

## **Cours d'électricité.**

Notes prises au cours de Mr Chot

Ces notes n'ont pas été approuvées par le prof, elles ne peuvent donc être utilisées comme source sûr, des erreurs faites par l'auteur peuvent s'y trouver, Ceci n'est juste qu'un support pouvant éventuellement vous aider dans votre compréhension de l'électricité

**Berton Arnaud 1ère informatique Don Bosco Tournai**

## Electrotechnique.

### Matière :

- Electrostatique  $\rightarrow \begin{matrix} \vec{E} \left[ \frac{N}{C} \right] \text{ ou } \left[ \frac{V}{m} \right] \\ \vec{F} [N] \\ Q [c] \end{matrix}$
- Electrostatique  $\rightarrow I [A], U [V], R [\Omega], P [W], W [J], C [F], L [H], E \text{ et } E' [V]$
- Théorie des circuits
  - o Association des composants de base donc R, C, L, E, E'
  - o Régimes électriques
  - o Résolutions des circuits en continu
    - Système de Kirchhoff
    - Superposition
    - Thévenin
    - Matricielle des courants de mailles
- Régimes transitoire (RC, RL, RLC) en DC
- Circuits alimenté en tension variable
- Régime permanent alternatif sinusoïdal

### Répartition des points

#### • Electrotechnique

- Théorie
  - Préparation de labo électrique
  - 4 interro surprises (leçon précédente) =  $4 \times 2,5 = 10$  points
  - 4 interro récapitulatives =  $4 \times 10 = 40$
  - 2 examens écrits (janvier et juin) =  $2 \times 25 \rightarrow 50\%$  aux examens
  - 1 repêchage (2<sup>ème</sup> session, > 15 août) = ardoise effacée.
- } = 3h/sem. = 75h/an  
} 50% TJ

#### • Labo de mesures électriques = 2h/sem=50h/an

- 15 labos  $\rightarrow$  15 rapports d'équipes
    - o Attention à la présence
    - o Participation
    - o Maîtrise
  - 1 examen individuel oral en juin  $\rightarrow 50\%$
  - Repêchage en 2<sup>ème</sup> session (ardoise effacée)
- } individuel } 50% TJ

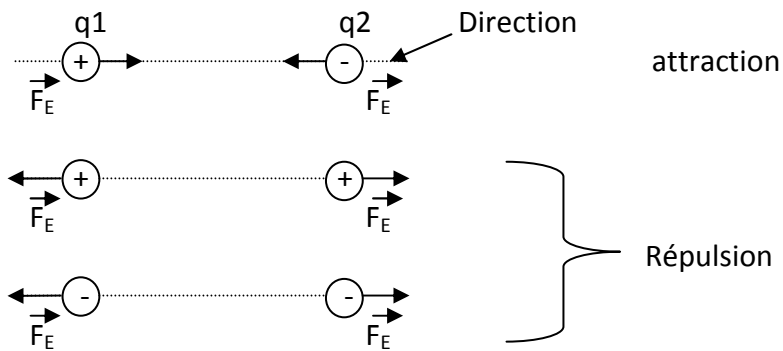
## Table des matières

<b>Chapitre 1 : Electrostatique.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Loi de Coulomb .....</b>	<b>5</b>
<b>a) Caractéristique de <math>F_E</math> :.....</b>	<b>5</b>
<b>b) Formule de la loi de coulomb .....</b>	<b>5</b>
<b>c) Exercices :.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Matière naturellement neutre et matière électrisé.....</b>	<b>6</b>
<b>a) Exemple :.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Champs électrique.....</b>	<b>8</b>
<b>a) Ex de l'orage :.....</b>	<b>8</b>
1) Masses d'air électriquement neutres.....	8
2) Frottement .....	8
3) Création d'un champ électrique E.....	8
4) Temps orageux .....	9
5) Imaginons que l'on place une charge électrique négative dans un espace où règne un champ électrique.....	9
<b>4. Courant électrique momentané et électrocinétique. ....</b>	<b>10</b>
1) Soit 2 sphères métalliques électrisées .....	10
2) Plaçons un fil conducteur entre les deux sphères. ....	10
3) En final : nouvel équilibre électrostatique atteint les sphères redeviennent électriquement neutres.....	10
<b>Chapitre 2 : Circuit électrique de base .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Courant électrique .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Intensité du courant continu.....</b>	<b>11</b>
▪ <b>Exercice : .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Représentation du courant .....</b>	<b>13</b>
<b>4. Mesure de l'intensité d'un courant à l'aide d'un ampèremètre.....</b>	<b>13</b>
<b>5. Multimètre digital de base.....</b>	<b>14</b>
<b>6. Loi des nœuds .....</b>	<b>14</b>
<b>7. Potentiels et tension (d.d.p.) .....</b>	<b>15</b>
• <b>Représentation de la tension .....</b>	<b>15</b>
• <b>Potentiel de référence.....</b>	<b>15</b>
• <b>Mesure de tension.....</b>	<b>16</b>

•	Mesure d'une tension continue au multimètre digital .....	16
▪	Exercices.....	17
•	Loi des mailles.....	18
•	Exemple.....	18
<b>8.</b>	<b>Dipôles et caractéristique d'un dipôle .....</b>	<b>19</b>
•	Relevé de la caractéristique d'une résistance : .....	20
•	Puissance électrique .....	21
•	Énergie électrique.....	21
•	Par exemple : .....	21
▪	Exercice : .....	21
•	Rendement.....	22
▪	Exercice : .....	23
▪	Exercice page 15 du syllabus. ....	24
	Chapitre 3 : les composants de base et leurs équations.....	32
	Chapitre 4 : Loi d'ohm. ....	35
•	Rappel de math.....	35
•	Faisons varier R : $R_1 > R_2 > R_3$ .....	37
•	Code des couleurs des résistances .....	37
•	Erreurs des appareils de mesures électriques digitaux. ....	37
•	Mesure de résistance par méthode voltampère métrique, calcul d'erreur. ....	39
1)	Erreurs instrumentales .....	39
2)	Erreurs d'insertion systématique de la méthode voltampère métrique.....	39
•	Utilisation de la loi d'Ohm.....	40
•	Puissance dissipée en chaleur – effet joule. ....	40
•	Association de résistances .....	41
•	Montage associant des résistances fixes .....	42
▪	Exercices :.....	43
▪	Exercices page 53 du syllabus.....	44
▪	Exercice .....	46
•	Association de R fixes et variables .....	46
1)	Montage potentiométrique .....	46
2)	Montage rhéostatique.....	48
▪	Exercice .....	49

## Chapitre 1 : Electrostatique.

### 1. Loi de Coulomb



$\vec{F}_E$  est une force électrostatique, 2 charges électriques de même nom se repoussent (++,--) et de nom contraire s'attire (+,-,-+) avec des forces  $\vec{F}_E$  directement opposées.

#### a) Caractéristique de $\vec{F}_E$ :

- Point d'application : sur la charge supposé ponctuelle
- Direction : droite joignant les 2 charges
- Sens : attraction (+- ; - +) ou répulsion (++ ; --)
- Module :  $|\vec{F}_E| = F_E$

#### b) Formule de la loi de coulomb

$$F_E = \frac{9 \cdot 10^9}{\epsilon_r} * \frac{q_1 * q_2}{d^2}$$

q = quantité d'électricité (charge électrique)

Ex :  $q_{e^-} = - 1,6 \cdot 10^{-19}$  [C]

$q_{p^+} = + 1,6 \cdot 10^{-19}$  [C]

d = distance entre les 2 charges, l'unité est le [m]

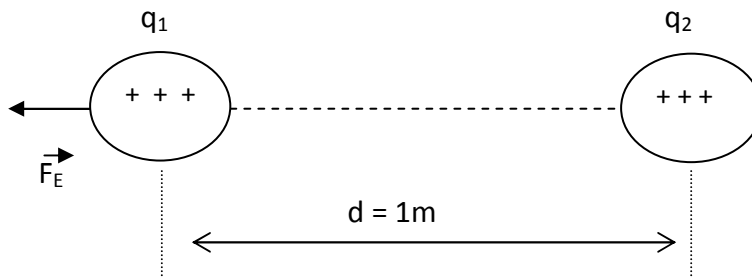
$\epsilon_r$  = la permittivité du milieu dans lequel les charges se trouvent

$F_E$  = force électromotrice [N]

Exemples

Milieu	$\epsilon_r$
Vide, air sec	1 ← isolant électrique (diélectrique)
Téflon	2 ← « 2 * plus isolant » que l'air sec
Isolant pour câbles électriques	4,2 ← bon diélectrique
Verre	5 ← très bon
Mica	8 ← très très bon

### c) Exercices :



$$d = 1\text{m}$$

Charge baignent dans le vide ( $\epsilon_1$ )

$$\vec{F}_E = 9 \cdot 10^9 \text{N}$$

$$q_1 = q_2 = ?$$

$$\text{Formule : } F_E = \frac{9 \cdot 10^9}{\epsilon_r} * \frac{q_1 * q_2}{d^2}$$

$$\begin{aligned} \text{Loi de coulomb : } \quad 9 \cdot 10^9 &= \frac{9 \cdot 10^9}{1} * \frac{q^2}{1^2} \\ 9 \cdot 10^9 &= 9 \cdot 10^9 * Q^2 \\ 1 &= Q^2 \rightarrow Q = 1 \text{ [C]} \end{aligned}$$

Le coulomb est la charge électrique qui, dans le vide repousse avec une force de  $9 \cdot 10^9 \text{ N}$ , une charge semblable placée à 1 m de distance.

## 2. Matière naturellement neutre et matière électrisé.

- Matière naturelle = association d'atomes électriquement neutres

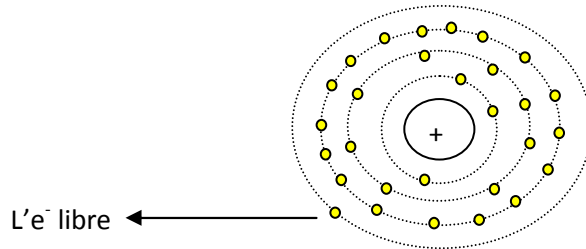
1 atome = 1 noyau + des  $e^-$  gravitant autour

Des  $p^+$  et des  $n^0$

Autant de  $p^+$  que d' $e^-$   
( $Ze^- = Zp^+$ )

### a) Exemple :

Le cuivre  $Z = 29 \rightarrow 29 e^-$  et  $29 p^+$   
 $34 n^0$



Les couches orbitales :

K = 2  $e^-$   
 L = 8  $e^-$   
 M = 18  $e^-$   
 N = 1  $e^-$

NB : Z = au nombre atomique de l'atome.

- Matière électrisée par frottement

Règle en plastique naturelle = électriquement neutre (n'attire rien)

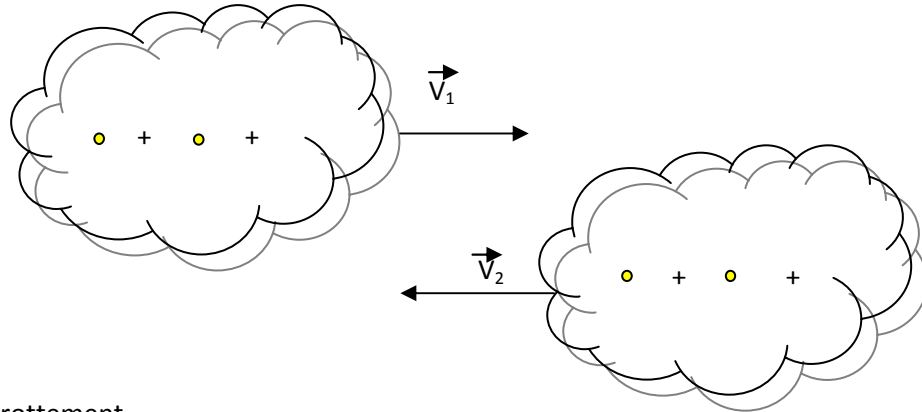
Règle en plastique frotté sur manche  $\rightarrow$  règle arrache des  $e^-$  au tissu  
 $\rightarrow$  règle devient localement négative par excès d' $e^-$   
 NB : le tissu est localement devenu positif par manque d' $e^-$ .

- Conducteurs et isolants électriques
  - Isolants (plastique, verre, ..) : s'électrisent facilement sur la partie frottés : les  $e^-$  arrivant sur l'isolant ne peuvent plus bouger et reste là où on les a déposé  
 Car 5 à 8  $e^-$  en périphérie (dernière orbitale)  
 Fortement lié au noyau  $\rightarrow$  cherche à réaliser l'octet (8  $e^-$ )
  - Conducteurs (métaux,...) : ne s'électrisent pas facilement parce que un seul  $e^-$  sur la dernière couche peu retenue par le noyau  $\rightarrow$  cette  $e^-$  « libre » peut migrer facilement d'un atome à l'autre.

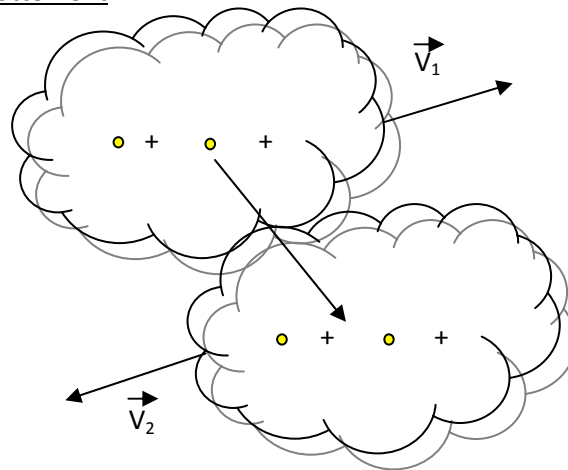
### 3. Champs électrique.

a) Ex de l'orage :

