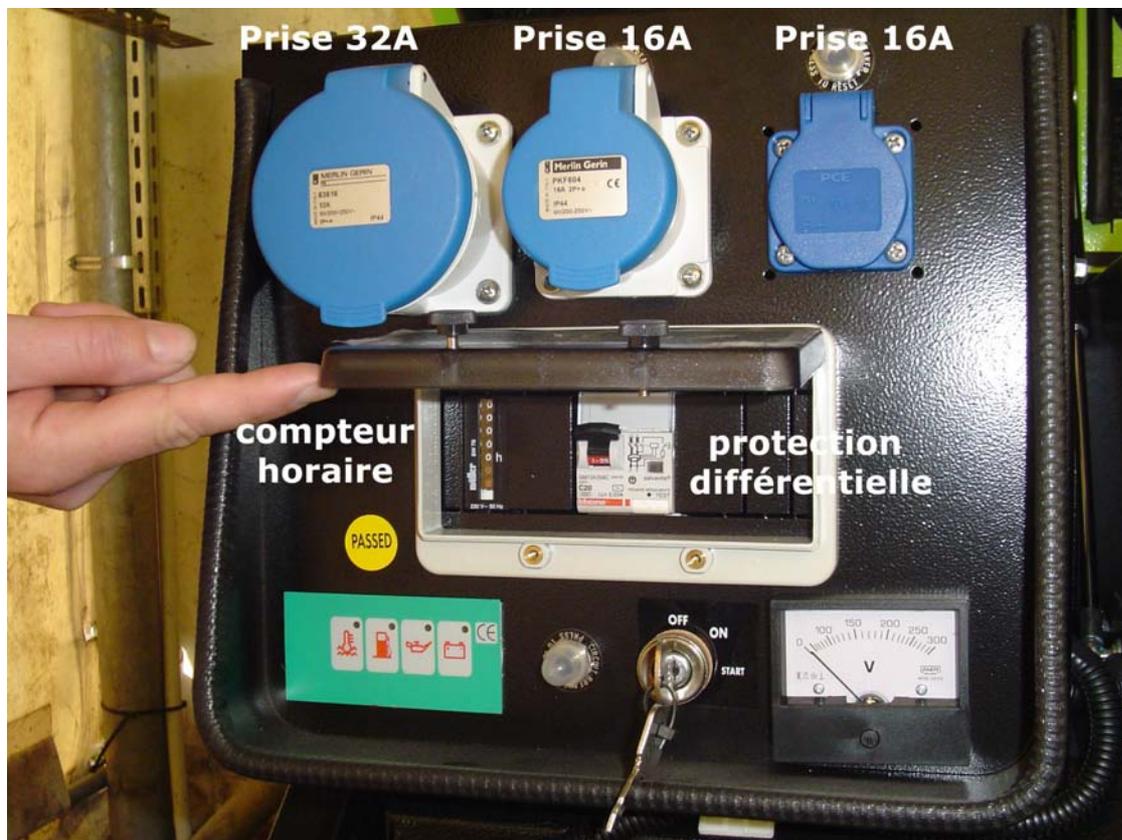
- 32A,
- 16A industriel,
- 16A habitat.

Chacune des prises est protégée contre court-circuit et surcharge par un disjoncteur divisionnaire d'ampérage équivalent.

Pour mémoire, la protection différentielle ne fonctionnera que si le générateur est mis à la terre correctement.



La prise 32A servira pour brancher le coffret électrique de distribution (code PELEBOAR03P).



### 4.1.2. Distribution

Depuis le coffret de distribution ( PELEBOAR03P), on peut ensuite repartir avec 3 prises 16A 2P+T industrielles et une prise 10A habitat.



Les protections contre les court-circuits et surcharges sont réalisées par des disjoncteurs divisionnaires pour chaque prise: 3 de 16A et 1 de 10A.

A partir des 3 prises 16A P+T du coffret, on utilise de préférence les enrouleurs MSF disposant chacun de 3 prises 16A 2P+T, 40m de câble H07RN F3G2,5. (voir chapitre les enrouleurs )



Grâce aux prises, les enrouleurs ne peuvent pas être connectés en série. On peut les utiliser pour connecter par exemple des éclairages basse tension de 2x23W.

Ces éclairages peuvent se commander avec un interrupteur et disposent également de 3 prises 16A P+T. Ils sont livrés avec 5m de câble et peuvent s'installer à l'extérieur.

Voir chapitre « les circuits d'éclairage »



L'ensemble de ces équipements se retrouve dans le module distribution électrique mono 6Kva (KPROMLIGED) uniquement livré avec le générateur 6Kva.



