

LA SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE

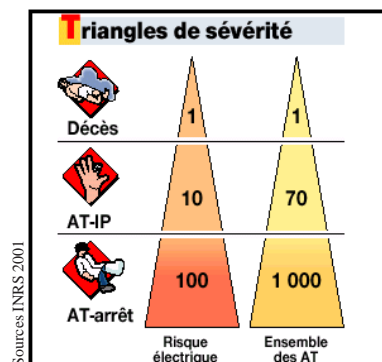
PRÉVENTION DU RISQUE ÉLECTRIQUE

I/ LES DANGERS DU COURANT ÉLECTRIQUE

Bien que le courant électrique soit présent dans notre société depuis la fin du XIX^e siècle, il provoque chaque année encore de nombreux accidents. Ils sont en diminution, comme le présente la tableau ci-dessous, mais le risque existe toujours.

Année	Accident de travail avec arrêt	Accident ayant entraîné une incapacité permanente	Journées perdues pour incapacité temporaire	Décès
1998	896	89	37628	9
1997	906	86	39484	17
1996	916	99	45180	19
1995	930	122	46499	12
1994	958	118	44253	13
1990	1308	177	56175	35
1985	1306	185	40196	42
1980	1883	247	60447	50
1975	2793	360	89410	67
1970	3449	361	96952	?

Sources INRS 2001



Sources INRS 2001

AT-IP : _____

AT-arrêt : _____

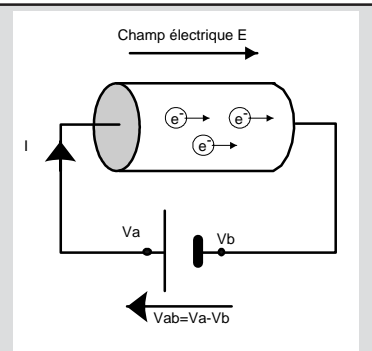
Ce qui différencie les accidents d'origine électrique des autres accidents c'est que _____

Les statistiques nous montrent une baisse des accidents liée à une plus grande maîtrise du risque mais le triangle de sévérité nous rappelle la gravité des accidents d'origine électrique.

Le moyen le plus efficace pour réduire encore les accidents est une bonne sensibilisation au risque électrique.

II/ DÉFINITIONS ET RAPPELS D'ÉLECTRICITÉ

Le courant électrique (I) : 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 **AMPÈRES** (A).



Tension électrique (U ou V) : Il s'agit d'une différence de charge électrique entre deux points (V_a et V_b sur la figure). 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. $U=R \times I$

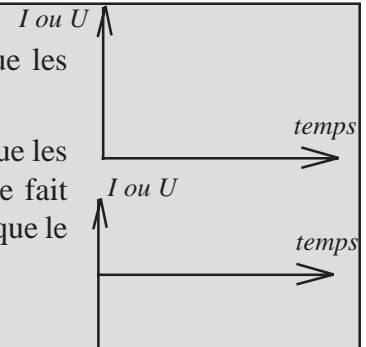
Résistance (R) : Une résistance est un dipôle qui s'oppose de manière plus ou moins efficace au passage du courant. Son unité est l'ohm (Ω).

Impédance (Z) : C'est l'équivalent de la résistance mais appliquée au courant alternatif. Sa valeur peut changer selon la fréquence qui lui est appliquée. Son unité est l'ohm (Ω).



Le courant continu : un courant continu est tel que les particules électriques ne changent jamais de sens.

Le 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.