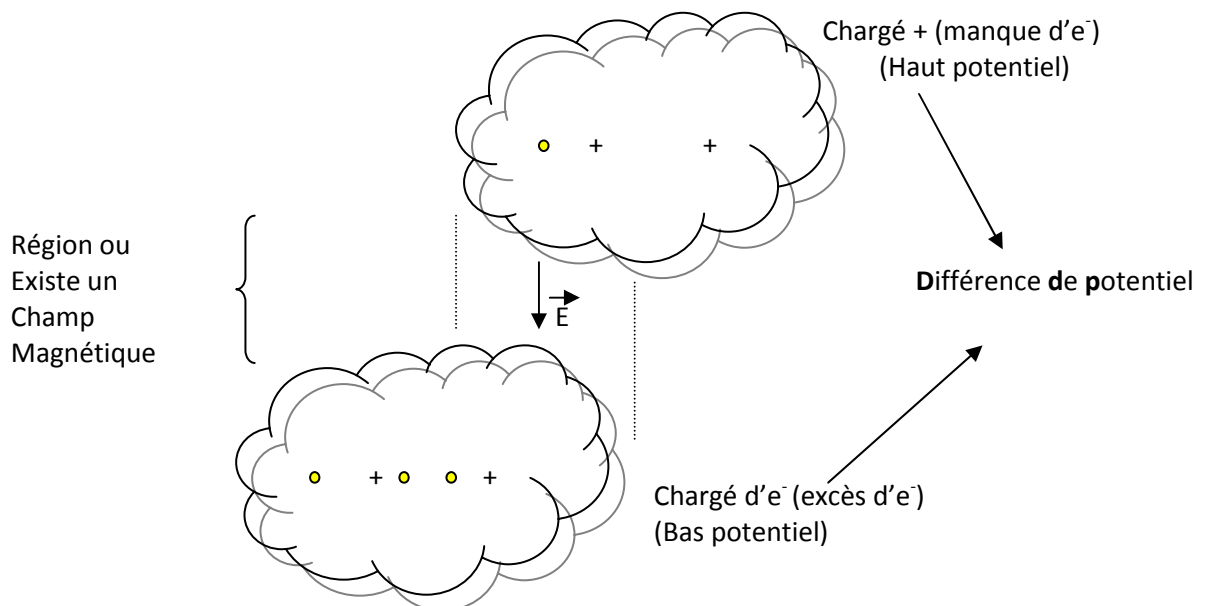
1) Masses d'air électriquement neutres



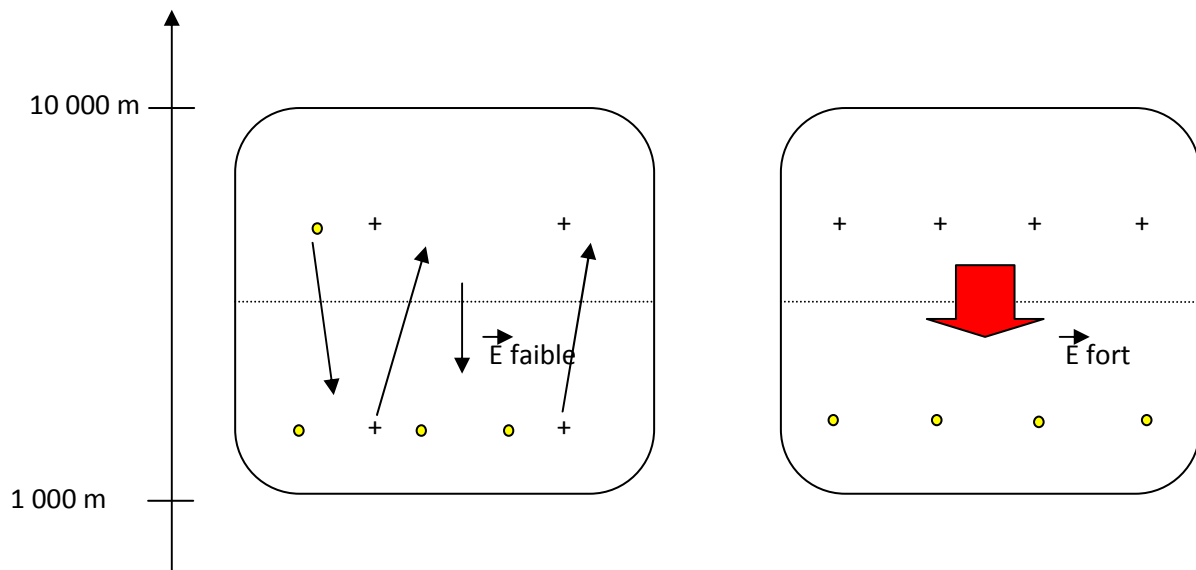
2) Frottement



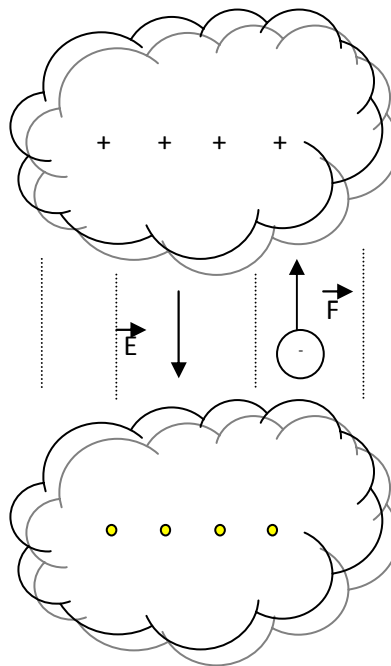
3) Création d'un champ électrique  $\vec{E}$ .



4) Temps orageux



5) Imaginons que l'on place une charge électrique négative dans un espace où règne un champ électrique



$$\vec{F}_E = q * \vec{E}$$

$\vec{F}_E$  = vecteur force électrostatique  $\rightarrow$  [N]

$\vec{E}$  = vecteur champ électrique

Si  $F_E = 1 \text{ N}$  alors  $E = \frac{F_E}{Q} = \frac{1\text{N}}{1\text{C}} = \frac{\text{N}}{\text{C}}$

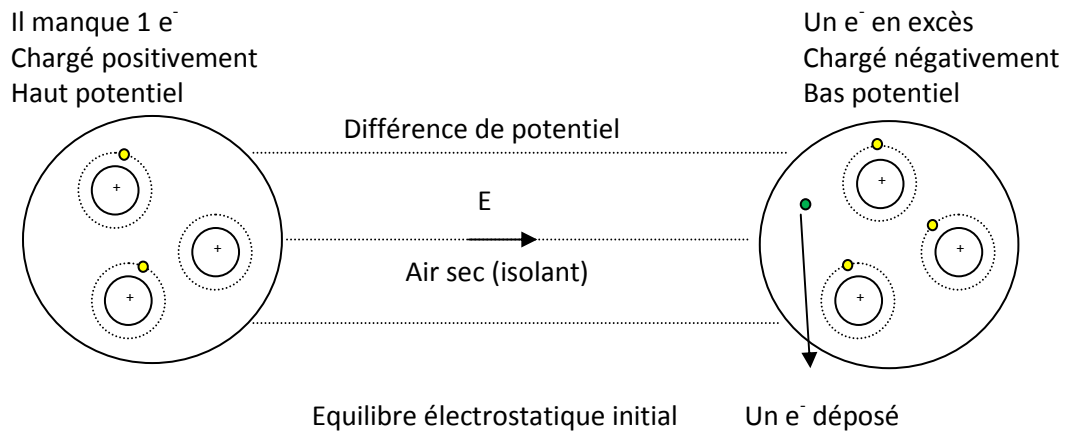
$Q = 1 \text{ C}$

**Un champ électrique est une région de l'espace où une charge électrique, placée en n'importe lequel de ces points subirait l'action d'une force électrostatique ( $\vec{F}_E$ ).**

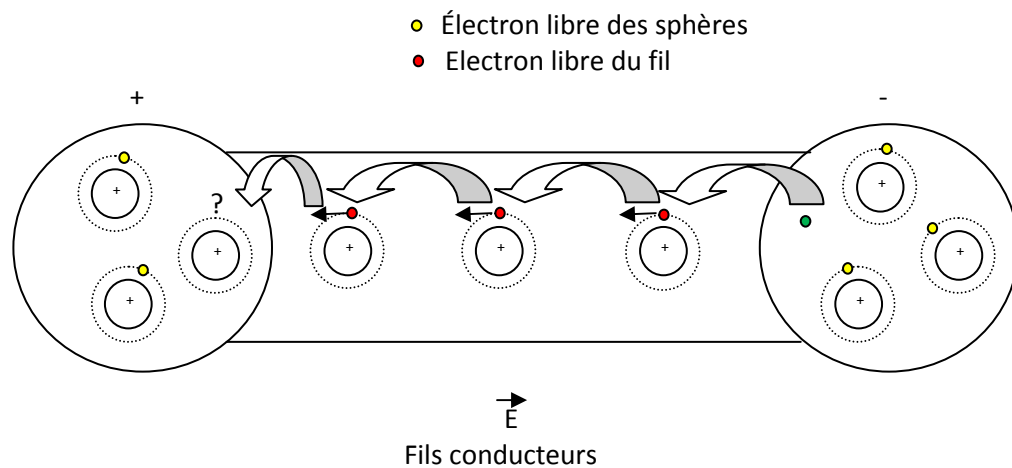
### 4. Courant électrique momentané et électrocinétique.

➔ Vision microscopique du phénomène

1) Soit 2 sphères métalliques électrisées

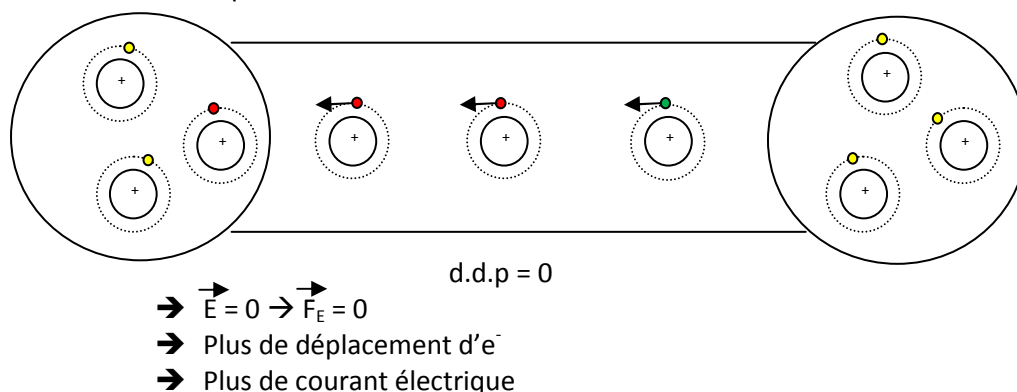


2) Plaçons un fil conducteur entre les deux sphères.



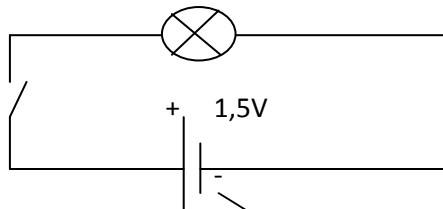
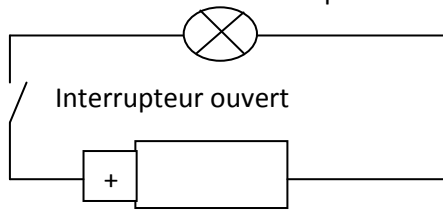
Bref déplacement d'e<sup>-</sup> de la sphère - (bas potentiel) vers la sphère + (haut potentiel)  
Courant électronique dans le fil (du - vers le +)

3) En final : nouvel équilibre électrostatique atteint les sphères redeviennent électriquement neutres



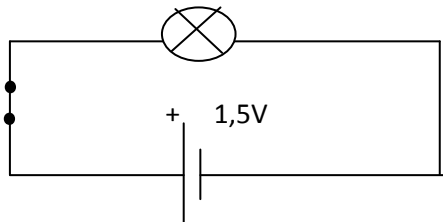
## Chapitre 2 : Circuit électrique de base

Lampe éteinte (récepteur électrique)



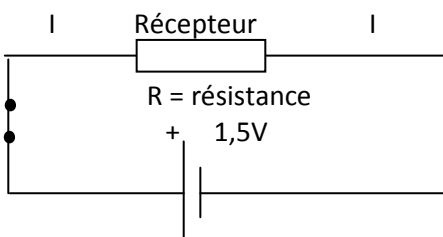
Symbolle du générateur de tension continue

Interrupteur fermé → circuit fermé → lampe allumé



### 1. Courant électrique

- Nature : déplacement des  $e^-$  libre du métal constituant le conducteur  
= courant électronique : du - vers le +  
Courant conventionnel électrique : du + vers le -



### 2. Intensité du courant continu

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

Si  $Q = 1[C] = 1$  coulomb  
 $T = 1[s] = 1$  seconde

Alors  $I = 1[A] = 1$  ampère

**L'intensité du courant électrique continu qui passe dans un conducteur est la quantité de charge  $Q$  qui passe par unité de temps dans ce conducteur.**

N.B. : Unité S.I. de charge électrique :  $Q \rightarrow [C]$

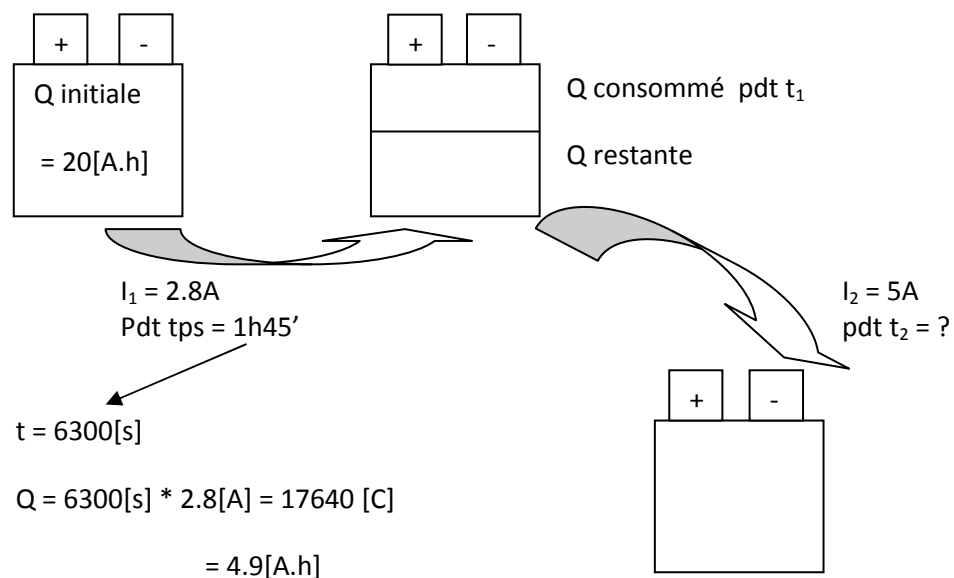
Pratique hors S.I. de charge est l'[A.h] = ampère heure

1 [A.h] = 3600[C]

$$I = \frac{Q}{t} \rightarrow Q = I * t$$

▪ **Exercice :**

Une batterie de 20[A.h] fournit pendant une 1heure 45 minutes un courant continu de 2,8[A] , pendant combien de temps pourra t - elle ensuite fournir un courant de 5[A]



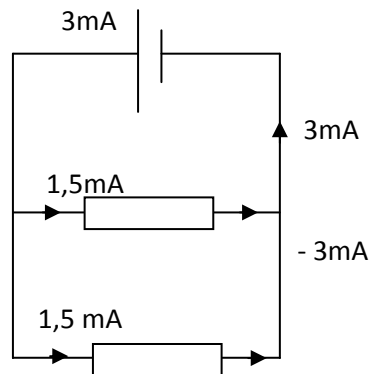
$$t = \frac{q}{I} = \frac{15.1[A.H]}{5} = 3,02 * 60 = 181.2 = 3heures 1 minutes 12 secondes$$

Sous multiples :

- 4) Milliampère :  $1[mA] = 10^{-3}[A]$
- 5) Microampère :  $1[\mu A] = 10^{-6}[A]$


### 3. Représentation du courant

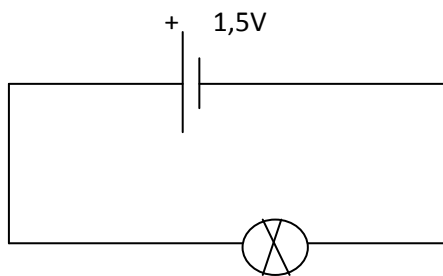
Grandeur algébrique dont le sens est indiquée par une flèche



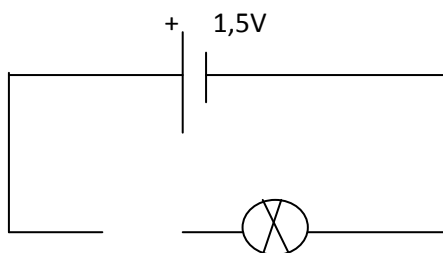
La valeur de l'intensité du courant est positive lorsque le courant circule dans le sens de la flèche.