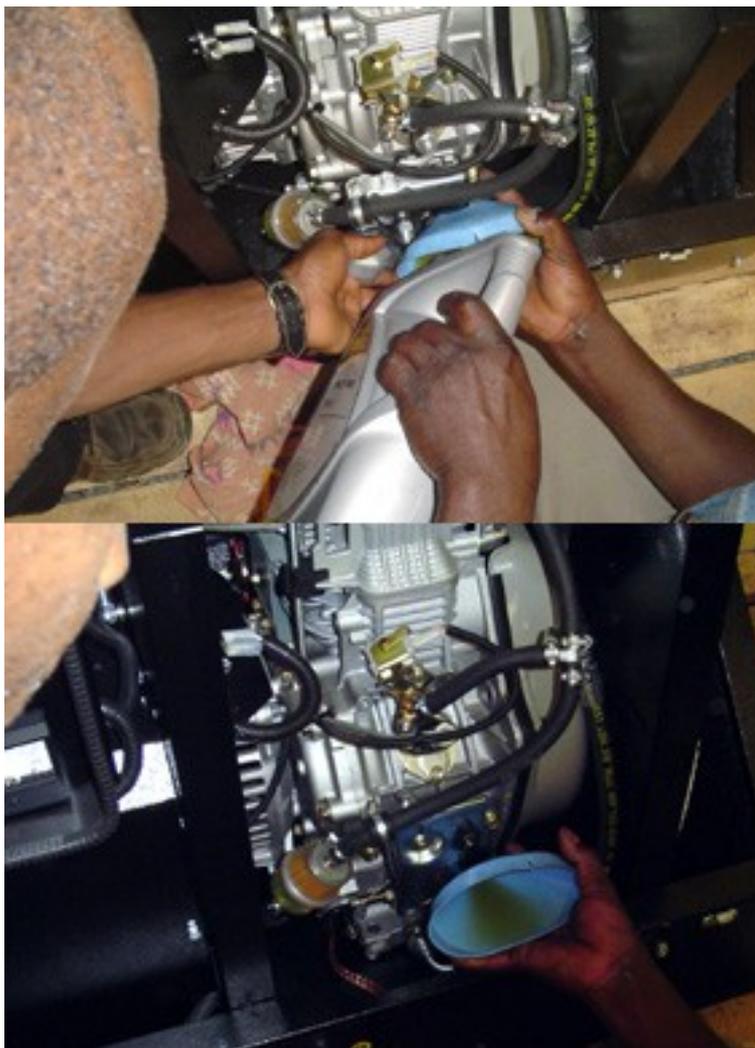
#### 4.1.3. Démarrage

Remplir le réservoir à gasoil:

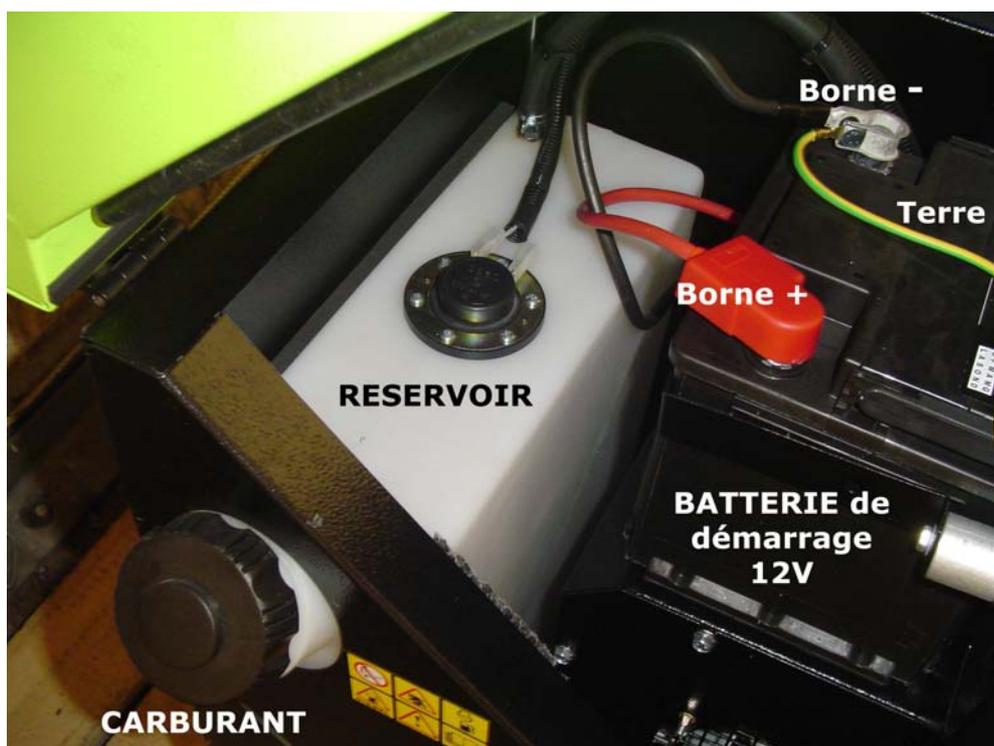




Remplir le carter d'huile:



Ce modèle de générateur est équipé d'un démarreur électrique avec une batterie de 12V:





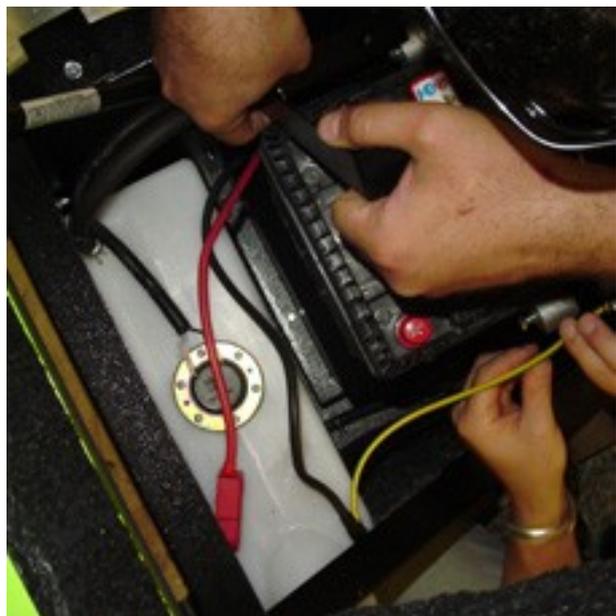
La batterie de démarrage est livrée non remplie: après avoir retiré la batterie de son emplacement,



Remplir la d'électrolyte,



et remettre la en place avec ses connections.



Pour démarrer le générateur, vous devez tourner la clé de contact quand vous entendez la pompe à gasoil.

