

# SAVOIR-VIVRE AVEC L'ÉLECTRICITÉ



# SOMMAIRE



**1**

## Deux définitions concernant les risques

2

- Électrisation
- Électrocution

**2**

## Comment éviter ces risques ?

4

- L'éloignement
- L'isolation
- La coupure du courant

**3**

## Pourquoi ces risques existent-ils ?

5

- Notre corps est générateur d'électricité
- Les médecins l'enregistrent
- Mais le corps humain ne doit pas être récepteur de l'électricité de la maison

**4**

## Ce qu'il faut savoir...

7

- 3 grandeurs fondamentales
  - Tension
  - Intensité
  - Résistance
- L'équation du risque

**5**

## Comment se protéger ?

10

- Abaisser la tension
- Limiter la quantité d'électricité

**6**

## Danger et protection

12

- Tout s'explique par l'attitude des électrons
  - Circuit électrique normal
  - Circuit électrique anormal
- Comment les empêcher de faire des bêtises ?
  - Prise de terre
  - Disjoncteur différentiel
  - Prise de terre associée à un disjoncteur différentiel
  - Protection haute sensibilité



# Deux définitions concernant les risques

## UNE ÉLECTRISATION

C'est apporter de l'électricité dans un corps, quel qu'il soit.

Tout accident dû à l'électricité est une électrisation.

Mais tout traitement apportant de l'électricité au corps humain pour soigner est aussi une électrisation.

## UNE ÉLECTROCUTION

C'est une électrisation mortelle.

Elle fait suite à un contact du corps avec trop d'électricité.

Elle est due à :

- une imprudence : cause actuelle la plus fréquente,
- une défaillance de l'isolation,
- une absence de prise de terre,
- un matériel défectueux.



# Comment éviter ces risques ?



Pour que le corps humain ne soit pas transformé en récepteur de l'électricité, il faut rendre impossibles les contacts du corps avec l'électricité.

Il y a des techniques pour cela :

l'éloignement



l'isolation



la coupure du courant



# Pourquoi ces risques existent-ils ?

## Notre corps est un générateur d'électricité

Notre cerveau produit des signaux électriques et chimiques pour penser, rêver, commander à nos muscles...

Nos organes des sens convertissent les sons, la lumière, la pression, le chaud, le froid, en électricité pour produire des sensations.

Nos muscles sont commandés par des signaux électrochimiques.

Notre coeur possède des cellules spéciales produisant des impulsions électriques programmées faisant fonctionner ce «moteur» qui pompe notre sang.



Notre corps est un générateur d'électricité, mais il ne supporte pas d'être transformé en récepteur de l'électricité de la maison.

L'électricité du corps et celle de la maison sont de même nature. Elles sont toutes les deux indispensables. Mais, si celle du corps est toujours inoffensive, l'électricité de la maison peut-être très dangereuse si elle est mal utilisée.

## Les médecins enregistrent cette électricité

Pour comprendre le fonctionnement de certains organes et dépister certaines de leurs maladies, les médecins utilisent des appareils qui enregistrent cette électricité.

l'électricité du **cerveau** est mise en évidence par l'**électroencéphalogramme**,



l'électricité du **cœur** est mise en évidence par l'**électrocardiogramme**,

l'électricité des **muscles** est mise en évidence par l'**électromyogramme**.



**Mais le corps humain ne peut pas supporter l'électricité de la maison. La dose d'électricité délivrée est beaucoup trop forte.**

### Organe du corps humain

Quelques millièmes de volt (mV)  
Quelques millièmes d'ampères (mA)  
Impulsion de quelques millièmes de secondes

### Prise de courant

Quelques centaines de volts (230 V)  
Plusieurs dizaines d'ampères (16 A)  
24 heures sur 24

d'où l'importance des dégâts en cas de contacts accidentels avec l'électricité de la maison.



# Ce qu'il faut savoir...

pour comprendre les dangers de l'électricité

## L'électricité est définie par 3 grandeurs fondamentales inséparables :

### 1 La tension

Elle est exprimée en volts (V) et représentée par la lettre **U** dans les formules.

C'est la force avec laquelle les électrons sont mis en mouvement dans les fils électriques. Plus elle est élevée, plus le risque d'électrocution est grand.