### 4. Mesure de l'intensité d'un courant à l'aide d'un ampèremètre

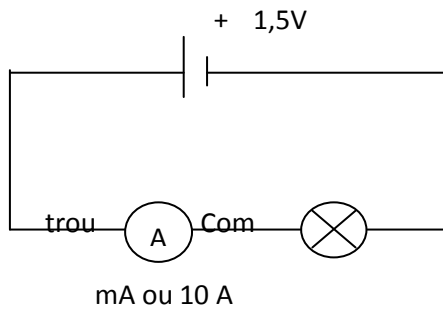
Symbole de l'ampèremètre : 



1. Ouvrir le circuit



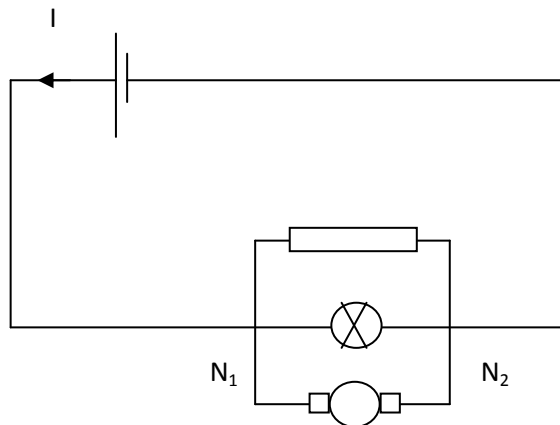
2. Insérer l'ampèremètre en série avec le composant dont on veut mesurer l'intensité du courant absorbé → c'est l'ampèremètre qui referme le circuit



## 5. Multimètre digital de base

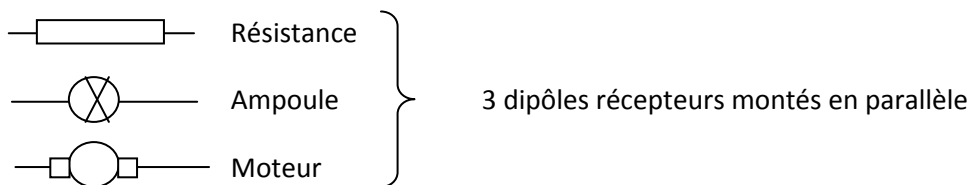
Voir sur internet

## 6. Loi des nœuds



Loi du nœud  $N_1$  :  $I = I_1 + I_2 + I_3$

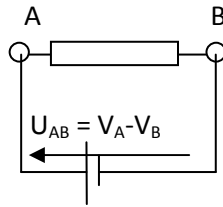
Loi du nœud  $N_2$  :  $I_1 + I_2 + I_3 = I$



**La somme des courants entrant est égale à la somme des courants qui en sorte**

## 7. Potentiels et tension (d.d.p.)

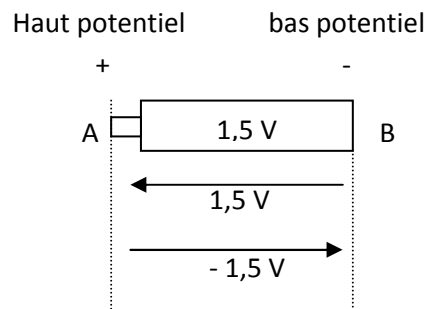
Le potentiel d'un point caractérise son niveau électrique, il s'exprime en volts → [V]



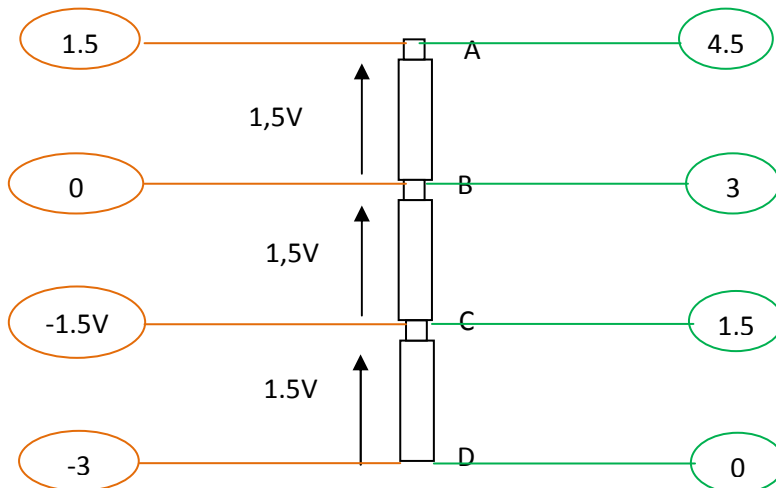
**La circulation du courant électrique entre deux point A et B d'un circuit est dû à une différence de potentiel entre ces deux points appelé tension**

- **Représentation de la tension**

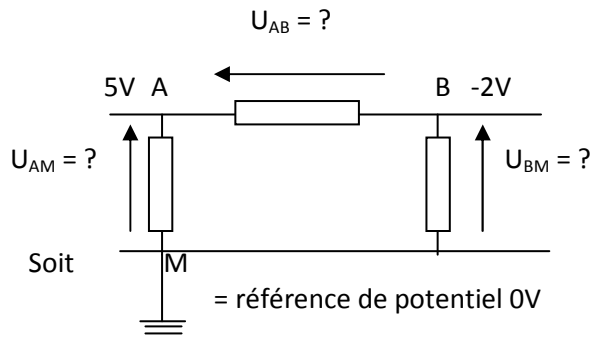
La tension est une grandeur algébrique représentée par une flèche dont la tête pointe le haut potentiel ( $V_A$ ) lorsque son indication en volt est positive



- **Potentiel de référence**

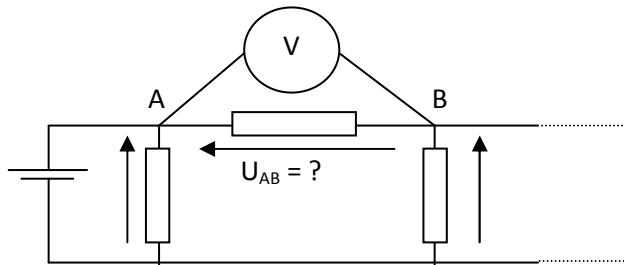


Le potentiel d'un point n'est pas mesurable c'est un nombre qui dépend du point choisi comme potentiel zéro volt comme potentiel de référence, ci-contre les tensions aux bornes des piles sont toujours les mêmes par contre les potentiels cerclé dépendent du point de référence.

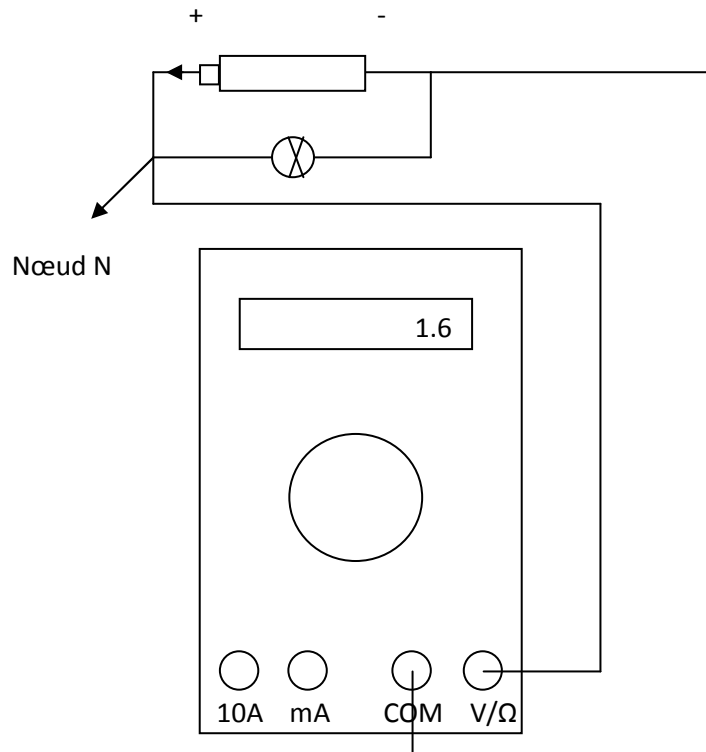


$$\begin{aligned}
 U_{AB} &= V_A - V_B = 5 - (-2) = 7V \\
 U_{AM} &= V_A - V_M = 5 - 0 = 5V \\
 U_{BM} &= V_B - V_M = -2 - 0 = -2V
 \end{aligned}$$

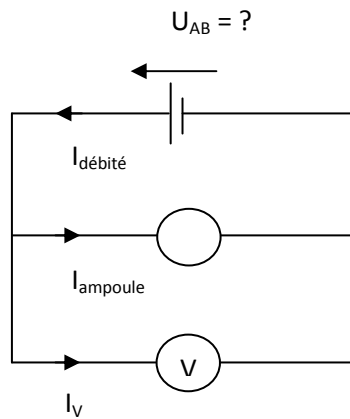
- **Mesure de tension**



- **Mesure d'une tension continue au multimètre digital**



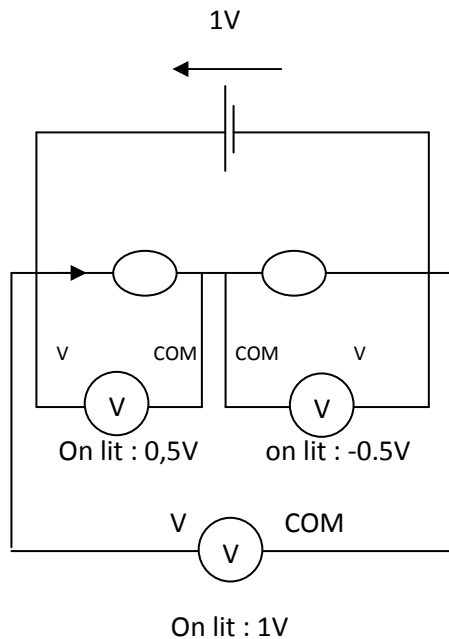
Loi du nœud N :  $I_{\text{débité}} = I_{\text{ampoule}} + I_V$



- 1) Monté en // sur le composant dont on veut mesurer la tension
- 2) Fonction DCV
- 3) Calibres disponibles : 2V, 20V, 200V, 1000V
- 4) Cordon rouge : trou V ou haut potentiel (+)  
Noire : trou « COM » ou bas potentiel (-)

Un voltmètre indique une tension continue positive lorsque le minuscule courant qui le traverse entre par le cordon rouge (insérer dans le trou « V ») et sort par le cordon noir (insérer dans le trou COM)

▪ **Exercices**

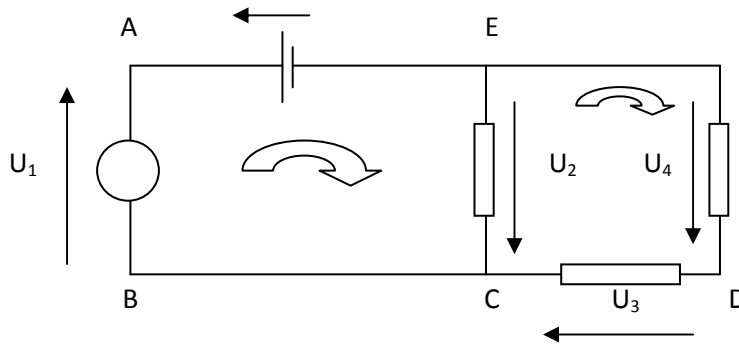


Soit 2 ampoules identiques

NB : les 2 ampoules sont montées entre elles en SERIE car elles sont parcourues par le même courant :  $I_{\text{ampoule}}$

• **Loi des mailles**

= circuit fermé



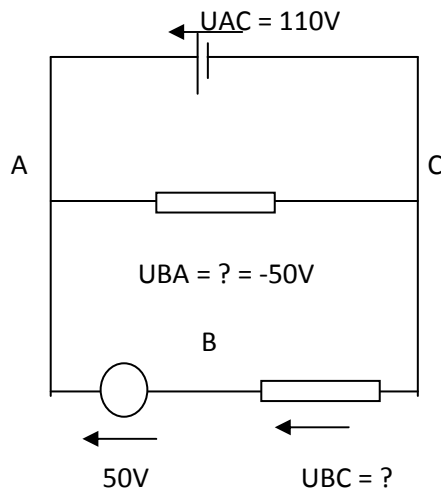
1. Soit un sens de lecture horlogique
2. Loi de la maille : la somme algébrique des tensions dans une maille = 0 où les tensions sont prises :
  - ✓ positivement lorsque leur flèche est dans le sens de lecture
  - ✓ négativement si leur flèche est en sens inverse au sens de lecture

Loi de la maille : AECB  $\rightarrow -U + U_2 + U_1 = 0$  (1)

Loi de la maille : EDC  $\rightarrow U_4 + U_3 - U_2 = 0$  (2)

Loi de la maille AEDCB  $\rightarrow -U + U_4 + U_3 + U_1 = 0$  (3)

• **Exemple**



$U_{BA} = - U_{AB} = -50V$

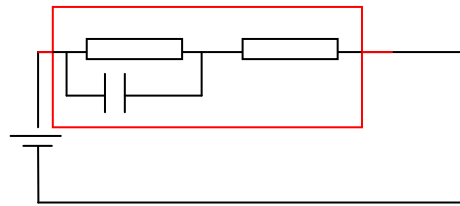
Loi de la grande maille ACB :  $-U_{AC} + U_{BC} - U_{BA} = 0 \rightarrow -110V + U_{BC} + 50 = 0$

$U_{BC} = 110 - 50 = 60V$

## 8. Dipôles et caractéristique d'un dipôle

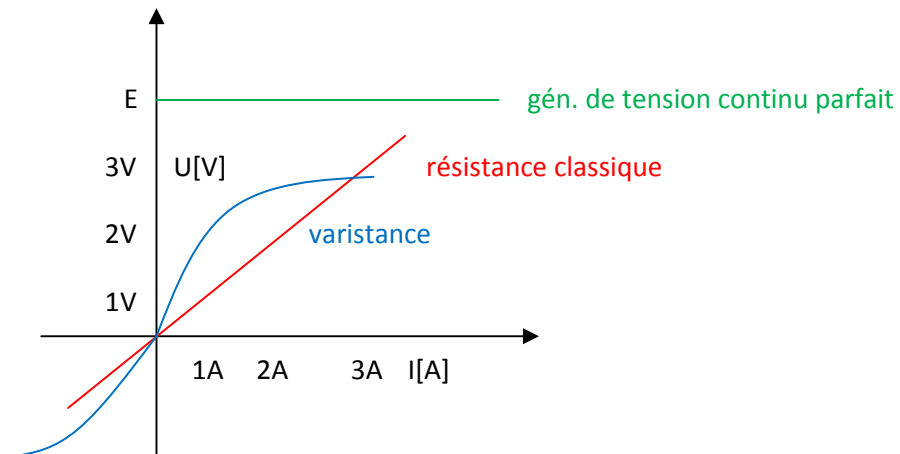
Un dipôle : un composant ou une portion de circuit comprise entre deux bornes

Résistance  
 Ampoule  
 Moteur  
 Condensateur  
 Bobine



La caractéristique d'un dipôle égale représentation graphique de la relation entre courant  $I$  traversant le dipôle et la tension  $U$  à ses bornes

Exemple 1 : résistance classique



### Exemple 1 : Dipôle

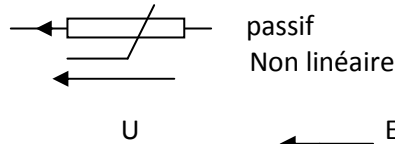
Caractéristique = droite (composant linéaire) passant par (0;0) → composant passif

Equation de la droite :  $U = R \cdot I$  → Loi d'ohm

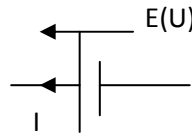
Ici,  $R = 1 \text{ ohm}$

Coefficient angulaire de la droite  
 = coefficient de proportionnalité entre  $U$  et  $I$   
 = résistance (du résistor) →  $[\Omega]$

Exemple 2 : varistance



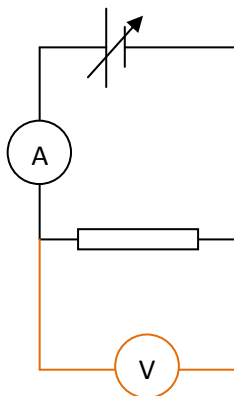
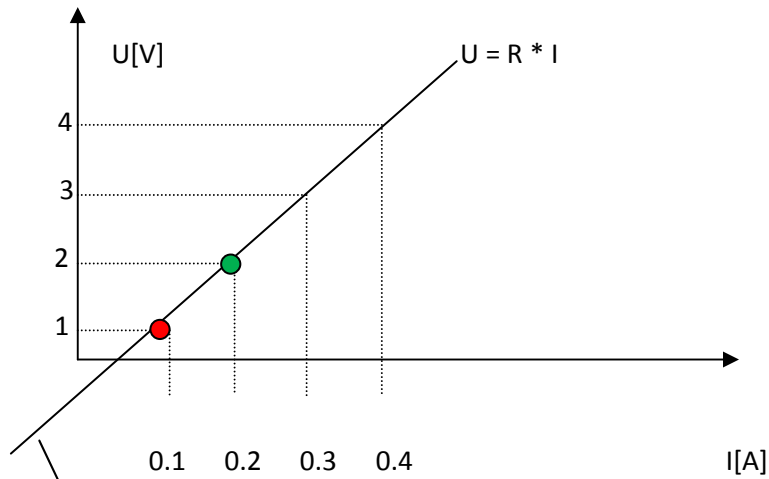
Exemple 3 : générateur de tension continue :



Actif : sa caractéristique ne passe par (0 ;0), mais par (0,E)

tension électro motrice  
= tensions aux bornes du générateur  
quand il ne débite aucun courant

• Relevé de la caractéristique d'un résistance :



Où  $R = \frac{U}{I} = \frac{1V}{0.1} = 10 [\Omega]$

$\frac{2V}{0.2A} = 10[\Omega]$

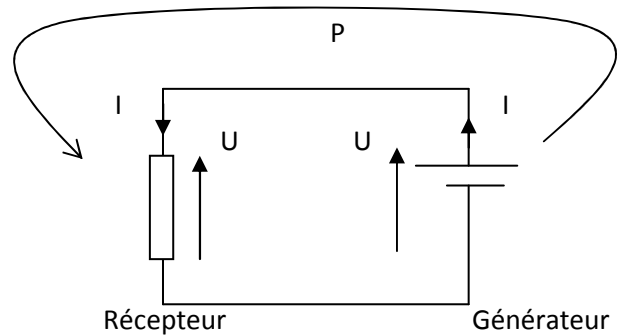
La caractéristique est symétrique par rapport à (0,0), on dit que le composant est non polarisé (on se moque du sens de branchement).

