

scienceinfuse

ANTENNE DE FORMATION ET DE PROMOTION DU SECTEUR SCIENCES & TECHNOLOGIES



PHYSIQUE

LIVRET ENSEIGNANT

Electrocinétique



UCL

Scienceinfuse • Antenne de formation et de promotion du secteur sciences & technologies
rue des Wallons 72 L6.02.01 • 1348 Louvain-la-Neuve

Introduction

Nous vivons dans un monde technologique extrêmement dépendant de l'électricité : pour s'éclairer, se chauffer, cuisiner, s'informer et communiquer, se déplacer, afficher l'heure, faire fonctionner des machines, etc ... nous utilisons partout des courants électriques ! L'électricité est un vecteur énergétique largement exploité tant dans la sphère domestique que dans la sphère industrielle.

Alors que les phénomènes électrostatiques et magnétiques sont décrits depuis 600 avant J.-C., les propriétés de l'électricité n'ont été découvertes qu'au XVIII^{ème} siècle. Les premières piles sont développées au début du XIX^{ème} siècle. Après 1900, l'électricité envahit l'industrie, l'éclairage public et le chemin de fer, et entre finalement dans les habitations.

Dans la nature, les déplacements de charges électriques, que ce soient des électrons ou des ions, sont nombreux : sous forme d'influx nerveux dans les neurones, d'échange ou de partage d'électrons dans les liaisons chimiques ou les réactions d'oxydoréduction, dans la foudre, les décharges des poisons électriques, etc. Les champs magnétiques ont eux-mêmes une origine électrique.

Dans cet atelier, tu vas étudier des circuits électriques tels que ceux que l'on trouve dans les maisons, apprendre à mesurer les intensités de courant et les tensions, et étudier les relations entre les intensités de courant (ou entre les tensions) en différents points de plusieurs sortes de circuits électriques. Tu vas aussi déterminer la relation tension—intensité.

Matériel

Les boîtes élèves contiennent chacune le même matériel:

- 1 interrupteur
- 1 grosse pile de 4,5 V (3LR12)
- 2 piles AA de 1,5 V
- 2 fils de connexion à pinces crocodile
- 2 soquets d'ampoules connectés à des fils à pinces crocodile
- 2 petites ampoules **identiques**
- 1 résistance de 22 ohms (rouge, rouge, noir)
- 1 résistance de 15 ohms (brun, vert, noir)
- 1 résistance mauve
- 1 multimètre (distribué séparément)

Comment utiliser un multimètre ?

