

# UE: Electricité

## 1<sup>e</sup> bachelier TC

### Informatique

Année 2023-2024

Enseignant: ISIDORO Laetitia

# Introduction

## Plan du cours

- Principales lois de l'électricité
- Electrocinétique = > lois de base + le condensateur
- Résolution des circuits par Kirchhoff

# Domaines de l'électricité ?





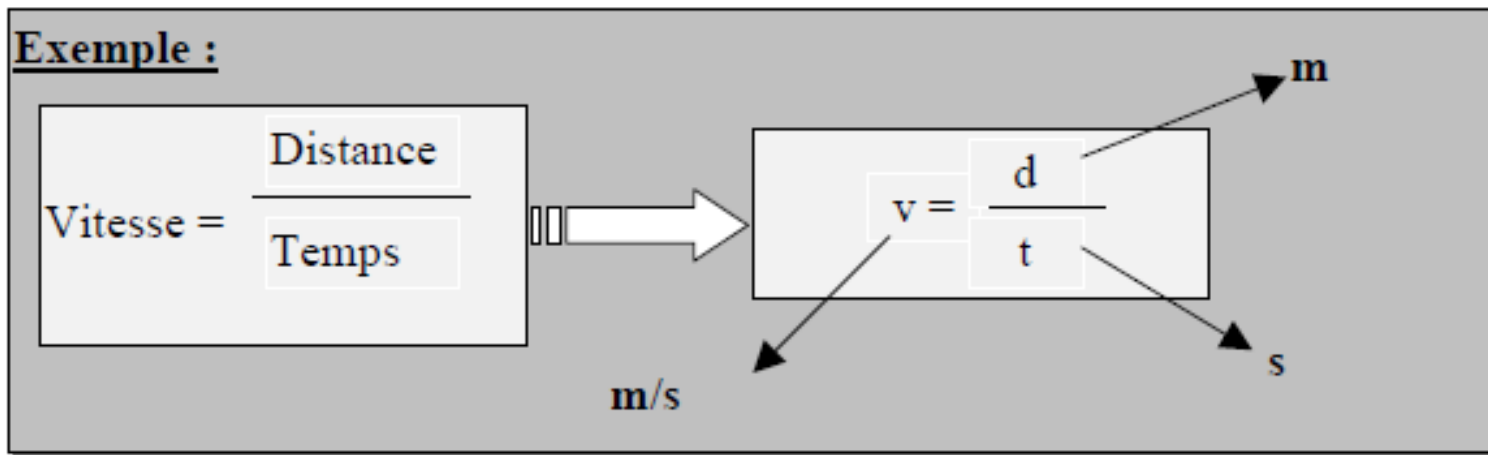
# Domaines de l'électricité ?



# Les grandeurs et les unités de mesures

## a) Les grandeurs physiques

1. Chaque grandeur physique est représentée par une lettre appelée “ **symbole de la grandeur** ” ( voir tableau page 5 ).
2. Une grandeur physique est mesurée par un nombre concret. Ce **nombre doit toujours être suivi d'une unité.**
3. Dans une relation (ou formule), les grandeurs doivent être mesurée avec les unités du même système.



## **b) Les unités de mesures**

### **1. Les noms des unités :**

Ils s'écrivent toujours avec une **minuscule** comme initiale et s'accordent comme un nom commun même s'ils sont dérivés d'un nom propre.

### **2. Les symboles :**

Ils ne prennent pas la marque du pluriel.

Ils ne doivent pas être suivis d'un point.

Ils se placent toujours après la valeur numérique complète du nombre exprimant la mesure de la grandeur physique.

### **3. Les multiples et les sous-multiples :**

Ils sont donnés dans les tableaux ci-dessous :

## **b) Les unités de mesures**

**LES MULTIPLES : ( Tableau N°1)**

<b>Préfixe</b>	<b>Symbole</b>	<b>Rapport à l'unité</b>
déca		
hecto		
kilo		
méga		
giga		
téra		

**LES SOUS-MULTIPLES : (Tableau N°2)**

<b>Préfixe</b>	<b>Symbole</b>	<b>Rapport à l'unité</b>
déci		
centi		
milli		
micro		
nano		
pico		
femto		
atto		



## c) Le système international d'unités

1. Il est le seul légal depuis le 3 mai 1961.

Il existe six grandeurs fondamentales dont les unités sont matérialisées par des étalons ou définies par rapport à une référence physique immuable.

2. Les grandeurs fondamentales sont :

- la longueur exprimée en mètre ( m )
- la masse exprimée en gramme ( g )
- le temps exprimé en seconde ( s )
- l'intensité du courant électrique exprimée en ampère ( A )
- la température thermodynamique exprimée en kelvin ( K )
- l'intensité lumineuse exprimée en candela ( cd )





## d) Les lettres grecques

<i>Minuscule</i>	<i>Majuscule</i>	<i>Nom</i>	<i>Minuscule</i>	<i>Majuscule</i>	<i>Nom</i>
α	Α	<i>alpha</i>	ν	Ν	<i>nu</i>
β	Β	<i>béta</i>	ξ	Ξ	<i>xi</i>
γ	Γ	<i>gamma</i>	ο	Ο	<i>omicron</i>
δ	Δ	<i>delta</i>	π	Π	<i>pi</i>
ε	Ε	<i>epsilon</i>	ρ	Ρ	<i>rhô</i>
ζ	Ζ	<i>dzêta</i>	σ	Σ	<i>sigma</i>
η	Η	<i>êta</i>	τ	Τ	<i>tau</i>
θ	Θ	<i>thêta</i>	υ	Υ	<i>upsilon</i>
ι	Ι	<i>iota</i>	φ	Φ	<i>phi</i>
κ	Κ	<i>kappa</i>	χ	Χ	<i>khi</i>
λ	Λ	<i>lambda</i>	ψ	Ψ	<i>psi</i>
μ	Μ	<i>mu</i>	ω	Ω	<i>oméga</i>





## e) Les unités de temps





- $1\text{h} = 60\text{ min} = 3600\text{s}$
- $1\text{min} = 60\text{s}$

= >  $1\text{j} = 24\text{h} = 1440\text{ min} = 86400\text{ s}$

	<b>Temps en heures</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>x 60</b> 	<b>Temps en minutes</b>	<b><math>1 \times 60 = 60</math></b>	<b><math>5 \times 60 = 300</math></b>	<b><math>10 \times 60 = 600</math></b>
<b>x 60</b> 	<b>Temps en secondes</b>	<b><math>60 \times 60 = 3\,600</math></b>	<b><math>300 \times 60 = 18\,000</math></b>	<b><math>600 \times 60 = 36\,000</math></b>

## e) Les unités de temps

	<b>X 365</b>	<b>X 24</b>	<b>X 60</b>	<b>X 60</b>
				
<b>ANNEE</b>	<b>JOUR</b>	<b>HEURE</b>	<b>MINUTE</b>	<b>SECONDE</b>
1	$1 \times 365 = 365$	$365 \times 24 = 8\,760$	$8\,760 \times 60 = 525\,600$	$525\,600 \times 60 = 31\,536\,000$
2	$2 \times 365 = 730$	$730 \times 24 = 17\,520$	$17\,520 \times 60 = 1\,051\,200$	$1\,051\,200 \times 60 = 63\,072\,000$