- **Puissance électrique**

$$P = U * I$$

$$1W = 1V * 1A$$

$$1kW = 1000 W$$



- **Remarque :**

- Dans un récepteur : les flèches de U et de I sont de sens inverse
- Dans un générateur : les flèches de U et de I sont de même sens

- **Énergie électrique**

$$W = P * t$$

↓ ↓ ↓

[J] [W] [s] → Unités S.I.

↓ ↓ ↓

Unité pratique en électrique hors S.I.

$$1[kW.h] = 1[kW] * 1[h] = 1 \text{ « kilowatt heure »}$$

- **Par exemple :**

Une chaufferette électrique d'un kW qui fonctionne pendant une heure a consommé une énergie électrique de 1kW.h.

$$\begin{aligned} \text{Conversion: } 1kW.h &= 1kW * h \\ &= 1000W * 3600[s] \\ &= 3,6.10^6[J] \\ &= 3,6[MJ] \end{aligned}$$

$$1[kW.h] = 3,6[MJ]$$

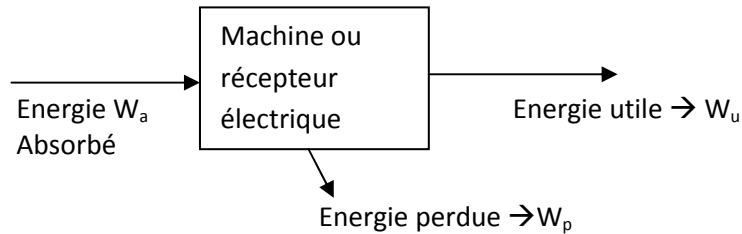
- **Exercice :**

Un radiateur électrique dont la puissance absorbé est de 1500W (indiqué sur la plaque signalétique) fonctionne pendant 3 heures. Calculer l'énergie électrique absorbé et dégagé sous forme calorifique en MJ et en kW

$$\begin{aligned} W &= 1,5 * 3 = 4,5 \text{ kW.h} \\ W &= 1500 * 10800 = 16\,200\,000 \text{ J} = 16,2 \text{ [MJ]} \end{aligned}$$

• Rendement

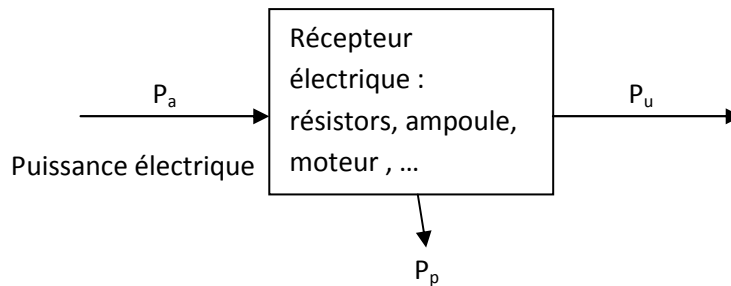
$$\eta = \frac{\text{effet utile}}{\text{coût}} = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbé}}} = \frac{W_u}{W_a}$$



Puissance perdue :  $P_p$

Bilan des énergies :  $W_a = W_u + W_p$

Bilan des puissances :  $P_a = P_u + P_p$

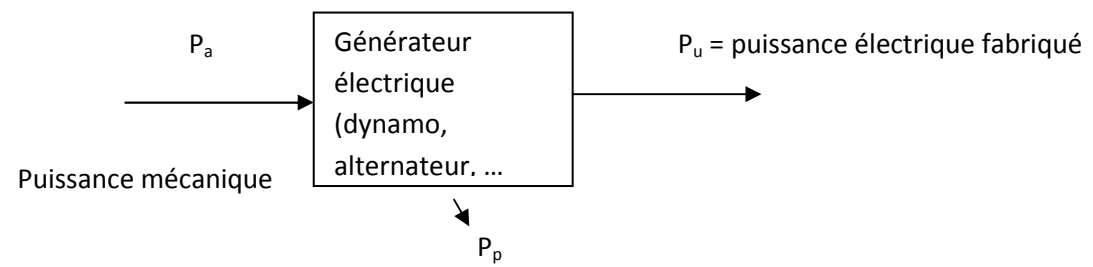


$P_u$  branches into two arrows:

- Pour un résistor de chauffage :  $P_{\text{calorifique}}$  qu'il dégage
- Pour un moteur élec. →  $P_u = P_{\text{mécanique}}$  récupérable à l'arbre du moteur

$P_p$  branches into two arrows:

- $P_p = 0$  pour un résistor de chauffage
- $P_p \neq 0$  pour un moteur électrique,  $P_p =$  perte calorifique



Un résistor de chauffage :  $P_a = \text{puissance électrique ;}$   
 $P_u = P_{\text{calorifique}} \text{ dégagé}$   
 $P_p = 0$

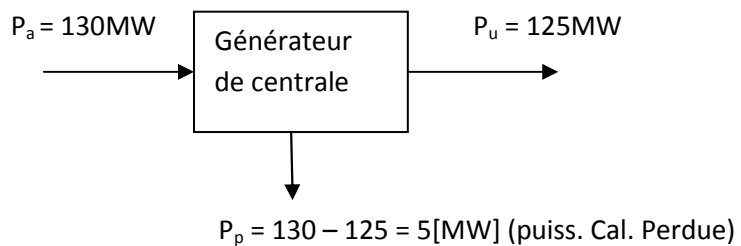
}  $\eta = \frac{P_u}{P_a} = 1 = 100\%$

Le seul composant à voir un rendement de 100%, les autres ont un rendement <1 (<100%)

▪ **Exercice :**

Le générateur d'une centrale électrique d'une puissance électrique de 125MW ( $P_{\text{utile}}$ ) absorbe une puissance mécanique à une turbine de 130MW ( $P_{\text{absorbé}}$ )

- Calculer son rendement
- L'énergie calorifique perdue en 24h



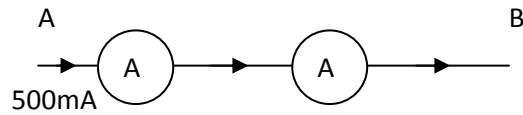
$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbé}}} = \frac{125}{130} = 0.96 = 96\%$$

$$W_{\text{dissipé en 24h}} = P * t = 5\text{MW} * 24\text{h} = 120 \text{ [MW.h]}$$

$$5\,000\,000 * (24 * 3600) = 432.10^9 \text{ [J]} = 432 \text{ [GJ]}$$

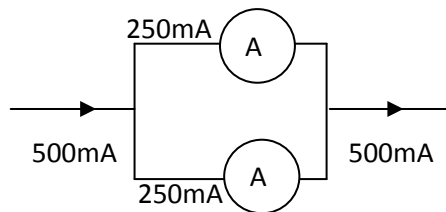
▪ **Exercice page 15 du syllabus.**

E.1-01 : entre deux points d'un circuit parcouru par un courant de 500 mA, on intercale deux ampèremètres identiques à la suite l'un de l'autre. Quelle valeur lit-on sur chaque appareil ?



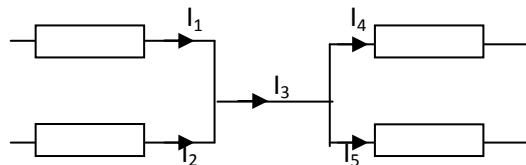
Rep : 250mA ; 500mA, 1A

E.1-02 : même question que l'exercice 1-01 lorsque les deux ampèremètres sont en parallèle l'un sur l'autre.



Rep : 250mA ; 500mA, 1A

E.1-03 Dans la portion de circuit on a :  $I_1=0.1a$  ;  $I_2=800mA$  ;  $I_4=0.5A$   
Calculer  $I_5$ .

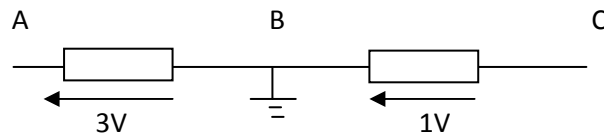


$$\text{Loi des nœuds } I_3 = I_2 + I_1 = 800\text{mA} + 100\text{mA} = 900\text{mA}$$

$$I_5 = I_3 - I_4 = 900\text{mA} - 500\text{mA} = 400\text{mA}$$

Rep : 400mA ; 1,4A ; 0,5A

E.1-04 : Le potentiel de B est nul (fig. 1-21). Déterminer les potentiels de A et C.

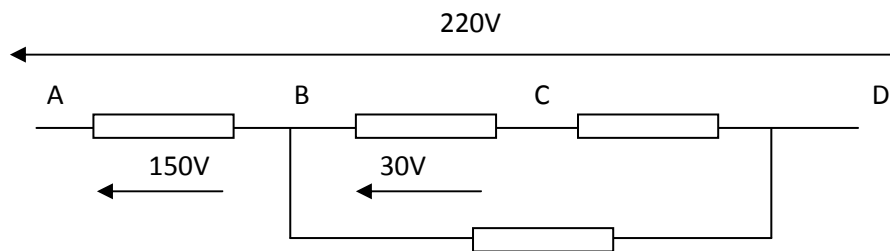


$$V_A = 0 + 3 = 3V$$

$$V_C = 0 - 1 = -1V$$

Rep : 3V ; -3V ; 4V ; -1V

E.1-05 : Dans le montage de la figure 1-22, déterminer U<sub>BD</sub> et U<sub>CD</sub>.



$$AD = AB + BD$$

$$BD = AD - AB = 220 - 150 = 70V$$

$$CD = BD - BC = 70 - 30 = 40V$$

Rep : 70V ; 150V ; 40V ; 30V.

E.1-06 : Une lampe de 100W fonctionne pendant 5 heures, calculer l'énergie absorbée.

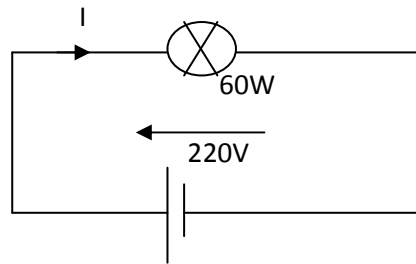
$$W = P * h$$

$$= 0.1 * 5 = 0.5Kwh = 500W.h$$

$$W = 100 * (5 * 3600) = 1,8.10^6 MJ$$

Rep : 5Kw.h ; 500W.h ; 1.8\*10<sup>6</sup>J

E.1-07. : une lampe absorbe une puissance de 60W lorsqu'elle est alimentée en 220V. Calculez le courant consommé.

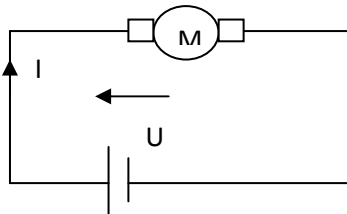


$$P = U \cdot I$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} = 0,27A$$

Rep: 3,7A; 0,27A; 1A

E.1-08 : un moteur de 3kW de puissance utile a un rendement de 80%. Calculer la puissance qu'il absorbe

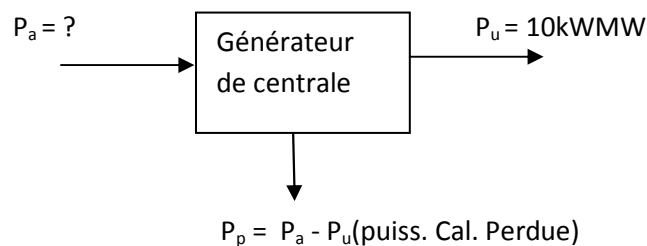


$$\eta = \frac{P_u}{P_a}$$

$$P_a = \frac{P_u}{\eta} = 3000 / 0.8 = 3,750Kw$$

Rep : 3000W ; 2400W ; 3750W

E.1-09 : Un alternateur de puissance utile 10kW a un rendement de 0.9. Calculer la puissance perdue en chaleur.

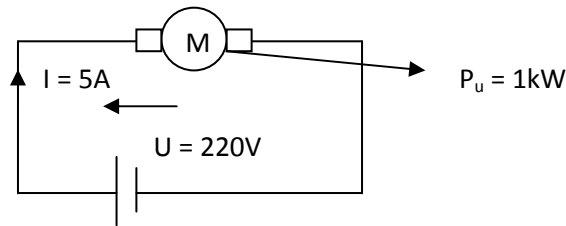


$$P_a = \frac{P_u}{\eta} = \frac{10\,000}{0.9} = 11.111kW$$

$$P_p = P_a - P_u = 10kW - 11.111kW = 1,111kW$$

Rep : 1kW ; 9kW ; 100W

E.1-10 : Un moteur à courant continu de puissance utile 1kW consomme 5A sous 200V. Calculer son rendement.



$$\eta = \frac{P_u}{P_a}$$

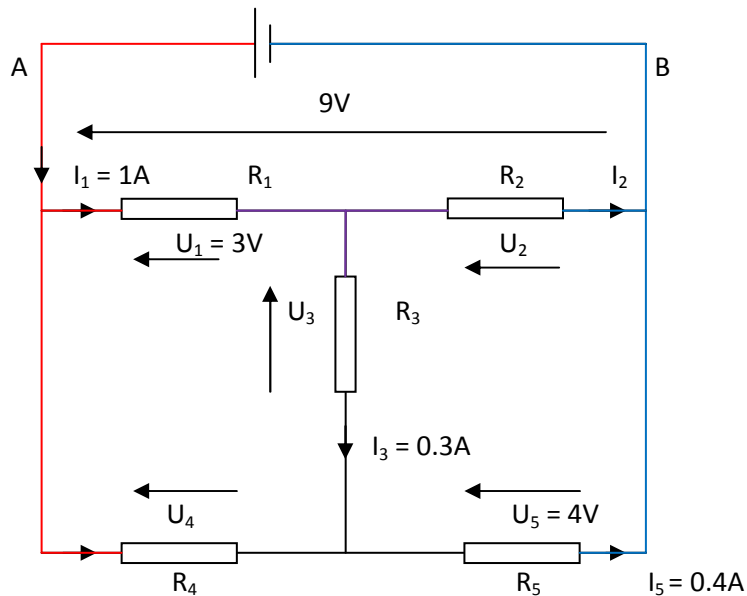
$$P_a = 220 * 5 = 1100W$$

$$\eta = \frac{1kW}{1.1kW} = 0.9$$

Rep: 0.9; 1.1; 1

E.1-11 : Dans le montage de la figure 1-23

- déterminer les tensions et intensités manquantes
- calculer la puissance absorbée par  $R_4$  et  $R_2$  ainsi que la puissance fournie par le générateur.
- calculer la puissance absorbée par chaque résistance.



Réponses : attention au sens des flèches

Loi des mailles :

$$ABC \rightarrow U_2 - U_{AB} + U_1 = 0$$

$$U_2 = U_{AB} - U_1 = 9 - 3 = 6V$$

$$CBC \rightarrow U_3 + 6 + 4 \rightarrow U_3 = 2V$$

$$ACD \rightarrow U_4 - 3 - 2 = 0 \rightarrow U_4 = 5V$$

$$\begin{aligned} \text{Loi des nœuds : C} &\rightarrow I_1 = I_2 + I_3 \rightarrow I_2 = 1 - 0.3 = 0.7\text{A} \\ \text{D} &\rightarrow I_3 + I_4 = I_5 \rightarrow I_5 = 0.4 - 0.3 = 0.1\text{A} \\ \text{A} &\rightarrow I = I_1 + I_4 = 1 + 0.1 = 1.1\text{A} \end{aligned}$$

Les courants calculés sont positif  $\rightarrow$  les flèches de courants indiquées sur le schéma représentent bien le sens réel des courants.