DESCRIPTIF DU MULTIMETRE DIGITAL

1 Commutateur fonction : permet de changer de calibre

2 COM = Terre FICHE NOIRE

Mesures de courants

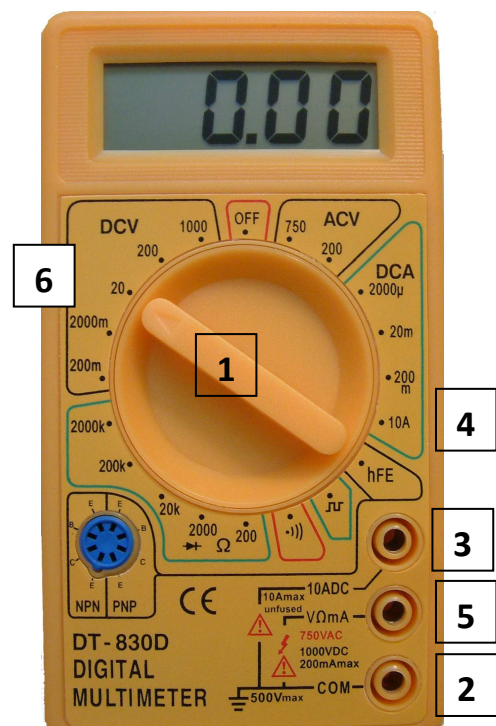
3 10 ADC : FICHE ROUGE

4 Commutateur sur **DCA** 10 A pour max 10 A

Mesures de tensions

5 V Ω mA : FICHE ROUGE

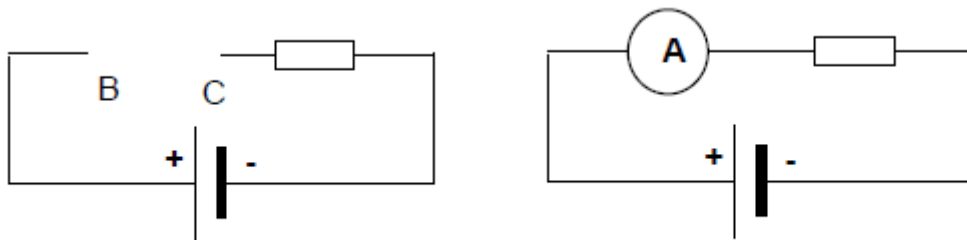
6 Commutateur sur **DCV** 20 V pour max 20 V en courant continu



MANIPULATION 1: MESURE D'UNE INTENSITÉ EN TENSION CONTINUE

1. Montage

Un ampèremètre se branche en série dans le circuit. Cela veut dire qu'il faut ouvrir le circuit et intercaler l'ampèremètre entre les deux points de coupure.



2. Sens de branchement

Pour mesurer l'intensité du courant I_{BC} traversant la résistance, il faut brancher l'ampèremètre entre les points B et C.

Le courant va de la borne positive du générateur à la borne négative du générateur à travers le circuit. Il doit entrer dans l'ampèremètre par la borne marquée **10DCA** (ou **+**) et ressortir par la borne marquée **COM** (ou **-**).

Pour mesurer I_{BC} , il faut relier

- la borne marquée **10DCA** à la borne **B** par un câble de couleur rouge
- la borne marquée **COM** à la borne **C** par un câble de couleur noire.

3. Calibre

On appelle calibre la plus forte intensité que peut mesurer l'ampèremètre (plus grand nombre de la zone de mesure DCA).

Tous les appareils modernes sont multicalibres. On change de calibre en tournant un commutateur ou en déplaçant une fiche (ex : borne 10A et borne A).

4. Précaution d'utilisation

Pour éviter de détériorer l'ampèremètre, on a intérêt à le brancher **sur le plus fort calibre**.

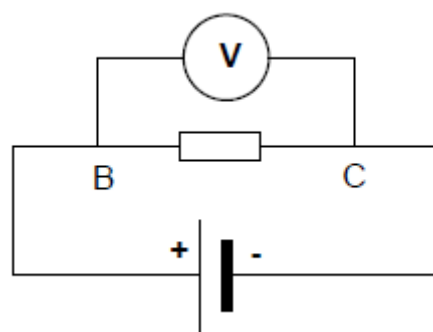
Pour obtenir un affichage suffisamment précis, il faut parfois baisser le calibre, jusqu'à celui qui est immédiatement supérieur à l'intensité mesurée.

MANIPULATION 2 : MESURE D'UNE TENSION CONTINUE

1. Montage

Un voltmètre se branche en dérivation (= en parallèle) dans le circuit.

Pour mesurer la tension U_{BC} aux bornes B et C de la résistance, il faut brancher le voltmètre sur les points B et C.



2. Sens de branchement

La borne marquée **VΩmA** (ou **+**) doit être reliée au potentiel le plus haut (coté positif) et la borne "commune" marquée **COM** (ou **-**) au potentiel le plus faible (côté négatif).

Pour mesurer U_{BC} , il faut relier, sans ouvrir le circuit,

- la borne marquée **VΩmA** à la borne **B** par un câble de couleur rouge
- la borne marquée **COM** à la borne **C** par un câble de couleur noire.

Remarque: $U_{BC} = - U_{CB}$

3. Calibre

On appelle calibre la plus forte tension que peut mesurer le voltmètre (plus grand nombre de la zone de mesure DCV).

