COURANT ELECTRIQUE CONTINU

Situation déclenchante

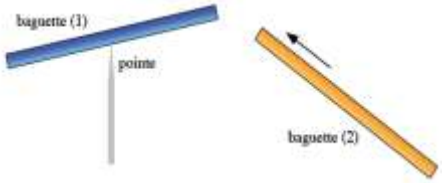
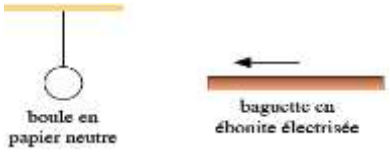
1/ Qu'est-ce que l'électricité ?
2/ Quels appareils utilisent de l'électricité ?
3/ Comment peut- on produire de l'électricité ?
4/ Quels sont les dangers de l'électricité ?

Bilan

.....

.....

I- phénomènes d'électrisation

Expérience n°1	Expérience n°2	Expérience n°3
Une baguette en matière plastique est frottée avec un chiffon de laine. On rapproche la baguette de morceaux de papier. **Attraction de morceaux de papier**	Une première baguette (1) est électrisée par frottement et placée sur une pointe de sorte qu'elle puisse tourner librement. On électrise une deuxième baguette (2) et on l'approche de la première.  **Interaction entre corps électrisés**	Une petite boule de papier électriquement neutre est suspendue à un fil. On approche de la boule une baguette en ébonite électrisée.  **Corps chargé au voisinage d'un corps neutre** **Déformation du nuage électronique par influence**
la baguette frottée attire les morceaux de papier Une baguette en plastique arrache des électrons au chiffon de laine et se charge négativement.	Suivant les matériaux des deux baguettes, on constate une attraction ou une répulsion.	La baguette porte une charge négative. Lorsqu'elle s'approche du papier électriquement neutre, les nuages électroniques des atomes se déforment car les électrons s'éloignent un peu de la baguette. Lorsque la boule touche la baguette, elle acquiert une partie des électrons à la surface de la baguette ; boule et baguette portent des charges de même signe et se repoussent.

Interprétation de l'électrisation

Le modèle simple de l'atome permet d'interpréter l'électrisation par frottement.

Avant le frottement les corps sont électriquement neutres. En les frottant on agit sur les atomes situés à la surface des corps. Les électrons les moins liés sont arrachés d'un des corps et sont transférés sur l'autre. L'un des corps a un *défaut* d'électrons : il est chargé positivement. L'autre présente un *excès* d'électrons et est chargé négativement.

Il est important de remarquer que la charge électrique ne peut être ni créée, ni détruite !

Les corps s'électrisent uniquement par transfert d'électrons.

Conservation de la charge *Un corps chargé négativement a un excès d'électrons. Un corps chargé positivement à un défaut d'électrons.*

La charge électrique est conservée lors de l'électrisation des corps.

- La charge portée par un corps est une grandeur mesurable, notée **q**. Son unité s'exprime dans le système international en **coulomb,** de symbole **(C) ;**
- La charge portée par un électron est notée **- e** ; **e** est la charge élémentaire dont la valeur est **$1,6.10^{-19}$ C ;**
- Lors du contact d'un corps (A) électrise négativement avec un corps (B) neutre, **quelques électrons migrent** de (A) vers (B) ce qui engendre un excès de charges négatives dans (B). (B) devient, comme (A), électrisé négativement.

Il existe plusieurs méthodes pour vérifier si un corps est électrisé ou non. Faire une recherche par internet ?

II- courant électrique continu

Le courant continu est un courant de valeur et sens demeurent constants.
Exemples : les piles et les accumulateurs sont les principales sources de courant continu.
La représentation graphique d'un courant continu est montée ci-dessous.

1- La définition du courant électrique

Le courant électrique se produit suit au déplacement d'électrons de conduction (électrons libres) dans les dans les conducteur métalliques. Il se produit aussi suit au déplacement des ions dans les solutions électrolytiques (doubles déplacement des cations et des anions).

2- Matériaux isolants et conducteurs

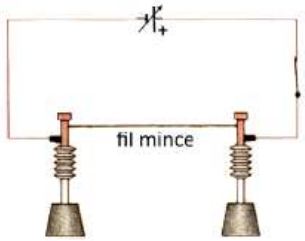
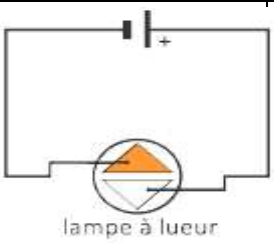
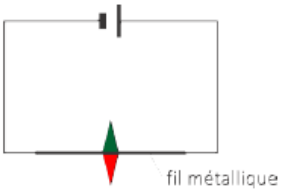
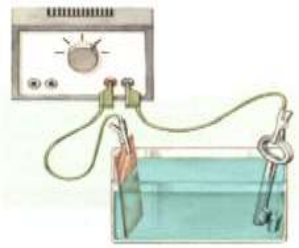
Il existe deux sortes de matériaux :

– les **conducteurs électriques** sont des matériaux qui **conduisent** le courant électrique;

– les **isolants électriques** sont des matériaux qui ne **conduisent pas** le courant électrique.

3- Effets du courant électrique

Toute application du courant électrique utilise un de ses effets: thermique, chimique et magnétique.