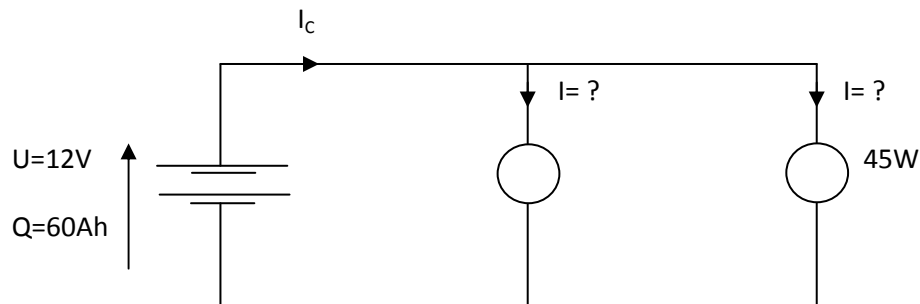
Puissance absorbé :

$$\begin{aligned} P_{R4} &= U_4 * I_4 = 0,5\text{W} \\ P_{R2} &= U_2 * I_2 = 4,2\text{W} \\ P_{\text{gén}} &= U_{\text{gén}} * I_{\text{gén}} = U_{\text{AB}} * I = 9 * 1.1 = 9.9\text{W} \end{aligned}$$

$$\text{NB : } P_{\text{gén}} = P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4} + P_{R5}$$

E.1-12 : une batterie d'accumulateur de 12 V a une charge de 60Ah. Elle alimente deux lampes 12 V, 45W montées en parallèle. Calculer :

- L'intensité du courant consommé par chacune de ces lampes
- La durée au bout de laquelle la batterie sera totalement déchargée

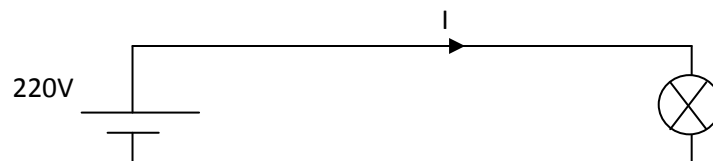


$$\begin{aligned} \text{➤ } P &= U * I \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{45}{12} = 3.75\text{A} \\ I_c &= I + I = 7.5\text{A} \end{aligned}$$

$$\text{➤ } I = \frac{Q}{t} \rightarrow t = \frac{Q}{I_c} = \frac{60}{7.5} = 8\text{h}$$

E.1-13 : Une lampe est alimenté sous 220V consomme 300Wh en 5h de fonctionnement. Calculer :

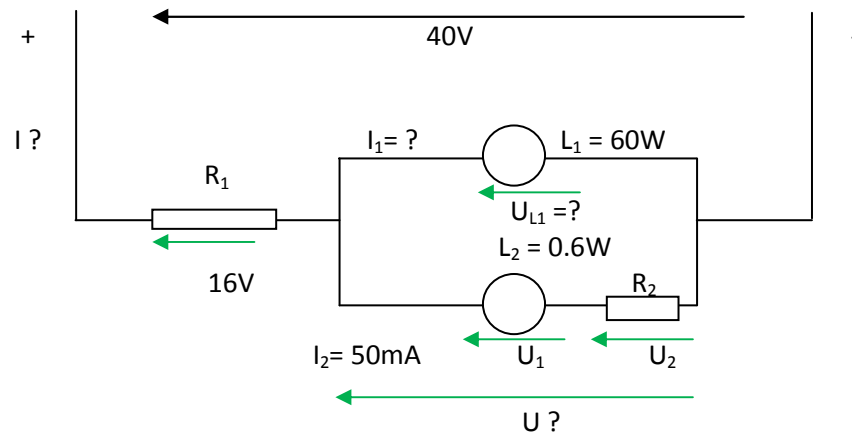
- La puissance de la lampe
- L'intensité du courant consommé.



$$\begin{aligned} \text{➤ } P_L &= ? \rightarrow P = \frac{W}{t} = \frac{300}{5} = 60\text{W} \\ \text{➤ } I_L &= ? \rightarrow P = U * I \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} = 0.27\text{A} \end{aligned}$$

E.1-14 : Dans le circuit :

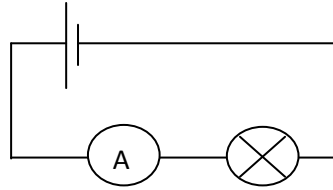
- Complétez les flèches de tensions
- Calculer U
- La lampe  $L_1$  absorbe une puissance de 6W, calculer  $I_1$
- $I_2 = 50\text{mA}$ , la lampe  $L_2$  absorbe une puissance de 0.6W, calculer  $U_1$  et  $U_2$
- Calculer I
- Déterminer les puissances absorbées par chacune des deux résistances.



- Indiquez les flèches de tensions
- $U = 40 - 16 = 24\text{V}$
- $I_1 = ? \rightarrow$   
 $U_{L1} = U = 24\text{V}$   
 $P_{L1} = U_{L1} * I_{L1} \rightarrow I_{L1} = \frac{P_{L1}}{U_L} = \frac{6\text{W}}{24\text{V}} = 0.25\text{A}$
- $U_1$  et  $U_2$  ?  
 $U_1 = \frac{P_{L2}}{I_{L2}} = \frac{0.6\text{W}}{I_2} = \frac{0.6}{50 \cdot 10^{-3}} = 12\text{V}$   
 $U_2 = U - U_1 = 24 - 12 = 12\text{V}$
- $I = ?$   
 Loi du nœud N :  $I = I_1 + I_2 = 0.25\text{A} + 50 \cdot 10^{-3} = 0.30\text{A}$
- $P_{R1} = U_{R1} * I_{R1} = 16\text{V} * I = 16\text{V} * 0.3\text{A} = 4.8\text{W}$   
 $P_{R2} = U_{R2} * I_{R2} = U_2 * I_2 = 12\text{V} * 50 \cdot 10^{-3}\text{A} = 0.6\text{W}$

E.1-15 : Pour mesurer l'intensité du courant consommé par une lampe 220V-75W, choisir le calibre de l'ampèremètre à utiliser parmi les suivants :

3A ; 1A ; 0.3A ; 0.1A

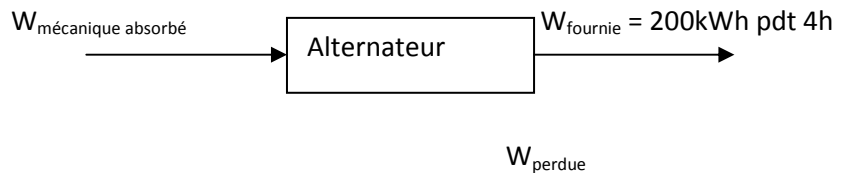


$$I = \frac{P}{U} = \frac{75W}{220V} = 0.34A$$

Pour une précision optimum on choisit le calibre disponible immédiatement supérieur à 0.34A → 1A

E.1-16 : Un alternateur fournit une énergie de 200kWh en 4h de fonctionnement.

- Calculer la puissance fournie
- Déterminer la puissance qu'il absorbe si son rendement est de 80%

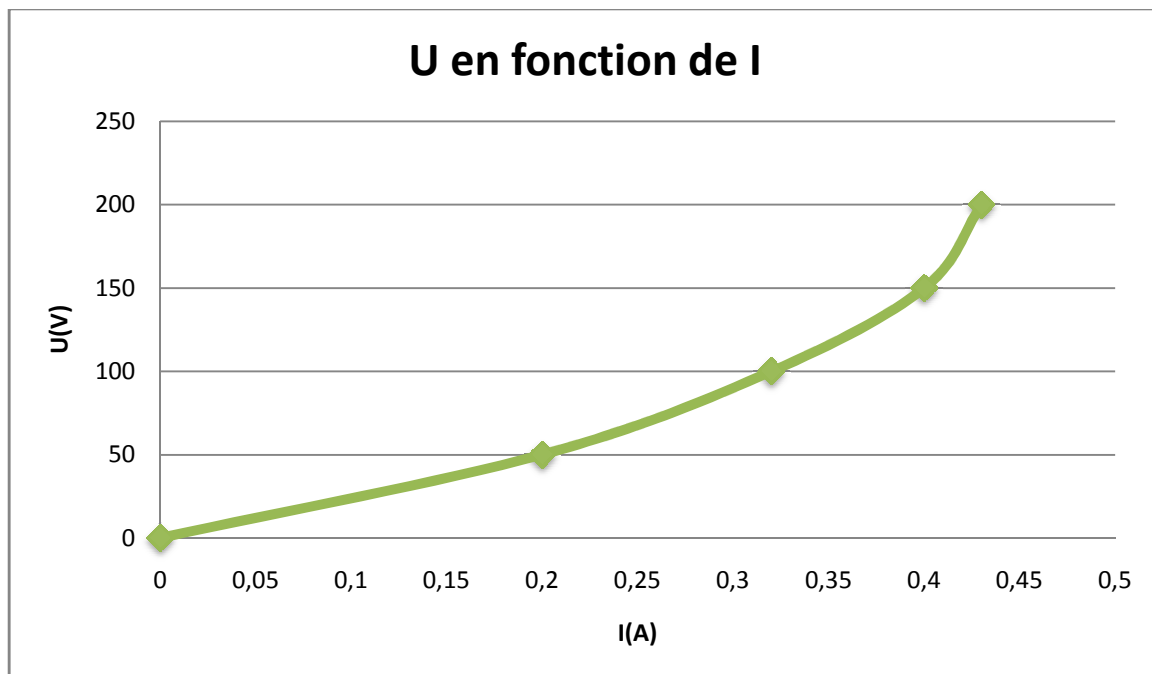
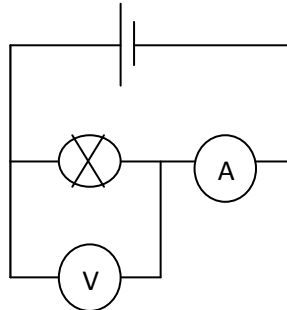


$$\text{➤ } P_u = \frac{W_{fournie}}{t} = \frac{200 \text{ kWh}}{4 \text{ h}} = 50 \text{ kW}$$

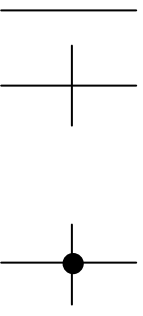
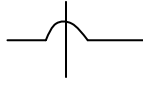
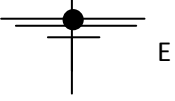
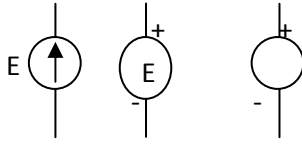
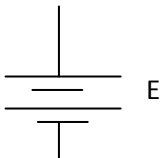
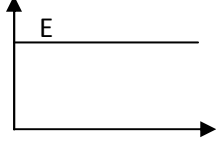
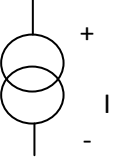
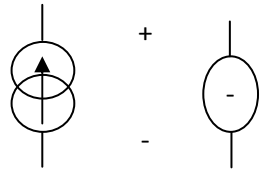
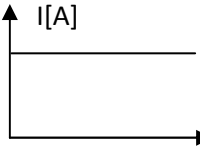
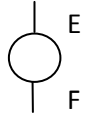
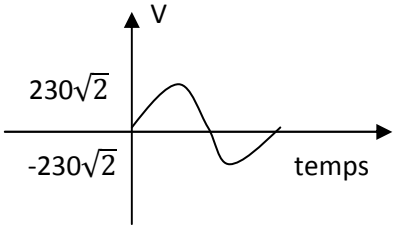
$$\text{➤ } P_a = ? \rightarrow \text{or } \eta = \frac{P_u}{P_a} \rightarrow P_a = \frac{P_u}{\eta} = \frac{50 \text{ kW}}{0.80} = 62.5 \text{ kW}$$

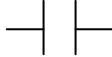
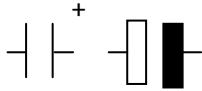
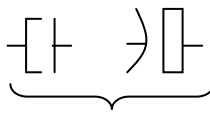
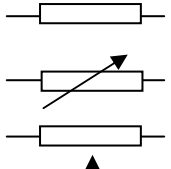

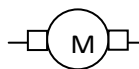
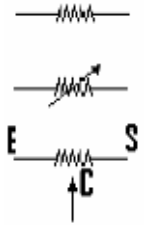
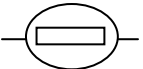
E.1-17 : Le relevé de la caractéristique d'une lampe donne les mesures suivantes :

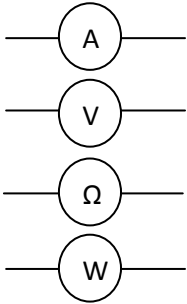
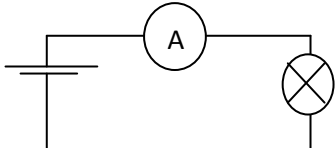
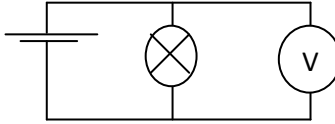
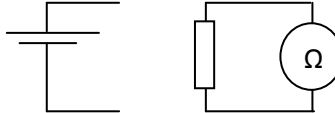
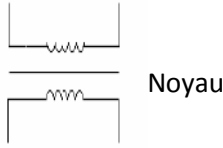
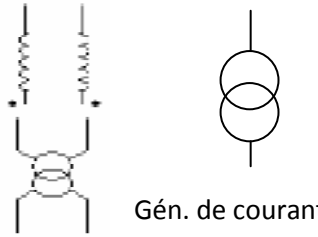
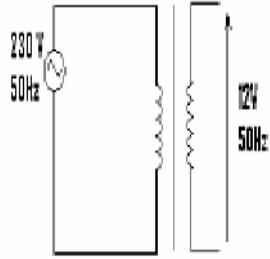
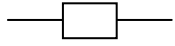
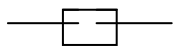
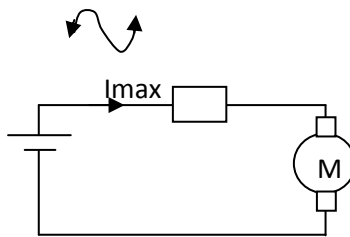


U(V)	0	50	100	150	200
I(A)	0	0.20	0.32	0.40	0.43



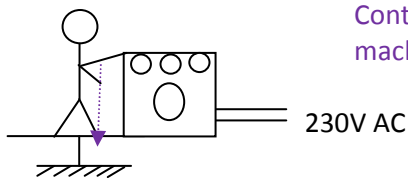
## Chapitre 3 : les composants de base et leurs équations.

Familles des composants	Symboles normalisée	Autres Symboles	dénomination
Conducteur			<p>Conducteur</p> <p>Croisement de conducteur sans liaison</p> <p>Croisement de conducteur avec liaison</p> <p>dérivation</p>
Générateur	 <p>E = tension électromotrice (t.e.m) = tensions aux bornes du générateurs quand il ne débite aucun courant</p>	 	<p>Générateur de tension (continue +au dessus)</p> <p>Tension aux bornes du gén. :</p>  <p style="text-align: right;">temps</p>
			<p>Générateur de courant continu</p>  <p style="text-align: right;">temps</p>
	 <p style="text-align: center;">Tension électromotrice efficace</p> <p style="text-align: center;"><math>U_{max} = U_{eff} \cdot \sqrt{2}</math></p> <p style="text-align: center;">fréquence en Hz (prise)</p>		<p>Générateur de tension alternative sinusoïde</p> <p>Ex : tension de réseau union européen</p>  <p>1 intervalle = 20ms</p> <p>Fréquence = <math>\frac{1}{T} = \frac{1}{20} = 50\text{Hz}</math></p>

<p>Réactances</p>	<p>Comportement récepteur</p> <p>comportement générateur</p>  <p>condensateur non polarisé</p>	  <p>Condensateur polarisé</p>	<p>Bobine (solénoïde) L = inductance [H]</p> <p>condensateur</p> <p>C = capacité [F]</p>
<p>Récepteurs</p>	<p>R</p>  <p>W électrique</p>  	 <p>E S C</p> <p>→ <math>\eta = 100\%</math> w calorifique</p> 	<p>Résistor fixe</p> <p>Résistor variable</p> <p>Résistor variable à contact mobile (c = curseur)</p> <p>Ampoule d'éclairage (lampe)</p> <p>Moteur électrique</p>

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Instruments de mesures</p>		<p>Montage en série :</p>  <p>Montage en // :</p>  <p>En direct sur le composant déconnecté :</p> 	<p>Ampèremètre → [A]          Voltmètre → [V]          Ohmmètre → [Ω]          Wattmètre → [W]</p>
<p>Adaptateurs</p>			<p>Transformateur statique (ex : 230 VAC → 24 ou 12V AC)          Transformateur abaisseur de tension.</p> 
<p>Divers</p>	<p>100mA</p>  <p>Si fusible HS</p>  <p>Vérification au test de continuité</p>		<p>Fusible à filament (fond et donc ouverture du circuit si <math>I \geq 100\text{mA}</math>)</p> <p>But protège les récepteurs en aval d'une intensité</p>
		 <p>masse</p> <p>carcasse métallique d'un appareil électrique (machine,...)</p>	<p>Terre :</p> <p>Référence de potentiel 0[V] la plus courante dans l'installation électrique : fil jaune et vert distribué dans toute l'installation et conduit à la terre</p> <p>Ex : prise</p>

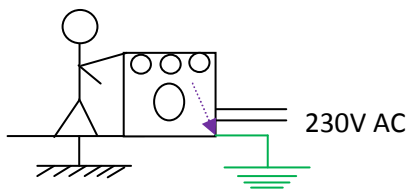
Haut potentiel



Contact anormale entre l'âme d'un fils et la carcasse métallique de la machine

Bas potentiel

En connectant grâce au fil de terre, la masse de la machine avec la terre, on impose 0V sur toute la carcasse métallique.