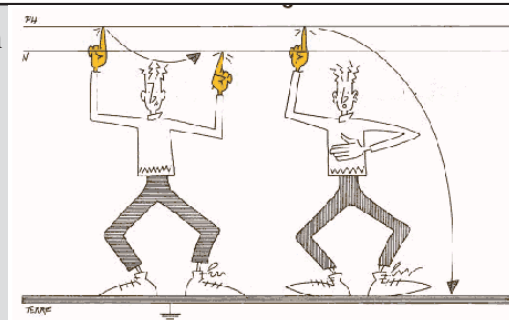
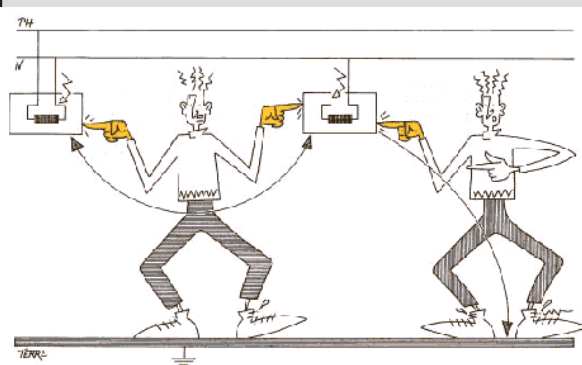
Citer une source de courant continu : _____

Citer une source de courant alternatif : _____

III/ L'EFFET DU COURANT ÉLECTRIQUE

III.1/ Définitions

Contact direct : contact entre un individu et un fil nu sous tension



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

Corps électrisé : corps parcouru par un courant électrique. Par extension, on parle d'électrisation lorsqu'une personne est parcourue par un courant électrique non mortel

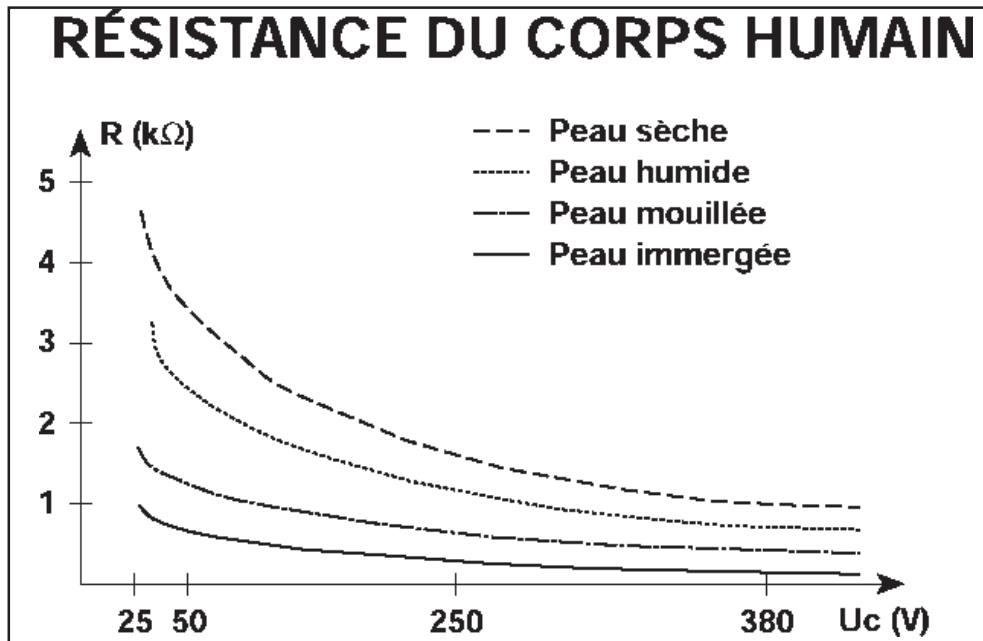
Electrocution : mort causée par le courant électrique

III.2/ Les effets sur l'organisme

Le **courant** électrique peut créer des lésions graves sur l'organisme.

Selon le milieu et la tension à laquelle est soumis notre organisme, la résistance du corps n'est pas la même. Plus cette résistance est faible et plus le courant est important ($I=U/R$).