	<b>: 60</b>	<b>: 60</b>	<b>: 24</b>	<b>: 365</b>
				
<b>SECONDE</b>	<b>MINUTE</b>	<b>HEURE</b>	<b>JOUR</b>	<b>ANNEE</b>
31 536 000	$31\,536\,000 : 60 = 525\,600$	$525\,600 : 60 = 8\,760$	$8\,760 : 24 = 365$	$365 : 365 = 1$
63 072 000	$63\,072\,000 : 60 = 1\,051\,200$	$1\,051\,200 : 60 = 17\,520$	$17\,520 : 24 = 730$	$730 : 365 = 2$

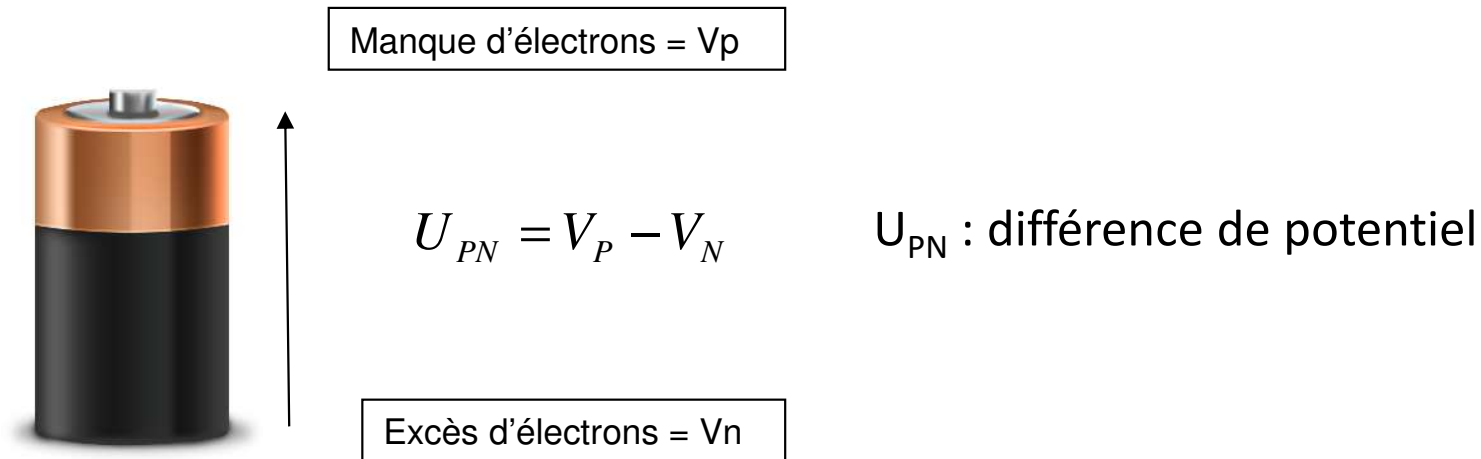
$$1s = \frac{1}{60} \text{ min} = 0,0166 \dots \text{ min}$$

$$60s = 1 \text{ min} = \frac{1}{60} h = 0,0166 \dots h$$

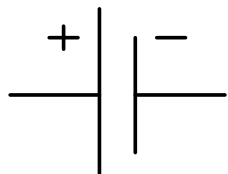
$$1s = \frac{1}{3600} h = 2,777 \dots 10^{-4} h$$

# Ch.I Lois fondamentales (DC)

## 1. Le potentiel électrique



Grâce à la différence de potentiel, la pile est capable de mettre en mouvement les électrons libres. On parle alors de "**force électromotrice**" (f.e.m) de la pile, symbolisée par **E**.



Générateur à courant continu (dipôle actif)



# 1. Le potentiel électrique

Définition de la différence de potentiel à partir de l'énergie.

$$U = \frac{W}{Q}$$

Unités :  $[V] = [J]/[C]$

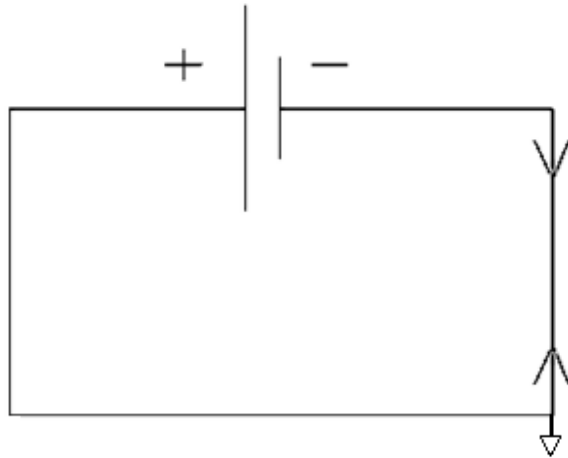
Le Volt est défini de telle manière qu'une charge d'un Coulomb accélérée sous une tension de 1V acquiert une énergie de 1J.

## 2. Le courant électrique

Ou **Intensité** électrique

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

Unités :  $[A] = [C]/[s]$



I Phys

I Conventionnel

**Un ampère est l'intensité de courant qui existe quand une charge d'un Coulomb franchit la section transversale d'un conducteur en une seconde.**

Par définition, un Coulomb est la charge transportée par  $6,25 \times 10^{18}$  électrons.

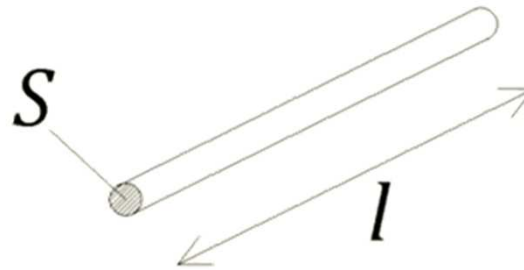
L'intensité du courant dans un matériau conducteur est mesurée par le nombre d'électrons (quantité de charge  $Q$ ) qui franchit un point par unité de temps.

### 3. La résistance électrique

#### Propriété physique

L'aptitude d'un matériau conducteur à s'opposer au passage du courant !

Le symbole est **R** et s'exprime en **Ohms [Ω]**.



• Loi de Pouillet :

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

Unités :  $[\Omega] = [\Omega \cdot \text{m}] \cdot [\text{m}] / [\text{m}^2]$

• Loi de Mathiessen :

$$R_T = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$$

Nom du métal	Résistivité à 300 K ( $\Omega \cdot m$ )
Argent	$16 \cdot 10^{-9}$
Cuivre	$17 \cdot 10^{-9}$
Or	$22 \cdot 10^{-9}$
Aluminium	$27 \cdot 10^{-9}$
Magnésium	$46 \cdot 10^{-9}$
Bronze	$50 \cdot 10^{-9}$
Zinc	$60 \cdot 10^{-9}$
Nickel	$70 \cdot 10^{-9}$
Laiton	$70 \cdot 10^{-9}$
Cadmium	$76 \cdot 10^{-9}$
Platine	$94 \cdot 10^{-9}$
Fer	$104 \cdot 10^{-9}$
Étain	$142 \cdot 10^{-9}$
Plomb	$207 \cdot 10^{-9}$
Germanium	$46 \cdot 10^{-2}$
Constantan	$50 \cdot 10^{-8}$
Mercure	$96 \cdot 10^{-8}$
Nichrome	$100 \cdot 10^{-8}$
Carbone	$3500 \cdot 10^{-8}$

$$\rho_{Cu} = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$$

$$\alpha_{Cu} = 0,004 \text{ } ^\circ C^{-1}$$



Si vous prenez

$$\rho_{Cu} = 0,016 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m},$$

il faut que la longueur soit en ***m***

et la section en ***mm<sup>2</sup>***

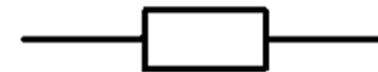


# 3. La résistance électrique

## Récepteur calorifique et composant

- En théorie :

Le terme « résistance » définit le récepteur électrique, ou également appelé dipôle électrique. Attention, il existe plusieurs sortes de dipôles !