Pour éviter de détériorer le voltmètre, on a intérêt à le brancher sur le plus fort calibre.

Dans le cadre de nos expériences, vous positionnez le commutateur sur la gamme DCV, 20V.

Attention

Si on branche un ampèremètre en dérivation aux bornes d'un dipôle, le dipôle est court-circuité. Le courant qui passe dans le circuit peut être très intense et peut détériorer l'ampèremètre ou un autre élément du circuit.

Si on branche un voltmètre en série dans un circuit, la grande résistance du voltmètre empêche le courant de passer normalement. Il passe toutefois un très faible courant.

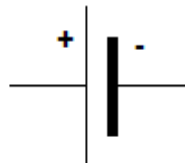
Schématiser un circuit électrique

Afin de représenter de manière simple les différents éléments connectés dans un circuit, nous utilisons les conventions suivantes :

▪ Interrupteur



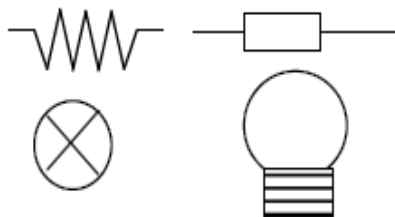
▪ Générateur de courant continu
(pile, batterie...)



Pompe qui fait circuler le courant

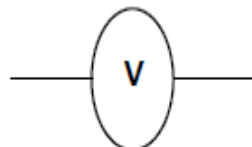
Le courant va du **+** vers le **-** à travers le circuit.

▪ Récepteur

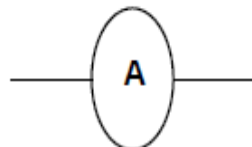


Appareils ou lampes qui utilisent le courant

▪ Voltmètre



▪ Ampèremètre



Mesurent la tension et l'intensité du courant

Les circuits à plusieurs récepteurs

Une **branche** est un ensemble d'un ou de plusieurs éléments de circuits placés l'un à la suite de l'autre (= en série).

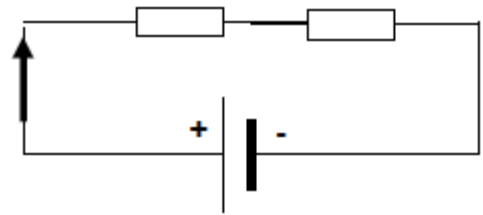
Les **nœuds** sont des points où trois branches ou plus se rencontrent.

Une **maille** est une portion de circuit fermée.

Il existe deux façons de brancher deux récepteurs, par exemple deux résistances, dans un circuit : en série et en parallèle.

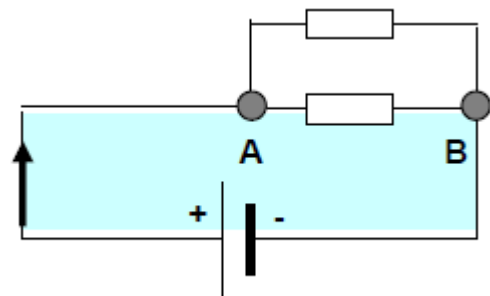
MONTAGE EN SERIE (CIRCUIT « ET »)

Le courant passe dans la première résistance ET dans l'autre.
Il n'existe qu'un seul circuit possible pour le courant.



MONTAGE EN PARALLELE (CIRCUIT « OU »)

Le courant passe dans la première résistance OU dans la deuxième. Le courant se partage en arrivant au carrefour (nœud A).
La branche principale est celle du générateur.
Les deux récepteurs fonctionnent indépendamment l'un de l'autre.



