

Protéger contre les risques électriques



Objectifs

A la fin de la séquence, l'élève doit être capable

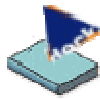
- de définir les risques encourus lors de l'utilisation du courant électrique
- de distinguer les protections usuelles mises en oeuvre contre les risques électriques
- de différencier une protection des biens d'une protection des personnes.



Pré-requis

Notions de base sur les grandeurs électriques.

Rappels sur le courant électrique



Force électrostatique - Champ électrique

Deux particules chargées électriquement sont attirées l'une vers l'autre. On parle de force électrostatique.

Le champ électrique est défini comme la force par unité de charge :

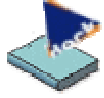
$$E = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2}$$

Son unité s'exprime en V/m ou N/C.

Où E est le champ électrique Q la différence de charge électrique ϵ la permittivité du milieu qui sépare les particules et r la distance entre les particules.

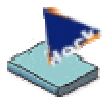
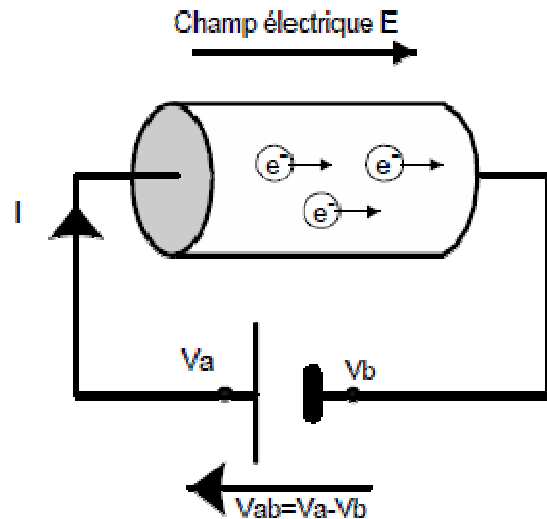
L'orage est un phénomène d'origine électrique





Le courant électrique

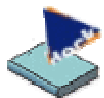
Il s'agit d'un mouvement de particules électriques (les électrons) déplacées sous l'action d'un champ électrique. Le courant électrique ne circule que dans des milieux conducteurs. Son intensité est exprimée en AMPERES (A).



Tension électrique

Il s'agit d'une différence de charge électrique entre deux points (V_a et V_b sur la figure ci-dessus). Son intensité est exprimée en VOLT. Le parcours d'un courant dans un élément résistif (R) produit une différence de potentiel aux bornes de cet élément donc une tension.

$$\text{Loi d'ohms : } U=R \cdot I$$

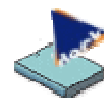


Résistance - Résistor

La résistance est l'aptitude d'un matériau conducteur à ralentir le passage du courant électrique.

Son unité est l'ohm (Ω).

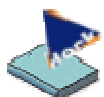
Le résistor est un dipôle possédant une certaine résistance. Par extension ou abus de langage, le terme RESISTOR est parfois remplacé par RESISTANCE.



Impédance

C'est l'équivalent de la résistance mais appliquée au courant alternatif.

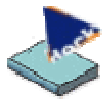
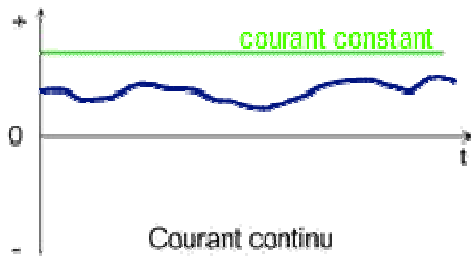
Sa valeur peut changer selon la fréquence du courant qui la traverse. Son unité est l'ohm (Ω).



Courant continu

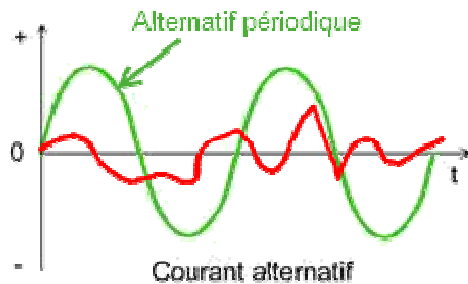
Un courant continu est tel que les particules électriques ne changent jamais de sens.

Si la valeur est toujours la même dans le temps on parle de courant continu constant.