Effet thermique		Effet magnétique	Effet chimique
Effet calorifique	**Effet luminescent**		
			
consiste à la production de chaleur par un courant dans le conducteur qu'il traverse. Cet effet est très utile dans certains applications comme appareils électroménagers (cuisinières, fer à repasser, chauffe-eau, etc.), ou encore la production de la lumière dans les lampes à incandescences. Certains matériaux émettent de la lumière sans échauffement s'ils sont parcourus par un courant électrique. **Applications :** lampe à lueur d'un tournevis testeur, tube fluorescent, LED (diode électroluminescente). L'effet thermique est indépendant du sens du courant électrique.		La position d'une aiguille aimantée placée près d'un fil parcouru par un courant électrique est perturbée. Si l'on permute les bornes du générateur, la perturbation s'inverse. Cet effet consiste à la production d'un champ magnétique autour d'un conducteur parcouru par un courant électrique. La plus part des appareils électriques tels que relais, transformateurs, machines tournantes mettent en profit cet effet du courant. L'effet magnétique est dépendant du sens du courant.	Lorsqu'un courant électrique circule dans un liquide conducteur appelé électrolyte, des réactions chimiques se produisent au niveau des électrodes. cet effet est caractérisé seulement en courant continu et consiste à la décomposition des différents composants chimiques. Cet effet à beaucoup d'applications, exemple: raffinage de métaux légers tels que l'aluminium, le magnésium et le cuivre, dégagement gazeux, etc.

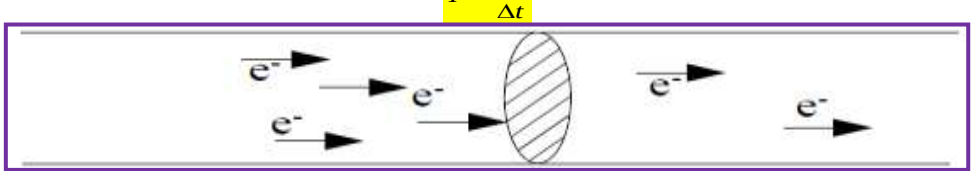
4- Intensité du courant électrique

Les effets du courant électrique dépendent de son *intensité*. Plus la quantité de charge transportée par seconde à travers une section d'un conducteur est grande, plus le courant est intense.

4- 1- Définition

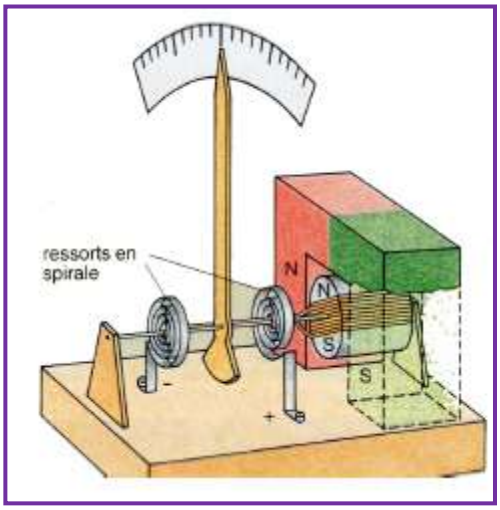
L'intensité I du courant électrique est égale au quotient de la quantité de charge électrique Q qui traverse une section d'un conducteur par le temps t pendant lequel s'effectue cette traversée :

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$



L'intensité du courant est exprimée en *ampères* (A) : 1A = 1 C/s.
L'unité de charge peut s'écrire : 1C = 1 A.s.
1 A.s : C'est autre unité de la quantité d'électricité : un courant de 1 A transporté en 1 s une quantité d'électricité de 1 C.
En 1 heure il transporte 1 coulomb x 3600 = 3600 coulomb = 1 Ah.

4- 2- Mesure de l'intensité



Les effets de l'électricité sont des indicateurs pour l'intensité du courant. L'instrument de mesure de l'intensité du courant électrique est l'*ampèremètre*.

Pour connaître l'intensité du courant électrique traversant un récepteur, l'ampèremètre est mis en en série avec ce récepteur.

Le mode de fonctionnement des ampèremètres analogiques est basé sur l'effet magnétique. La figure ci-contre montre le principe de fonctionnement d'un tel instrument comprenant une bobine à noyau de fer mobile, un aimant en U et des ressorts en spirale.

Le courant à mesurer circule dans la bobine et la transforme, ensemble avec le noyau de fer, en un aimant.

Les forces magnétiques exercées par l'aimant en U font pivoter la bobine jusqu'à ce que les forces de rappel des ressorts l'immobilisent.

L'intensité d'un courant électrique s'exprime en Ampère. Elle se mesure à l'aide d'un ampèremètre.
L'unité de l'intensité est l'Ampère ; noté A.
Symbole :

	Un ampèremètre se branche en série sur le circuit. Le courant entre par la borne positive (rouge ou A), il sort par la borne négative (noire ou COM).

La mesure indiqué par l'ampèremètre est associe à une incertitude qui dépond de l'appareil utilisée.
Pour éviter de détériorer l'ampèremètre. On le branche sur le calibre le plus grand. Il ne faut pas oublier de baisser le calibre, le plus possible afin d'obtenir un affichage suffisamment précis.

Le plus petit calibre qui nous permet de faire la mesure fournit la valeur la plus précise.

4- 2- 1- Mesure de l'intensité par ampèremètre analogique ou à aiguille

i) Lecture sur l'ampèremètre

L'intensité du courant mesurée par l'ampèremètre est :

$$I = \frac{C \times n}{n_0}$$

Avec :

C : Calibre utilisé
n : nombre de divisions indiqué par l'aiguille ;
n_0 : nombre total de divisions de cadran ;

Le calibre C correspond la valeur maximale de l'intensité de courant mesuré par l'ampèremètre.

ii) L'incertitude absolue

L'incertitude absolue d'un ampèremètre est déterminée par la relation suivante :

$$I = \frac{C \times classe}{100}$$

La classe est une donnée technique de constructeur indiqué sur l'appareil.

On peut présenter l'intensité du courant par l'écriture suivante : $I_{mesuré} \pm \Delta I$ ou $I_{mesuré} - \Delta I \leq I \leq I_{mesuré} + \Delta I$.

iii) Incertitude relative (ou précision de mesure)

On définit l'incertitude relative par le quotient $\frac{\Delta I}{I}$

. Elle n'a pas d'unité et peut être exprimée en pourcentage.

$$Incertitude\ relative = \frac{\Delta I}{I}$$ Ou encore $$Incertitude\ relative\ (\%) = \frac{\Delta I}{I} \times 100$$

4- 2- 2- Mesure de l'intensité par ampèremètre numérique

L'intensité du courant mesurée par l'ampèremètre numérique est affichée directement sur l'écran.

i) l'incertitude de mesure d'un ampèremètre numérique

L'incertitude due à l'appareil, sur la mesure de l'intensité I, s'écrit :

$$\Delta I = n(\%)L + m\ UR$$

L : lecture**:** la valeur indiqué par l'ampèremètre ;

UR : unité de Représentation : une unité sur le chiffre (digit) de poids le plus faible, elle correspond à la valeur **1** sur le dernier chiffre affiché à droit ;

n et **m** sont donnés par le constructeur.

4- 3- Sens conventionnel du courant électrique

Les savants de l'époque ignoraient la nature du courant électrique. Or, les effets magnétiques et chimiques s'inversent lorsqu'on permute les bornes du générateur. Ils ont donc été amenés à fixer arbitrairement le *sens du courant* : de la borne positive vers la borne négative, c'est-à-dire dans le sens inverse du déplacement des électrons.

Remarque:

a) Un ampèremètre ne doit jamais être placé directement aux bornes d'un générateur (risque de court-circuit).

b) Un ampèremètre ne doit jamais être branché en dérivation.

v) Si on inverse les branchements aux bornes d'un ampèremètre numérique, il apparaît un signe (-) . Ce signe signifie que le courant entre par la borne COM au lieu d'en sortir.

III- Lois de l'intensité du courant électrique

Les différentes types des circuits qu'ils existent sont :

i) Circuit série ;

ii) Circuit parallèle (ou dérivation)

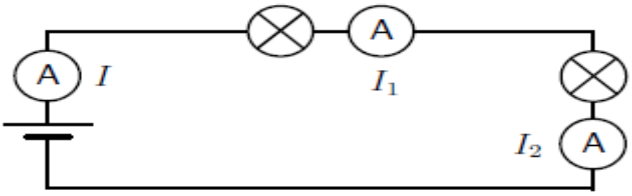
iii) Circuit mixte.

1- Circuit série

Le courant électrique passe successivement par les deux lampes (figure 17a). Si on dévisse une lampe la deuxième s'éteint aussi.

Définition : Un circuit série est un circuit unique et fermé qui comporte plusieurs récepteurs l'un à la suite de l'autre. Tous les récepteurs sont parcourus par le même courant électrique.

Activité expérimentale : Mesurons les intensités des courants en différents points du circuit série.



Mesure des intensités dans un circuit série

Observation : les mesures montrent que : $I = I_1 = I_2$

Conclusion : l'intensité du courant à la même valeur en tout point d'un circuit série.

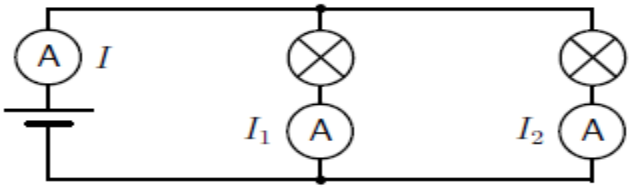
2- Circuit dérivation ou parallèle

Le courant électrique se sépare au point de connexion en deux courants qui traversent les lampes. Si on dévisse une lampe la deuxième continue à briller.

Définition Un circuit parallèle est composé de plusieurs circuits simples reliés tous au même générateur.

Le courant électrique passant par le générateur est distribué sur les différents récepteurs.

Activité expérimentale : Mesurons les intensités des courants en différents points du circuit parallèle.



Mesure des intensités dans un circuit parallèle

Observation : les mesures montrent que : $I = I_1 + I_2$

Conclusion : l'intensité du courant principal I est la somme des intensités des courants partiels I_1 et I_2.

Loi des nœuds: Dans un circuit en parallèle, l'intensité du courant dans la branche principale est égale à la somme des intensités des courants dans les branches dérivées.

IV- Applications

V- Un peu d'histoire

Histoire des Sciences 1: Le sens conventionnel du courant électrique fut défini arbitrairement par **André-Marie Ampère** (1775 – 1836). Il imagina un modèle selon lequel le courant électrique était constitué de deux «fluides» l'un positif et l'autre négatif. Il prit comme référence le déplacement du «fluide positif» et définit alors le **sens conventionnel du courant électrique: de la borne + à la borne – du générateur.**

Histoire des Sciences 2: André-Marie Ampère, inventa un appareil permettant de mesurer l'intensité du courant électrique dans un circuit: le Galvanomètre. Cet appareil «compte» les grains d'électricité passant chaque seconde en un point du circuit. Depuis l'appareil a évolué et se nomme «**ampèremètre**».

Exercice de cours :

Soit un fil de cuivre de section S = 1 mm^2 parcouru par un courant I = 1A. Déterminer la vitesse des électrons dans ce fil de cuivre.

Données sur le cuivre :

Masse volumique $\rho = 8{,}9\times10^3$ $kg.m^{-3}$ (densité 8,9)

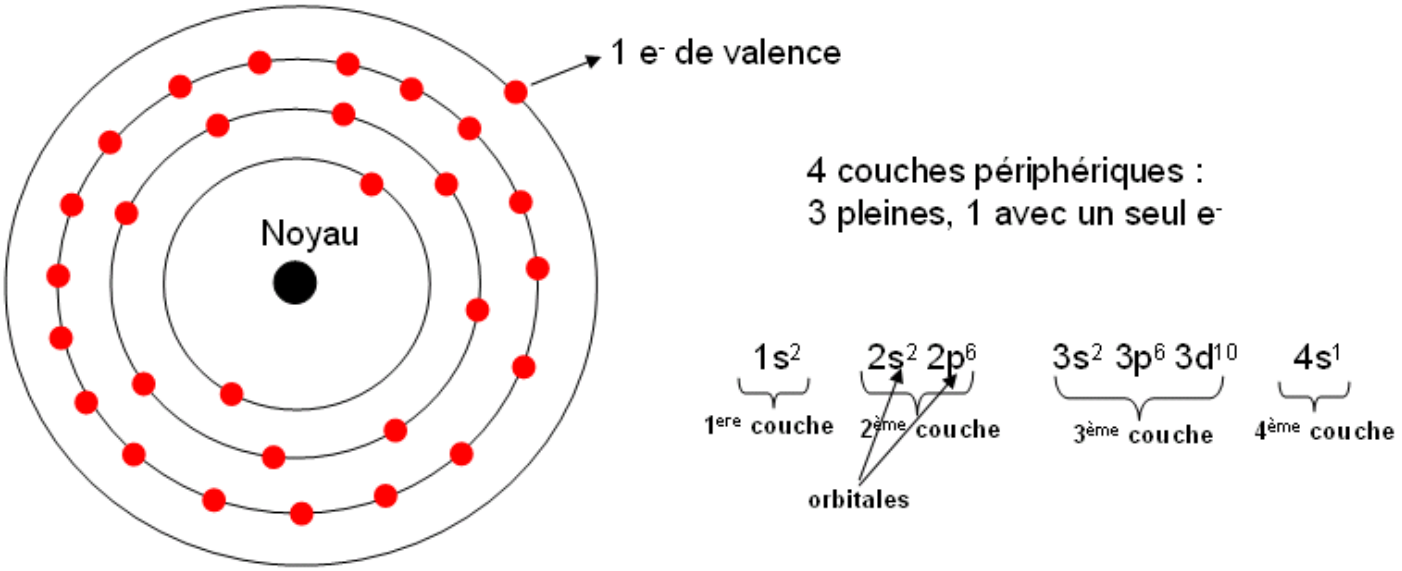
Masse atomique M = 63,5 $g.mol^{-1}$ = $63{,}5\times10^3$ $kg.mol^{-1}$

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6{,}022\times10^{23}$ atomes.

(N exprime pour & élément donné le nombre d'atomes contenus dans sa masse atomique) ;

Degré de valence du cuivre (nombre d'électrons libres pour la conduction) ?

Voir classification périodique des éléments (tableau de Mendeleïev)



⇒ **Le cuivre est monovalent**

♦ A partir de la masse volumique ρ de l'élément, on peut en déduire le nombre d'atomes par unité de volume.

Masse (kg)	Nombre d'atomes
M	**N**
ρ	**n = (ρN)/M**

Le cuivre étant monovalent, il libère 1 e^- par atome pour la conduction électrique. On en déduit que **n** le nombre d'e- libres par unité de volume est égal au nombre d'atomes par unité de volume.

Dans le cas du cuivre, on trouve **$n = 8{,}53\cdot10^{28}$ e^-/m^3**

ϕ On sait que **I = jS** et que **j = nqv**, d'où :

I et S sont donnés, $q = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C.

Dans le cas du cuivre, on trouve **$n = 8{,}53\times10^{28}$ e^-/m^3**

- On sait que **I = jS** et que **j = nqv**, d'où : $\boxed{v = \dfrac{I}{nqS}}$

I et S sont donnés, $q = 1{,}6\times10^{-19}$ C.

On trouve **v = 0,073 mm.s-1**.
On commente alors la **valeur extrêmement faible** (et à priori surprenante) **de la vitesse**.
Question : Comment se fait-il que l'information véhiculée par le courant soit instantanément transmise à l'autre bout d'un circuit ?
Réponse : En fait, c'est l'**aspect collectif du mouvement** qui assure la transmission.

L'ÉLECTRICITÉ STATIQUE

Les Grecs découvrirent l'électricité en 600 avant J.-C. Un mathématicien appelé Thalès s'aperçut qu'un morceau d'ambre frotté sur une étoffe attirait de petits objets. (L'ambre est de la résine fossile.)

En 1570, un Anglais, William Gilbert, se livra à d'autres recherches sur ce phénomène qu'il baptisa **« électricité »** (du mot grec *elektron,* qui signifie ambre). La forme d'énergie découverte par Thalès et Gilbert s'appelle l'**électricité statique,** c'est-à-dire sans mouvement.

Un conseil
Les expériences sur l'électricité statique donnent de meilleurs résultats par temps froid et sec. Le plastique et le nylon sont les matières qui retiennent le mieux l'électricité statique.

COMMENT LA CRÉER

Vous pouvez produire de l'électricité statique par simple frottement.

Matériel : un peigne en plastique, un lainage, du papier toilette. Frottez le peigne sur le lainage à plusieurs reprises. Puis approchez le peigne des morceaux de papier. Le résultat vous surprendra.

Que se passe-t-il ?
Le peigne frotté sur la laine se charge d'électricité statique et attire les bouts de papier.

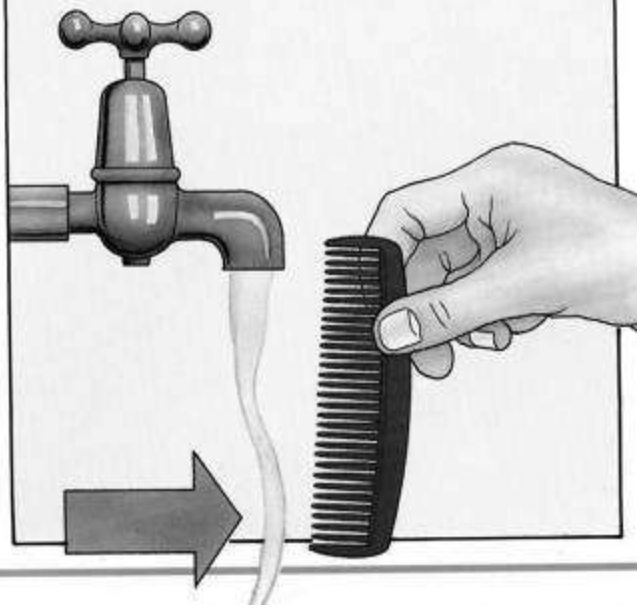
Les charges statiques peuvent être positives ou négatives.

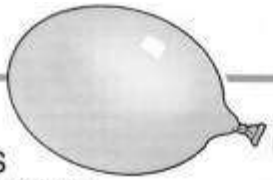
Les charges opposées s'attirent. Ici, le peigne a une charge négative et le papier une charge positive.

L'EAU COURBÉE

Frottez un peigne en plastique pour le charger d'électricité statique, puis ouvrez le robinet de façon à former un petit filet d'eau. Approchez votre peigne de l'eau et observez le résultat.

Que se passe-t-il ?
L'eau se courbe vers le peigne parce qu'elle est attirée par l'électricité statique.

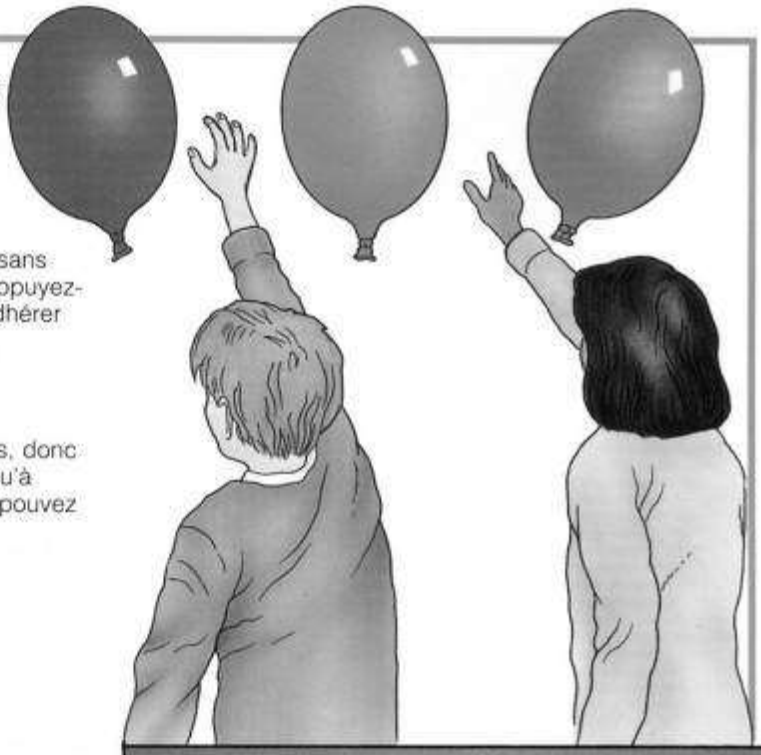




LES BALLONS COLLANTS

Voici un truc pour coller des ballons au mur, sans colle. Frottez un ballon sur un lainage, puis appuyez-le contre le mur. La charge statique le fera adhérer au mur comme si vous l'aviez collé.

Que se passe-t-il ?
Le ballon et le mur ont des charges opposées, donc le ballon est attiré par le mur. Il y restera jusqu'à ce que la charge statique soit épuisée. Vous pouvez chronométrer la durée du phénomène.



LES BALLONS ENNEMIS

Si vous réunissez deux objets ayant le même type de charge, d'étranges phénomènes se produisent. Demandez à un ami de vous aider à réaliser cette expérience.

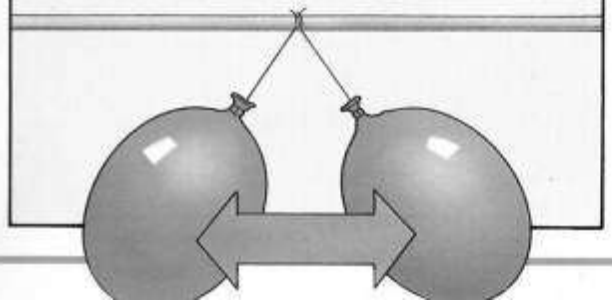
1 Reliez deux ballons par un fil.

2 Demandez à votre ami de tenir un bâton à l'horizontale et attachez le fil autour du bâton. Les deux ballons se touchent.