À la découverte des lois des circuits

MANIPULATION 1: MESURE DE LA TENSION DE LA PILE

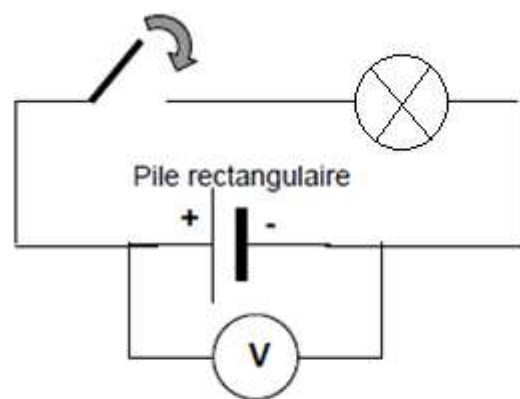
Réalisez le circuit suivant et mesurez la tension

circuit ouvert : $U = 4.5 \text{ V}$

circuit fermé : $U = 4.0 \text{ V}$

Les réponses diffèrent. Pourquoi ?

La pile utilise une partie de l'énergie électrique à travers son propre circuit



Indiquez sur ce schéma où placer un ampèremètre pour mesurer le courant qui traverse la lampe.

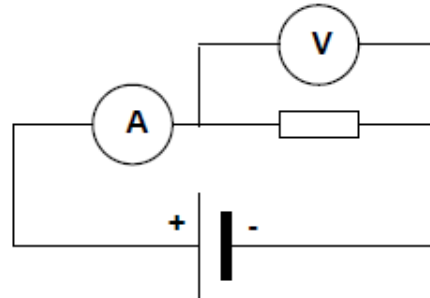
Mesurez l'intensité de ce courant : $I = 0.5 \text{ A}$

MANIPULATION 2 : LOI D'OHM

A la découverte de la relation entre la tension aux bornes de la résistance et l'intensité du courant qui la traverse.

2.1. MODE OPERATOIRE

Réalisez le circuit suivant et mesurez la tension aux bornes de la résistance et l'intensité du courant qui la traverse.



Pour faire varier la tension, vous pouvez accoler plusieurs piles l'une à la suite de l'autre en respectant la suite des pôles + - + - + -, etc. Sur la grande pile rectangulaire, la borne positive est la plus courte des deux pattes.

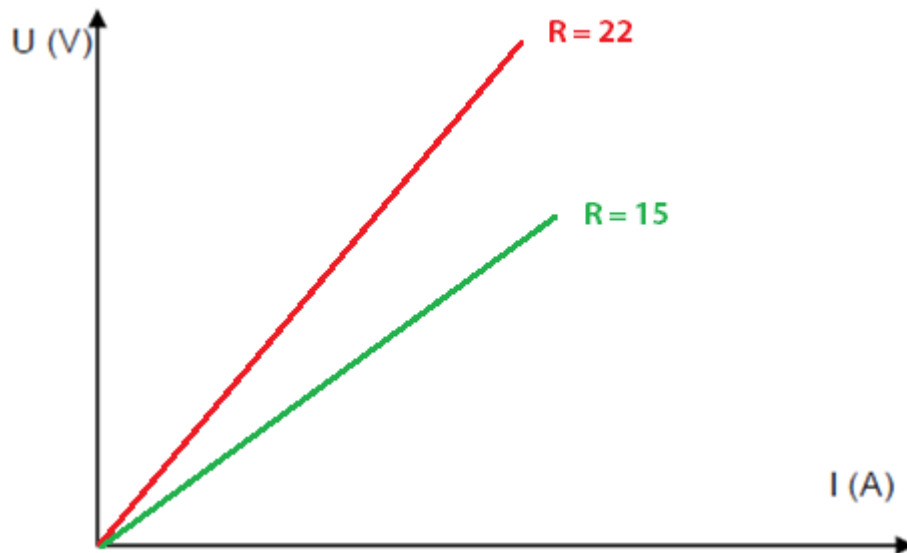
Vous avez à votre disposition 2 piles de 1,5 volts et une pile de 4,5 volts, mais elles peuvent avoir perdu de leur capacité. Il faut donc mesurer la tension réellement fournie.