Elle peut être comparée à la pression de l'eau qui est fonction de la hauteur de chute ; plus cette hauteur est grande, plus il y a un risque d'être assommé.

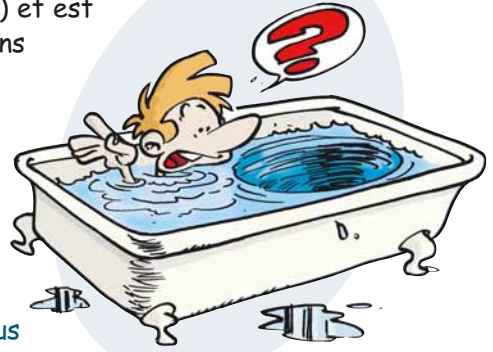


## L'intensité

Elle se mesure en ampères (A) et est représentée par la lettre **I** dans les formules.

C'est le flux d'électrons qui s'entrechoquent dans les fils. Plus ce flux est grand, plus le risque d'électrocution est élevé.

Elle peut être comparée au débit d'un cours d'eau, plus le débit est grand, plus on risque d'être emporté.



## La résistance

La résistance offerte au passage du courant électrique par un matériau quelconque s'exprime en ohms ( $\Omega$ ) et est représentée par la lettre **R** dans les formules.

Plus elle est élevée, moins le risque d'électrocution est grand.

Pour un tuyau d'eau, ce serait son diamètre plus ou moins gros.

S'il est gros, la résistance est faible, il passe beaucoup d'eau.

S'il est petit, la résistance est élevée, il n'y a plus qu'un filet d'eau.



## L'ÉQUATION DU RISQUE ÉLECTRIQUE



Notez bien la relation :  $U=R \times I$  ou  $I=U/R$

Que déduisez-vous ?

Pour une résistance  $R$  donnée, si la tension  $U$  augmente, l'intensité  $I$  augmente dans les mêmes proportions.

Pour une tension  $U$  donnée, si  $R$  diminue,  $I$  augmente.

Or la résistance du corps humain diminue considérablement avec l'humidité d'où le danger en milieu humide si les normes de sécurité ne sont pas respectées.

Enfin, il existe un dernier «compère» dont le rôle est capital : **le temps** ( $t$ ).

La quantité d'électricité qui peut traverser un corps est donnée par la relation  $Q = I \times t$ .

L'équation du risque électrique est :

$$W \text{ en joules} = U \times I \times t, \text{ avec } U = RI, \text{ soit } W = RI^2t.$$

Une tension un peu trop élevée appliquée sur le corps, une résistance du corps un peu trop faible et donc une intensité un peu trop forte pour le corps pendant un temps trop long et il y a danger d'électrocution. A titre d'exemple, celui-ci apparaît à partir de 45 mA pendant 5 secondes ou 80 mA pendant 1 seconde.

# Comment se protéger ?



Abaisser la tension à une valeur non dangereuse



Pour un jouet, on utilise un transformateur de sécurité limitant la tension à 12 volts.

C'est comme pour maîtriser la hauteur d'une chute d'eau, on construit une écluse.

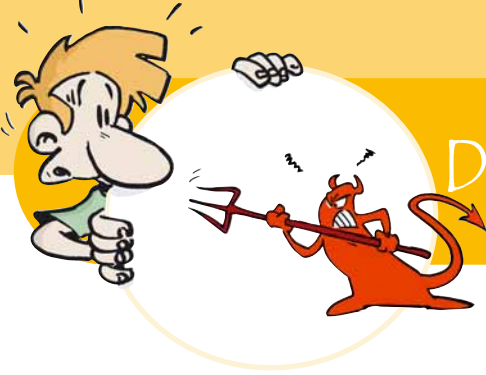
Limiter la quantité d'électricité en cas d'anomalie

Pour diminuer la quantité d'électricité passant dans le corps en cas d'accident, il faut réduire le temps de passage du courant en assurant une coupure aussi rapide que possible.

L'électricien installe sur le circuit un dispositif différentiel à haute sensibilité, associé à une prise de terre ; tant que ce dispositif n'a pas réagi, le courant n'est pas limité.