3 Puis frottez longuement chaque ballon avec un lainage.

4 Vous constaterez que les ballons essaient de se repousser.

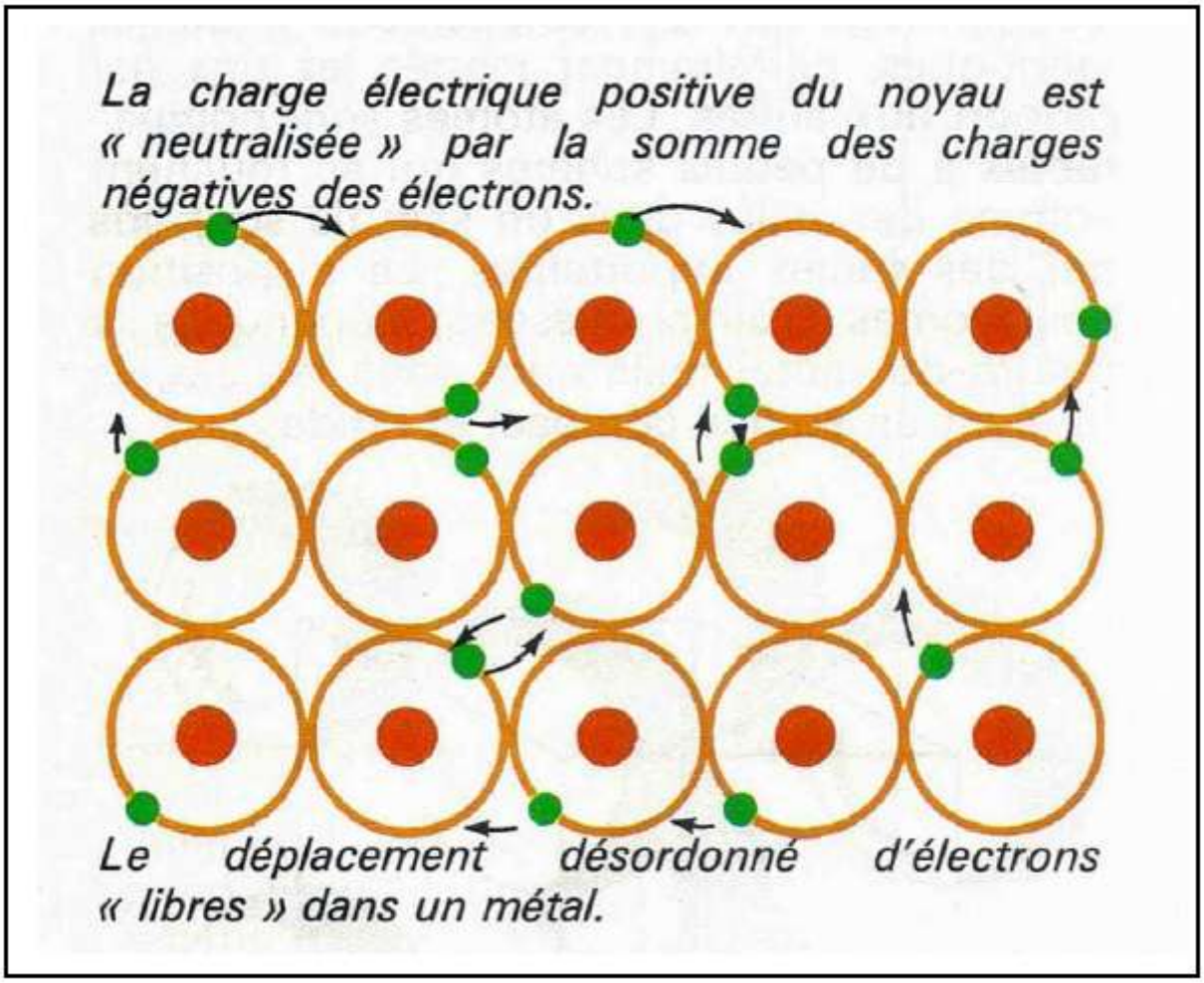
Que se passe-t-il ?
En frottant les ballons, vous apportez à chacun la même charge statique. Les objets ayant la même charge se repoussent mutuellement.



▲ L'électricité statique : de quoi vous faire dresser les cheveux sur la tête ! Cette fillette touche un générateur de Van de Graaf qui produit une charge positive se transmettant à tous ses cheveux. Conséquence : les cheveux se repoussent les uns les autres.

1.2 Un métal possède des électrons "libres"

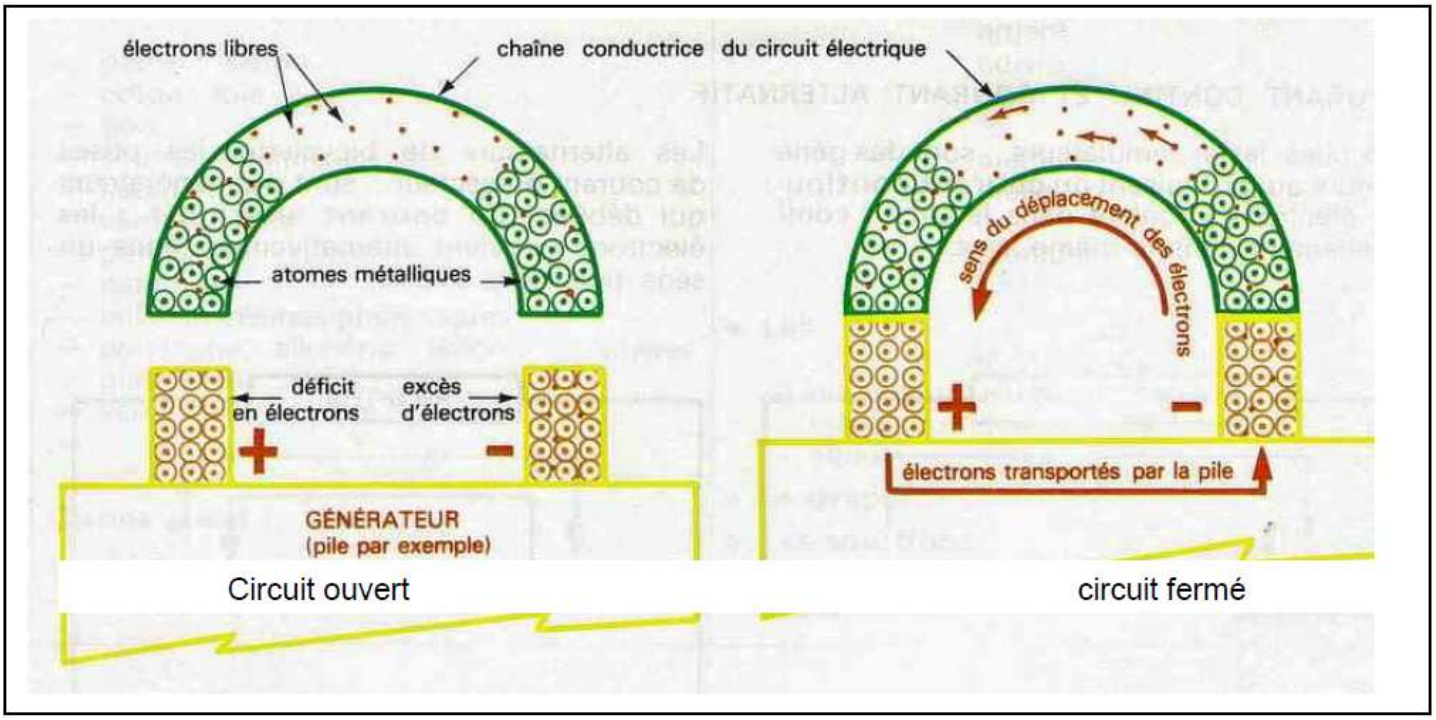
Chaque atome est constitué par un noyau central autour duquel gravitent un certain nombre d'électrons. L'atome est électriquement neutre; les électrons sont chargés négativement et le noyau positivement. Les métaux ont en commun une propriété particulièrement importante : les atomes qui les constituent ont tendance à perdre un ou plusieurs électrons. **Ces électrons, qui sont toujours les plus éloignés du noyau, passent d'un atome à l'autre : on les appelle électrons « libres » ou électrons de conduction.**