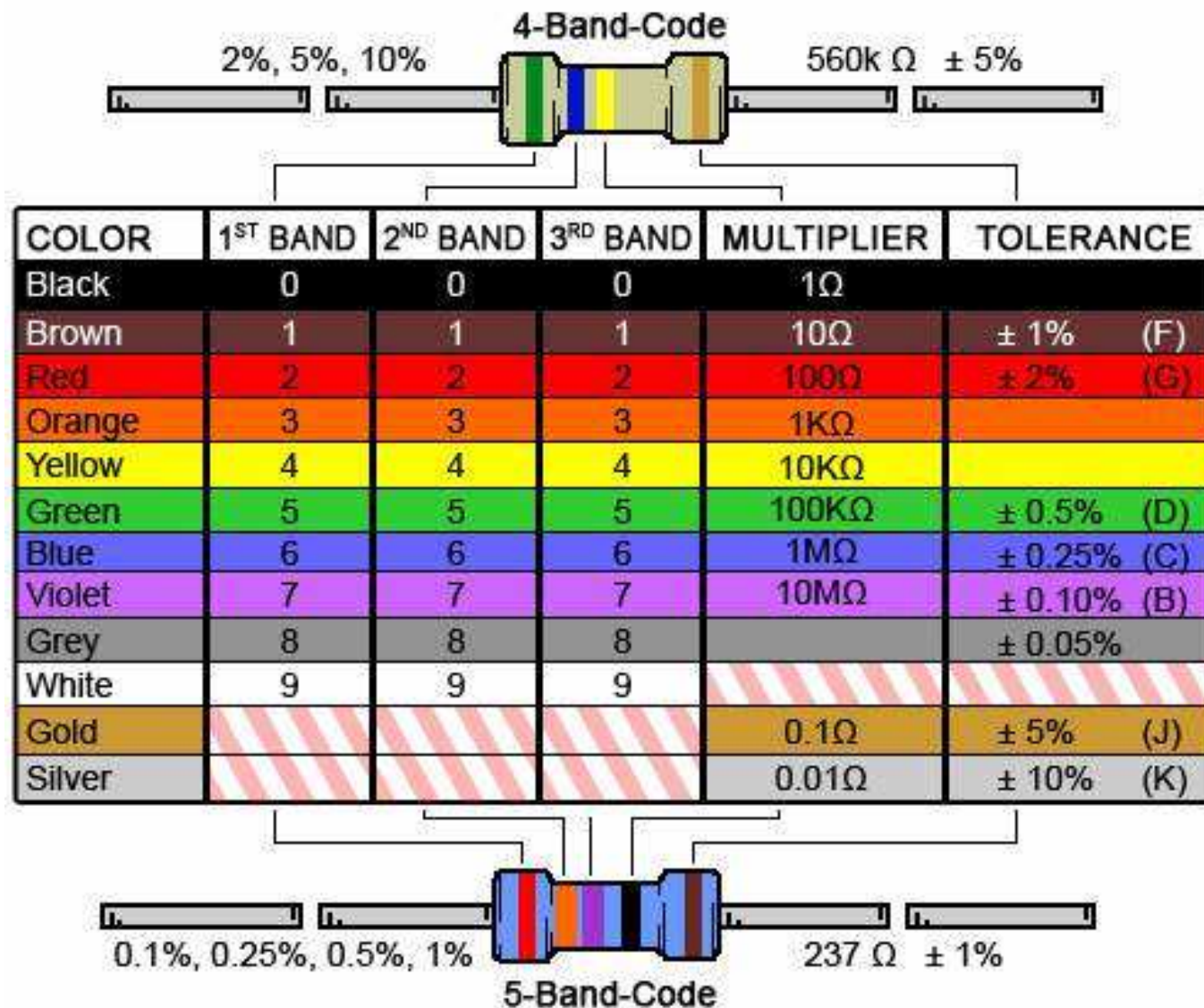


- En pratique :

La résistance est un composant électronique ou électrique de diverses tailles et formes auxquelles les diverses lois précédentes s'appliquent ! La résistance est un dipôle **non polarisé** !

# 3. La résistance électrique

## Code couleur des résistances



# 3. La résistance électrique

## Valeurs normalisées des résistances

### Série E3 à E24

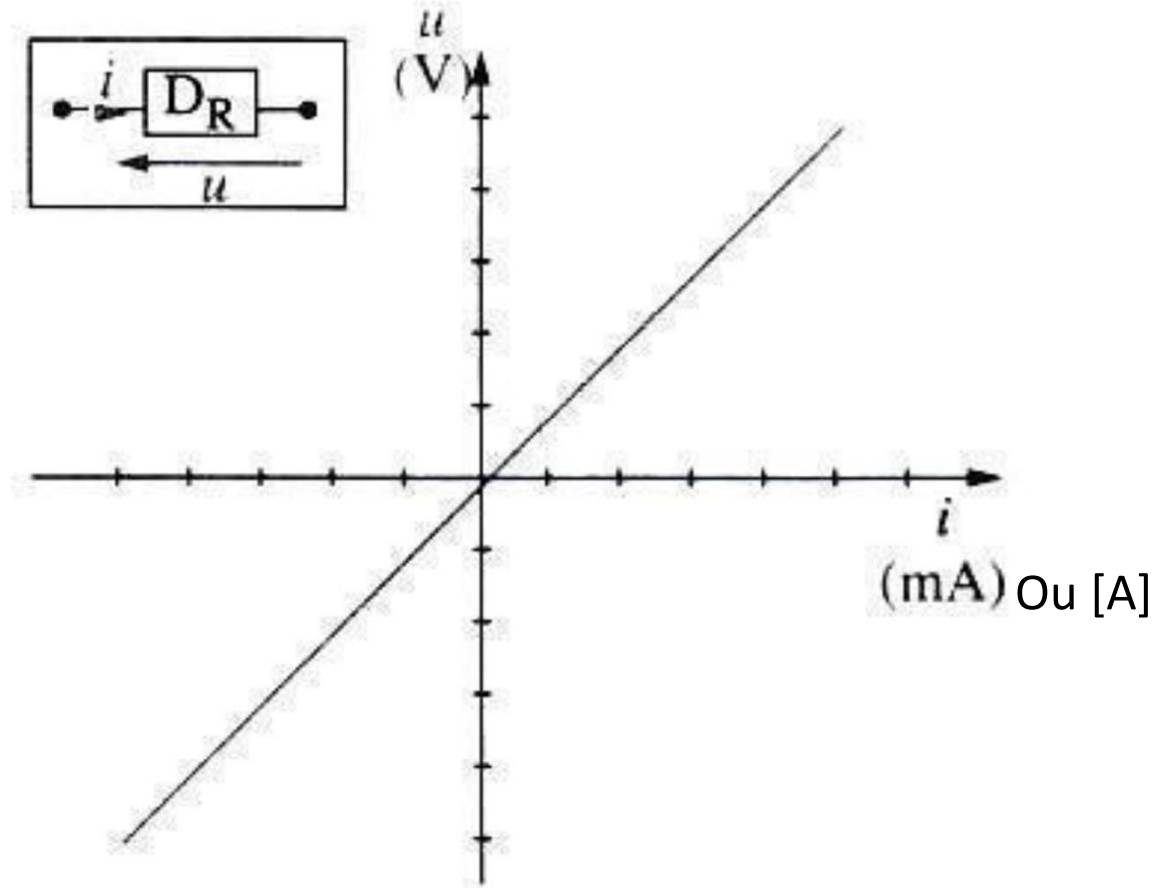
---

Série	Valeurs dans la série
E3 ( $\pm 20\%$ )	100, 220, 470
E6 ( $\pm 10\%$ )	100, 150, 220, 330, 470, 680
E12 ( $\pm 10\%$ )	100, 120, 150, 180, 220, 270, 330, 390, 470, 560, 680, 820
E24 ( $\pm 5\%$ )	100, 110, 120, 130, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 430, 470, 510, 560, 620, 680, 750, 820, 910