C'est un peu comme fermer un robinet d'arrivée d'eau en cas de fuite dans une canalisation.





# Danger et protection

## Tout s'explique par le comportement

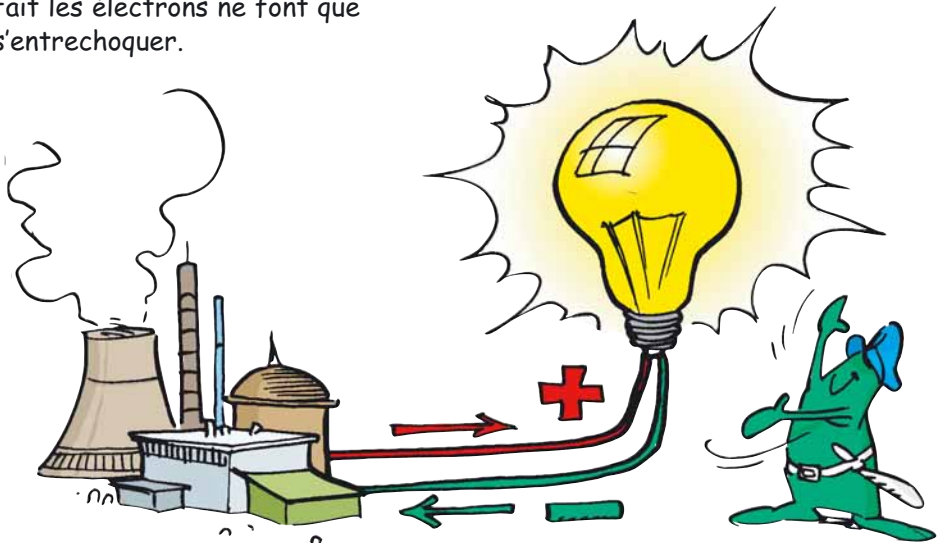


### Circuit électrique normal

Les électrons dopés par la centrale parcourent le fil aller (phase) afin d'accomplir leur travail.

Ils retournent ensuite fatigués, se refaire une santé à la centrale par le fil de retour (neutre).

C'est évidemment une image car en fait les électrons ne font que s'entrechoquer.

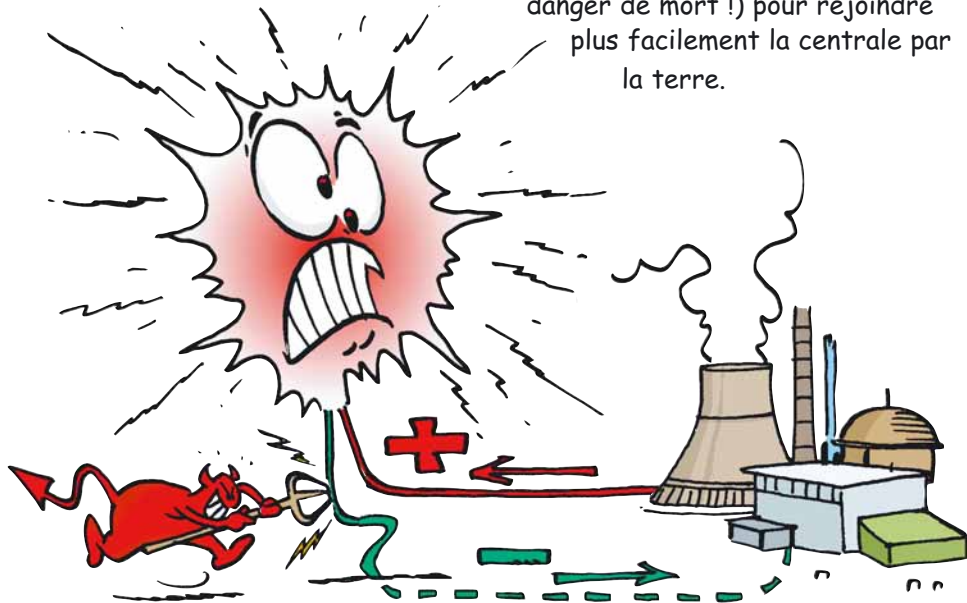


# des électrons dans le circuit électrique

## Circuit électrique anormal

En cas de défaillance de l'isolant d'un fil, d'une résistance chauffante, du moteur...

les électrons dopés s'échappent par le chemin offrant le moins de résistance à leur passage en traversant un corps conducteur (en danger de mort !) pour rejoindre plus facilement la centrale par la terre.