Ensuite, remplacez la première résistance par la seconde dont vous disposez. Vous employez la résistance de 22 ohms (rouge, rouge, noir), et celle de 15 ohms (brun, vert, noir).

2.2. TABLEAU DES RESULTATS

Tension Pile	U (V) 22 Ω	I (A) 22 Ω	U (V) 15 Ω	I (A) 15 Ω
1.5 V	1.30	0.05	1.40	0.08
3 V	2.60	0.11	2.60	0.16
4.5 V	4.00	0.18	4.10	0.25

2.2. GRAPHIQUE



2.3. ANALYSE DES RESULTATS

Quelle est la relation entre U et I ? Pour le déterminer, calculez la pente de chaque droite obtenue ($= \Delta y / \Delta x$) et comparez-la avec la valeur de la résistance correspondante.

	1ère droite 15 Ω	2ème droite 22 Ω
Pente	$R = \Delta U / \Delta I$	
Résistance		

Que constatez-vous ?

On observe que la tension est directement proportionnelle à l'intensité multipliée par la résistance

La relation qui lie U et I est donc :

Loi d'Ohm

Le rapport de la tension mesurée aux bornes d'un récepteur et de l'intensité du courant qui la traverse est un nombre constant appelé résistance R :

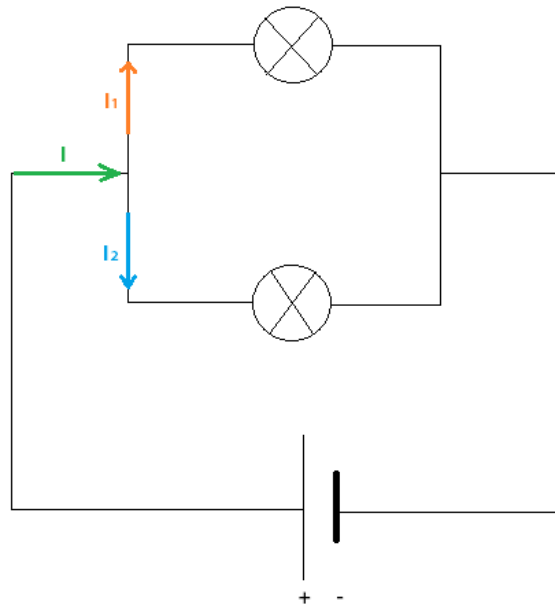
$$U/I = R$$

MANIPULATION 3 : COMMENT SE RÉPARTISSENT LES INTENSITÉS DES COURANTS ?

Utilisez la pile rectangulaire plate. Attention, veuillez à bien mesurer sa tension au préalable!

Réalisez le circuit suivant, comportant deux lampes .

En déplaçant l'ampèremètre, mesurez l'intensité du courant traversant chaque lampe (I_1 , I_2) et celle provenant de l'alimentation (I).



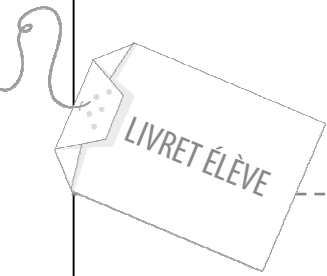
$$I = 0.9$$

$$I_1 = 0.45$$

$$I_2 = 0.45$$

Interprétation : quelle est la relation entre les intensités des courants ?