Courant alternatif

Un courant alternatif est tel que les particules changent de sens. Si le changement de sens se fait toujours de la même manière en fonction du temps, on dit que le courant est alternatif et périodique.



Les risques électriques



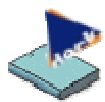
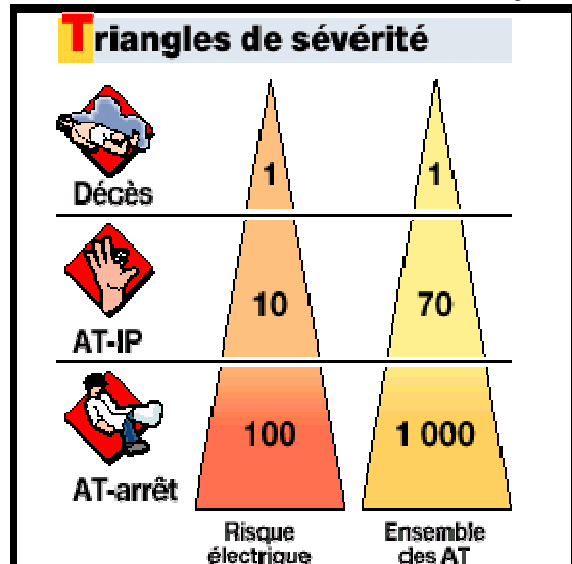
Accidents d'origine électrique

S'ils diminuent régulièrement depuis 30 ans, les accidents du travail liés à l'électricité font une dizaine de victimes chaque année. Ils sont moins fréquents mais présentent un risque plus élevé que les accidents d'origine non électrique.

Les accidents d'origine électrique sont aussi souvent à l'origine d'incendies.

Principales causes des accidents d'origine électrique

- Mauvais état des équipements électriques (dégât mécanique, désagrégation ou usure)
- Modification ou extension d'une installation électrique par une personne non compétente
- Recherche du prix le plus bas sans souci de conformité
- Non-respect des distances de sécurité par rapport aux ouvrages électriques
- Inadaptation aux usages (une installation électrique ne doit pas être utilisée pour une destination non prévue à l'origine)



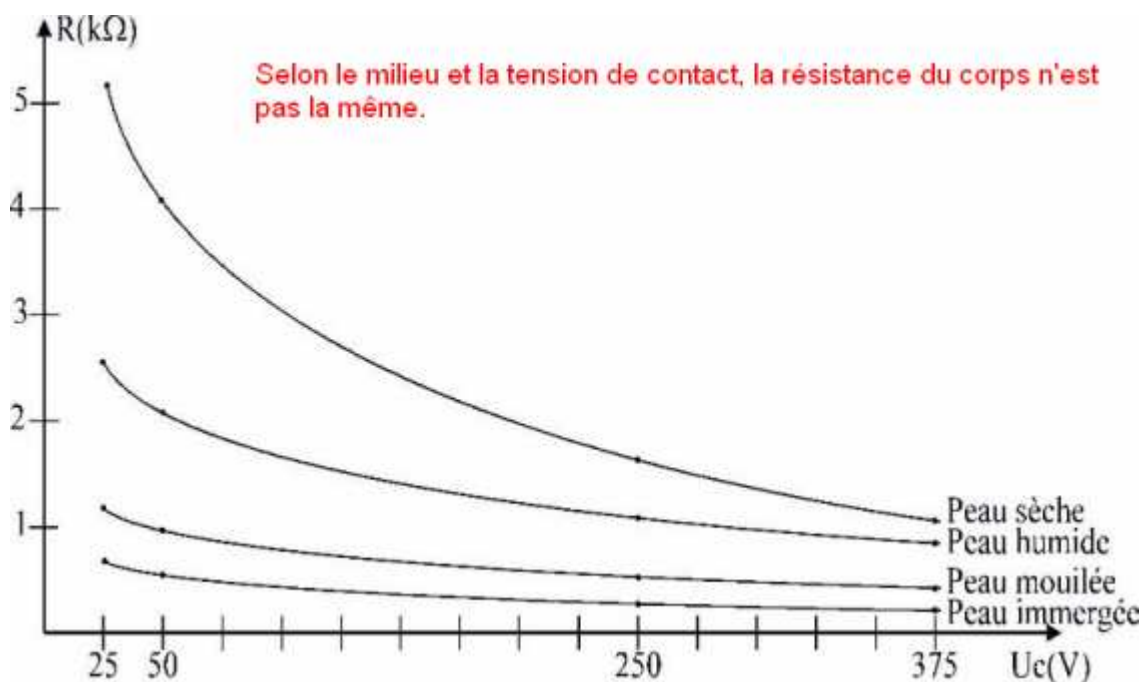
Electrification - Electrocutation

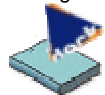
Une personne est électrisée lorsqu'un courant électrique lui traverse le corps et provoque des blessures plus ou moins graves. On parle d'électrocution lorsque ce courant électrique provoque la mort de la personne.

