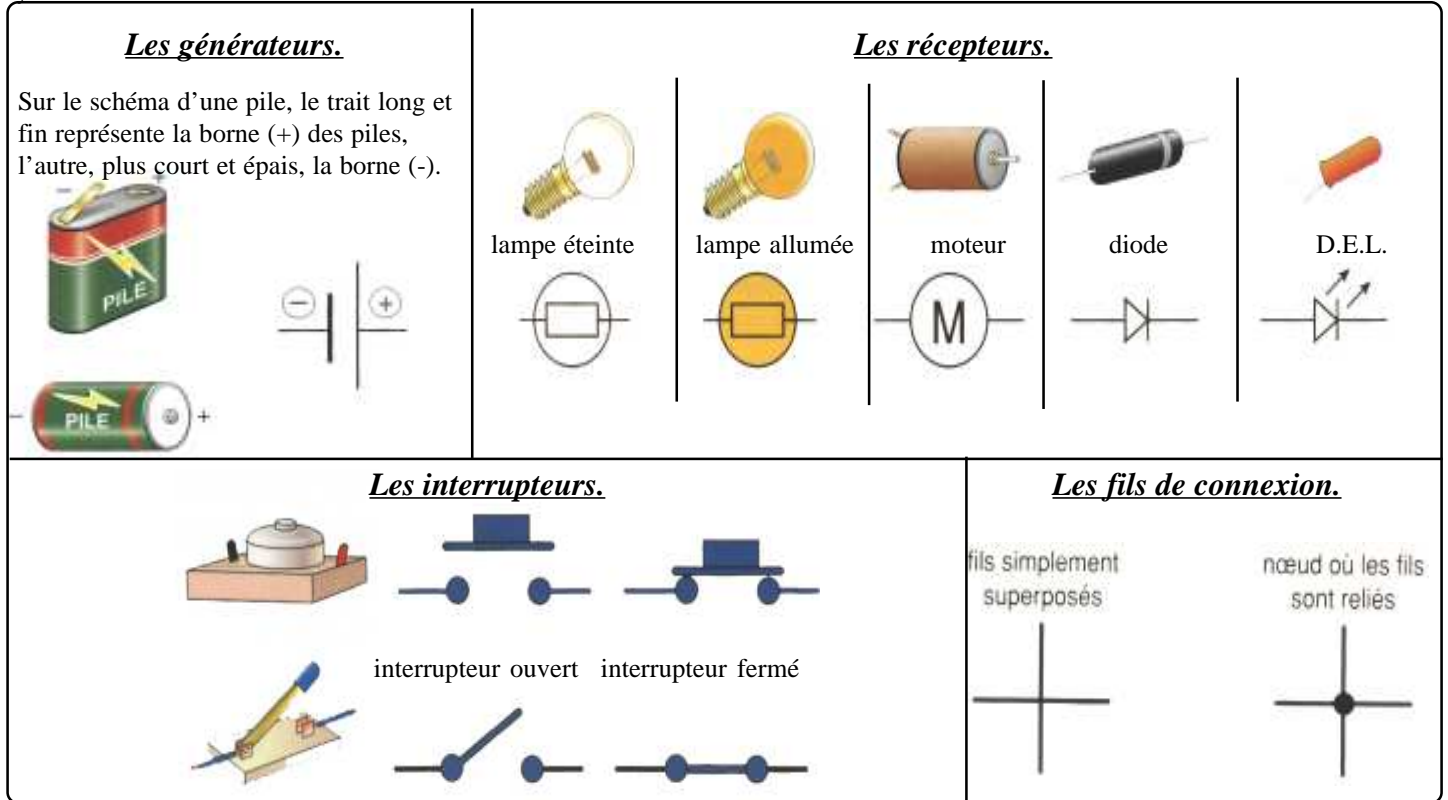


RAPPELS ELECTRICITE

1. SCHEMATISATION D'UN CIRCUIT ELECTRIQUE.

Pour que tout le monde puisse réaliser le même montage quel que soit le matériel utilisé, on schématise ce circuit à l'aide de symboles.

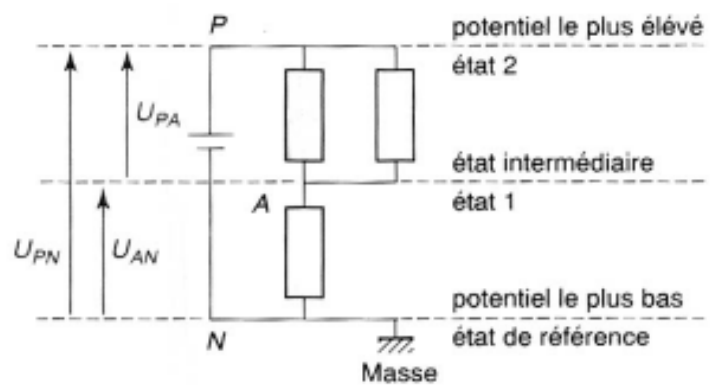
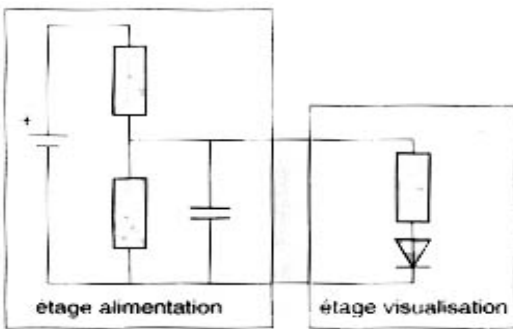


2. LE SCHEMA ELECTRIQUE.

On applique les trois principes suivants afin de clarifier la compréhension et l'examen d'un schéma:

- dans la mesure du possible, tout composant est représenté verticalement dans un schéma;
- les composants assurant ensemble une seule fonction électronique sont regroupés par "étage";
- les états électriques sont disposés par ordre croissant après repérage d'un état de référence.

Un schéma ainsi dessiné est plus facile à réaliser. De plus, il est plus facile de représenter les différentes tensions mesurables du circuit.



3. NOTION DE VOCABULAIRE.

Un **circuit électrique** est constitué d'un ensemble d'éléments connectés entre eux par leurs bornes.

Un **dipôle** est connecté au circuit par deux bornes.

Un **noeud** est un point de connexion d'au moins trois dipôles.

Des dipôles sont placés en **série** quand ils sont connectés bout à bout. Un **circuit série** est constitué uniquement de dipôles associés en série.

Une **branche** est constituée par un ensemble de dipôles montés en série entre deux noeuds.

Deux **branches** sont en **parallèle** si elles sont reliées aux mêmes noeuds.

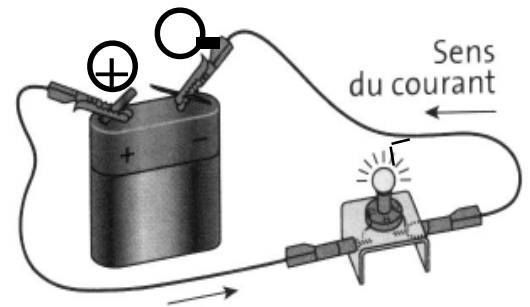
Une **maille** est un ensemble de branches formant un contour fermé que l'on parcourt sans passer deux fois par le même noeud.



4. LA FEE ELECTRICITE.

4.1. QUI EST RESPONSABLE DU COURANT ELECTRIQUE ?

D'ordinaire l'électron tourne avec ses congénères autour du noyau des atomes. La faute, justement, à sa charge négative. Car le noyau, lui, possède une charge positive. Or, deux charges de signes opposés s'attirent. Bilan, une attraction mutuelle liée l'électron au noyau, un peu comme la Terre est liée au Soleil. En général, un grand nombre d'électrons entourent le noyau. Ils forment des couches empilées les unes sur les autres, comme un oignon. La force qui lie au noyau diminue rapidement avec la distance. Aussi, les électrons les plus lointains sont à peine retenus. Ce sont des électrons libres, à l'origine du courant électrique.



4.2. LE COURANT ELECTRIQUE.

Une fois que l'on a fait connaissance avec les électrons, on se dit que le courant électrique n'est pas très sorcier à comprendre. C'est tout simplement le passage des électrons à l'intérieur d'un conducteur. En réalité les électrons, même s'ils se déplacent bien dans le conducteur, ils prennent leur temps: environ une heure pour parcourir un mètre ! Pourtant, lorsqu'on appuie sur l'interrupteur, la lumière apparaît instantanément. En réalité, les électrons ne se déplacent pas la peine de piquer un sprint jusqu'à la lampe. Dans le fil conducteur, ils sont alignés comme les billes d'un boulier. Lorsqu'on presse sur l'interrupteur, la première "bille" de la file tape dans la troisième et ainsi de suite tout au long du fil, jusqu'à la lampe. Et c'est ce choc qui se déplace, à la vitesse de la lumière, soit environ 300 000 km/s. Mais l'ensemble des électrons de la file ne bouge que de quelques millimètres par seconde.

4.3. QUEL EST LE SENS DU COURANT ELECTRIQUE ?

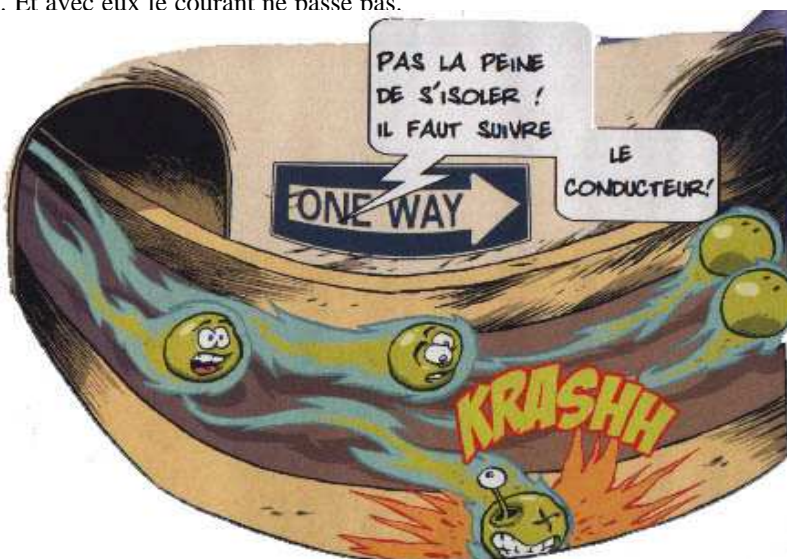
Le générateur utilisé possède deux bornes différenciées: l'une notée + (rouge), l'autre notée - (noire).

Par convention, le courant sort par la borne + du générateur et entre par la borne - .

Le sens du courant est représenté par une flèche sur le conducteur.

4.4. CONDUCTEURS ET ISOLANTS.

Les atomes qui peinent à retenir les électrons forment la famille des métaux conducteurs d'électricité. Ce sont eux, en particulier le cuivre, que l'on utilise pour fabriquer les fils électriques. Mais tous les noyaux ne lâchent pas facilement la bride aux électrons. Certains atomes composant le verre, le caoutchouc ou la porcelaine, par exemple, possèdent des couches d'électrons plus compactes autour du noyau. Aucun électron ne peut s'en extraire. Ces atomes sans électrons baladeurs, ce sont des isolants. Et avec eux le courant ne passe pas.



Hans-Christian Oersted (1777 - 1851).

En 1819, le physicien danois constate avec stupeur que l'aiguille d'une boussole dévie dans un certain sens lorsqu'on



l'approche d'un fil électrique parcouru par un courant. En permutant les connexions de la pile, Oersted constate que l'aiguille dévie dans l'autre sens.

5. L'INTENSITE DU COURANT.

5.1. C'EST QUOI ?

L'intensité du courant électrique, c'est le nombre d'électrons qui passent en un endroit donné pendant une seconde. Elle se mesure en ampère. Et un ampère correspond au passage de 6,25 milliards de milliards d'électrons en une seconde !



5.2. SA MESURE.

L'intensité du courant électrique s'exprime en ampère (symbole A).

On utilise souvent le milliampère (mA): 1 A = 1 000 mA.

L'intensité se mesure à l'aide d'un ampèremètre.

Pour mesurer l'intensité du courant traversant un dipôle, on branche l'ampèremètre en série avec ce dipôle (voir fiche).

Son symbole est:



Son sens de branchement doit être respecté: le sens positif du courant impose l'entrée de ce courant par la borne A de l'ampèremètre.

Pour choisir le calibre, on commence par sélectionner le calibre de plus grande valeur.



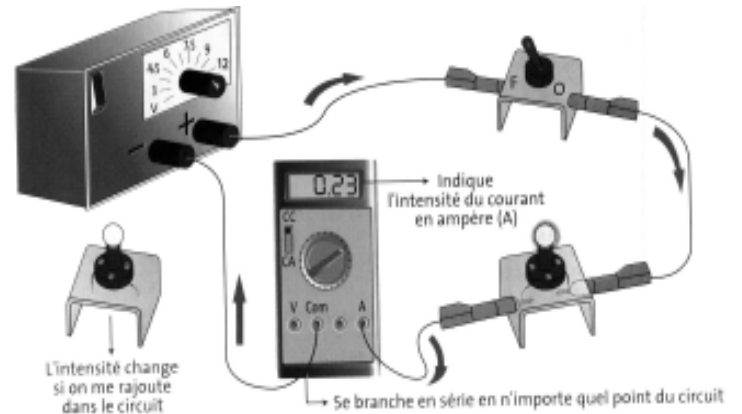
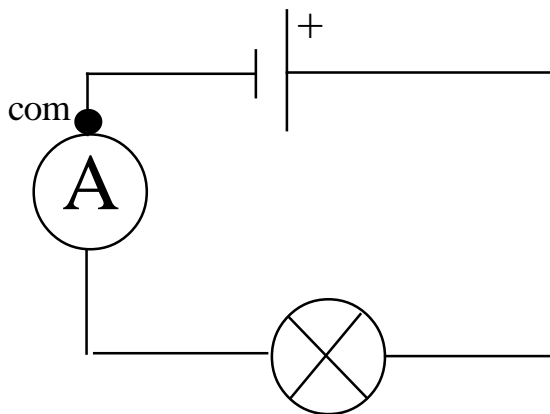
André Marie Ampère

(Polémieux au Mont-d'Or près de Lyon 1775 - Marseille 1836).

Prix Nobel en 1906

Mathématicien, Physicien et chimiste français

Grâce à l'invention de la pile par Volta en 1800, les physiciens du XIX^e siècle vont disposer d'un générateur de courant continu. L'électricité, jusque-là statique va devenir dynamique. L'électricité circule. En 1820, Ampère assiste à une reconstitution de la célèbre expérience d'Oersted en 1819, où une aiguille aimantée se trouve déviée au voisinage d'un courant électrique. Observant que le courant électrique crée des effets similaires à ceux d'un aimant, celui que Maxwell appelait le "Newton de l'électricité" jette alors les bases



5.3. QUALITE D'UNE MESURE.

Aucun appareil de mesures n'est parfait. Il donne un résultat entaché d'une incertitude.

Dans la notice de l'appareil, le fabricant donne l'incertitude sur la mesure.

Par exemple, pour un multimètre réglé sur la fonction "ampèremètre" avec un calibre de 20 mA, l'incertitude est ΔI , telle que:

$$\Delta I = 0,5 \% \text{ de la valeur lue} + 5 \text{ unité de résolution sur le calibre } 20 \text{ mA.}$$

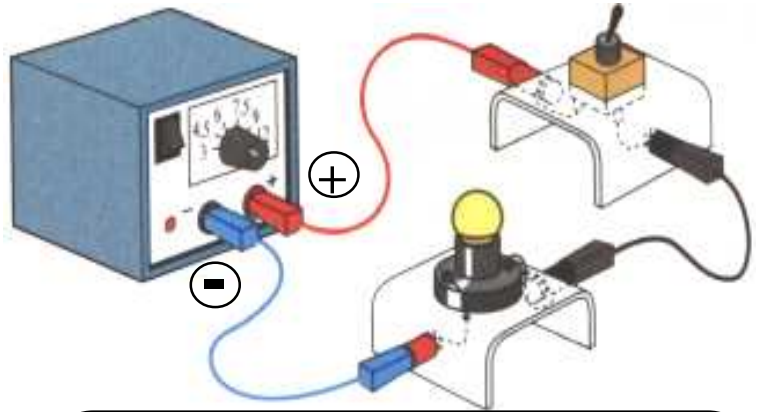
L'unité de résolution est la plus petite valeur pouvant être lue sur le calibre choisi, c'est-à-dire 0,001 mA pour un calibre de 20 mA et avec un ampèremètre de 4 digits.

Il est donc possible d'écrire le résultat d'une mesure sous la forme:

$$I = I_{\text{mesurée}} \pm \Delta I \quad \text{ou} \quad I_{\text{mesurée}} - \Delta I < I < I_{\text{mesurée}} + \Delta I$$

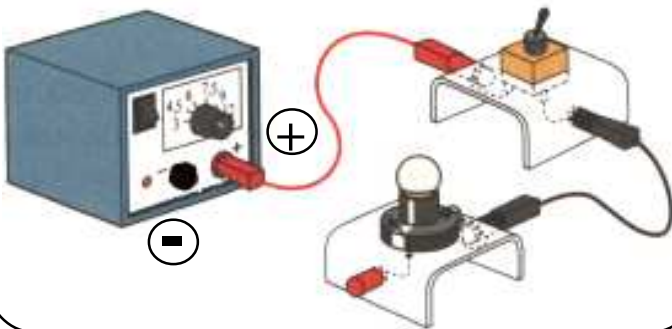
COMMENT MESURER UNE INTENSITE DANS UN CIRCUIT ELECTRIQUE ?

Nous désirons mesurer l'intensité du courant qui circule dans le circuit ci-contre.



ETAPE 1.

Repère le sens du courant.
Ouvre le circuit en déconnectant une borne de l'un des dipôles et une borne de l'autre dipôle.

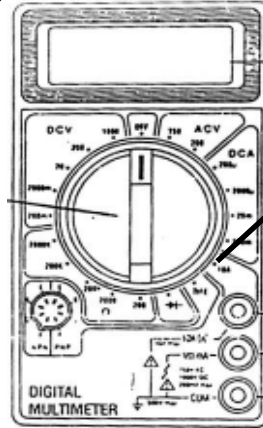


ETAPE 4.

Placer le sélecteur.

Je place le sélecteur de multimètre sur le plus grand calibre **10A**.

Je lis l'intensité du courant affichée en Ampère..

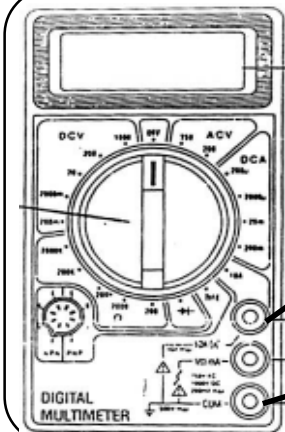


ETAPE 2.

Connecter:

le cordon rouge à la douille **10 A**.

le cordon noir à la douille **COM**

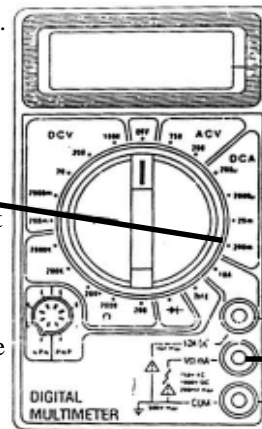


ETAPE 6.

Si la valeur affichée est inférieure à 200 mA, alors il nous faut changer de calibre.

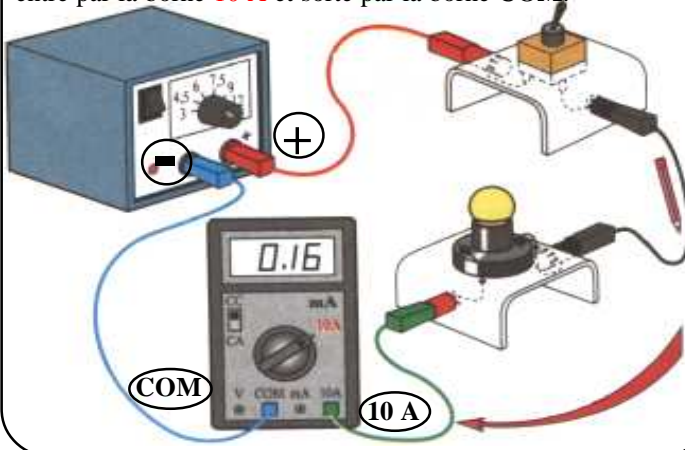
On place le sélecteur dans le domaine DCA continu sur le calibre le plus haut (200m).
Revenir en arrière avec le sélecteur jusqu'à obtenir une lecture satisfaisante.

On relie alors le cordon rouge à la douille **mA** et non plus 10 A.



ETAPE 3.

Intercaler le multimètre en série de telle sorte que le courant entre par la borne **10 A** et sorte par la borne **COM**.



ATTENTION !

Le signe - apparaît devant la mesure lorsque les connexions aux bornes de l'appareil sont inversées. Il faut inverser les branchements.

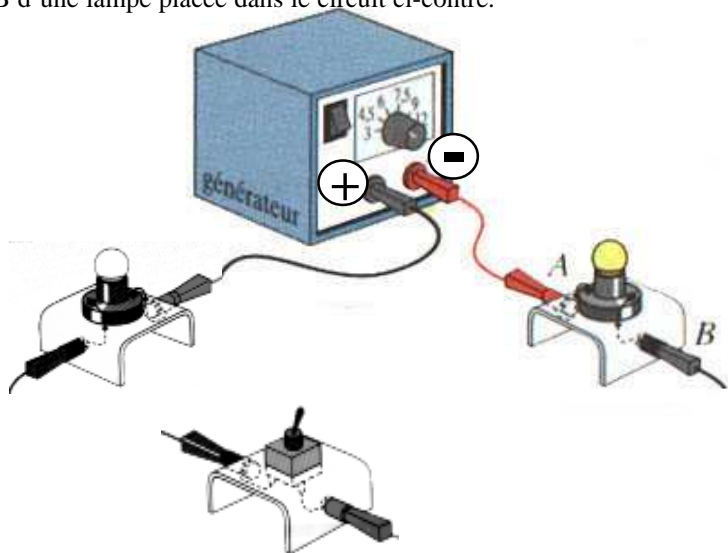
- 3.17

Le "1" apparaît lorsque le calibre choisi est trop petit. Il faut immédiatement passer au calibre supérieur !

1.

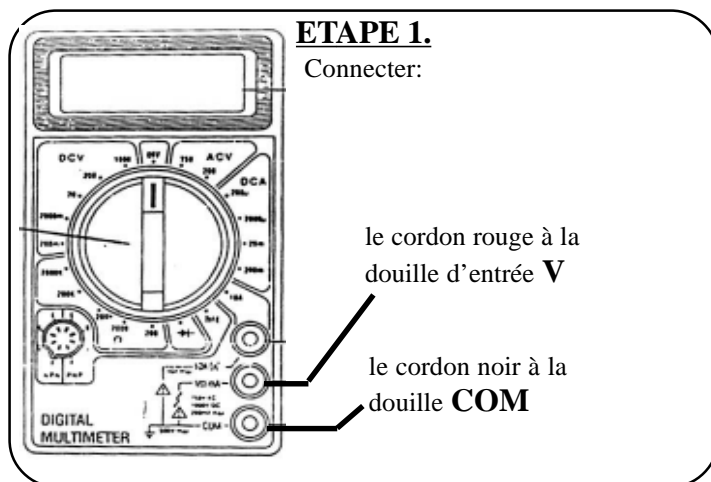
COMMENT MESURER LA TENSION AUX BORNES D'UN DIPOLE ?

Nous désirons mesurer la tension aux bornes A et B d'une lampe placée dans le circuit ci-contre.



ETAPE 1.

Connecter:

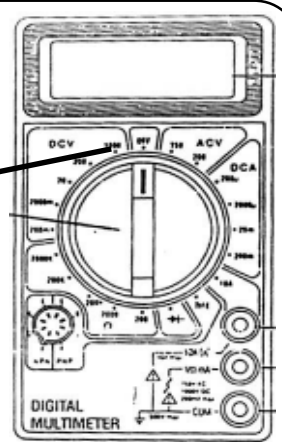


ETAPE 3.

Placer le sélecteur.

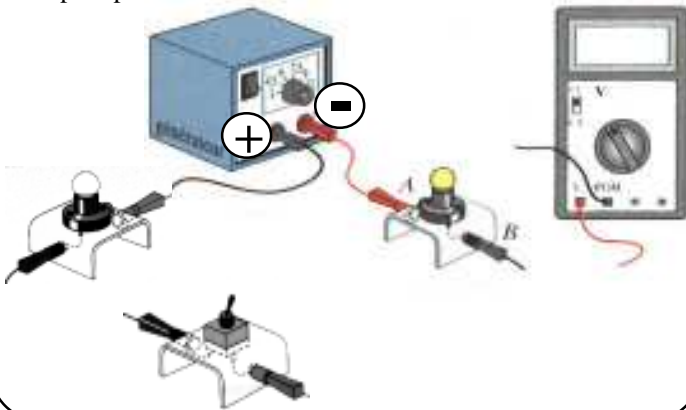
Je place le sélecteur de multimètre dans la zone DCV en choisissant le plus grand calibre **1000**.

Je lis la valeur de la tension affichée en Volts.



ETAPE 2.

Le voltmètre est branché entre les bornes du dipôle, en dérivation, de telle sorte que la borne V soit reliée à la borne du dipôle par où arrive le courant.

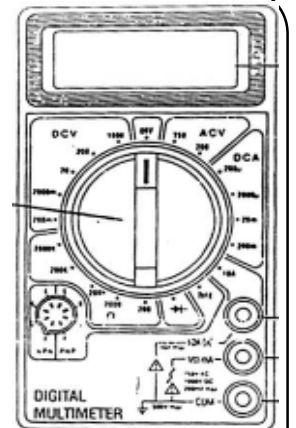


ETAPE 4.

Si la valeur affichée est inférieure à 1000 V, alors il nous faut changer de calibre.

Faire revenir en arrière le sélectionneur de gamme, jusqu'à obtenir une valeur satisfaisante. Le bon calibre est celui qui est immédiatement supérieur à la valeur mesurée.

Penser à remettre le sélectionneur de gamme sur la position 0 entre chaque mesure.



ATTENTION !

Le signe - apparaît devant la mesure lorsque les connexions aux bornes de l'appareil sont inversées. Il faut inverser les branchements.

- 3.17

Le "1" apparaît lorsque le calibre choisi est trop petit. Il faut immédiatement passer au calibre supérieur !

1.

Exemple.

On a mesuré l'intensité d'un courant sur le calibre 20 mA: $I = 19,5 \text{ mA}$.

L'incertitude est $\Delta I = 0,5\% \times 19,5 + 5 \times 0,001 = 0,98 \text{ mA}$.

D'où $I = (19,5 \pm 1,0) \text{ mA}$ ou $18,5 \text{ mA} < I < 20,5 \text{ mA}$.

On définit la précision d'une mesure ou **incertitude relative** par le quotient $\frac{\Delta I}{I_{\text{mesurée}}}$ et on l'exprime en pourcentage.

La mesure est d'autant plus précise que l'incertitude relative est petite.

Exemple.

La précision de l'amesure dans l'exemple précédent est $\frac{1,0}{19,5} \times 100 = 5,1 \%$

Plage	Résolution	Précision	Tension de charge
2mA	0,1µA	±0,5% de la lecture + 5 chiffres	110mV / mA
20mA	1µA	±0,5% de la lecture + 5 chiffres	15mV / mA
200mA	10µA	±0,8% de la lecture + 5 chiffres	5,0mV / mA
10A	1mA	±2,0% de la lecture + 10 chiffres	0,03V / A

5.4. INTENSITE DANS UN CIRCUIT SERIE: LOI D'UNICITE.

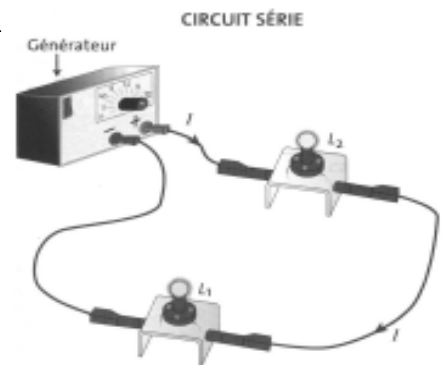
DANS UN CIRCUIT SERIE.

LOI D'UNICITE.

$$I_1 = I_2 = I_3$$

Dans un circuit série, l'intensité du courant est la même dans tous les dipôles et en tous points du circuit.

En particulier, l'intensité du courant qui entre dans le générateur est égale à l'intensité du courant qui en sort.



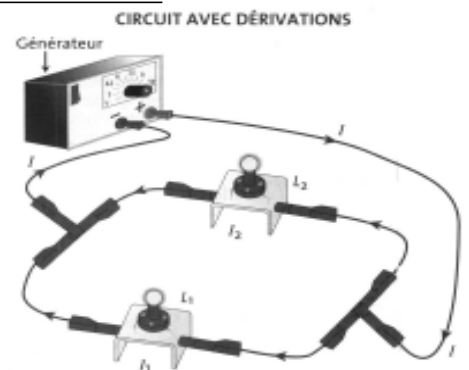
5.4. INTENSITE DANS UN CIRCUIT DERIVATION: LOI D'ADDITIVITE.

DANS UN CIRCUIT DERIVATION.

LOI DES NOEUDS.

$$I = I_1 + I_2$$

Dans un circuit avec dérivation, l'intensité du courant dans la branche principale est égale à la somme des intensités dans chaque branche dérivée.



6. LA TENSION ELECTRIQUE.

6.1. QU'EST-CE-QU'UNE TENSION ?

Sur les piles et sur le générateur du laboratoire, la tension est l'indication exprimée en volt.

La tension qui existe entre les bornes + et les bornes - d'un générateur est une caractéristique essentielle de ce générateur.

Le rôle du générateur est d'appliquer une tension aux bornes d'un dipôle.

Ce qu'il faut retenir.

Pour que le courant électrique passe dans un dipôle, il doit exister une tension électrique entre ses bornes.

Pour comprendre comment la tension met en mouvement des électrons, il faut imaginer un instant qu'ils sont comme des balles placées dans un tuyau. Si ce dernier est parfaitement horizontal, les balles restent immobiles. MAintenant, si on abaisse l'une des extrémités, tandis que l'autre reste à la même hauteur. Cette fois, les balles vont se mettre en mouvement. Car la différence de hauteur dans le tuyau a fourni de l'énergie aux balles pour qu'elles se déplacent. De même, dans un conducteur, la différence de potentiel électrique qui règne entre ces deux extrémités met en mouvement les électrons libres. Plus la différence du potentiel entre deux points d'un circuit électrique est importante, et plus les électrons auront de l'énergie pour se déplacer entre ces deux points. Mais attention de ne pas pousser trop loin dans l'analogie !! LA différence de potentiel dans un conducteur n'a rien à voir avec la différence d'altitude entre ces deux extrémités !!! En électricité, la différence de potentiel correspond à une différence de charges électriques, c'est-à-dire un excès d'électrons d'un côté et d'un déficit de l'autre.



6.2. LA TENSION. SA MESURE.

Une tension électrique s'exprime en volt (symbole V). On utilise aussi le millivolt (mV) et le kilovolt (kV).

Pour mesurer la tension électrique entre les bornes d'un dipôle isolé, on branche un voltmètre entre ses bornes.

6.3. QUALITE D'UNE MESURE.

Plage	Résolution	Précision
200mV	0,1mV	±0,5% de la lecture + 1 chiffre
2V	1mV	±0,5% de la lecture + 1 chiffre
20V	10mV	±0,5% de la lecture + 1 chiffre
200V	0,1V	±0,5% de la lecture + 1 chiffre
1000V	1V	±0,8% de la lecture + 2 chiffres

Impédance d'entrée 100MΩ

6.4. ECRIRE, REPRESENTER ET MESURER UNE TENSION.

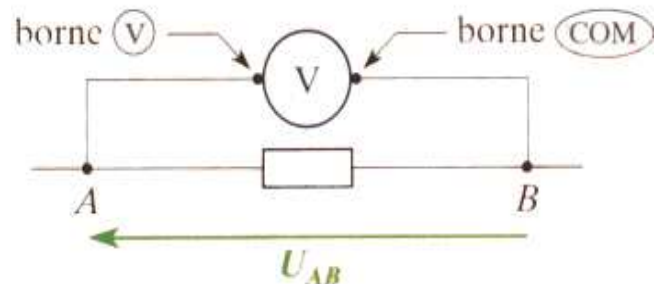
La mesure de la tension entre les points A et B aux bornes de la lampe montre que son signe dépend de la façon dont on relie les bornes du voltmètre. Il faut donc établir une convention pour écrire, représenter et mesurer une tension.

La tension entre deux points A et B d'un circuit est notée U_{AB} . Elle est représentée par un *segment fléché orienté de B vers A*.

Pour mesurer la tension U_{AB} entre deux points A et B d'un circuit, on branche le voltmètre en dérivation, entre ces deux points (voir fiche):

- la borne COM du voltmètre est reliée au point B;
- l'autre borne reliée au point A.

On aura la relation: $U_{BA} = - U_{AB}$.



6.5. DIFFERENCE DE POTENTIEL.

La tension U_{AB} entre les bornes A et B d'un dipôle est égale à la différence de potentiel entre ces bornes: $U_{AB} = V_A - V_B$.

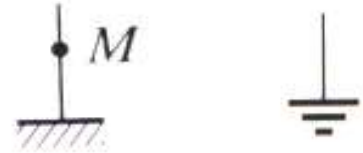
Les potentiels V_A de la borne A et V_B de la borne B s'expriment en volt.

6.6. NOTION DE MASSE.

Un voltmètre mesure une tension électrique, c'est à dire une différence de potentiel. Si nous voulons connaître le potentiel électrique V_A d'un point d'un circuit, il faut connaître à la fois le potentiel V_M d'un autre point M du circuit, et la tension U_{AM} entre les points A et M.

Nous avons: $U_{AM} = V_A - V_M$ d'où $V_A = U_{AM} + V_M$.

Si l'on attribue à V_M la valeur zéro, alors le potentiel du point A vaut $V_A = U_{AM}$.