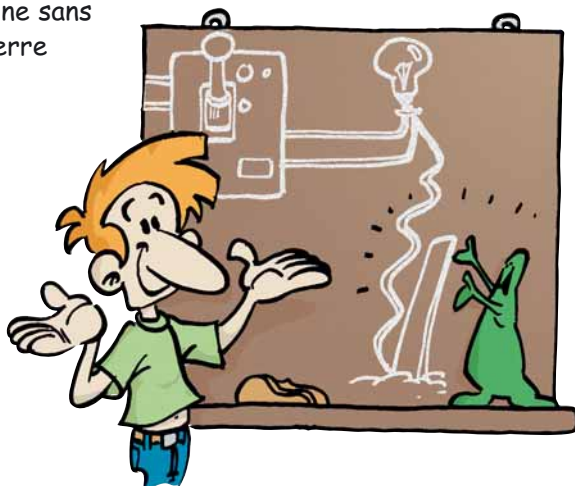
# Pour empêcher les électrons de faire des bêtises, il faut ...

## ... une prise de terre

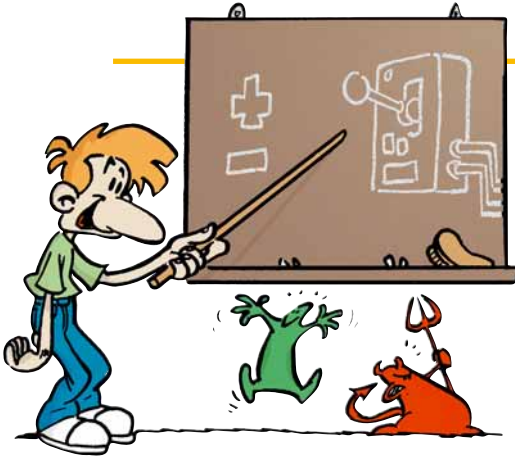
L'électricien a prévu, en plus des deux fils du circuit normal, un troisième fil de secours branché sur la carcasse métallique de la machine, relié à une prise de terre.

En cas de défaillance de l'isolant, les électrons étant fainéants, ils choisiront ce trajet qui est moins résistant.

Mais il peut exister encore des électrons qui se promènent dans la carcasse de la machine sans rejoindre la prise de terre et qui pourraient traverser le corps d'une personne. C'est pourquoi l'électricien branche aussi un appareil de sécurité très important sur le circuit : un disjoncteur différentiel.



## Le disjoncteur différentiel



Cet appareil est ainsi nommé s'il combine les deux fonctions - disjoncteur et différentiel - correspondant à la détection de deux types d'anomalies.

### la fonction disjoncteur

Elle détecte le court-circuit et la surcharge.

Lorsque le fil aller et le fil retour se touchent suite à un défaut d'isolation, les électrons, ne trouvant plus de travail à faire dans la machine et ne rencontrant plus de résistance, se bousculent et se précipitent les uns sur les autres. Il est temps d'y mettre bon ordre avant que cela ne chauffe et provoque un incendie.

La fonction disjoncteur, en coupant le courant, empêche la surcharge en électrons.