Effets sur la santé

Une électrisation peut être plus ou moins grave, tout dépend de :

- l'intensité du courant (danger à partir de 5 mA),
- la durée du passage du courant,
- la surface de la zone de contact,
- la trajectoire du courant,
- l'état de la peau (sèche, humide, mouillée),
- la nature du sol.





Effet du courant sur l'organisme

Le courant électrique est dangereux pour l'organisme.

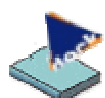
- 0,5 mA : perception cutanée
- 5 mA : secousse électrique
- 10 mA : contracture entraînant une incapacité à lâcher prise
- 25 mA : téτανisation des muscles respiratoires (asphyxie au-delà de 3 min)
- 40 mA pendant 5 secondes : fibrillation ventriculaire
- 50 mA pendant 1 seconde : fibrillation ventriculaire
- 2 000 mA : inhibition des centres nerveux

mA = milliAmpères

Prévention du risque

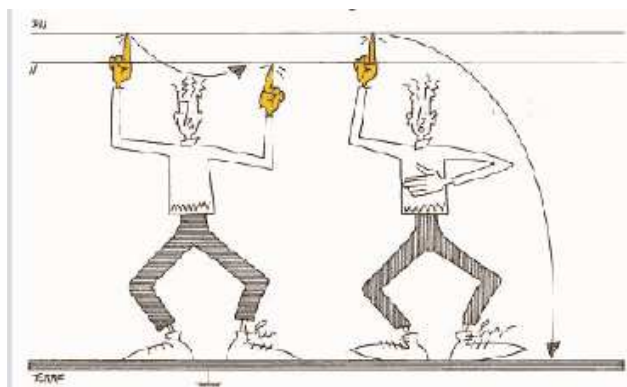
La prévention du risque électrique se décompose en deux parties :

- la conception et la réalisation de l'installation
- l'utilisation de l'installation et les opérations sur les installations

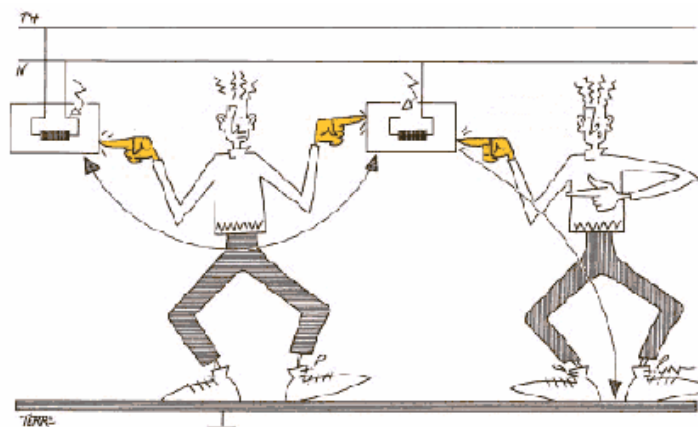


Contact direct - Contact indirect

Contact entre un individu et un fil nu sous tension.



Contact entre un individu et une masse métallique mise accidentellement, ou suite à un défaut, sous tension.



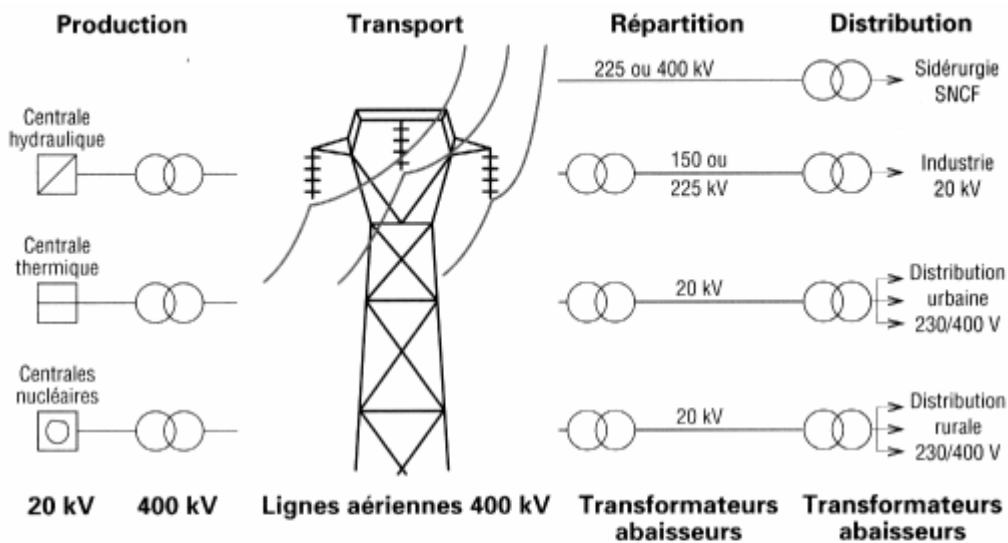
Installation électrique

Distribution du courant électrique

Le courant électrique est distribué sous Haute tension (HT) pour réduire les pertes énergétiques dans le transport.

Pour réduire les risques et augmenter la protection des personnes, il arrive dans les foyers sous 230V/440V (monophasé/Triphasé).

Pour abaisser progressivement les tensions de la source à l'utilisation, les sociétés responsables du transport électrique utilisent des transformateurs de tension.



Classification des installations électriques

Formes de courant	HTB	HTA	BTB	BTA	TBT
Continu	$U > 75\,000\text{ V}$	$1500 < U \leq 75\,000\text{ V}$	$750 < U \leq 1500\text{ V}$	$120 < U \leq 750\text{ V}$	$\leq 120\text{ V}$
Alternatif	$U > 50\,000\text{ V} \sim$	$1000 < U \leq 50\,000\text{ V} \sim$	$500 < U \leq 1000\text{ V} \sim$	$50 < U \leq 500\text{ V} \sim$	$\leq 50\text{ V} \sim$



Étude de cas

En utilisant les relations

- $P=U.I$
- $U=R.I$
- $P=R.I^2$

Démontrer que si la distribution électrique vers une maison se fait en HT, les pertes sont plus faibles qu'en Basse Tension.

Cas A :

- Le consommateur utilise 10000W
- Les fils électriques offrent une résistance au courant de 10Ω .

Calculer le courant dans les fils.

Calculer à présent la puissance perdue dans les fils

Cas B

- Le consommateur utilise 10000W
- Les fils électriques offrent une résistance au courant de 10Ω .
- La tension de distribution est de 100V

Calculer le courant dans les fils.

Calculer à présent la puissance perdue dans les fils

Au regard des résultats des cas A et B, valider le choix de la distribution en HT.

Régime de Neutre

Afin de garantir une meilleure protection des personnes face au danger du courant électrique, celui-ci est distribué selon un régime de neutre spécifique au domaine d'emploi (domestique, industriel, etc..).

La norme C15-1001 définit trois régimes de neutre caractérisés par deux lettres:

- la première lettre définit la situation de l'alimentation par rapport à la terre:
 - T : liaison du point à la terre
 - I : isolation de toutes les parties actives par rapport à la terre, ou liaison d'un point avec la terre à travers une impédance
 - la deuxième lettre définit la situation des masses de l'installation par rapport à la terre :
 - T : masses reliées directement à la terre
 - N : masses reliées au neutre de l'installation, lui même relié à la terre.
- TT : Les décrets et textes officiels imposent ou recommandent le régime TT pour des bâtiments alimentés par un réseau public (habitations, commerces, etc...)
 - IT : le régime du neutre isolé évite des coupures parfois gênantes, mais impose une intervention immédiate d'un électricien dès l'apparition d'un défaut. Il est mis en oeuvre généralement dans les hôpitaux, les usines, etc..
 - TN : surtout employé par l'industrie ou des utilisateurs possédant plusieurs postes de transformation.

Prise de Terre

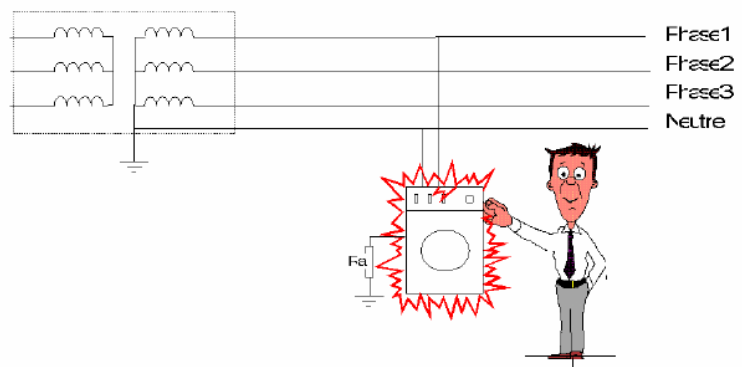
Dans le régime TT, toutes les carcasses métalliques doivent être reliées à la prise de terre pour éviter un accident par contact indirect.

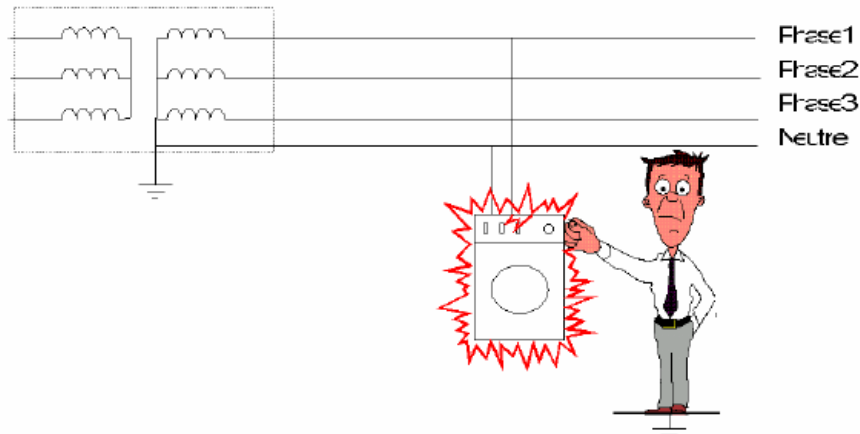
Cas d'une bonne installation :

En cas de défaut électrique, l'utilisateur est soumis à une tension de contact très faible (si l'installation est conforme).

Cette tension est égale à $U_d = R_a \cdot I_d$.

où I_d est la sensibilité du disjoncteur différentiel.



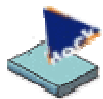
Cas d'une mauvaise installation :

Dans la figure ci-dessus, l'utilisateur subira la tension comprise entre la terre (donc le neutre) et la Phase 1.

Protection

La norme NF C15-100 régleme les installations électriques.

Celle-ci impose l'usage de matériels de protections des biens et des personnes.

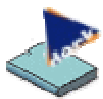


Surintensité - Court-circuit - Surcharge

On parle de **surintensité** lorsqu'un équipement consomme un courant supérieur à l'intensité maximale pour laquelle il est prévu. La surintensité est souvent le résultat d'un défaut.

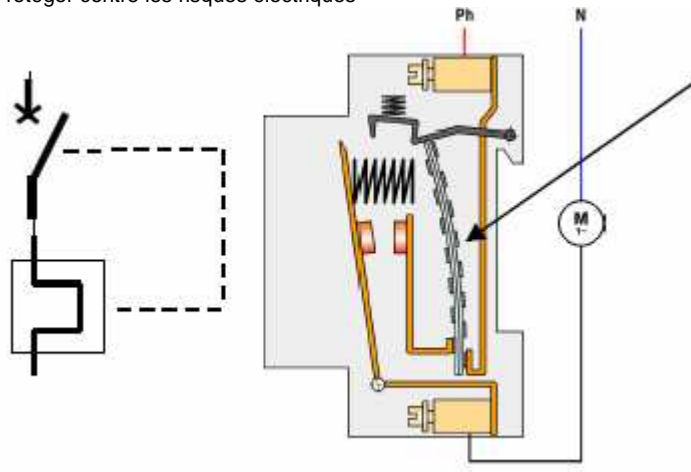
Un **court-circuit** se produit lorsque deux conducteurs d'alimentation sont en contact. La charge présente donc une résistance nulle et cela entraîne une intensité de courant très élevé.

On parle de **surcharge** lorsqu'un équipement consomme un courant moyen supérieur à l'intensité maximale pour laquelle il est prévu. La surcharge est souvent le résultat d'une mauvaise utilisation. Par exemple une scie électrique dont la lame n'est plus affûtée et qui nécessite un effort de coupe plus important.

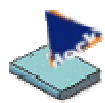


Disjoncteur Thermique

Cet appareil protège les installations contre les surcharges. Le courant du circuit traverse un élément qui se déforme avec la chaleur (bilame). Si le courant est trop élevé, la chaleur augmente et le bilame interrompt le courant.

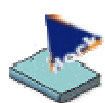
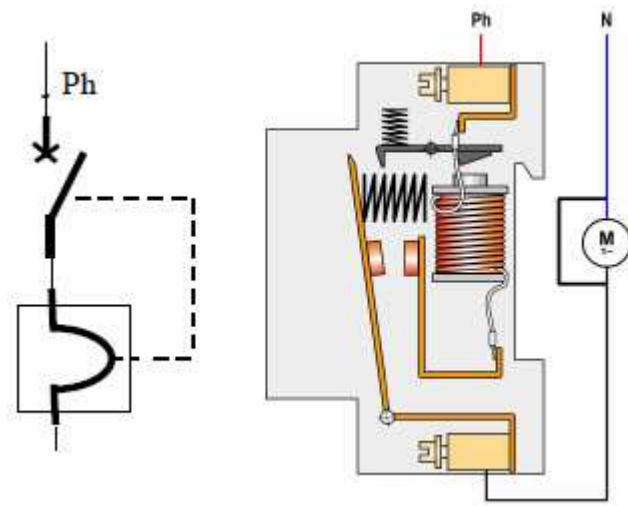


Bilame : Cette pièce se déforme lorsqu'elle chauffe (réaction thermique dû à l'effet joule)



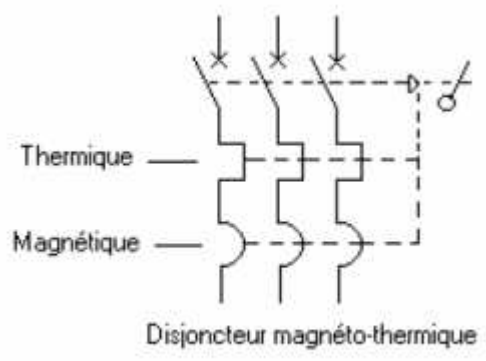
Disjoncteur magnétique

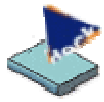
Cet appareil protège contre les surintensités. Lorsque le courant dans le circuit devient trop important, le bobinage produit un champ magnétique qui ouvre le circuit électrique.



Disjoncteur magnéto-thermique

Il combine les caractéristiques des deux précédents appareils.

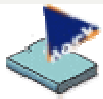
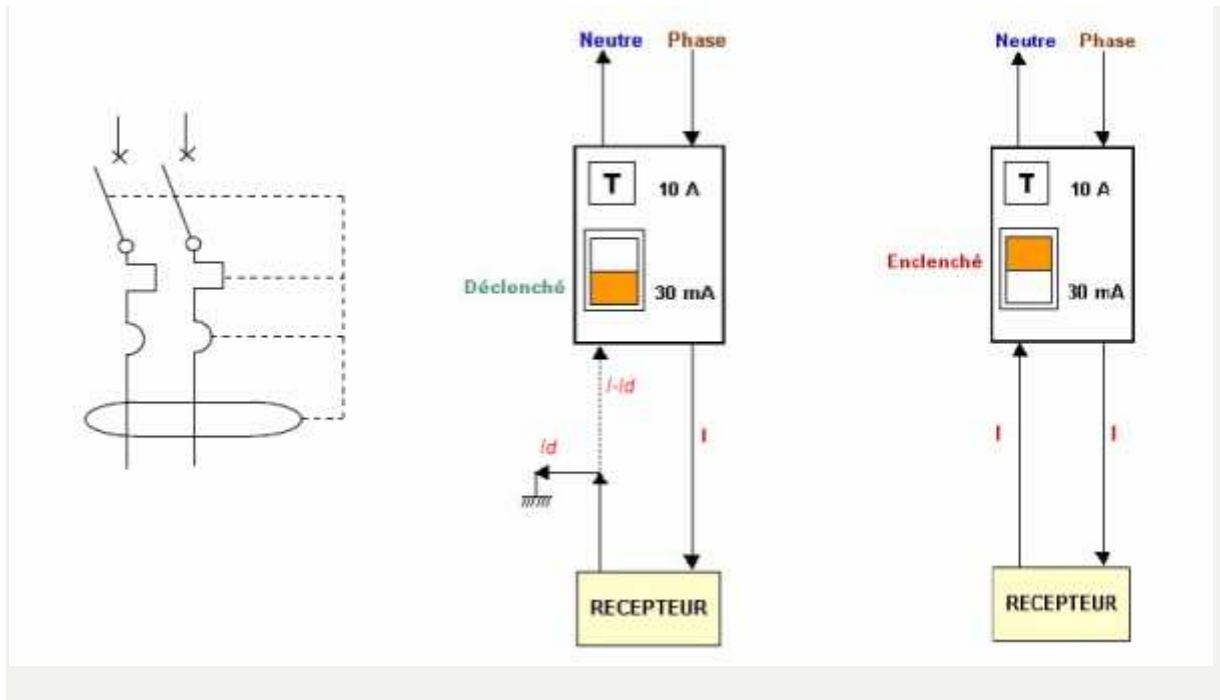