## 4. La loi d'Ohm

Relation liant les 3 grandeurs précédentes : le courant, la tension et la résistance.  
=> Résistance linéaire.

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{Unités:} \quad [\Omega] = \frac{[V]}{[A]}$$





## 5. La puissance électrique

La puissance d'une machine se mesure par l'énergie qu'elle fournit ou qu'elle absorbe par unité de temps.

$$P = \frac{W}{t}$$

$$\text{Unités : } [W] = \frac{[J]}{[s]}$$

$$U = \frac{W}{Q} = \frac{\frac{W}{t}}{\frac{Q}{t}} = \frac{P}{I}$$

$$P = U \cdot I$$

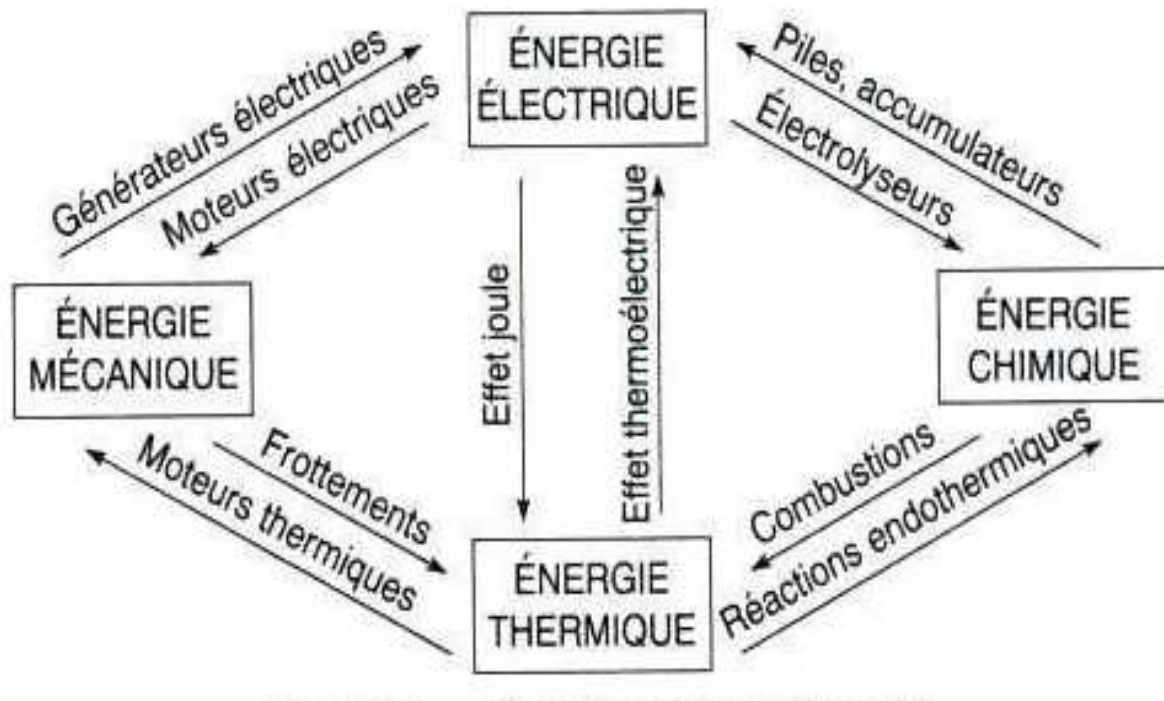
$$\text{Unités : } [W] = [V] \cdot [A]$$

Son unité est le **watt**.

NB: ancienne unité parfois rencontrée, le cheval : 1ch = 736W

## 6. Le travail (énergie)

Un corps possède une certaine énergie s'il peut fournir un travail ou libérer de la chaleur.



Mécanique :  $W = F \cdot l \cdot \cos \alpha$

Cinétique :  $E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

Potentielle :  $E = m \cdot g \cdot h$

Thermique :  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

NB : Notion de couple ou moment d'une force :

$$\vec{M} = \vec{F} \wedge \vec{d} \text{ en } [N] \cdot [m]$$

Son unité est le **joule**.

## 6. Le travail (énergie)

### Travail (ou Energie) électrique

$$W = P \cdot t$$

Unités :  $[J] = [W] \cdot [s]$

$$W = U \cdot I \cdot t$$

Ou

$$W = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

Ou

$$W = R \cdot I^2 \cdot t$$

= > Effet joule : énergie thermique (calorifique)  
Voir les champs d'application de la loi Joule (cf. pdf)