La courbe ci-dessous présente cette résistance (source INRS) :



Effet du courant alternatif

- 0,5mA Seuil de perception-sensation faible
- 10mA Seuil de non lâcher
- 30mA (au bout de 30s) Paralysie respiratoire
- 75mA (au bout de 1s) Fibrillation cardiaque
- 1A (au bout de 25ms) Arrêt du coeur

Effet du courant continu

- 2mA Seuil de perception-sensation faible
- ?mA Seuil de non lâcher
- 130mA (au bout de 1s) Fibrillation cardiaque

IV/ LA PROTECTION DES PERSONNES

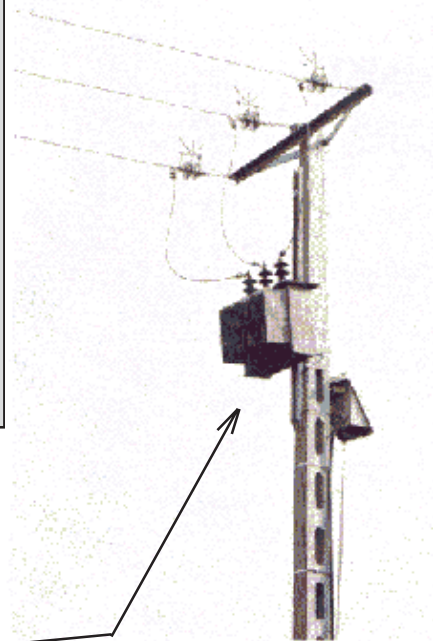
IV.1/ Définition


Les dispositifs assurant la **protection des personnes** permettent d'éviter une électrisation d'un utilisateur du courant électrique.

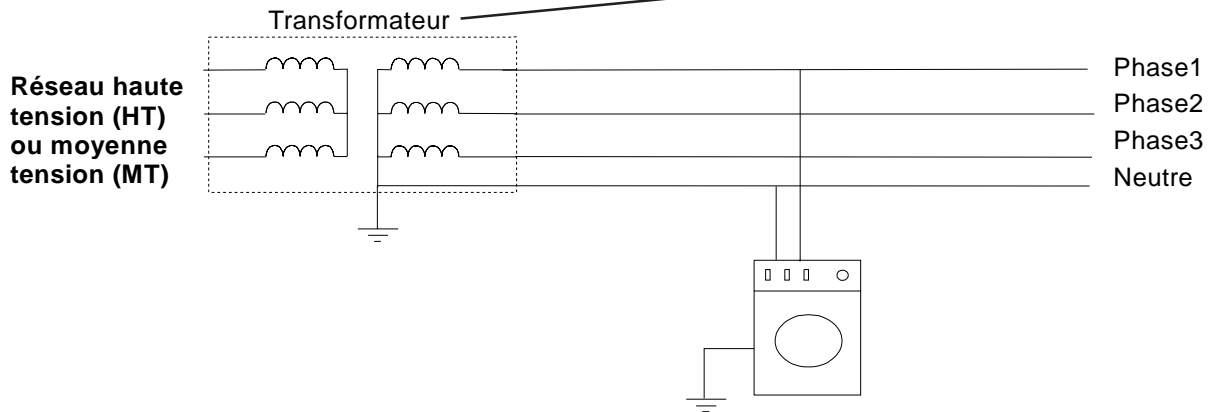
Régime de neutre : Afin de garantir une meilleure protection des personnes face au danger du courant électrique, celui-ci est distribué selon un régime de neutre spécifique au domaine d'emploi (domestique, industriel, etc..).

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.



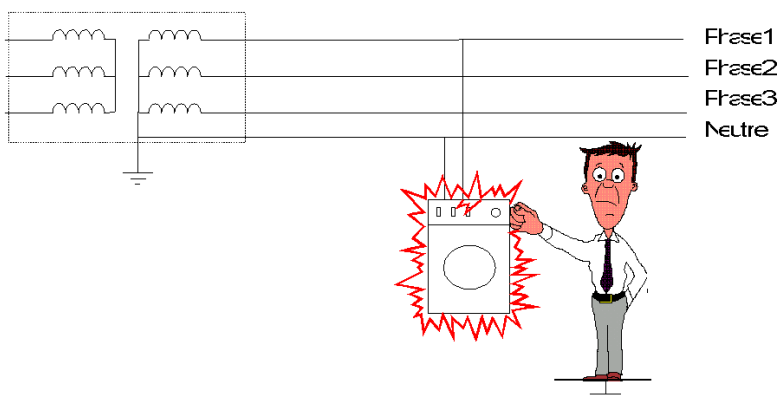
 Le réseau utilisé en milieu scolaire et domestique est le réseau TT, ce qui signifie que le NEUTRE issu du transformateur HT/BT est relié _____ et que les masses métalliques de l'installation sont reliées _____.



IV.2/ Le régime TT

Dans une installation respectant le régime TT, toutes les masses métalliques des appareils (machine à laver, grille pain, congélateur...) doivent être mises à la terre.

Cas d'une mauvaise installation :



Le lave linge n'est pas relié à la terre. Un défaut de la machine entraîne un contact _____.

L'utilisateur subit un courant limité uniquement par la résistance de son corps et de contact et par la résistance de la terre.

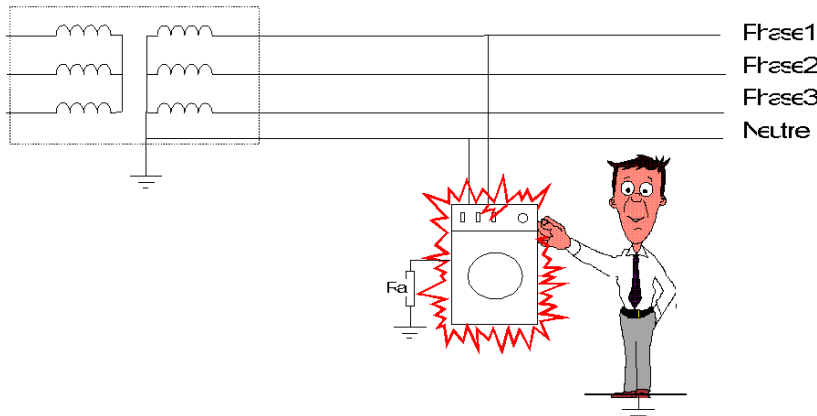
$$I_d = 230V / (R_T + R_C)$$

L'utilisateur subit presque intégralement la tension de 230V.

La protection des personnes est mal assurée.

1: La norme C15-100 définie par l'UTE réglemente la sécurité des installations électriques

Cas d'une bonne installation :



La masse de la machine est reliée à la terre. Le courant est dévié vers la résistance Ra qui doit être obligatoirement faible. Le courant de défaut est limité par la résistance de la terre et la résistance Ra :

$$I_d = 230V / (R_a + R_T)$$

L'utilisateur est soumis à une tension égale à $I_d \times R_a$.

IV.3/ Règles de protection en régime TT

- 1. Toutes les masses des matériels protégés par un même dispositif de protection doivent être interconnectées et reliées par un conducteur de protection électrique (PE) de couleur _____ et _____ à une même prise de terre.
- 2. La condition de protection doit satisfaire à la relation $R_a \cdot I_a < U_L$ où
I_a est le courant de fonctionnement du dispositif de protection (voir point 3)
R_a est la résistance de la prise de terre
U_L est la tension limite de contact. Elle peut être de 50V, 25V ou 12V selon les locaux
- 3. L'installation doit être équipée d'un ou de plusieurs dispositifs (disjoncteurs) à courant différentiels résiduel. Dans ce cas le courant I_a sera égal au courant différentiel résiduel du disjoncteur. Le DDR doit être placé à l'origine de l'installation.

Disjoncteur à courant différentiel résiduel : Un DDR est un dispositif électromagnétique constitué de deux parties distinctes :

- Le disjoncteur : permet d'interrompre l'alimentation du circuit électrique en cas de surintensité ou de surcharge. Le calibre du disjoncteur définit l'intensité de surcharge.
- L'interrupteur différentiel : il mesure la somme algébrique des courants qui le traversent ($I_N + I_1 + I_2 + I_3$) et interrompt le circuit électrique lorsque celle-ci dépasse la valeur de courant correspondant à la sensibilité du disjoncteur $I_{\Delta N}$. Une somme algébrique non nulle sous-entend qu'un courant de défaut est présent dans le circuit électrique.

IV.4/ Usage des régimes de neutre

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.

IV.5/ D'autres méthodes de protection des personnes

Contre les contacts directs

- Conducteurs sont recouverts d'isolant
- Mise sous coffret des appareillages
- Utilisation de matériel IP2X (protection contre la pénétration des corps de diamètre >12,5mm)
- Eloignement des lignes sous tension (lignes aériennes)
- Utilisation de très basse tension de sécurité (TBTS) : 12V, 25V, 50V
- Utilisation de DDR à haute sensibilité (30mA)



Contre les contacts indirects

- emploi de matériel de classe II à double isolation
- utilisation de transformateurs d'isolement
- liaison équipotentielle locale

VI/ LA PROTECTION DES BIENS

V.1/ Définitions

Les dispositifs assurant la **protection des biens** permettent d'éviter la destruction de matériels électriques et par extension des matériels environnant (incendie par exemple).

Court-circuit : un court circuit est une surintensité liée à la liaison entre deux fils d'alimentation ($I=U/R$ avec $R=0$). Un dispositif magnétique permet généralement de détecter le court-circuit.

Surcharge : il s'agit d'une intensité supérieure à l'intensité nominale et se prolongeant. Un dispositif thermique (bilâme) permet généralement de détecter la surcharge.

Fusible : il s'agit d'un appareil constitué d'un filament conducteur possédant une faible résistance et donc la section est prévue pour laisser passer un courant maximum calibré. Lorsque le courant devient supérieur au calibre, le filament fond interrompant le passage du courant. Selon l'application, les fusibles possèdent des temps de fusion plus ou moins rapide.

Disjoncteur divisionnaire : il s'agit d'un appareil électromagnétique qui a remplacé progressivement les fusibles dans les installations domestiques et qui a l'avantage d'être réutilisable grâce à un bouton de réarmement.

Sélectivité : La sélectivité sous-entend que les équipements de protection contre les court-circuits sont placés dans le circuit de sorte que, seule la partie où siège le défaut est mise hors tension. Le reste de l'installation doit rester sous tension.

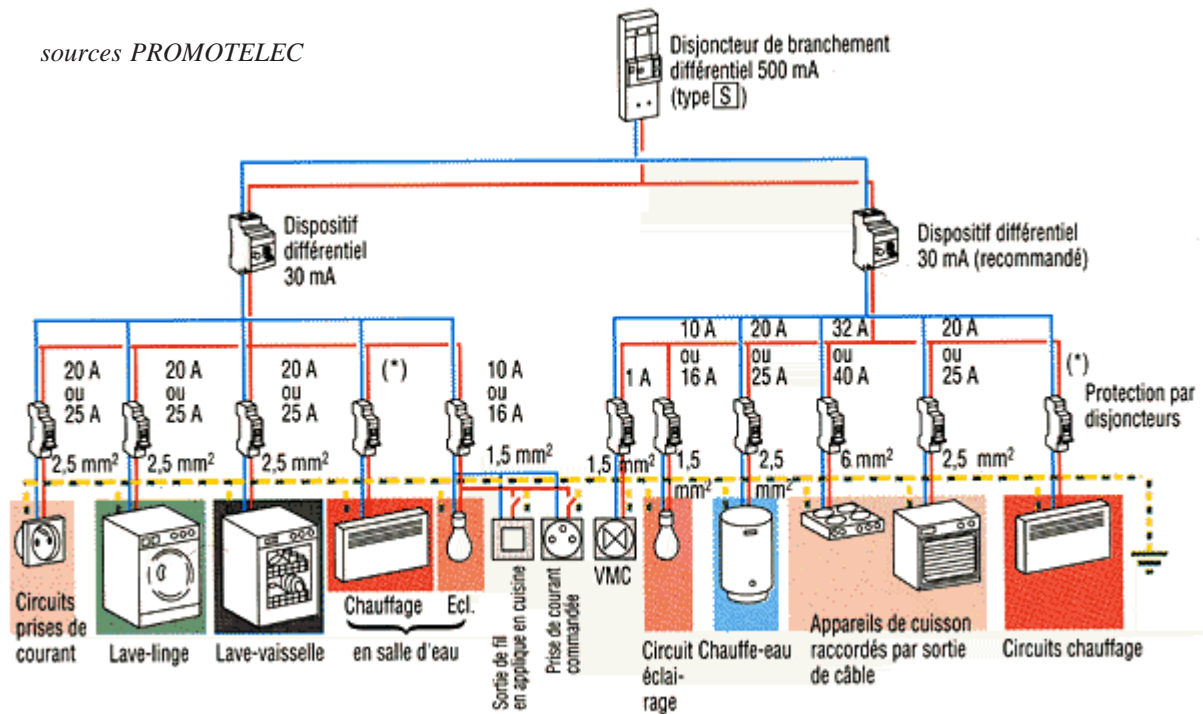


V.2/ Schéma de l'installation électrique d'une maison

Afin de garantir la sécurité des biens et des personnes, toute installation électrique doit être validée par le CONSUEL qui atteste de la conformité de l'installation avec les normes en vigueur.

Un schéma type est donné à la page 7.

sources PROMOTELEC



(*) Section des conducteurs et intensité assignée des disjoncteurs fonction de la puissance des convecteurs.

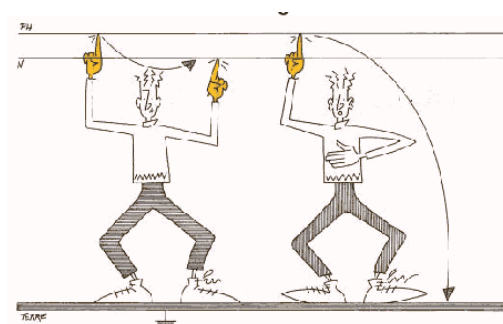
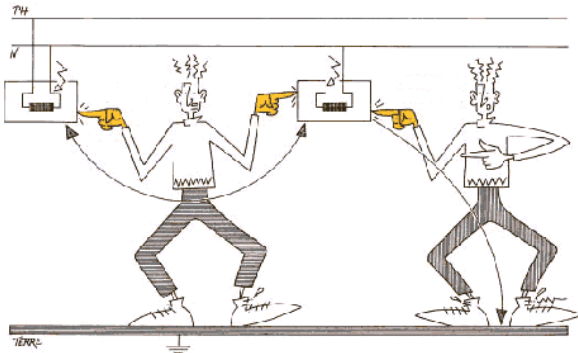
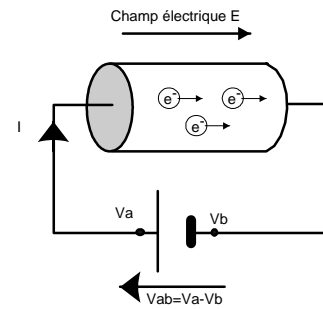
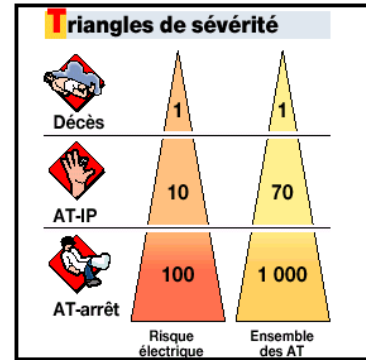
On remarque en particulier :

- la présence d'un DDR en tête d'installation
- la présence de deux DDR haute sensibilité (30mA)
- la présence de disjoncteurs divisionnaires calibrés en fonction de la puissance des équipements à alimenter
- le diamètre des fils calibrés en fonction des puissances à fournir.

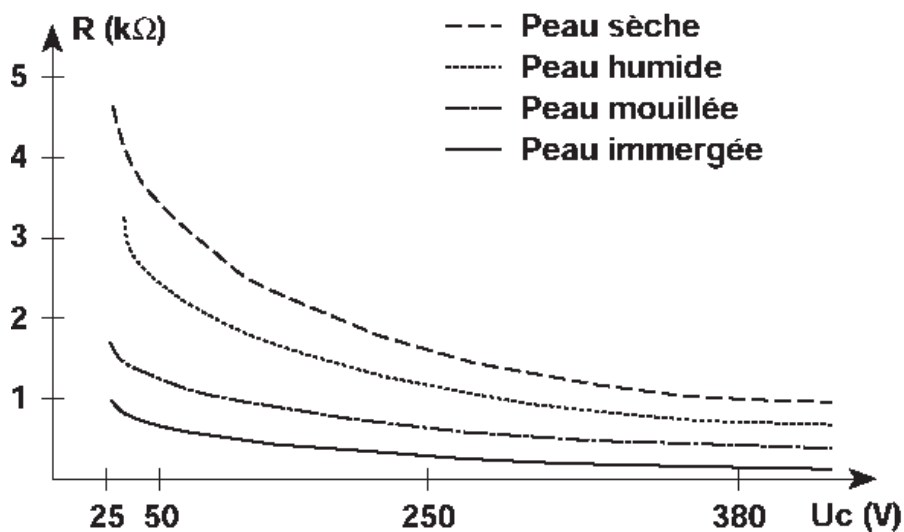
VII RÉFÉRENCES DOCUMENTAIRES

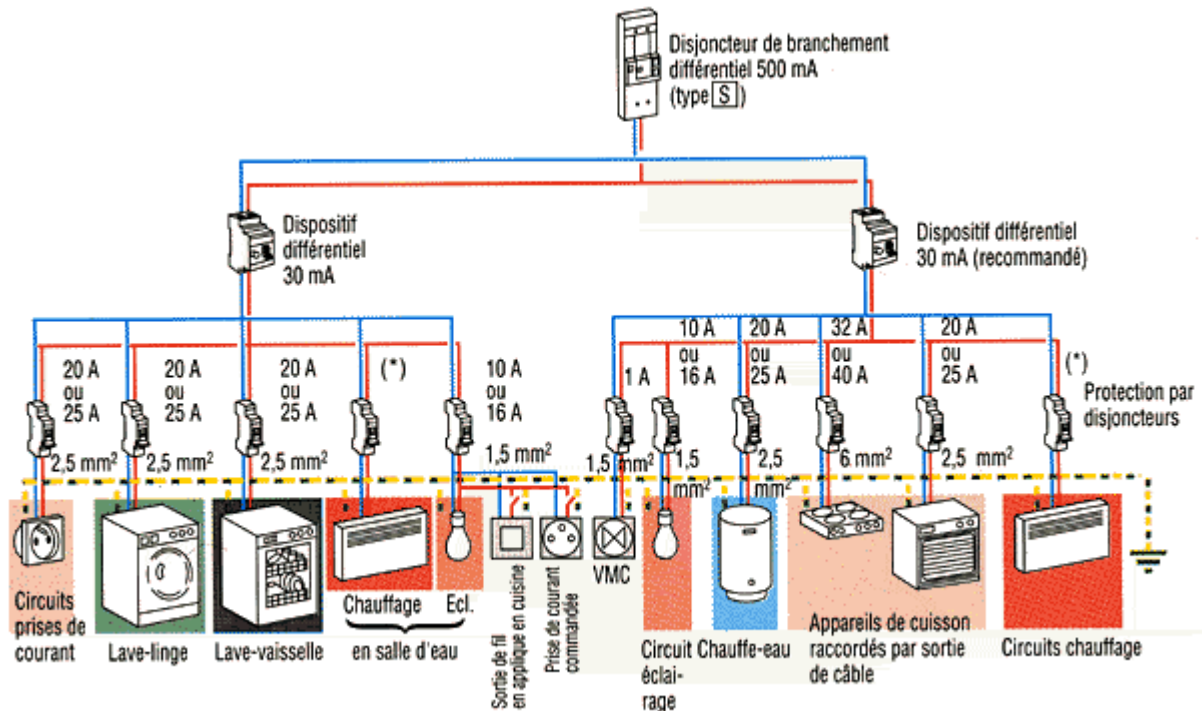
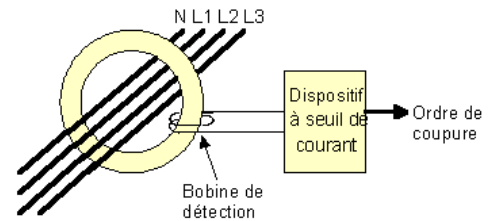
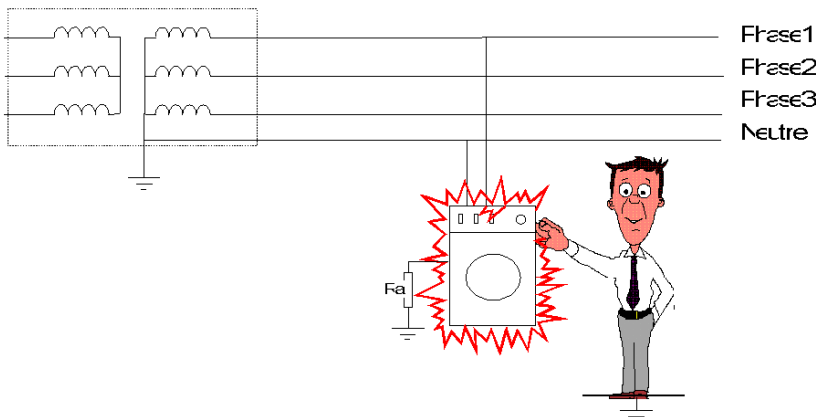
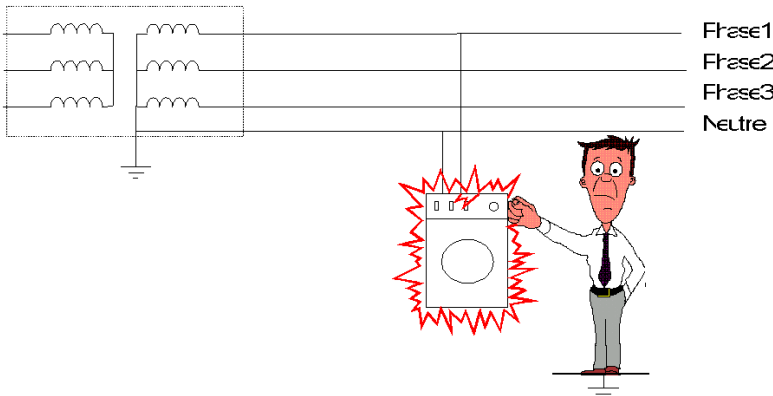
- **Memotech** : Initiation aux sciences de l'ingénieur page 129
- **Memotech** : Sciences de l'ingénieur pages 393
- **Memotech** : Electrotechnique
- **Sciences de l'ingénieur** FOUCHER page 120

Année	Accident de travail avec arrêt	Accident ayant entraîné une incapacité permanente	Journées perdues pour incapacité temporaire	Décès
1998	896	89	37628	9
1997	906	86	39484	17
1996	916	99	45180	19
1995	930	122	46499	12
1994	958	118	44253	13
1990	1308	177	56175	35
1985	1306	185	40196	42
1980	1883	247	60447	50
1975	2793	360	89410	67
1970	3449	361	96952	?



RÉSISTANCE DU CORPS HUMAIN





(*) Section des conducteurs et intensité assignée des disjoncteurs fonction de la puissance des convecteurs.