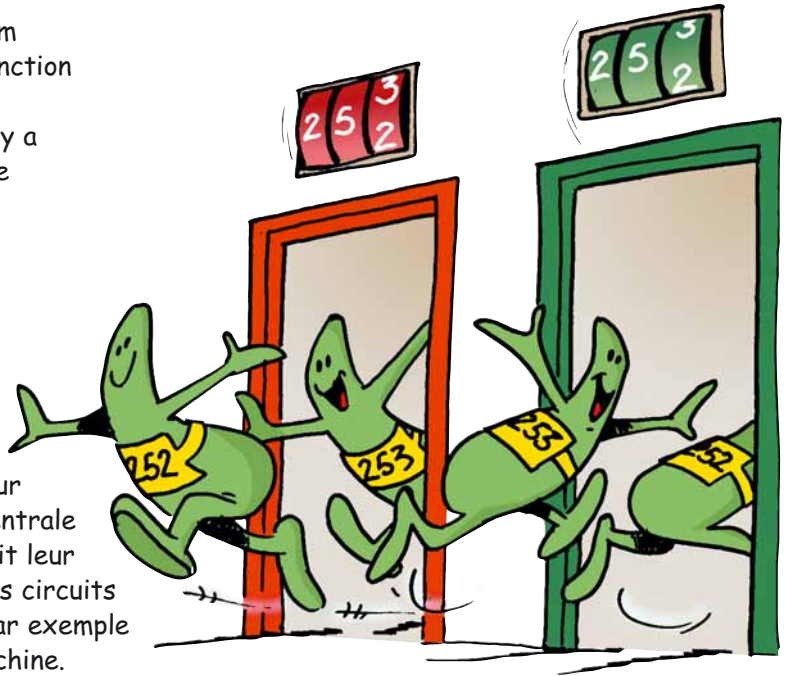
Cette fonction n'assure pas la protection contre l'électrocution.



## la fonction différentielle

Elle détecte les électrons qui rentrent et qui sortent de l'appareil.

Comme son nom l'indique, la fonction différentielle détermine s'il y a une différence entre le nombre de tous les électrons qui entrent dans l'appareil et tous ceux qui en ressortent pour regagner la centrale après avoir fait leur travail dans les circuits électriques, par exemple ceux de la machine.



Dans le circuit normal, ce nombre est identique : le différentiel qui compte le même nombre à l'aller et au retour laisse passer les électrons.

## La prise de terre doit être associée au disjoncteur différentiel

Avec une prise de terre et en cas de défaillance de l'isolant d'un fil, de la résistance chauffante, du moteur..., la fonction différentielle provoque la coupure du courant.

En effet, des électrons passent par le fil de secours et regagnent la centrale par la prise de terre. Ils ne repassent plus dans le différentiel qui s'aperçoit de l'anomalie et coupe le courant lorsque suffisamment d'électrons se sont échappés pour que sa sensibilité lui permette de réagir.

### Notez bien ce calcul

- Si la sensibilité du différentiel, c'est-à-dire l'intensité qui entraîne la coupure, est de 0,5 A (500 mA),
- Si le spécialiste en sécurité électrique considère que la tension maximale non dangereuse est de 50 V,
- Pour que le différentiel coupe le courant, la valeur de la résistance de la prise de terre doit être telle que :

$$R \leq U/I < 50/0,5$$

$$\text{soit } R \leq 100 \Omega$$

# La protection haute sensibilité

ou comment pallier l'absence ou la mauvaise qualité de la prise de terre

Nous avons vu que les électrons s'échappent alors à travers le corps humain.

Dans ce cas, trop d'électrons pendant trop longtemps peuvent traverser la personne sans que le différentiel réagisse, ce qui est très dangereux.

En effet, si c'est trop d'électrons pour la personne, ce n'est pas assez pour faire réagir le différentiel pas assez sensible. C'est comme si on voulait peser une plume avec une balance à pommes de terre. Si on veut peser une plume, on utilisera une balance très sensible comme celle du pharmacien.

Les ingénieurs ont donc inventé des balances électriques de précision très sensibles appelées disjoncteurs différentiels à haute sensibilité qui coupent le courant pour une fuite atteignant 30 millièmes d'ampère.

Le dispositif différentiel à haute sensibilité interrompt le courant dès qu'un petit nombre d'électrons s'échappent soit par la prise de terre, soit par un corps conducteur, si la prise de terre n'est pas de bonne qualité ou n'existe pas. Dans ce dernier cas, il faut l'améliorer ou l'établir au plus vite. Il est aussi l'ultime protection lorsque l'isolation est défectueuse.

La prévention idéale est donc le mariage  
entre un disjoncteur différentiel à haute  
sensibilité et une prise de terre.



C'est pourquoi depuis l'année 1991, la norme a rendu ce mariage, heureux et  
bénéfique, obligatoire pour toutes les installations électriques neuves.



**PROMOTELEC**

Tour Chantecoq - 5, rue Chantecoq  
92808 Puteaux Cedex  
[www.promotelec.com](http://www.promotelec.com)