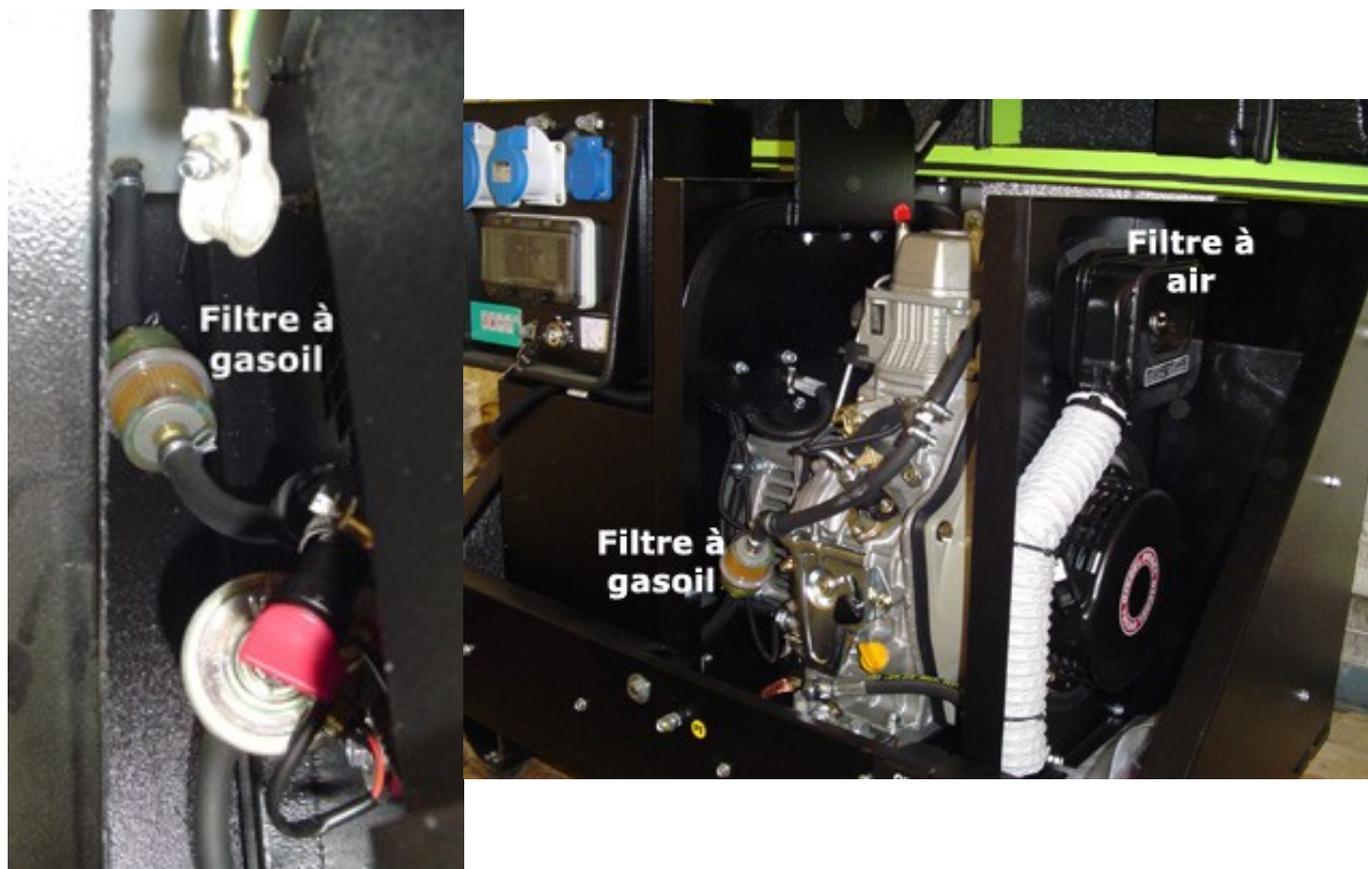
#### 4.1.4. entretien

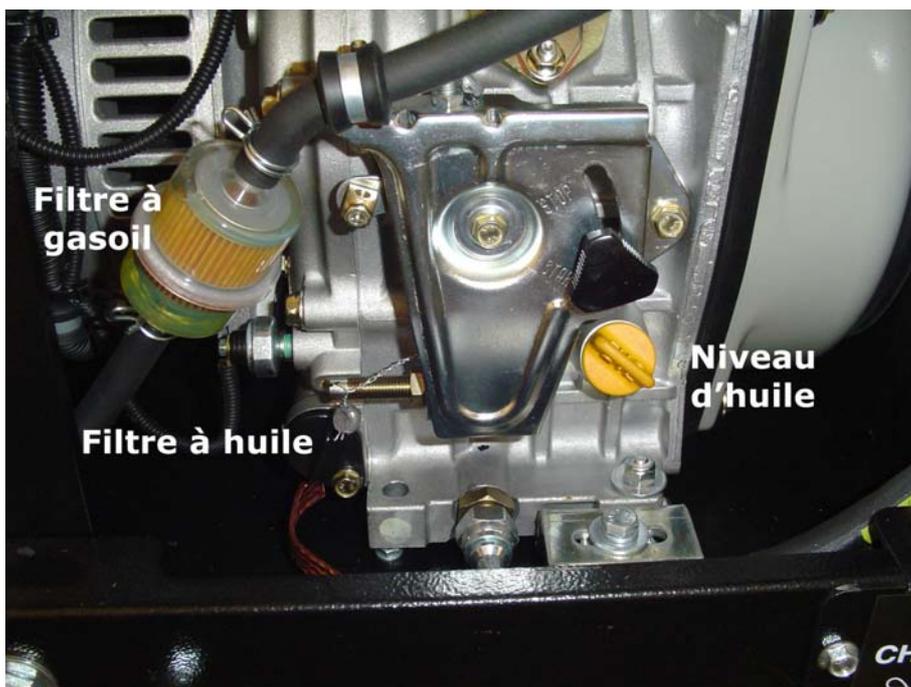
Ce générateur de 3000 Tour/minute (TPM) doit suivre le programme de service suivant:

- ➔ Service A: toutes les 100 heures
  - nettoyer le moteur
  - changer l'huile moteur
  - purger le décanteur de diesel
  - nettoyer le filtre à air
  
- ➔ Service B: toutes les 200 heures
  - service A
  - changer le filtre diesel
  - remplacer le filtre à huile
  
- ➔ Service C: toutes les 400 heures
  - service B
  - changer le filtre à air



ATTENTION, ce générateur est équipé de 2 filtres à gasoil:





Pour faciliter la vidange d'huile, le générateur dispose d'un tuyau de vidange:

