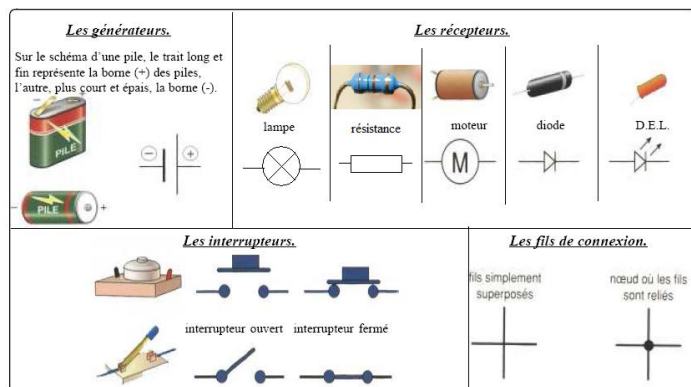


# Rappel d'électricité

## 1) Schématisation d'un circuit électrique

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.

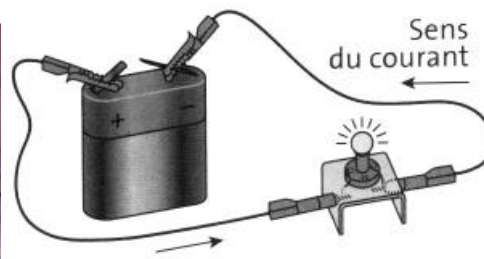


<b>CIRCUIT</b>	Montage électrique autonome, dans lequel s'effectuent des échanges énergétiques entre éléments. Un circuit est fermé quand il n'y a aucune ouverture.	
<b>DIPÔLE</b>	Appareil électrique à deux bornes, pouvant être permutable (dipôle symétrique) ou non	(PN), (PA), (AB), (BC), (AD), (DC).
<b>MAILLE</b>	Boucle fermée, à l'intérieur d'un circuit, partant d'un point quelconque pour y revenir. Un circuit de type SERIE n'a qu'une seule maille.	(PABCNP), (ABCD), (PADCNP)
<b>BRANCHE</b>	Partie d'un circuit, entre deux points (non nécessairement reliés directement entre eux).	(ABC), (ADC), (AN), (PC)
<b>NŒUD</b>	Point de bifurcation (ou dérivation) dans un circuit : point de connexion d'au moins trois dipôles. Un circuit possédant des nœuds possède plusieurs mailles.	A, C

## 2) Qu'est-ce que l'électricité ?

### A) Qui est responsable du courant électrique ?

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 lie 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 donc des électrons libres en mouvement, qui sont à l'origine du courant électrique.



### B) Le courant électrique

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 fait, les électrons, même s'ils se déplacent aisément dans le conducteur, 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 n'établissent pas 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.

### C) 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 », sont des isolants. Avec eux le courant ne passe pas.

## 3) L'intensité du courant électrique

### a) Définition

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

• L'intensité du courant mesure donc le **débit de charges** électriques dans un circuit fermé.

Pendant une durée  $\Delta t$ , une charge  $\Delta Q$  est transférée d'une borne d'un dipôle à l'autre. L'intensité,  $I$ , est définie par :

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

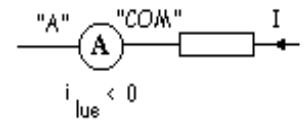
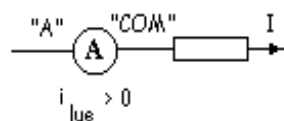
## b) Sens conventionnel du courant :

Dans un circuit simple à une seule maille (circuit de type SERIE), LE **courant conventionnel** sort de la borne + du générateur.

## c) Mesure de l'intensité :



A l'aide d'un ampèremètre, monté **en série** avec le dipôle étudié (i.e.: placé dans la même branche). L'intensité lue est **POSITIVE** si le **courant conventionnel** entre par la borne A et sort par la borne COM.



- L'intensité du courant dans un dipôle est la **conséquence de la tension électrique** aux bornes du dipôle : il ne peut y avoir courant sans tension.

## Précision des mesures avec l'ampèremètre

Aucun appareil de mesures n'est parfait. L'ampèremètre donne donc 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 I, telle que:

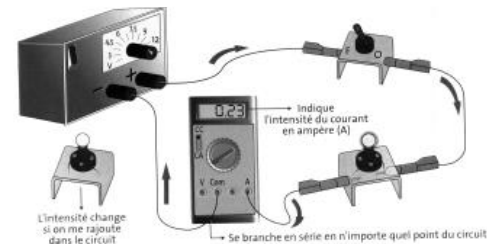
$$I = 0,5 \% \text{ de la valeur lue} + 5 \text{ unité de résolution sur le calibre } 20 \text{ mA.}$$

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:

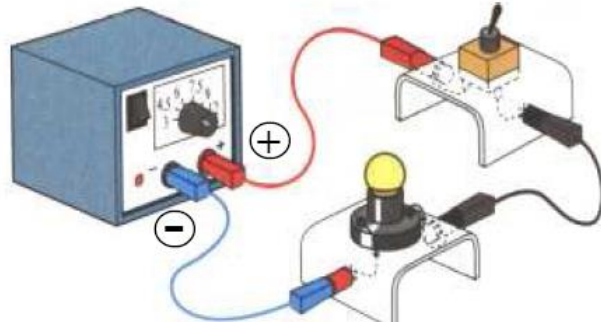
$$I = I_{\text{mesurée}} \pm \Delta I$$

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



## COMMENT MESURER UNE INTENSITE DANS UN CIRCUIT ELECTRIQUE ?

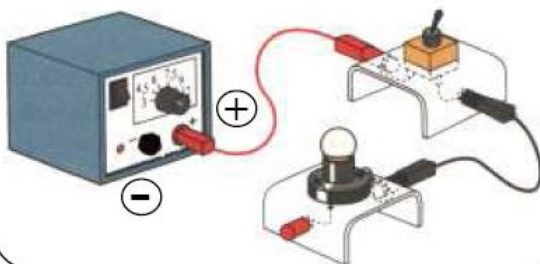
Nous désirons mesurer l'intensité du courant qui circule dans le circuit ci-contre.



### ETAPE 1.

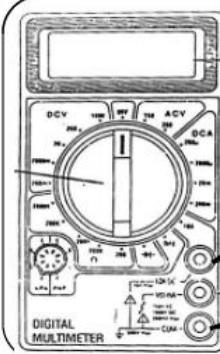
Repère le sens du courant.

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



### ETAPE 2.

Connecter:

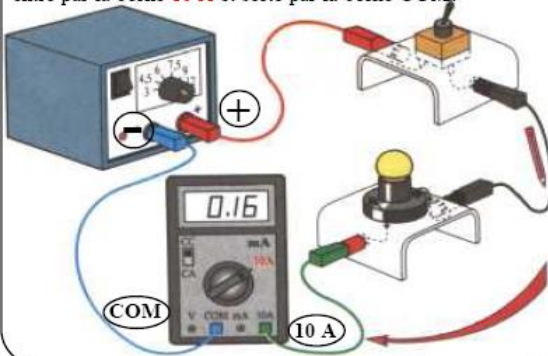


le cordon rouge à la douille d'entrée 10 A.

le cordon noir à la douille COM

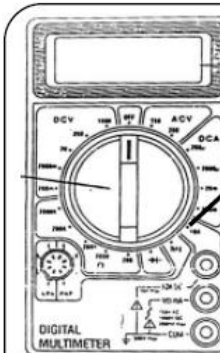
### ETAPE 3.

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



### ETAPE 4.

Placer le sélecteur.



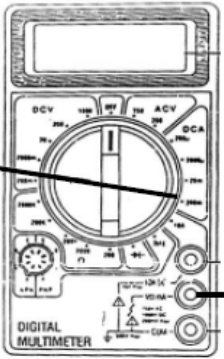
Je place le sélecteur de multimètre sur le plus grand calibre 10 A.

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

**ETAPE 5**

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 (200mA). 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.

**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:  $I_{\text{mesurée}} = 19,5 \text{ mA}$ .

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 et on l'exprime en pourcentage.

$$\frac{\Delta I}{I_{\text{mesurée}}}$$

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

### Exemple.

La précision de la mesure dans l'exemple précédent est  $\frac{\Delta I}{I_{\text{mesurée}}} \times 100 = 5,1 \%$

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

## d) Lois des intensités

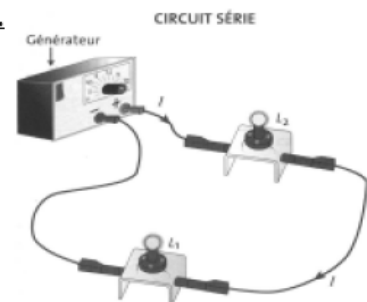
### INTENSITE DANS UN CIRCUIT SERIE: LOI D'UNICITE.

#### 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.

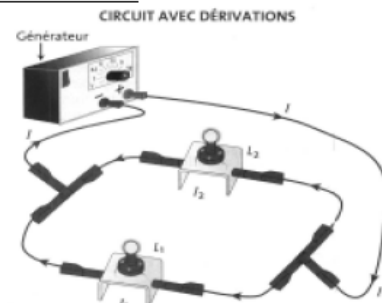


### INTENSITE DANS UN CIRCUIT DERIVATION: LOI D'ADDITIVITE.

#### 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.



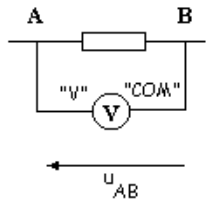
## 4) La tension électrique



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, les balles vont se mettre en mouvement. Pourquoi ? 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.



- La tension (ou différence de potentiel, ddp), mesurée en Volts de symbole V, caractérise la différence d'état électrique entre deux bornes d'un générateur, et plus généralement entre deux points d'un circuit.
- La tension est la **cause** de l'intensité : il peut y avoir une tension entre deux points sans courant (s'ils ne sont pas reliés par un circuit fermé) mais il ne peut exister de courant, dans une branche entre deux points, sans tension entre ces deux points.
- La tension est une grandeur algébrique, mesurée par un voltmètre monté **en dérivation** entre les deux points étudiés :



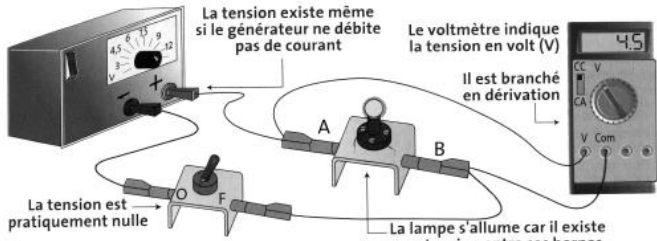
Pour mesurer la tension  $u_{AB}$ , on connecte le voltmètre comme schématisé ci-contre :

borne "V" → point A  
borne "COM" → point B

La tension mesurée peut-être représentée par une flèche tension (qui N'EST PAS UN VECTEUR)

pointe de la flèche  
talon de la flèche

dirigée vers A  
dirigée vers B



### Précision des mesures au voltmètre (même emploi qu'avec l'ampèremètre)

Plaque	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

Dessiner une flèche tension ne préjuge absolument pas du signe de la tension mesurée : elle n'indique que la tension qu'on mesure.

- La tension est aussi appelée différence de potentiel :

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

$V_A$  est le potentiel électrique du point A et  $V_B$  le potentiel électrique du point B.

- La tension est une grandeur algébrique car  $U_{BA} = V_B - V_A = -(V_A - V_B)$  donc  $U_{AB} = -U_{BA}$

## Lois des tensions

### DIPOLES EN SERIE: ADDITIVITE DES TENSION.

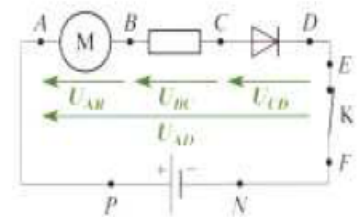
#### Conclusion.

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

#### Exemple

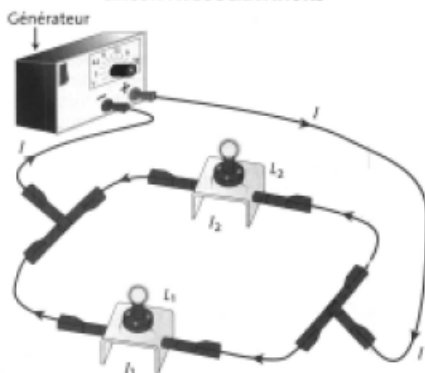
$$U_G = U_{L1} + U_{L2}$$

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



### DIPOLES EN DERIVATION: UNICITE DE LA TENSION.

#### CIRCUIT AVEC DERIVATIONS



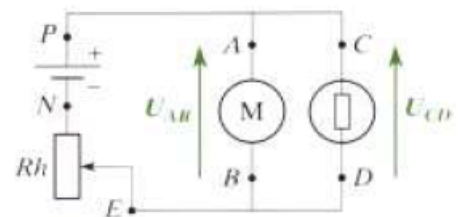
#### Conclusion.

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

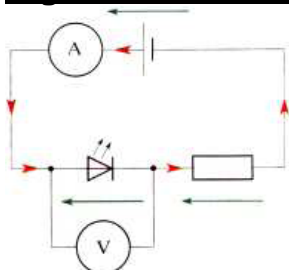
#### Exemple

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

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



## Signe de la tension et sens du courant dans le dipôle



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

## 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 m<sup>3</sup>/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.

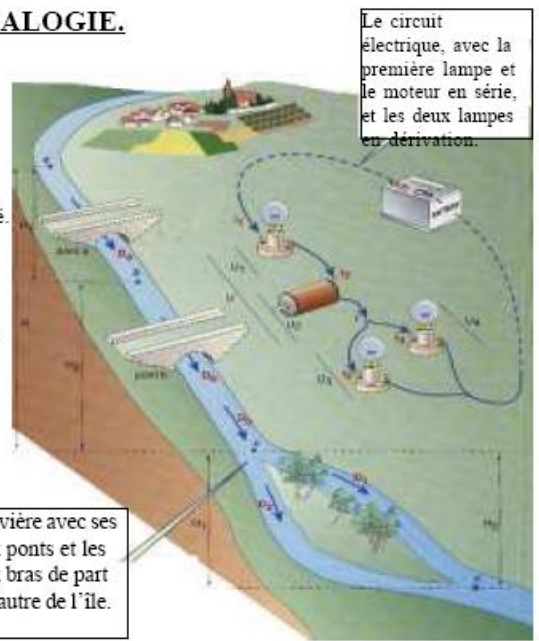
D est le débit du courant principal de la rivière,  $D_1$  et  $D_2$  les débits de part et d'autre de l'île:  
 $D = D_1 + D_2$ .

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.