Disjoncteur divisionnaire à courant résiduel

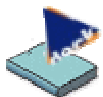
Le DDR intervient dans la protection des personnes.

Lorsque le **courant de défaut I_d** d'un appareil devient trop important, le circuit électrique est interrompu. Cette protection ne fonctionne bien sûr que si les appareils sont reliés à la prise de terre.



Interrupteur sectionneur

Cet appareil permet aux installateurs de mettre l'équipement hors tension, afin de pouvoir travailler en toute sécurité. Souvent ils permettent de placer un cadenas en position ouverte pour empêcher toute mise sous tension accidentelle.



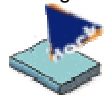
Fusibles



Il s'agit d'un fil conducteur, qui, s'il est parcouru par un courant trop fort fond.

Contrairement aux autres appareils de protection, celui-ci n'est pas réarmable. Son usage devient rare.

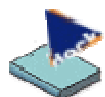
Selon l'utilisation, on choisira des fusibles à fusion rapide (gF) ou lente (aM).



Alimentation en Basse tension

Dans certains cas, pour protéger les personnes il peut être nécessaire de faire appel à la Très Basse Tension (TBT). On utilisera alors des transformations BT/TBT

Distribution électrique

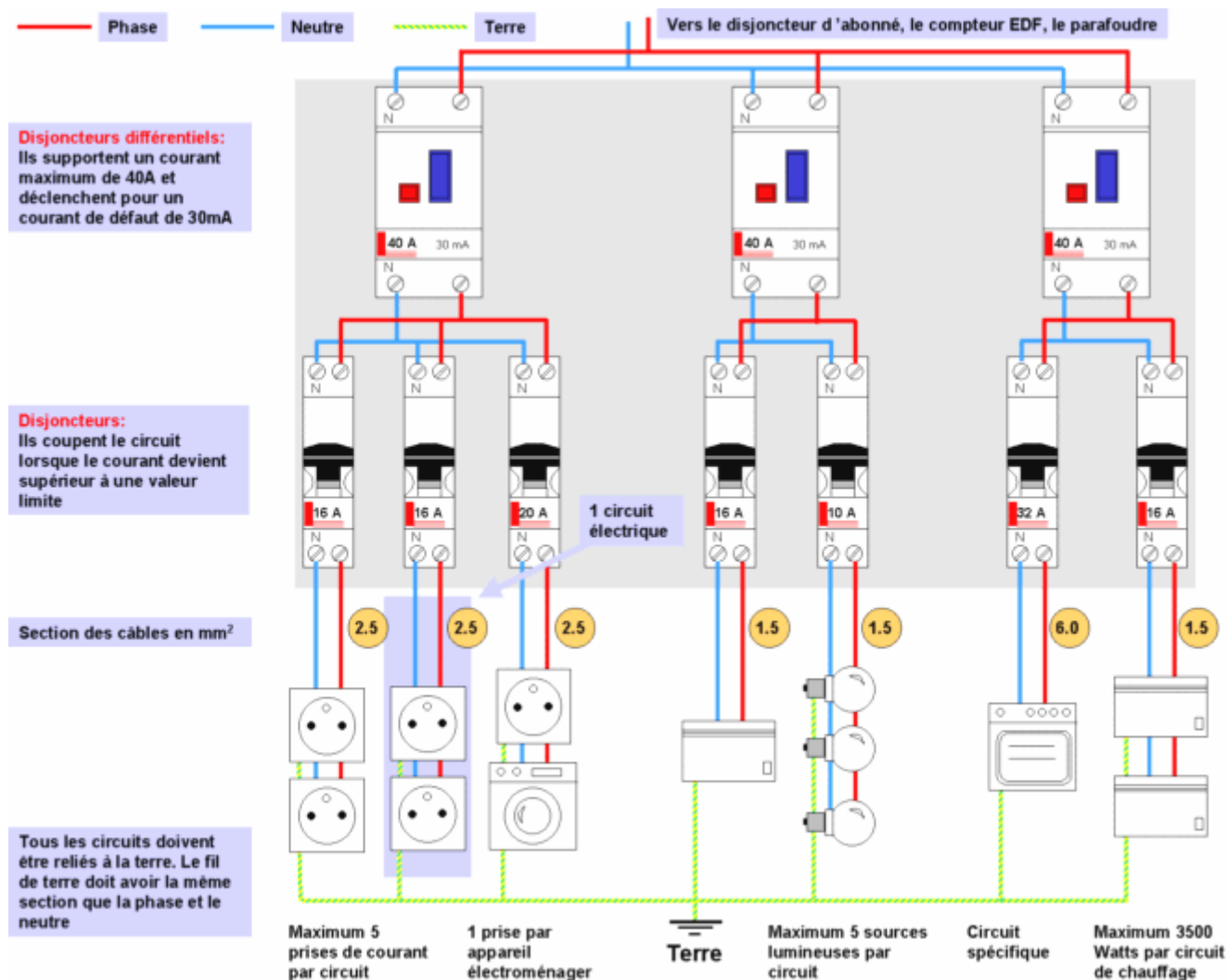


Sélectivité

On parle de sélectivité lorsque les calibres des appareils de protections sont choisi de sorte qu'un défaut dans une partie d'installation ne provoque pas la coupure de toute l'installation.

Les calibres doivent donc être croissants de l'utilisation à la source.

Exemple de tableau électrique respectant la norme C15-100



Interventions - Habilitation

Pour limiter les risques électriques, les personnels d'intervention doivent être formés au respect des règles de sécurité.