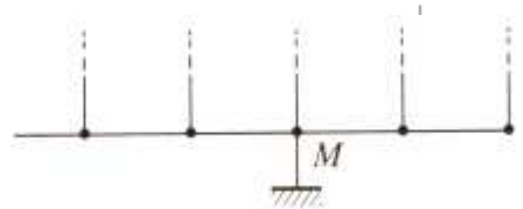
Symbole de la masse d'un circuit. Terre, symbole général.

Ce qu'il faut retenir.

La masse est un point M du circuit électrique auquel on attribue, par convention, le potentiel électrique 0 V.

Remarque.

Si le point M, est relié par des fils de connexion à plusieurs autres points du circuit, tous ces points sont au même potentiel que M, donc à la masse (potentiel zéro). Ces points forment une ligne conductrice au potentiel 0 V, que l'on appelle ligne de masse.



Etre à la masse en électricité.

Cela signifie donc que le potentiel électrique est celui de la terre, autrement dit 0 V. Pour éviter l'électrocution, la plupart des appareils électriques sont reliés à la terre via un fil. De sorte que si un fil à 230 V est dénudé, entre en contact avec la carcasse métallique et si on pose notre main sur la poignée, il y a alors deux possibilités pour le courant:

- passer par la corps humain;
- ou par le fil de terre.

Comme ce dernier est un meilleur conducteur que le corps humain, le courant passera par la terre, et on évite le pire.



Exemple.

La lampe du phare d'une bicyclette est reliée à l'alternateur par un seul fil électrique. En fait l'autre borne de la lampe est reliée électriquement à l'autre borne de l'alternateur par l'intermédiaire du cadre métallique de la bicyclette, dont on dit qu'il joue le rôle de masse.

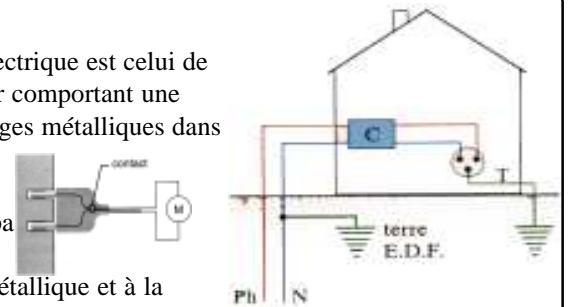


MASSE ET TERRE.

Tout point relié par un fil de connexion au sol est dit à la terre: son potentiel électrique est celui de la terre. Cette liaison à la terre s'effectue par l'intermédiaire d'une prise secteur comportant une broche appelée "terre". Celle-ci est reliée électriquement à des piquets ou grillages métalliques dans le sol par un fil conducteur appelé "fil de terre".

Il ne faut pas confondre masse d'un circuit et terre. Si ces deux points ne sont pas reliés électriquement, ils ne sont pas nécessairement au même potentiel.

Ainsi, la masse du circuit électrique d'une automobile, reliée à la carrosserie métallique et à la borne - de la batterie, n'est généralement pas reliée à la terre puisque le véhicule est isolé du sol par le caoutchouc des pneus.



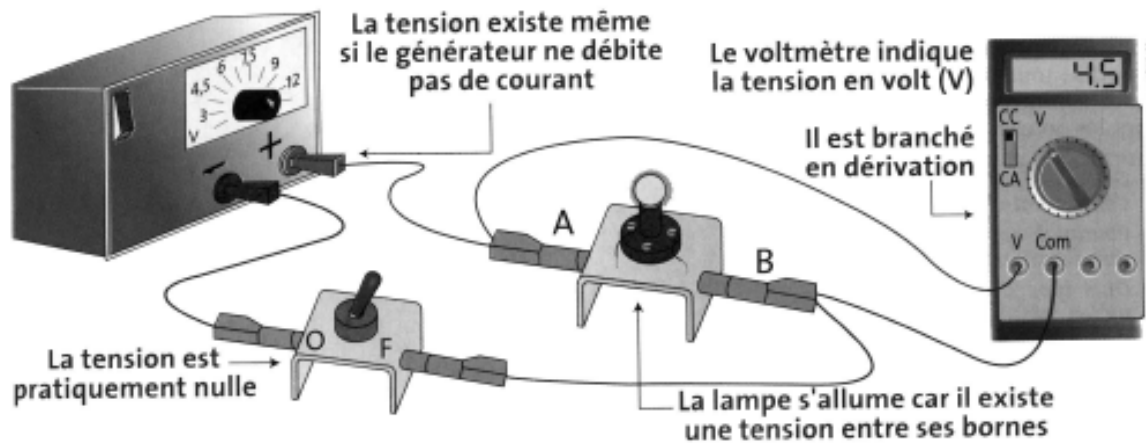
6.7. TENSION AUX BORNES D'UN DIPOLE BRANCHE DANS UN CIRCUIT.

Dispositif.

Aux bornes de divers dipôles (générateur, lampe, fil, interrupteur...), on branche un multimètre utilisé en voltmètre. On effectue des relevés de mesure dans les cas où le circuit est ouvert ou fermé.

Relevés.

	INTERRUPTEUR	FIL	GENERATEUR	LAMPE
CIRCUIT OUVERT	TOUJOURS ≠ 0	NEGLIGEABLE	TOUJOURS ≠ 0	TOUJOURS NULLE
CIRCUIT FERME	NEGLIGEABLE	NEGLIGEABLE	TOUJOURS ≠ 0	TOUJOURS ≠ 0



6.8. DIPOLES EN SERIE: ADDITIVITE DES TENSION.

Dispositif. Cf fiche Tp.

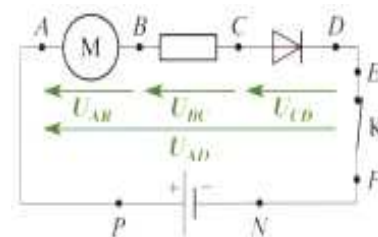
Conclusion.