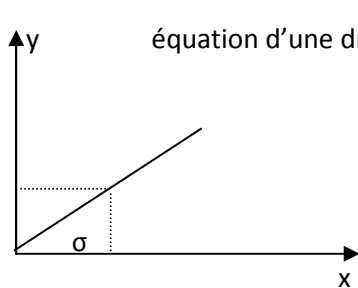


Machine : la masse est mise à la terre (pour la sécurité des utilisateurs)

NB : pour un circuit imprimé (électronique), le potentiel de référence 0V du circuit est appelé « masse », il n'est pas forcément relié à la terre.

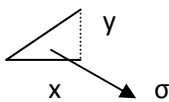
## Chapitre 4 : Loi d'ohm.

- Rappel de math**



équation d'une droite par (0,0) :  $y = m * x$

$m = \text{tg } \sigma \leftrightarrow$  pente de la droite

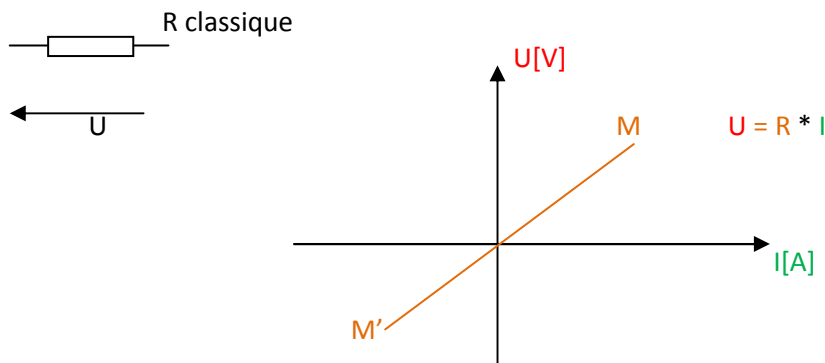


Si  $m \nearrow \rightarrow$  la droite devient « plus verticale »

Définitions de la tg d'un triangle rectangle est :

$\text{Tg } \sigma = y / x = \text{coté opposé} / \text{coté adjacent}$

Loi d'ohm = équation de la caractéristique d'une R.



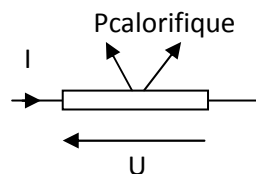
L'ohm est la résistance d'un résistor parcouru par un courant de 1a lorsqu'on lui applique une tension d'un volt entre ses bornes

Multiples :

$$1[\text{k}\Omega] = 10^3\Omega = 1000[\Omega]$$

$$1[\text{M}\Omega] = 10^6\Omega$$

Effet joule : tout résistor parcouru par un courant s'échauffe. Au fur et à mesure qu'il absorbe de la Péclectrique ( $U = U * I$ ), il la dissipe sous forme calorifique vers l'ambiance.



Si le point de fonctionnement p ne se trouve pas entre M et M' l'énergie, la puissance calorifique produite n'est pas entièrement évacuée → la température du résistor croit rapidement → le processus de destruction commence jusqu'à la destruction totale du résistor.

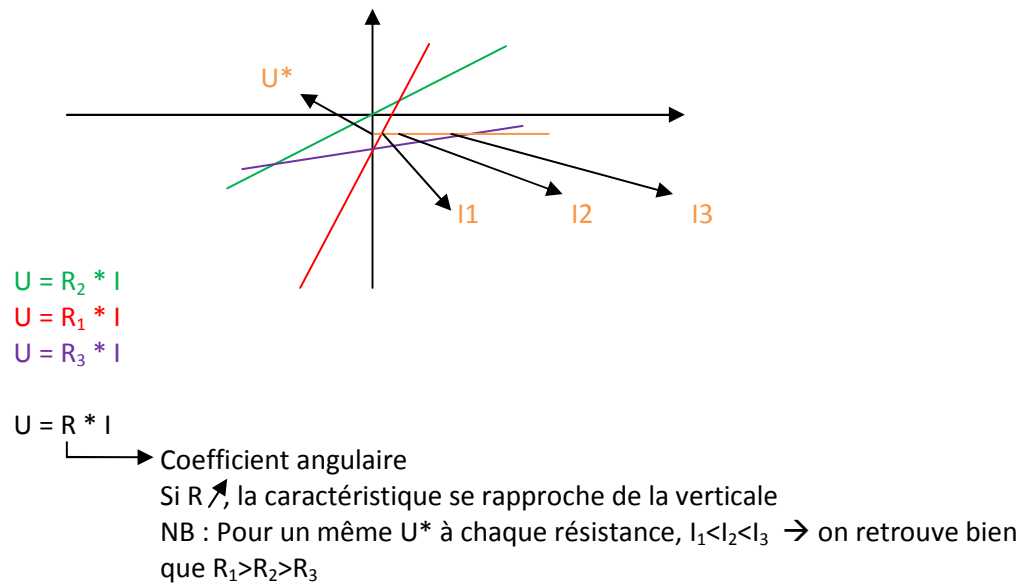
**Conclusion :**

Il faudra toujours vérifier que p est entre M et M', en vérifiant que :

$$P_{\text{électrique absorbé}} > P_{\text{max}}$$

$U * I$        $\downarrow$        $\downarrow$   
 indiqué sur le résistor  
 (en clair : 5W)  
 (par les dimensions du  
 résistors : code des couleurs)

- **Faisons varier R :  $R_1 > R_2 > R_3$**




- **Code des couleurs des résistances**

- Séries normalisées sont notées Exx est associées à une tolérance, ex : E12 associée à une tolérance de 10%

Voire tableau page 22 du syllabus.

- **Erreurs des appareils de mesures électriques digitaux.**

a) Erreur instrumentale

Ex :  pour mesurer une tension d'environ 2V

Calibre 200V 002. résolution (digit) = 1V

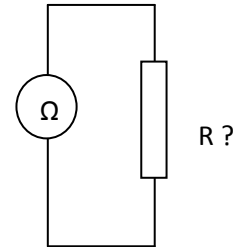
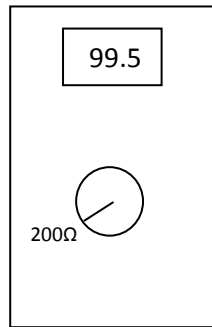
Calibre 10V 2.00 résolution (digit) = 0.01 [V]

Pour mesurer une tension d'environ 2V, le calibre 10V est plus précis que le calibre 200V. Le choix du calibre influence la précision donc on prendra toujours le calibre immédiatement supérieur disponible à la grandeur à mesurer.

Pour quantifier cette erreur instrumentale, il existe des formules que l'on retrouve dans le mode d'emploi de l'appareil de mesure. On trouve des tableaux (voire notre manuel)

- 1) choisir le tableau correspondant à la fonction de la mesure (ex : ohmmètre, voltmètre, ampèremètre)
- 2) le calibre que vous utilisez (dans cette fonction)
- 3) lire la formule d'erreur instrumentale absolue (dans la même unité que la mesure)

Ex :



Question : calculez la fourchette certaine de votre mesure.

Valeur lue = Reading =  $99.5\Omega$  ; Calibre =  $200\Omega$

→ manuel : prendre le tableau de l'ohmmètre

- choisir dans ce tableau la ligne relative au calibre =  $200\Omega$
- lecture de la formule de  $\epsilon_{instr\ abs}$

Digit = résolution (ici, on est précis à  $0.1\Omega$  près)

$$\epsilon_{instr\ abs} = 1\% * \text{Reading} + 4\text{digits}$$

$$= \frac{1}{100} * 99,5[\Omega] + 4 * 0.1\Omega$$

Reprise dans le tableau (digit ou résolution)

**Toujours prendre mêmes les unités**

=  $1,4\Omega$  (même unités que la mesure)

Fourchette certaine = Reading +  $\epsilon_{instr\ abs}$

$$= 99,5[\Omega] \pm 1.4 [\Omega]$$

$$- : 98,1\Omega$$

$$+ : 100,9\Omega$$

NB : erreur instrumentale relative (à la mesure) =  $\epsilon_{instr\%} = \left(\frac{\epsilon_{instr\ abs}}{\text{Reading}}\right) * 100$

Dans notre exemple :

$$\epsilon_{instr\%} = \left(\frac{1.4\Omega}{99.5\Omega}\right) * 100 = 1.4 [\%]$$

• **Mesure de résistance par méthode voltampère métrique, calcul d'erreur.**

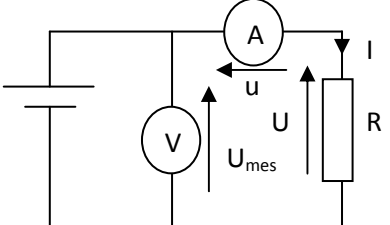
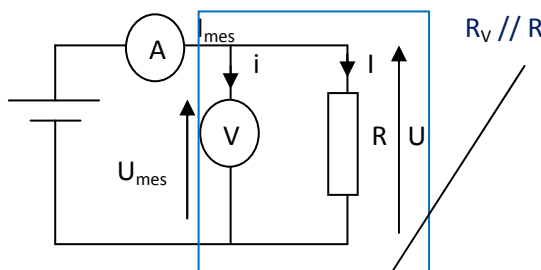
$$R \approx \frac{U_{mes}}{I_{mes}}$$

1) **Erreurs instrumentales**

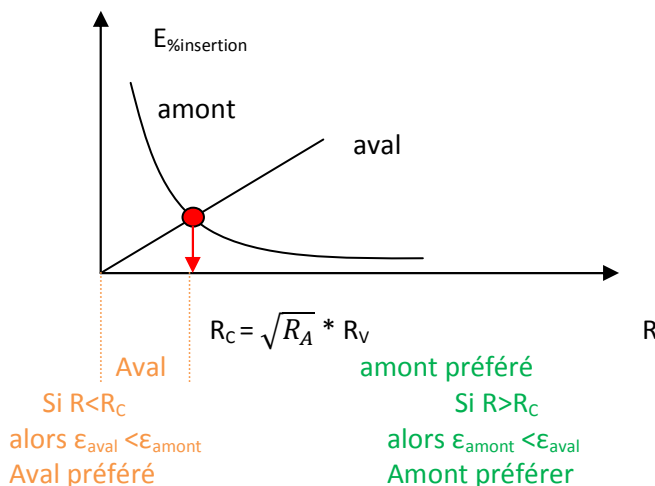
- Absolue (dans manuel) :  $\epsilon_{abs\ instr} = X\% \text{ Reading} + y \text{ digits}$
- Relative :  $\epsilon_{instr\%} = \frac{\epsilon_{abs\ instr}}{\text{Reading}} * 100$

Sur ampèremètre et sur voltmètre

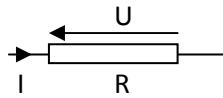
2) **Erreurs d'insertion systématique de la méthode voltampère métrique.**

Montage amont (longue dérivation)	Montage aval (carte dérivation = le plus rencontré)
 <p>Loi maille : <math>U_{mes} - u - U = 0</math></p> $R_{mes} = \frac{U_{mes}}{I_{mes}} = u \frac{U}{I} + \frac{u}{I} + \frac{U}{I} = R_A + R$ <p>Idéalement, il faudrait que <math>R_A = 0</math>, impossible dans la réalité où <math>R_A</math> varie avec le calibre</p> <p>Ex : 1.25 – 125 -1250..<math>\Omega</math></p> $\epsilon_{\% \text{insertion du voltmètre}} = \frac{R_A}{R} * 100$	 $R_{mes} = \frac{U_{mes}}{I_{mes}} = \frac{U}{i} + I = R_V * \frac{R}{R_V} + R$ <p>Tout petit courant car <math>R_V = 10[M\Omega]</math> tous le temps, idéalement si <math>R_V = \infty</math>, alors <math>i = 0</math></p>

Quel montage choisir ?



• **Utilisation de la loi d'Ohm**



Si  $I = 0.5A$  et  $R = 500\Omega \rightarrow U = 500 * 0.5 = 250V$

Si  $R = 100\Omega$  et  $U = 220V \rightarrow I = \frac{220}{100} = 2.2A$

Si  $I = 5A$  et  $U = 200V \rightarrow R = \frac{200}{5} = 40\Omega$

NB :

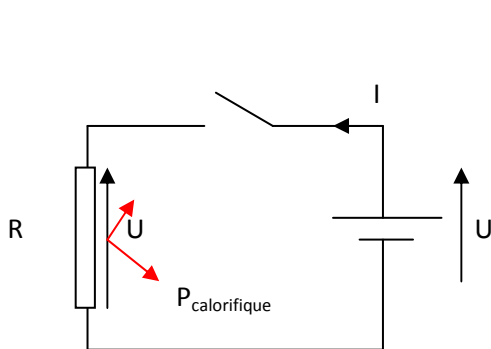
Si  $U = 10V$

$I = 1mA$

$$R = \frac{10}{10 \cdot 10^{-3}} = 10k\Omega$$

$$\frac{V}{mA} = k\Omega$$

• **Puissance dissipée en chaleur – effet joule.**



Tout résistor parcouru par un courant électrique s'échauffe. La totalité de la puissance électrique absorbée est transformée en puissance calorifique

$$P = U * I = \frac{U^2}{R} = R * I^2$$

**Démonstration :**

$P = U * I$

$I = \frac{U}{R}$

$$P = U * \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$$

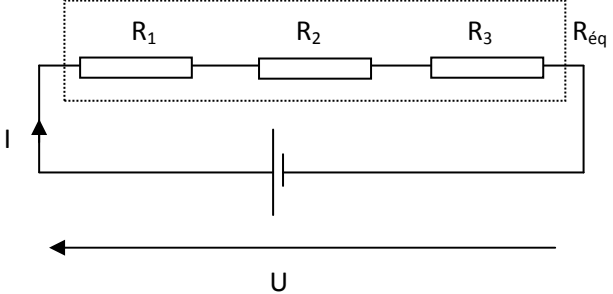
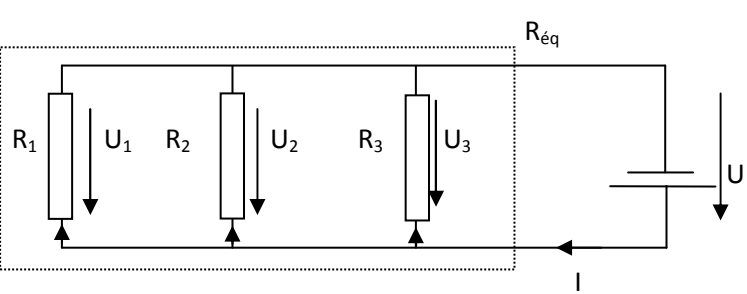
$P = U * I$

$U = R * I$

$$P = R * I * I = R * I^2$$

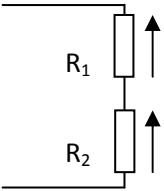
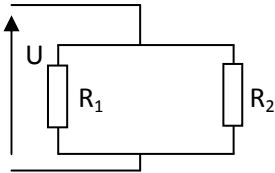
**NB :** pour ne pas détruire la R, toujours vérifier que  $P < P_{max \text{ dissipable par } R}$