Attention l'unité du travail électrique s'exprime souvent en **[kWh]**

## 7. Le rendement

### Conservation des énergies

Le travail absorbé = le travail utile + le travail perdu

Ou

Energie absorbée = énergie utile + pertes d'énergie

$$\boxed{W_a = W_u + W_p} \Rightarrow \boxed{P_a = P_u + P_p}$$

Exemple du moteur électrique ou de l'ampoule

### Le rendement

$$\text{rendement} = \frac{\text{énergie utile}}{\text{énergie absorbée}}$$

$$\boxed{\eta = \frac{W_u}{W_a}}$$



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

Compris entre 0 et 1

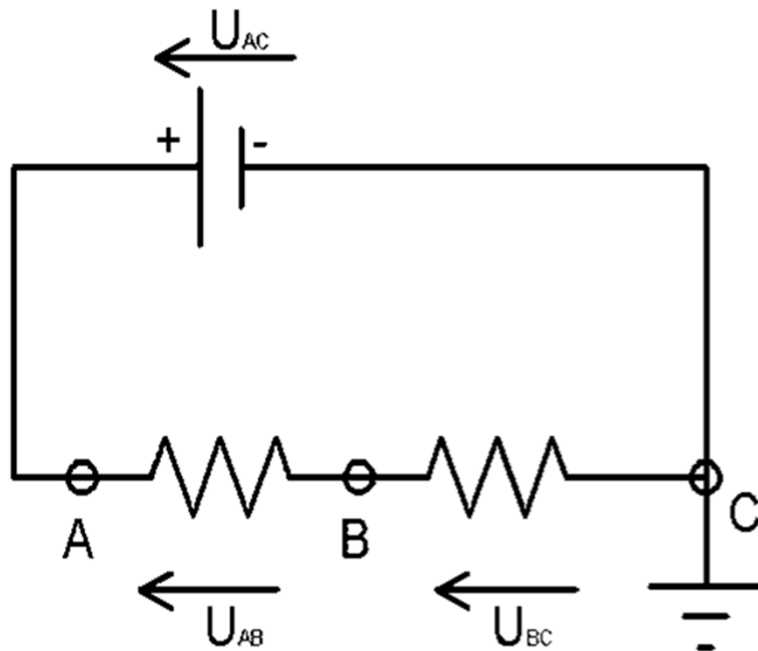


## 8. Conventions de représentation

### a) La tension (= ddp)

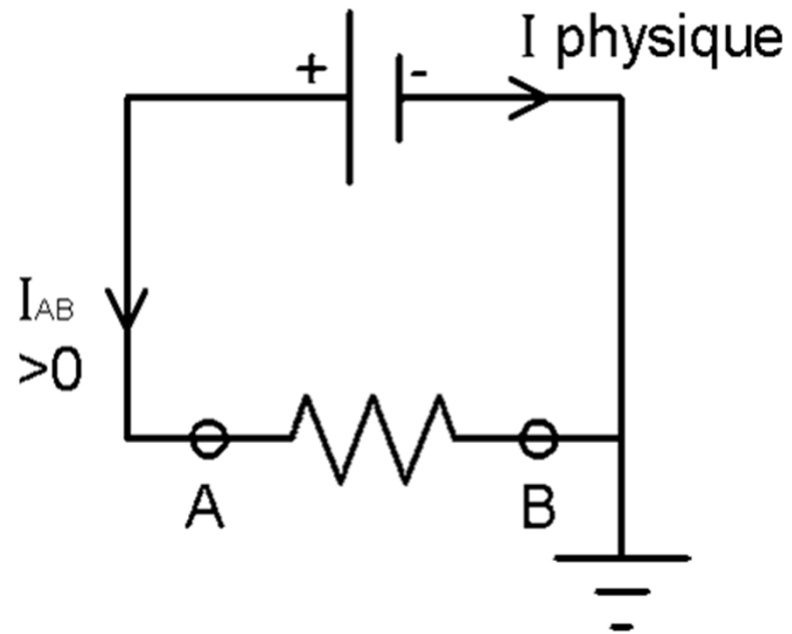
La ddp : écart en volt d'un point du circuit par rapport à un point de potentiel de référence appelé masse (0V).

La différence de potentiel ou tension se représente par une flèche partant du potentiel le plus bas vers le plus haut.



## b) Le courant

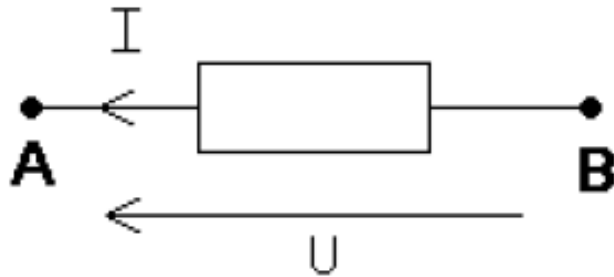
Nous avons vu précédemment que :



$I_{AB} > 0$  qui est le sens conventionnel du  $I$

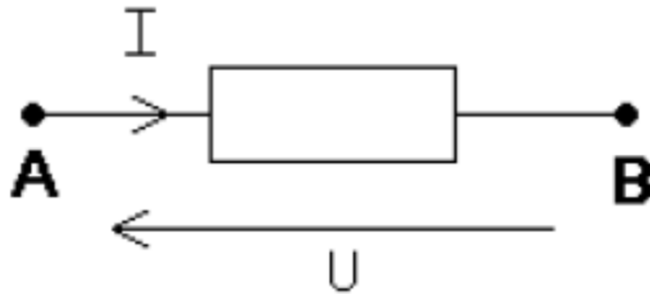
### c) Convention générateur et récepteur

#### Générateur



Le courant y circule dans le sens des potentiels croissants, les flèches des tension et courant seront dirigées dans le même sens.

#### Récepteur

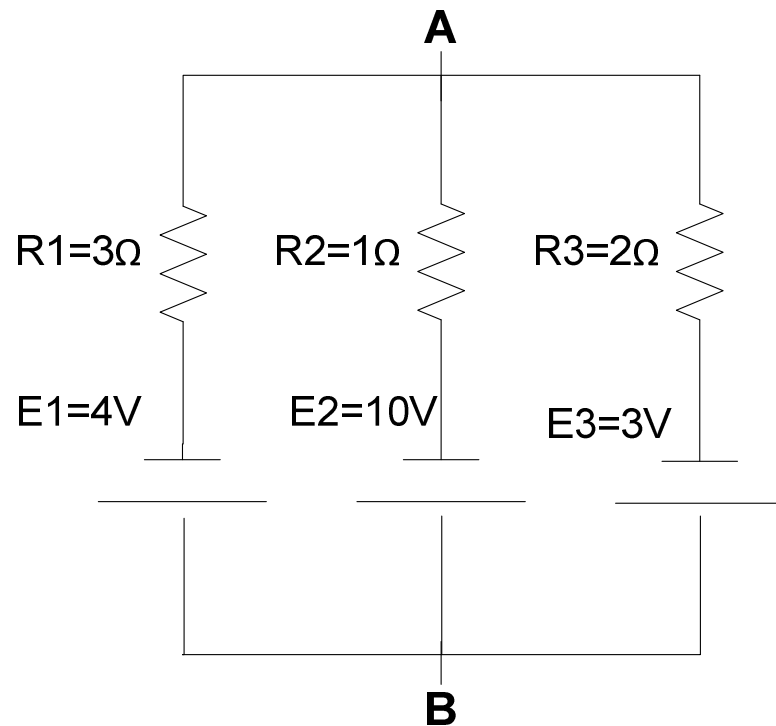


Le courant le traverse dans le sens des potentiels décroissants,  $u$  et  $i$  auront des sens opposés.

Choix arbitraire d'une des deux conventions quelle que soit la nature du dipôle (générateur ou récepteur).

**Usuellement, lorsqu'on connaît a priori la nature d'un dipôle, on choisit la convention récepteur pour un récepteur et la convention générateur pour un générateur de façon à manipuler des puissances positives.**

## d) Le circuit électrique



Exemple du circuit ci-dessus

Nœud : intersection entre plusieurs conducteurs du circuit.

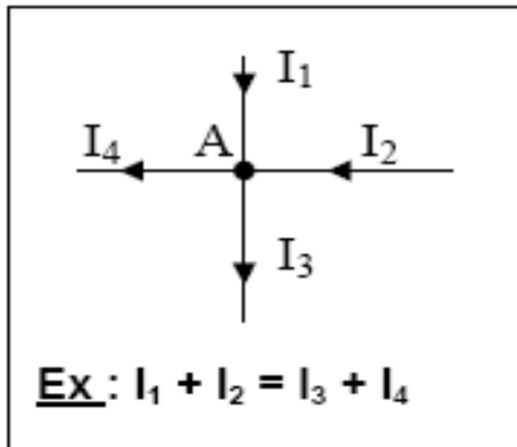
Branche : portion de circuit entre 2 nœuds.

Maille : Chemin fermé du circuit.

## 9. Les propriétés des grandeurs

### a) Les lois de Kirchhoff

#### La loi des nœuds



#### La loi des mailles

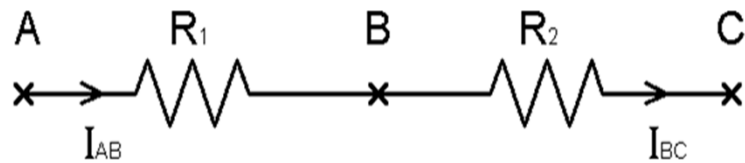
$$\sum alg I_{entrant} = \sum alg I_{sortant}$$

$$\sum alg U_{maille} = 0 V$$

Exemple sur circuit précédent

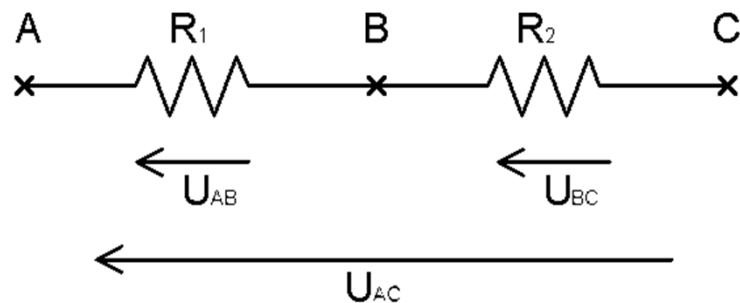
## 9. Les propriétés des grandeurs

### a) Récepteurs mis en série



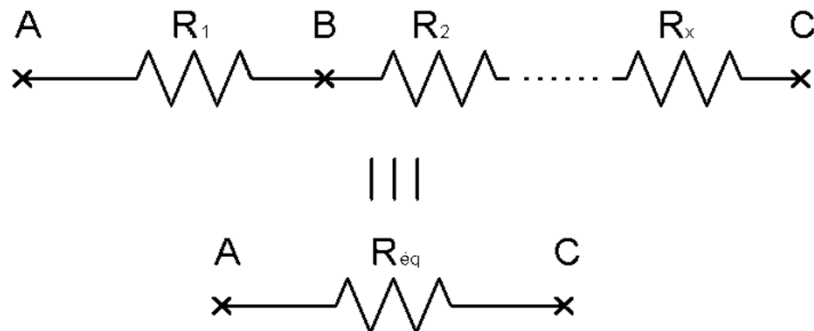
Dans une même portion de circuit, l'intensité est identique en tout point.

$$I_{AB} = I_{BC} = I_{tot}$$



Dans une même portion de circuit (branche), les U s'additionnent.