Les mesures des tensions permettent de vérifier que pour des dipôles associés en série, il y a additivité des tensions:

Exemple

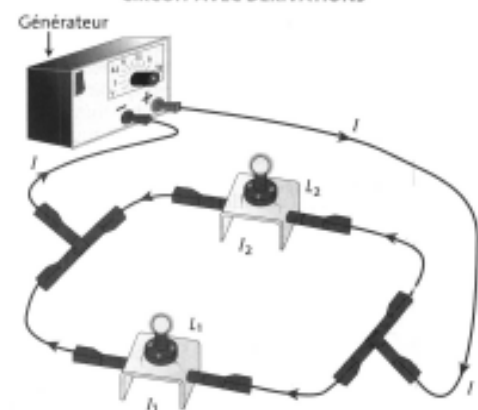
$$U_G = U_{L1} + U_{L2}$$

$$U_{AD} = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD}$$



6.9. DIPOLES EN DERIVATION: UNICITE DE LA TENSION.

CIRCUIT AVEC DÉRIVATIONS



Dispositif. Cf fiche Tp.

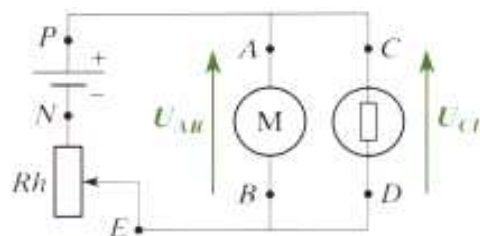
Conclusion.

Les mesures des tensions permettent de vérifier que pour des dipôles associés en dérivation, ou en parallèle, il y a unicité des tensions.

Exemple

$$U_{AB} = U_{CD} = -U_{DC}$$

$$U_G = U_{L1} = U_{L2}$$



6.10. SIGNE DE LA TENSION ET SENS DU COURANT DANS LE DIPOLE.

On représente:

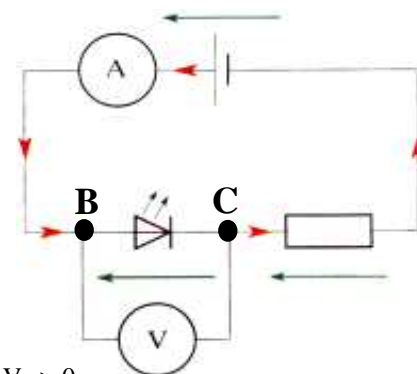
- par des segments fléchés les tensions positives aux bornes des différents dipôles du circuit.
- par une flèche rouge le sens du courant électrique.

Dans le cas d'une pile, d'un générateur de tension, la flèche du courant et la flèche de tension sont de même sens.

Dans le cas d'une diode, d'une ampoule, d'une résistance, d'un moteur, les flèches sont de sens contraire.

On retiendra:

$$i_{BC} > 0, \text{ alors le courant va de B vers C donc } V_B > V_C, \text{ donc } U_{BC} = V_B - V_C > 0$$



7. UN CIRCUIT ELECTRIQUE ET UNE RIVIERE: UNE ANALOGIE.

Au travers des différentes lois que le cours nous a permis de découvrir, nous avons fait connaissance avec deux grandeurs électriques nouvelles: l'intensité et la tension. Il nous est maintenant possible d'illustrer par une analogie la comparaison entre ces deux grandeurs.

L'intensité.

Le débit de la rivière se mesure en m³/s. | Le "débit" en courant électrique est son intensité.

La tension.

L'eau coule dans la rivière parce qu'il existe une différence de niveau H entre deux points de la rivière. | C'est parce qu'il existe une différence de "niveau électrique": U, appelée tension, entre l'entrée et la sortie d'un dipôle, que le courant y circule.

Intensité dans un circuit série.

Le débit de la rivière sous les ponts a et b sont identiques $D_a = D_b$ | Les intensités dans les dipôles en série sont égales: $I_1 = I_2$.

Additivité des tensions pour des dipôles en série.

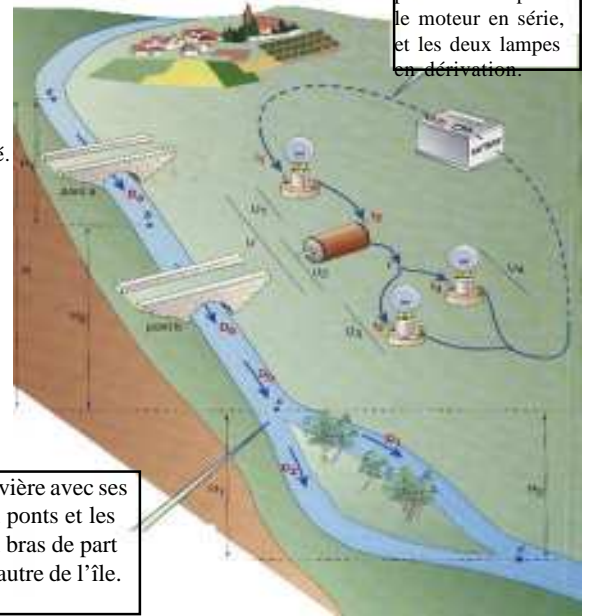
Les différences d'altitude entre a, b et c sont telles que $H = H_1 + H_2$. | Pour les dipôles 1 et 2: $U = U_1 + U_2$.

Additivité des intensités pour les dérivation.

D est le débit du courant principal de la rivière, D₁ et D₂ les débits de part et d'autre de l'île: $D = D_1 + D_2$. | Pour les dipôles montés en parallèle, I est l'intensité du courant principal: $I = I_1 + I_2$.

Egalité des tensions.

La différence d'altitude est la même que l'on passe à gauche ou à droite de l'île: $H_1 = H_2$. | Pour les dipôles montés en parallèle: $U_1 = U_2$.



Le circuit électrique, avec la première lampe et le moteur en série, et les deux lampes en dérivation.

La rivière avec ses deux ponts et les deux bras de part et d'autre de l'île.