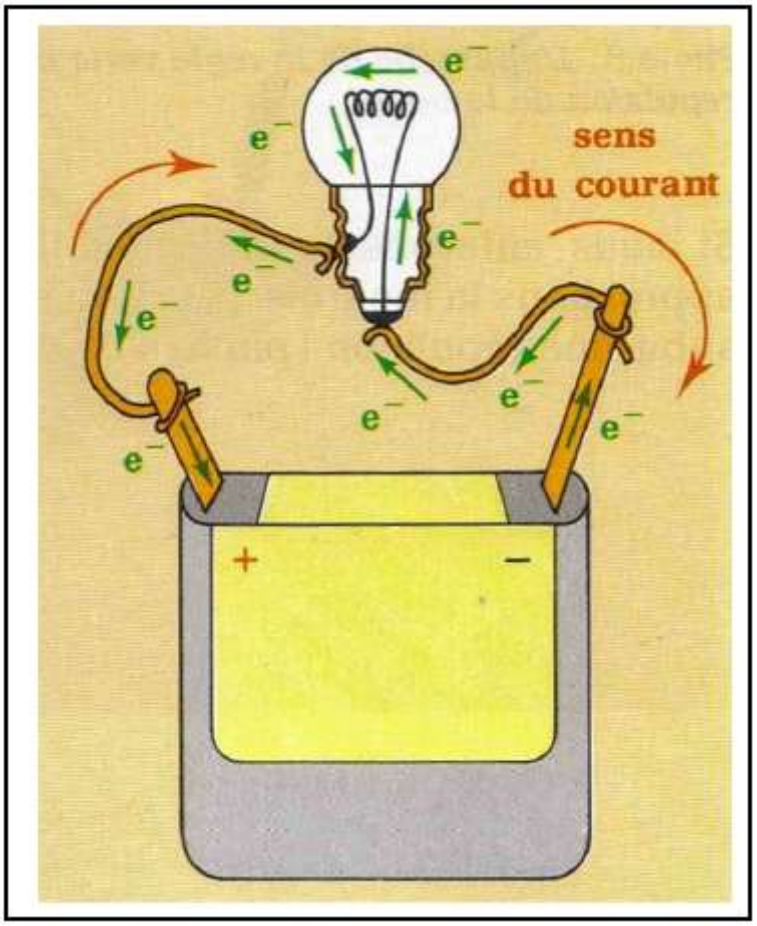
Ce déplacement des électrons « libres » au sein du métal se fait **dans toutes les directions**.
Notons que ces atomes métalliques qui ont perdu des électrons se trouvent chargés d'électricité positive. Ces particules chargées d'électricité sont appelées ions. Le métal reste globalement neutre : l'ensemble des ions porte autant de charges positives qu'il y a d'électrons libres.
Au contraire dans un isolant électrique les électrons restent liés au noyau.

2- Le courant électrique est un mouvement d'ensemble des électrons

Quand on ferme l'interrupteur d'un circuit, les électrons libres présents dans le métal du circuit sont entraînés dans un **mouvement d'ensemble** relativement lent (de l'ordre de 1 mm par minute) qui les fait circuler d'une borne à l'autre de la pile. Le rôle du générateur est comparable à celui d'une pompe qui, aspirant les électrons par sa borne positive, les refoulerait par sa borne négative. Cette circulation d'électrons se frayant un passage, non sans nombreux ***chocs***, entre les atomes du métal, constitue le courant électrique Quand on ouvre l'interrupteur, on interpose sur le circuit un isolant (l'air par exemple). Dans un isolant, où il n'existe pas d'électrons libres, le courant ne peut circuler.



Sens conventionnel du courant. Depuis le XVIIIe siècle, les physiciens ont admis la convention suivante : **Le sens conventionnel du courant électrique à l'extérieur du générateur** va de la borne positive à la borne négative.
Quand, au XXème siècle, fut découvert l'électron, on constata que le sens choisi pour le courant était contraire au **sens du déplacement des électrons**.