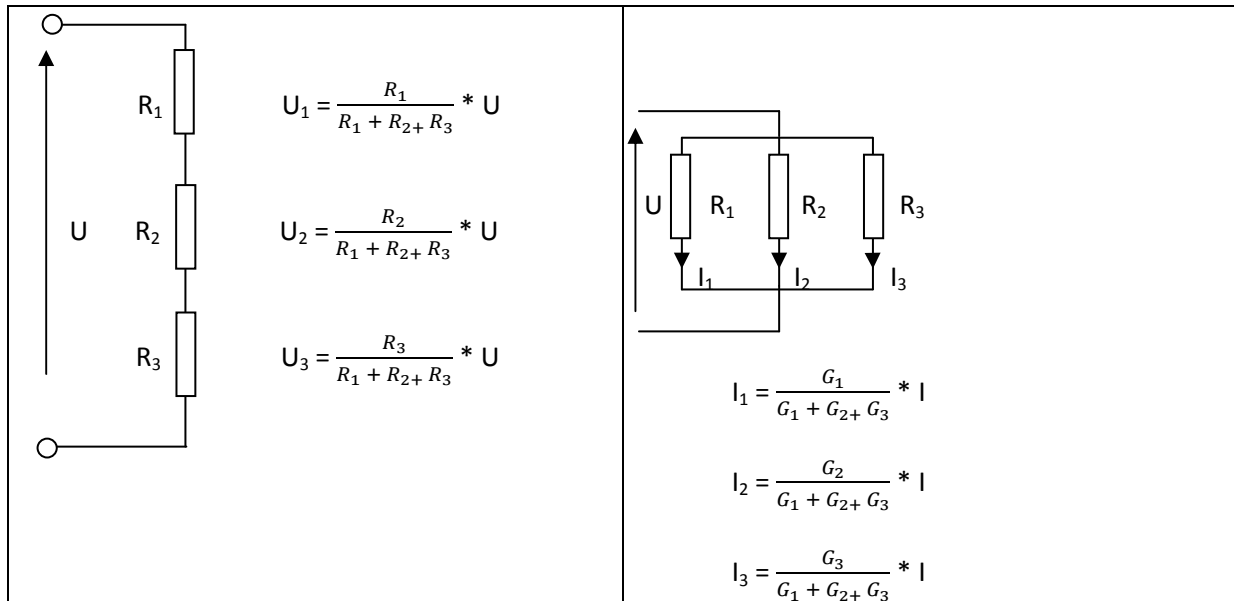
• **Association de résistance**

Série : les 3R sont parcouru par le même courant	Parallèle : les 3R sont soumises à la même tension
 <p> <math>I = I_1 = I_2 = I_3</math>                      Loi de maille : <math>U = U_1 + U_2 + U_3</math>                      Loi d'ohm <math>\rightarrow R_{\text{éq}} * I = R_1 * I + R_2 * I + R_3 * I_3</math>  <math>R_{\text{éq}} * I = I (R_1 + R_2 + R_3)</math>  <math>R_{\text{éq}} = R_1 + R_2 + R_3</math> </p> <p><b>Pour n R :</b></p> $R_{\text{éq}} = \sum_{i=1}^n R_i$ <p><b>NB :</b> supposons que <math>R_1 &gt; R_2 &gt; R_3 \rightarrow U_1 &gt; U_2 &gt; U_3</math></p>	 <p> <math>U = U_1 = U_2 = U_3</math>                      Loi des nœuds : <math>I = I_1 + I_2 + I_3</math>                      Loi d'ohm : <math>\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3}</math>  <math>= U \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)</math>  <math>\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}</math> </p> <p><b>Pour n R :</b></p> $\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$ <p><b>NB :</b> supposons que <math>R_1 &gt; R_2 &gt; R_3 \rightarrow I_3 &gt; I_2 &gt; I_1</math></p>
<p><b>La R équivalente à un groupement de R est 1R de calcul (imaginaire) qui si elle était soumise à la même tension que l'association consommerai le même courant I que l'association.</b></p>	
<p><b>NB :</b> cas 2R identiques en séries</p> <p>Si <math>R_1 = R_2 = R \rightarrow R_{\text{éq}} = R_1 + R_2</math></p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>R_{\text{éq}} = 2R</math> </div>	<p><b>NB :</b> cas de 2R en //</p> $\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 * R_2}$ <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>R_{\text{éq}} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 * R_2}</math> </div> <p><b>NB :</b> cas de 2R identiques en //</p> $R_1 = R_2 = R \rightarrow R_{\text{éq}} = R * \frac{R}{R} + R = \frac{R^2}{2R}$ <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>R_{\text{éq}} = \frac{R}{2}</math> </div>

<p><b>Exercice :</b></p> <p><math>R_1 = 10\Omega ; R_2 = 5\Omega ; R_3 = 7\Omega</math>  <math>U = 220V</math>                  Calculez : <math>R_{\text{éq}} ; I ; U_1 ; U_2 ; U_3</math></p> <p><math>R_{\text{éq}} = 10+5+7 = 22\Omega</math>  <math>I = \frac{U}{R} = \frac{220}{22} = 10A</math>  <math>U_1 = 10 \cdot 10 = 100V</math>  <math>U_2 = 5 \cdot 10 = 50V</math>  <math>U_3 = 7 \cdot 10 = 70V</math></p>	<p><b>Exercice :</b></p> <p><math>R_1 = 20\Omega ; R_2 = 50\Omega ; R_3 = 40\Omega</math>  <math>U = 220V</math>                  Calculez : <math>R_{\text{éq}} ; I ; U_1 ; U_2 ; U_3</math></p> <p><math>\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{200} + \frac{1}{150} + \frac{1}{40} = 0,095\Omega</math>  <math>R_{\text{éq}} = \frac{1}{0,095} = 10,52\Omega</math>  <math>I = \frac{U}{R_{\text{éq}}} = \frac{220}{10,52} = 20,9A</math>  <math>I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220}{20} = 11A</math></p>
---	---

• **Montage associant des résistances fixes**

Série : pont diviseur de tension	Parallèle : pont diviseur de courant
 $U_1 = \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) * U$ $U_2 = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) * U$ <p><b>Formule du pont diviseur de tension :</b></p> <p>La tension aux bornes d'une résistance du pont (<math>U_2</math>) est directement proportionnelle à la tension d'alimentation du pont (<math>U</math>) et à la résistance aux bornes de laquelle on prend la tension est inversement proportionnelle à la somme des résistances du pont.</p> <p><b>Démonstration :</b></p> $I = \frac{U}{R_{\text{éq}}} = \frac{U}{R_1 + R_2}$ $U_R = R_2 * I$ $U_2 = R_2 * \frac{U}{R_1 + R_2}$ $U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * U$	 $I_{R2} = \frac{G_2}{G_1 + G_2} * I$ $I_{R1} = \frac{G_1}{G_1 + G_2} * I$ <p><b>Formule du pont diviseur de courant</b></p> <p>Le courant d'une résistance (<math>I_{R2}</math>) est disproporionnel au courant d'alimentation du pont (<math>I</math>), à la conductance de la résistance de la laquelle on calcule le courant (<math>G_2</math>) et inversement proportionnelle à la somme des conductances du pont</p> <p><b>Démonstration :</b></p> $U = R_{\text{éq}} * I = \frac{1}{G_{\text{éq}}} * I = \frac{1}{G_1 + G_2} * I$ $U = R_2 * I_2 = \frac{1}{G_2} * R_2$ $\frac{I}{G_1 + G_2} = \frac{I_{R2}}{G_2} \rightarrow I_{R2} = \frac{G_2}{G_1 + G_2} * I$

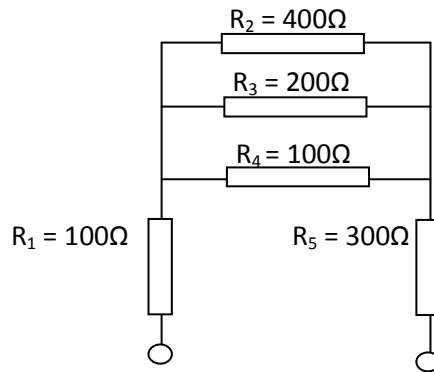


▪ **Exercices :**

Série	Parallèle
Cas particulier de 2R d'ordre de grandeur très différente soient \$R_1 = 1\Omega\$ \$R_2 = 1M\Omega\$	
$R_{\text{éq}} = R_1 + R_2$ $= 1\Omega + 1000000\Omega$ $= 1000001 \rightarrow 1M\Omega$	$R_{\text{éq}} = \frac{1 * 10^6}{1 + 10^6} = 0.99999999\Omega \rightarrow 1\Omega$
En série : la grosse l'emporte (la petite a peu de d'influence)	En // la petite l'emporte (la gde a peu d'influence)
Nb soient en n R	
$R_{\text{éq}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	$\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ (1)
	Par facilité d'électricité et pour faire l'analogie avec l'association série, on définit la conductance d'une R, notée
	$G = \frac{1}{R}$ S → siemens (1) → Devient $G_{\text{éq}} = G_1 + G_2 + \dots + G_n$

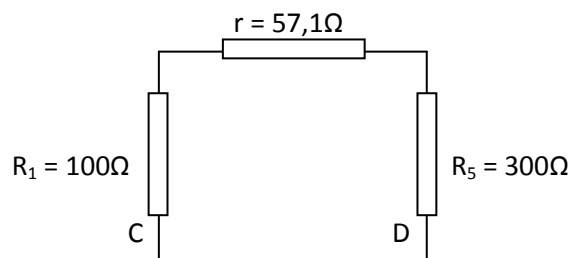
▪ **Exercices page 53 du syllabus.**

E1.2 : Calculons  $R_{234}$   $R_2 // R_3 // R_4$



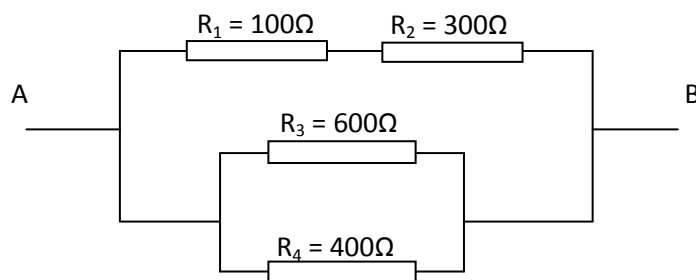
$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{234}} &= \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \\ &= \frac{1}{400} + \frac{1}{200} + \frac{1}{100} \\ &= 0.02 \text{ S Siemens} \rightarrow R_{234} = \frac{1}{0.02} = 57,1 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Calculons  $R_{CD}$   $R_1$  série  $R_{234}$  série  $R_5$



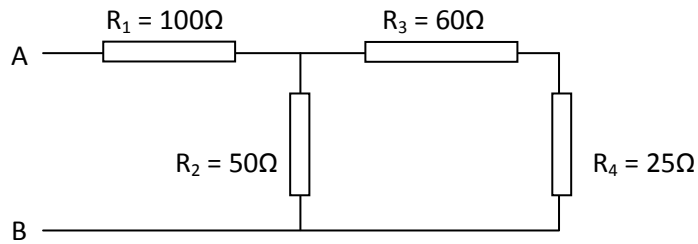
$$\begin{aligned} R_{CD} &= R_1 + R_{234} + R_5 \\ &= 100 + 57 + 300 = 437 \text{ ohm} \end{aligned}$$

E1.2 Déterminer la résistance équivalente  $R_{eq}$  du dipôle AB représenté sur la figure.



$$\begin{aligned} R_{ab} &= R_{12} // R_{34} \\ R_{12} &= 100 + 300 \\ R_{34} &= \frac{R_3 * R_4}{R_3 + R_4} = \frac{600 * 400}{600 + 400} = \frac{2400}{10} = 240\Omega \\ R_{ab} &= \frac{R_{12} * R_{34}}{R_{12} + R_{34}} = \frac{400 * 240}{400 + 240} = 150\Omega \end{aligned}$$

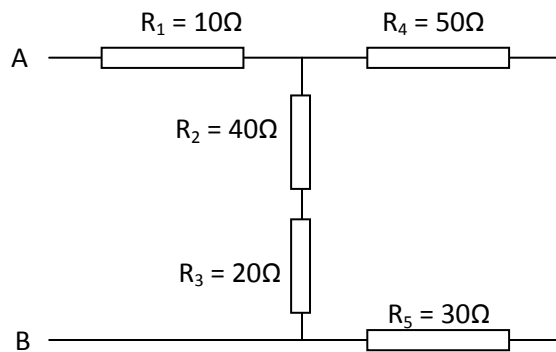
E1.3 Le schéma de la figure représente une association de quatre résistances. Déterminer la résistance équivalente du dipôle AB ainsi formé par cette association.



$R_1$  série. ( $R_{34} // R_2$ )

$$R_{ab} = R_1 + \left( \frac{R_{34} * R_2}{R_{34} + R_2} \right) = 100 + \left( \frac{85 * 50}{85 + 50} \right) = 131,5 \Omega$$

E1.4 Calculer la résistance équivalente du dipôle AB représenté sur la figure



$R_1$  série ( $R_{46} // R_{23}$ )

$$R_{ab} = R_1 + \left( \frac{R_{46} * R_{23}}{R_{46} + R_{23}} \right) = 10 + \left( \frac{90 * 60}{90 + 60} \right) = 46\Omega$$

E-17 Quel est le courant  $I$  débité par un G de tension continu appliquant 1 tension  $U$  égal 24V au borne d'une association // de  $R_1=100\Omega$  et  $R_2=220\Omega$

Calculer le courant passant dans  $R_1$  soit  $I_{R_2}$  et  $I_{R_1}$

Une  $R$  d'  $\frac{1}{4}$  de Watt conviendrait-elle ou devez-vous choisir une  $R$  de plus grande puissance dissipable ?

$$I = \frac{U}{R_{12}} = \frac{U}{\frac{100 * 220}{100 + 220}} = \frac{24}{68,75} = 0,35A$$

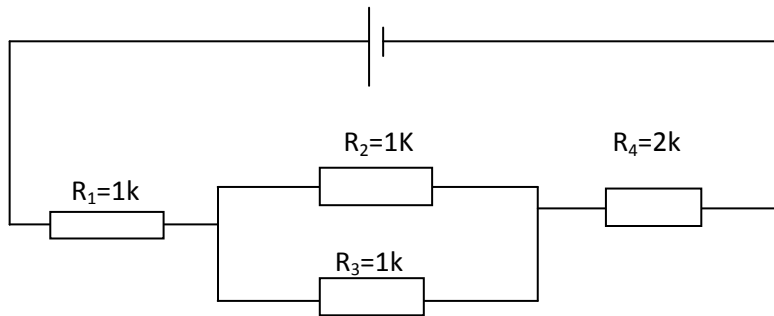
$$I_{R_1} = \frac{U}{R_1} = \frac{24}{100} = 0,24 A$$

$$I_{R_2} = I - I_{R_1} = 0,35 - 0,24 = 0,11A$$

Puissance électrique absorbé par  $R_2 \rightarrow P_{abs} = U \cdot I_{R_2} = 24 * 0,11 = 2.6W$

$\gg P_{\max} \frac{1}{4} W \rightarrow$  non, elle se détruit  $\frac{1}{4} W 0.25W$

▪ **Exercice**



$$P_{R3} = R_3 \cdot I^2 = 1000 \cdot 0.014^2 = 0.196W$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{100}{3500} = 0.0285 \sim 0.029A$$

$$I_1 = 0.029A$$

$$I_2 = 0.014A = 14mA$$

$$R_{23} = \frac{1000 \cdot 1000}{1000 + 1000} = 500\Omega$$

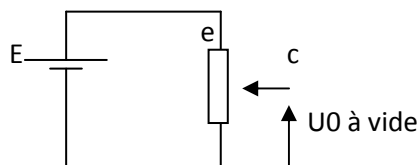
$$R_{1234} = 1000 + 500 + 2000 = 3500\Omega$$

$$R_3 \text{ d' } \frac{1}{4} W \text{ suffit-elle ? } P_{\text{abs}} = 0.196W < P_{\text{max}} = 0.250W$$