$$I = I_1 + I_2$$

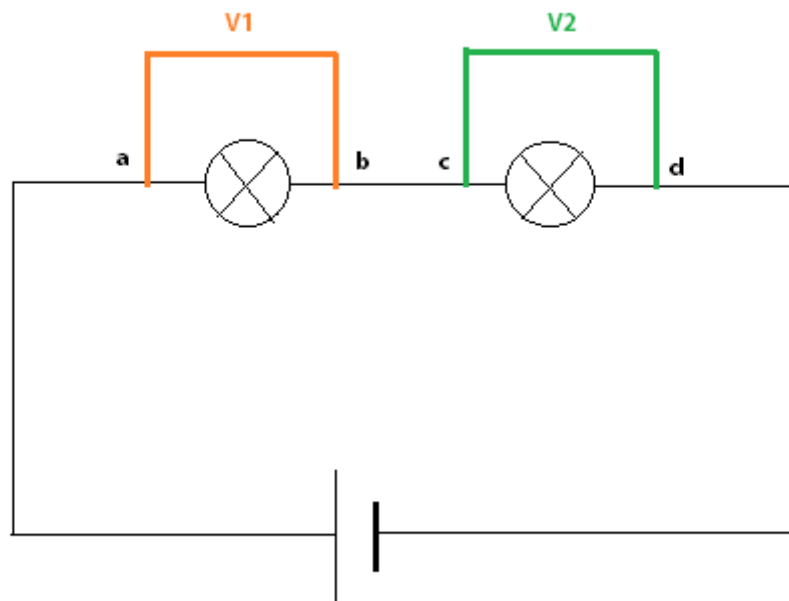


Loi des nœuds

La somme des intensités des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des intensités qui en repartent

MANIPULATION 4 : COMMENT SE RÉPARTISSENT LES TENSIONS DANS LES CIRCUITS ?

En déplaçant le voltmètre, mesurez les tensions aux bornes de a—b et c—d.



$$U_1 = -1.2$$

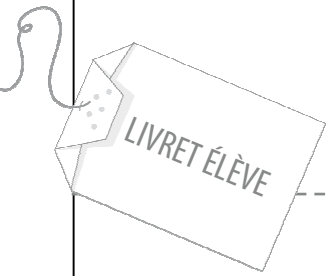
$$U_2 = -1.2$$

$$U_{\text{pile}} = 2.4$$

Interprétation des mesures

Quelle est la relation entre les tensions U_1 et U_2 mesurées dans la **maille abcd** ?

$$U_1 = U_2$$



Loi des mailles

**Dans une maille, la somme algébrique des tensions
est nulle**

Et à la maison ?

On a intérêt à faire fonctionner tous les appareils en parallèle !

car ... **Le système en parallèle permet de distribuer une même différence de potentiel à tous les appareils**

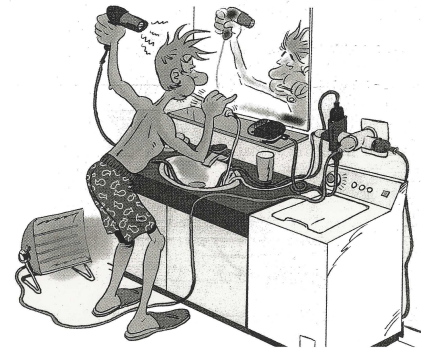
Chaque maison est alimentée en 220 V (tension alternative).

Le courant utilisé est « compté » grâce à **un compteur**

Tout le courant part donc du compteur et est apporté grâce à un réseau de fils jusqu'à chaque prise de la maison.

Lorsque le courant circule, il chauffe tout ce qu'il traverse !!!

S'il n'y a pas assez de prises, on utilise une multiprise. Les dominos sont interdits pour raison de sécurité.

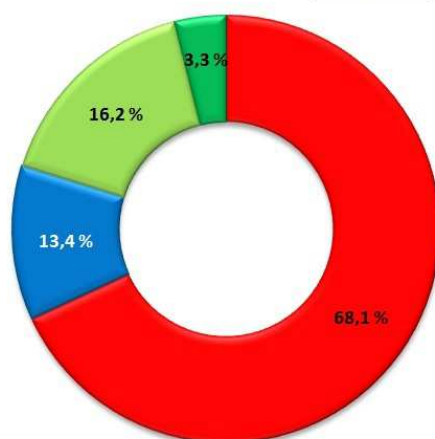


Production mondiale d'électricité

Retrouvez quel pourcentage correspond à que type de production d'électricité

Production mondiale d'électricité en 2011

(Source: AIE)