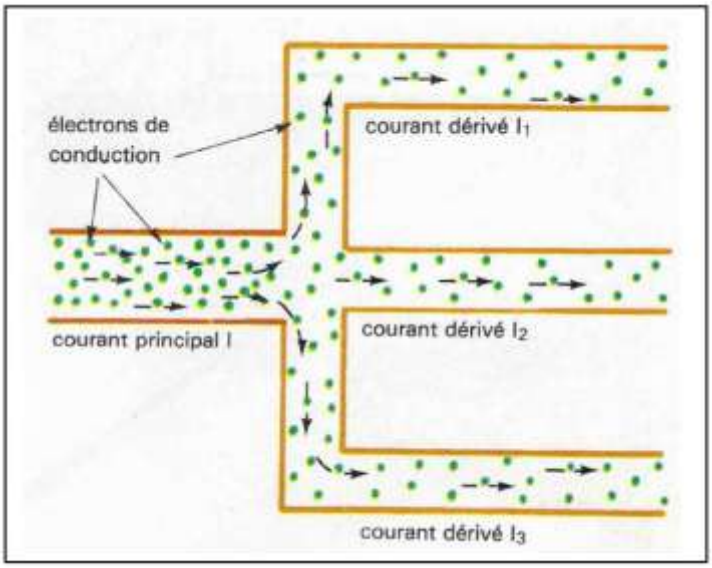


On jugea cependant inutile de changer la convention, et l'on continue de parler du sens conventionnel du courant pour éviter la confusion avec le sens des électrons qui est inverse.

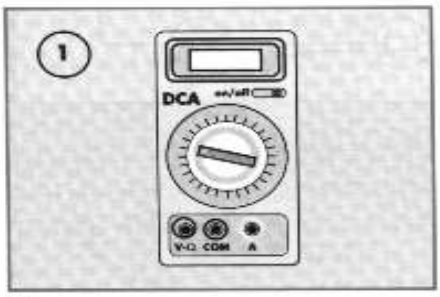
Cas des courants dérivés

Le schéma ci-contre illustre le fait qu'en un nœud les électrons du courant principal se partagent pour former les trois courants dérivés, on a donc bien :

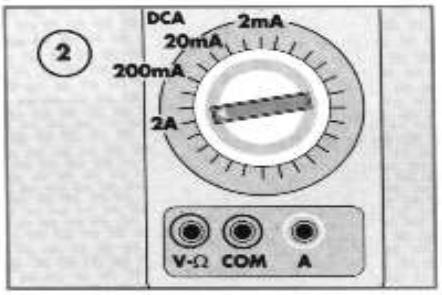
$$I = I_1 + I_2 + I_3$$



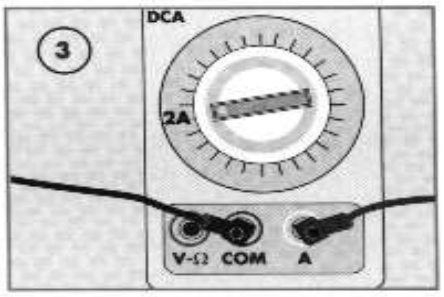
Utilisation d'un ampèremètre



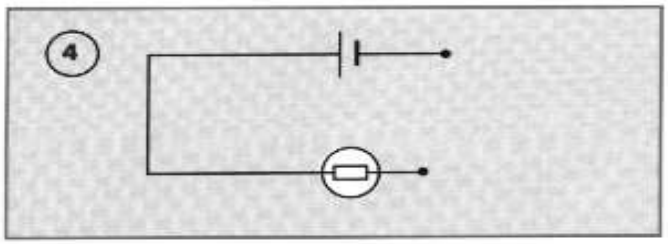
Je place le sélecteur du multimètre sur la position A = ou DCA.



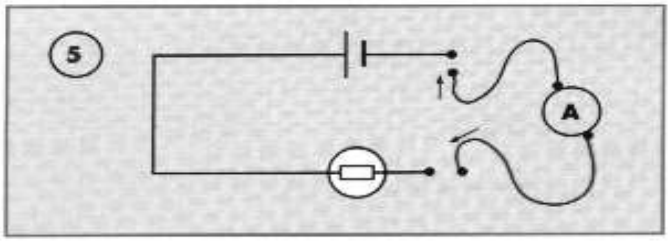
Je choisis le plus grand calibre.



Je branche deux fils aux bornes COM et A (ou mA) ; je mets l'appareil sous tension.



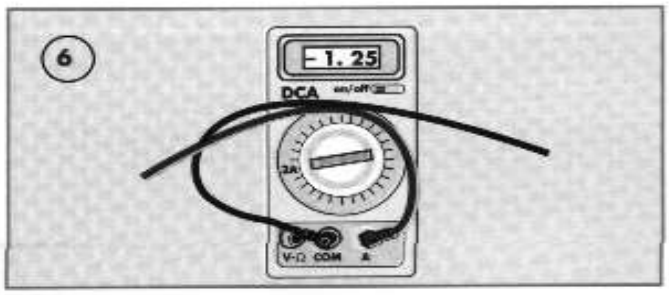
Dans le circuit, je débranche un fil de connexion.



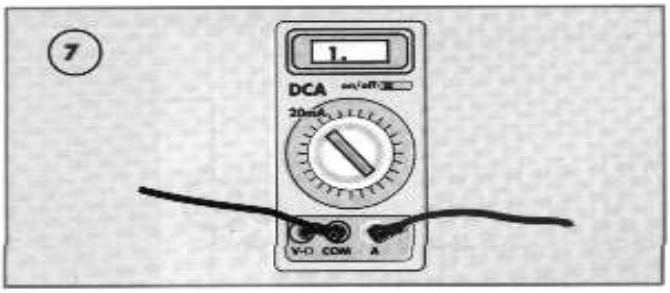
J'intercale l'ampèremètre en série, le fil venant de la borne COM du multimètre est branché à la borne – du générateur, et celui venant de A (ou mA) à la lampe.

Je ferme l'interrupteur et je lis l'intensité affichée. Pour une mesure plus précise, j'agis sur le calibre. Après, j'éteins l'appareil.

Attention !



Le signe – apparaît devant la mesure : les branchements aux bornes COM et A ont été échangés.



Le « 1 » apparaît : le calibre choisi est trop petit. Je peux endommager le multimètre.