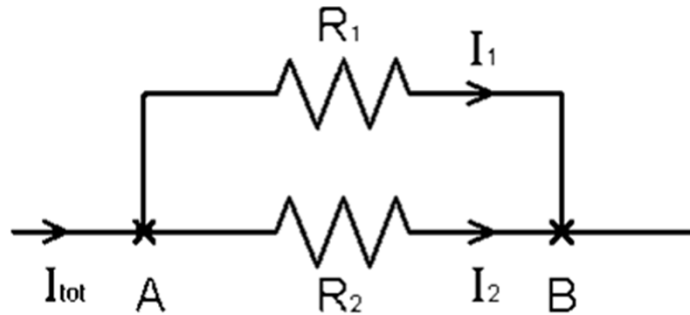
$$U_{AB} + U_{BC} = U_{AC}$$



$R_{eq} ?$

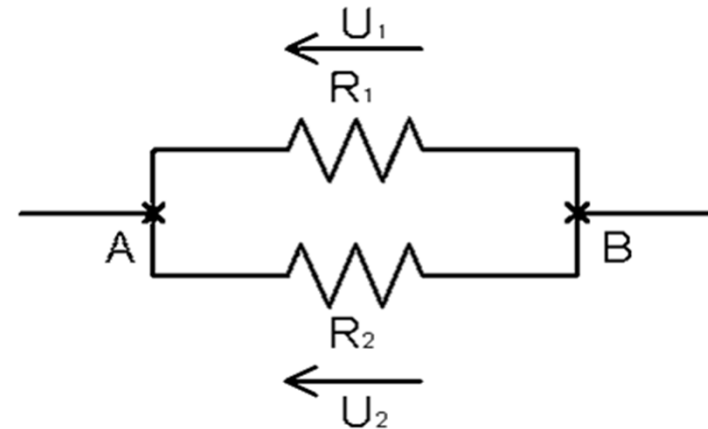
## 9. Les propriétés des grandeurs

### b) Récepteurs mis en parallèle

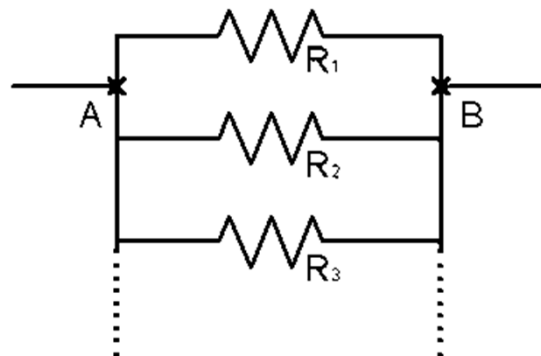


$$I_{tot} = I_1 + I_2 \text{ (loi des nœuds)}$$

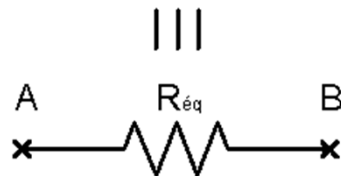
ET



$$U_{tot} = U_{AB} = U_1 = U_2$$

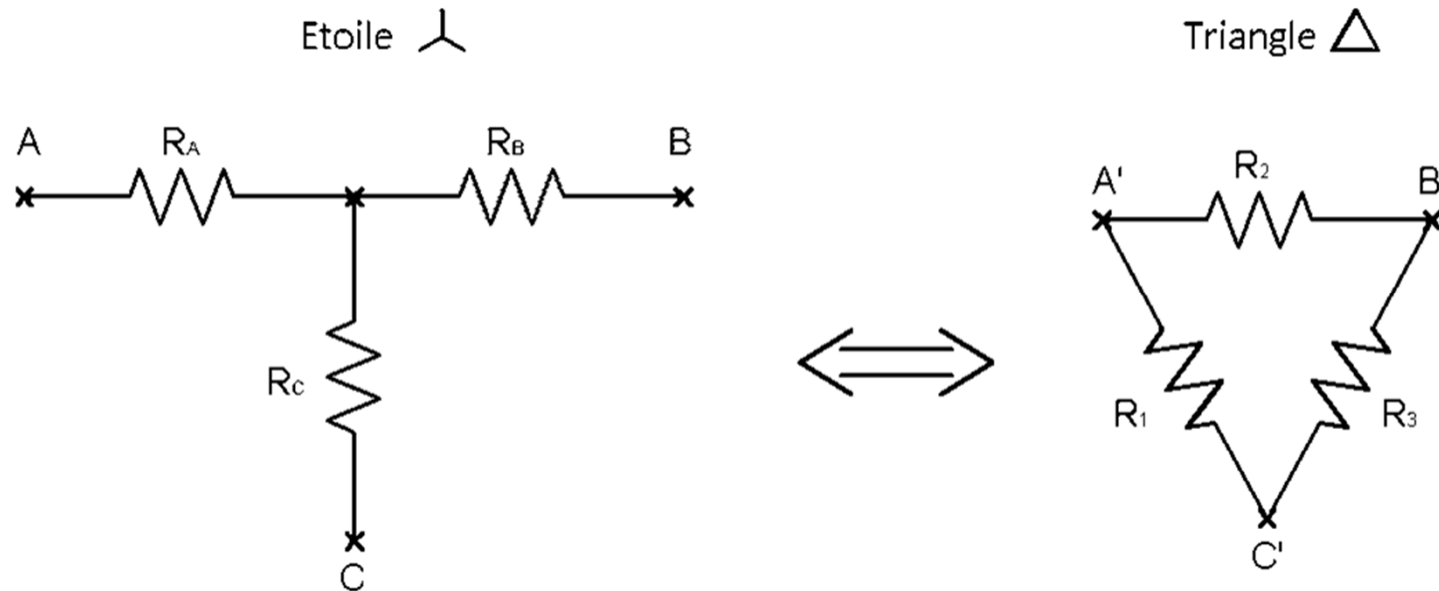


$R_{eq}?$



## 9. Les propriétés des grandeurs

### c) Théorème de Kennelly



$$R_a = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

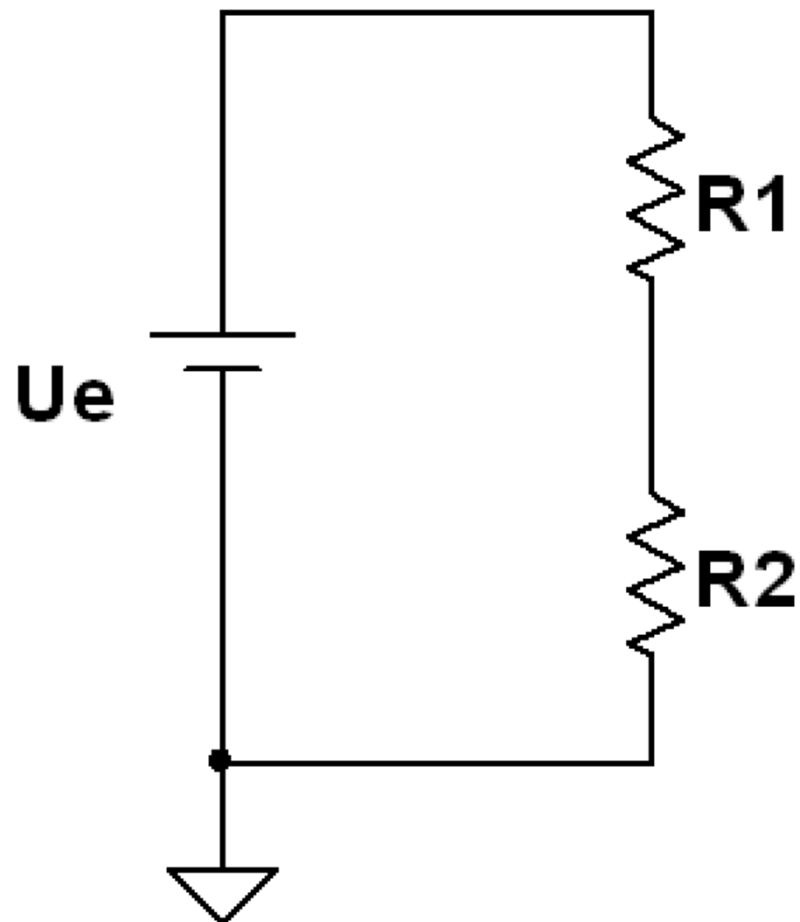
$$R_b = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_c = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$



## 10. Pont diviseur

### a) Pont diviseur de tension



$$U_s = U_2?$$

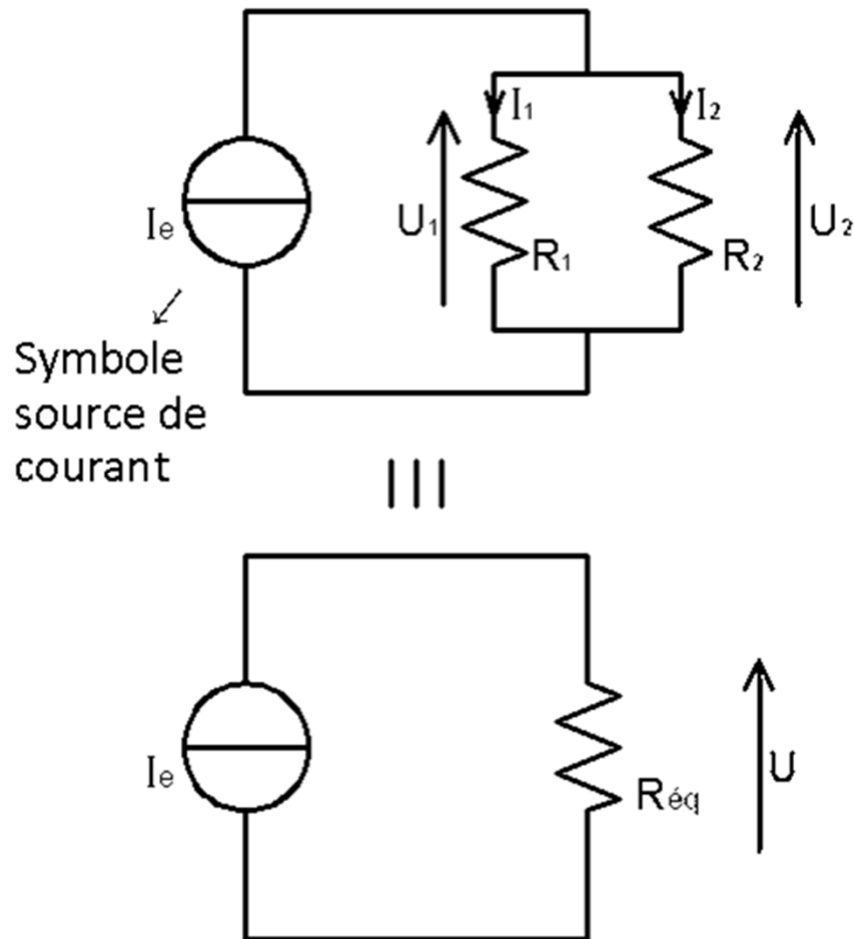
$$U_s = U_2 = U_e \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_s = U_1?$$

$$U_1 = U_e \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

## 10. Pont diviseur

### b) Pont diviseur de courant



$$I_S = I_1?$$

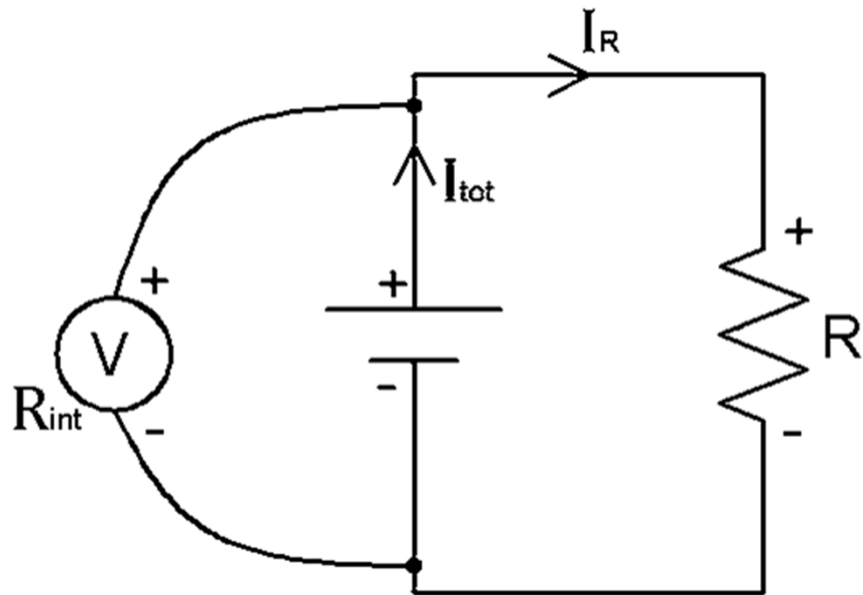
$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_e$$