Energies carbonées (charbon, gaz, pétrole)

rouge

Energie nucléaire

Bleu

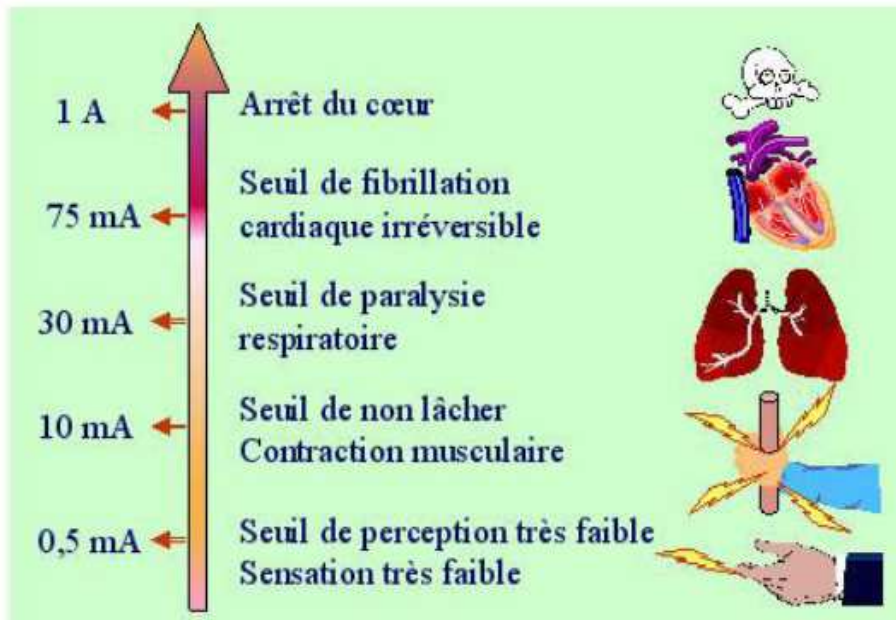
Energie hydraulique

Vert clair

Energies renouvelables

Vert foncé

Le corps humain



Electroménager	Puissance
Frigo	100 W
Four	2000 W
Lave-vaisselle	1500 W
TV	100 W
Ordinateur	150 W

Le seuil de réaction pour le corps humain commence à **0,5 mA**.

Pour avoir une idée de ce que représente 0,5 mA :

imaginons une télévision de 100 W branchée dans une prise (220 V) :

$$P = U \times I$$

$$I = P / U = \mathbf{0,5 A}$$

L'intensité du courant circulant dans une télévision de 100 W est **1000 fois supérieure à 0,5 mA !!!**

Facteurs influençant les dommages corporels

La gravité d'une électrocution dépend de plusieurs facteurs :

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

Précautions

- ne pas alimenter trop d'appareils sur une même prise. En effet, la somme des intensités demandées par les appareils peut conduire à un échauffement dangereux.
- ne pas laisser la possibilité aux enfants d'introduire des objets métalliques dans les bornes d'une prise.
- ne pas brancher un jouet électrique directement sur le secteur.
- vérifier l'état des cordons d'alimentation (éviter les fils dénudés) et des contacts électriques.
- ne pas remplacer un fusible défectueux par un autre de plus grande valeur ou par un morceau métallique non calibré.

Quelques expressions

- Peter les plombs

Cette expression fait référence aux anciens dispositifs de fusibles en fils de plombs des installations électriques. Ces éléments en métal reliant deux bornes d'un circuit avaient pour rôle de prévenir les surcharges d'intensité électrique en fondant afin de protéger les appareils branchés en aval et les conducteurs (Aujourd'hui souvent remplacés par un disjoncteur.). L'expression, bien vivante, a donc survécu à l'objet.

- Disjoncter