La formation à l'habilitation électrique est obligatoire pour tous les électriciens et personnels de maintenance.

En fonction de leur degré d'habilitation, ils sont en droit d'effectuer certains travaux.

Extrait de la réglementation (Sources INRS)

Habilitation pour les travaux sur ou à proximité des installations électriques

L'habilitation est obligatoire. L'employeur la délivre après s'être assuré que les travailleurs sont reconnus aptes par le médecin du travail et qu'ils ont reçu une formation théorique et pratique sur les risques électriques et les mesures de sécurité propres à ces travaux.

Dans le cas de travaux sous tension, l'habilitation est délivrée par l'employeur après certification des travailleurs par un organisme de certification accrédité.

Les travailleurs indépendants et les employeurs intervenant directement sur des chantiers n'ont pas à être habilités, mais ils doivent avoir la connaissance des risques liés à l'électricité et des mesures de prévention.

Conduite à tenir

La conduite à tenir en cas d'accident est la suivante :

- Protéger

Dans tous les cas, il faut d'abord **couper le courant** (au niveau de l'interrupteur, du disjoncteur, en débranchant la prise...) sans toucher le corps de la victime. Si ce n'est pas possible, il faut libérer l'accidenté du contact avec les parties sous tension en prenant garde à ce que personne d'autre ne puisse s'électriser.

- Examiner

Prendre connaissance de la situation pour apporter une information précieuse et fiable aux services d'urgence

- Faire Alerter

Il faut ensuite **appeler les secours** : un sauveteur secouriste du travail puis le SAMU et/ou les pompiers. Il ne faut pas perdre de vue la victime tant que les secours ne sont pas arrivés. En cas d'arrêt de la respiration, il faut pratiquer au plus vite un bouche-à-bouche, voire un massage cardiaque.