• **Association de R fixes et variables**

1) **Montage potentiométrique**

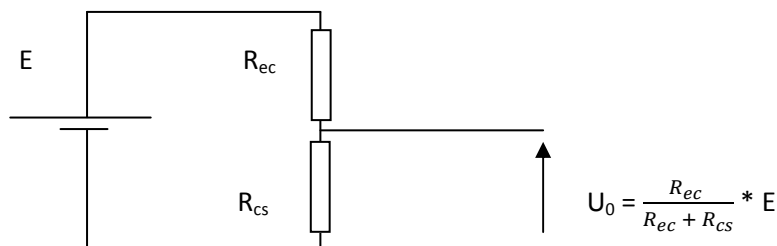
○ À vide



$$U_0 = \frac{R_{cs}}{R_{es}} \cdot E$$

Conclusion :  $\frac{U_0}{R_{cs}}$  « proportionnelle à »

**Analogie avec pont diviseur de tension :**



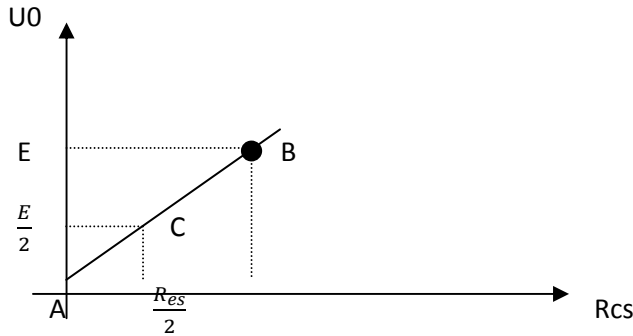
$$U_0 = \frac{R_{cs}}{R_{ec} + R_{cs}} \cdot E$$

Propriété de la R variable

$$R_{es} = R_{ec} + R_{cs}$$

└─> Fixe, indiquée sur le composant

$$U_0 = \frac{R_{cs}}{R_{es}} * E$$



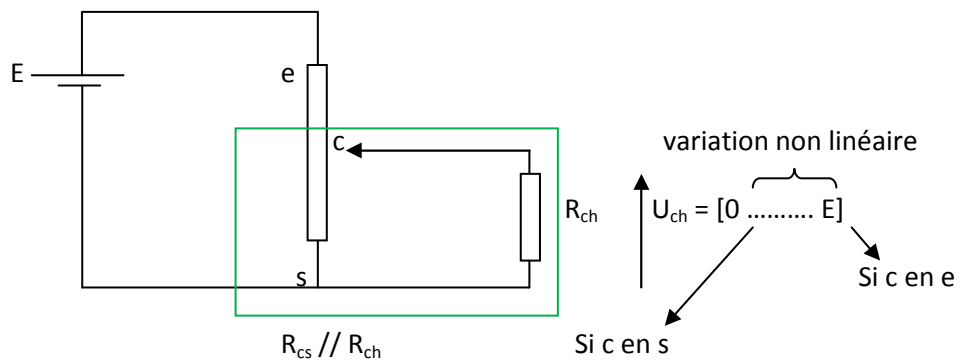
A →  $R_{cs} = 0$ , soit le curseur c au point s →  $U_0 = \frac{R_{cs}}{R_{es}} * E = \frac{0}{R_{es}} * E = 0$

B →  $R_{cs} = R_{es}$ , soit le curseur c au point e →  $U_0 = \frac{R_{cs}}{R_{es}} * E = \frac{R_{es}}{R_{es}} * E = E$

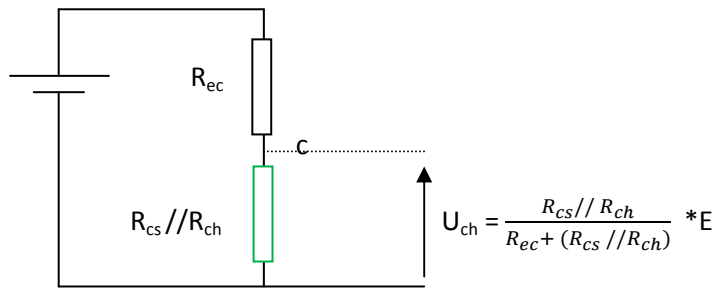
C →  $R_{cs} = \frac{R_{es}}{2}$ , soit le curseur c au point s →  $U_0 = \frac{R_{cs}}{R_{es}} * E = \frac{R_{es}}{2} * E = E/2$

**Montage potentiométrique : permet d'obtenir une tension réglable ( $U_0$ ) entre 0 et E à partir d'une tension fixe E**

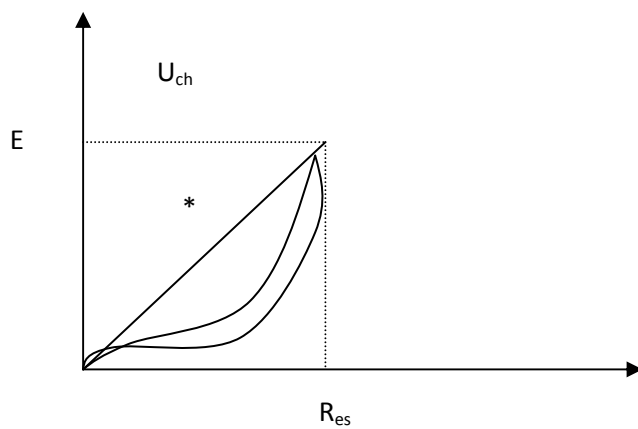
- En charge : la charge ( $R_{ch}$ ) est montée en // avec ma résistance variable ( $R_{cs}$ ).



**Le montage est équivalent à :**



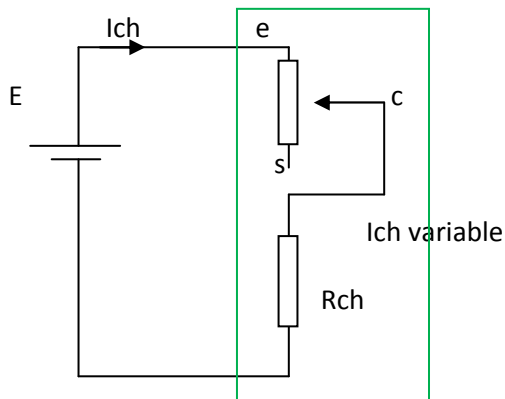
Où  $R_{cs} // R_{ch} = \frac{R_{cs} * R_{ch}}{R_{cs} + R_{ch}}$



Plus la  $R_{ch}$  est petite par rapport à celle du potentiomètre ( $R_{es}$ ), plus la « banane » se creuse = perte de linéarité du réglage

\*  $U_0$  à vide → linéaire

**2) Montage rhéostatique**

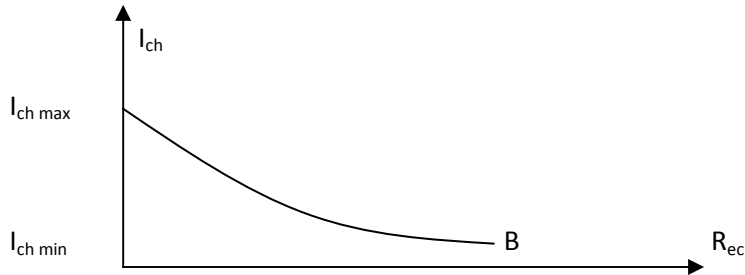


**Définition : permet de régler un courant dans une charge alimenté par une tension fixe, la charge est montée en série avec la résistance variable**

$$I_{ch} = \frac{U}{R_{\text{eq}}} = \frac{U}{R_{ec} + R_{ch}}$$

$$I_{ch} = \frac{U}{R_{ec} + R_{ch}}$$

Si  $R_{ec} \nearrow$ , alors  $I_{ch} \searrow$



A  $\rightarrow$  si c e n e :  $R_{ec} = 0 \rightarrow I_{ch} = \frac{U}{R_{ec} + R_{ch}} = \frac{U}{R_{ch}} \rightarrow I_{ch \text{ max}}$

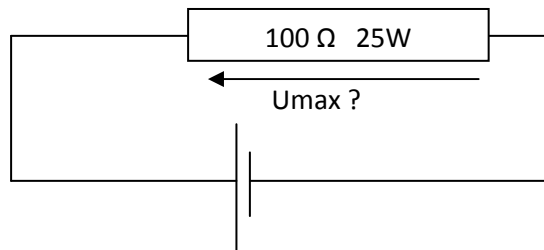
B  $\rightarrow$  si c e n s :  $R_{ec} = R_{es} \text{ (max)} \rightarrow I_{ch} = \frac{U}{R_{ec} + R_{ch}} = \frac{U}{R_{es} + R_{ch}} \rightarrow I_{ch \text{ min}}$

Nb : un rhéostat à une grandeur caractéristiques :  $R_{es}$  et  $I_{\text{max}}$

### ▪ Exercice

E-1 Quelle tension maximale une résistance marquée  $100\Omega - 25W$  peut-elle supporter ? Quel est alors le courant qui la traverse ?

$I_{\text{max}} = ?$



$$P_{\text{max}} = 25W$$

$$R = 100\Omega$$

$$\text{(Rappel : effet joule : } P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = R \cdot I^2)$$

$$P_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}^2}{R} \rightarrow U_{\text{max}}^2 = P_{\text{max}} \cdot R$$

$$= \sqrt{P_{\text{max}} \cdot R}$$

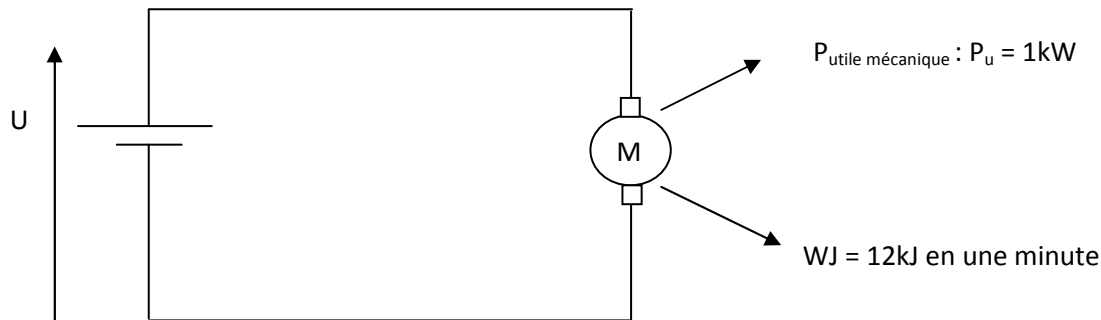
$$= \sqrt{25[w] \cdot 100[\Omega]}$$

$$= \sqrt{2500} = 50[V]$$

$$\text{Loi d'ohm: } U = R \cdot I \rightarrow I = \frac{U}{R}$$

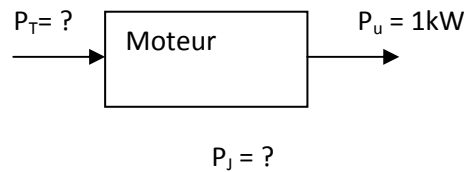
$$I_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}}{R} = \frac{50[V]}{100[\Omega]} = 0,5[A]$$

E-3 page 28 : Un moteur électrique fonctionnant en régime permanent développe une puissance mécanique  $P_u = 1\text{kW}$ , et produit une quantité de chaleur  $W_j$  de  $12\text{kJ}$  en une minute



- La puissance électrique absorbée :  $P_T = ?$
- $W$  consommée pendant 4h :  $W_{\text{consommée 4h}} = ?$
- Rendement du moteur :  $\eta_{\text{moteur}} = ?$
- Si  $U = 220\text{V} \rightarrow I_{\text{abs}} = ?$

- Bilan des puissances



Pertes calorifique par effet joule

$$\rightarrow P_j = \frac{W_j}{t} = \frac{12 \cdot 10^3 \text{ [J]}}{60 \text{ [s]}} = 200 \text{ [W]}$$

$$P_T = P_u + P_j = 1\text{kW} + 200\text{W} = 1200 \text{ [W]}$$

- En SI :  $W_{4h} = P_T \cdot t = 1200 \text{ [W]} \cdot 4 \cdot 3600 \text{ [s]} = 17,3 \cdot 10^6 \text{ J} = 17,3 \text{ MJ}$   
Hors SI :  $W_{4h} = P_T \cdot t = 1,2 \text{ [kW]} \cdot 4 \text{ [h]} = 4,8 \text{ [kWh]}$

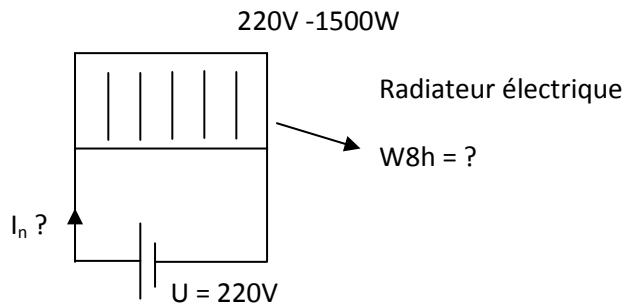
$$c) \quad \eta_{\text{moteur}} = \frac{\text{effet utile}}{\text{coût}} = \frac{P_u (\text{mécanique})}{P_T (\text{électrique})} = \frac{1 \text{ [kW]}}{1,2 \text{ [kW]}} = 0,83 = 83\%$$

$$d) \quad P = U \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{U}$$

$$I_{\text{abs}} = \frac{P_T (\text{électrique})}{U} = \frac{1200 \text{ [W]}}{220 \text{ [V]}} = 5,4 \text{ [A]}$$

E-1 page 28 : Sur un radiateur électrique on lit les indications suivantes : 220V- 1500W. Pour le régime de fonctionnement nominal, calculer :

- L'intensité  $I_n$  du courant qui traverse le radiateur
- L'énergie électrique consommée en 8 heures (en kilojoules)



$I_n$  : courant nominal = courant absorbé en fonctionnement normal, c'est à dire sous la tension normale pour lequel il est fabriqué

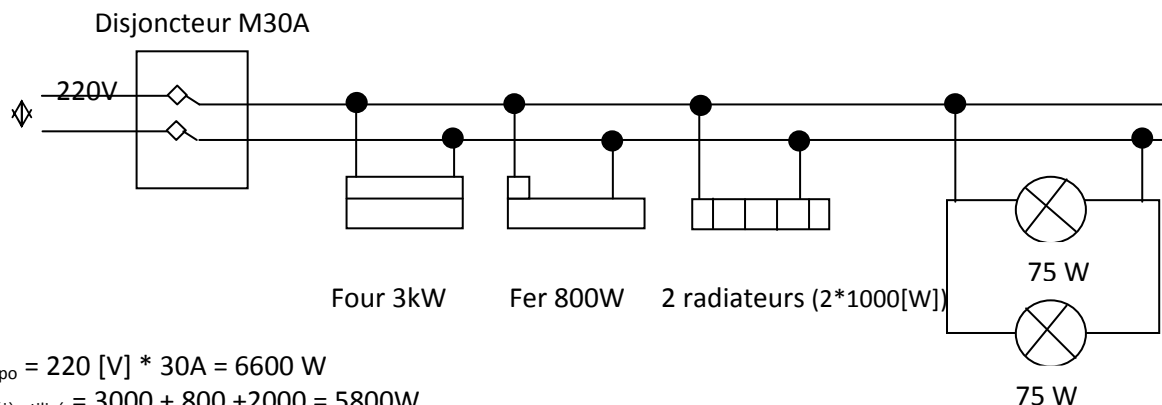
$$a) I_n = \frac{P_n}{U_n} = \frac{1500 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 6,82 [\text{A}]$$

$$\left. \begin{array}{l} P = 1500 \text{ W} \\ U = 220 \text{ V} \end{array} \right\} P = U * I \rightarrow I = \frac{P}{U}$$

- En SI :  $W8h = P_n * t = 1500 [\text{W}] * 8 * 3600 [\text{s}] = 4,32.10^4 [\text{kJ}]$   
Hors SI :  $W8h = P_n * t = 1,500 [\text{kW}] * 8 [\text{h}] = 12 [\text{kWh}]$

E-2 page 28 : une installation alimentée sous 220V comporte un disjoncteur de calibre 30A. On met en service un four électrique de 3 kW, un fer à repasser de 800W, et 2 radiateurs de 1000 W chacun.

Combien de lampes d'une puissance  $P$  de 75W peut-on brancher en même temps ?



$$P_{\text{dispo}} = 220 [\text{V}] * 30\text{A} = 6600 \text{ W}$$

$$P_{\text{déjà utilisé}} = 3000 + 800 + 2000 = 5800 \text{ W}$$

$$P_{\text{dispo}} = 800 \text{ W} \rightarrow \text{nombre de lampes} = 10 * 75 = 750 \text{ W} < P_{\text{dispo}}$$