$$I_S = I_2?$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_e$$

# 11. Mesure des grandeurs

## a) Tension continue



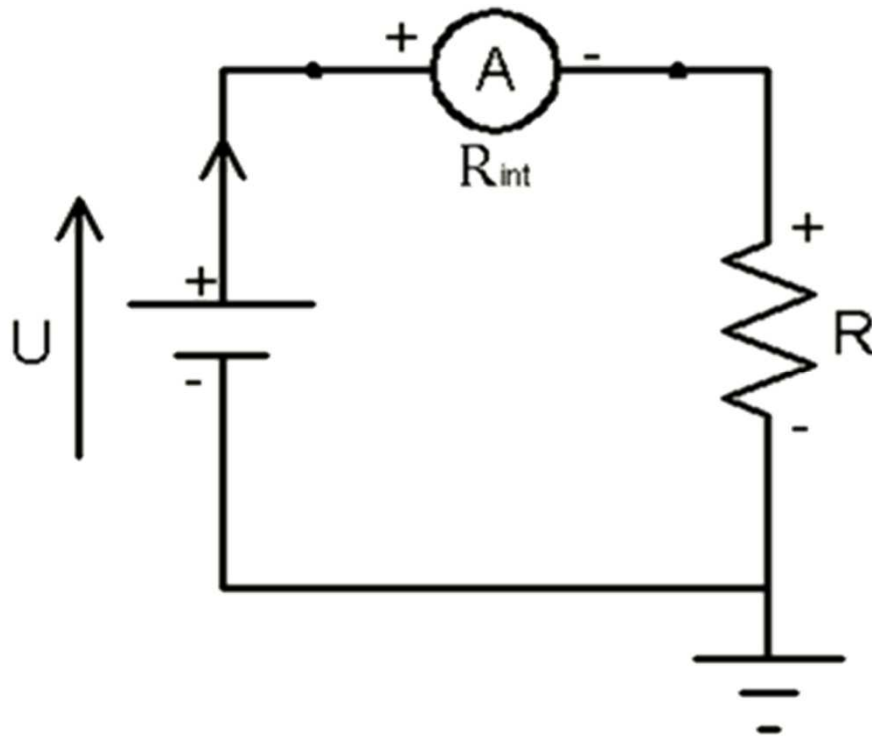
Avec un voltmètre ou un multimètre

Un voltmètre se place **toujours en parallèle** avec l'élément de circuit aux bornes duquel on veut mesurer.

$R_{int}$  ?

# 11. Mesure des grandeurs

## b) Courant continu



avec un ampèremètre ou un multimètre

Un ampèremètre se place **toujours en série** dans le circuit !

$R_{int}$  ?

# 11. Mesure des grandeurs

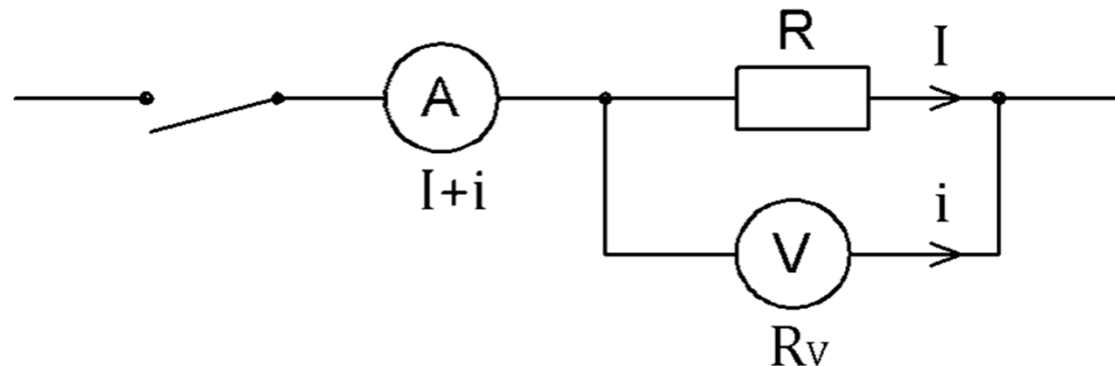
## c) Résistance

Mesure à l'ohmmètre ou lecture du code couleur de la résistance

Ou utilisation de la méthode volt-ampéremétrique

Comme  $R = \frac{U}{I}$ , il est possible de mesurer R avec un voltmètre et un ampèremètre. Il existe 2 montages.

Montage aval :

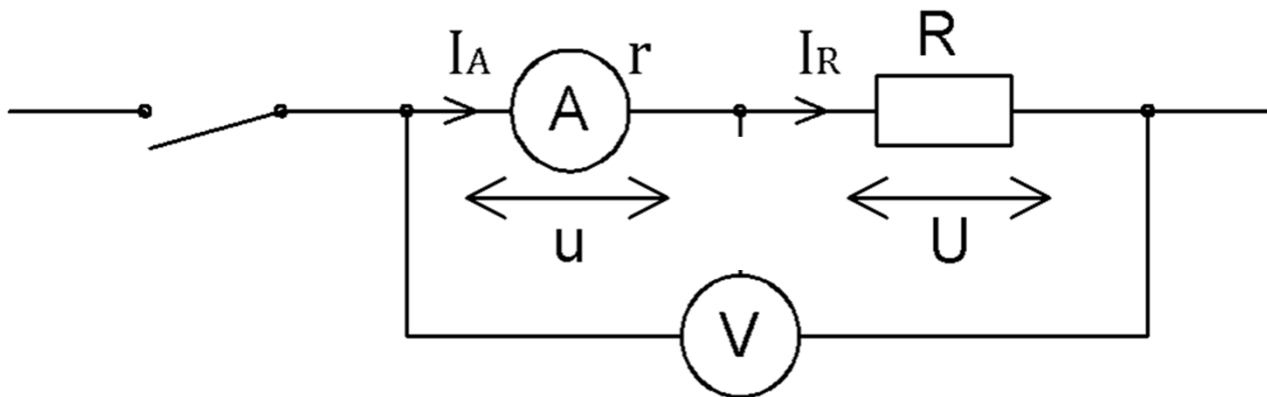


$$R_{\text{mesuré}} = \frac{U_R}{I + i} < R_{\text{réelle}} = \frac{U_R}{I} \rightarrow \text{erreur}$$

# 11. Mesure des grandeurs

## c) Résistance

Montage amont :



$$R_{mesuré} = \frac{U + u}{I_R} > R_{réelle} = \frac{U}{I_R}$$

Le montage aval sera utilisé pour les petites résistances et le montage amont pour les grandes résistances.

# 11. Mesure des grandeurs

## c) Résistance

Montage aval ou amont ?

Ca va dépendre des  $R_{int}$  des appareils de mesure :

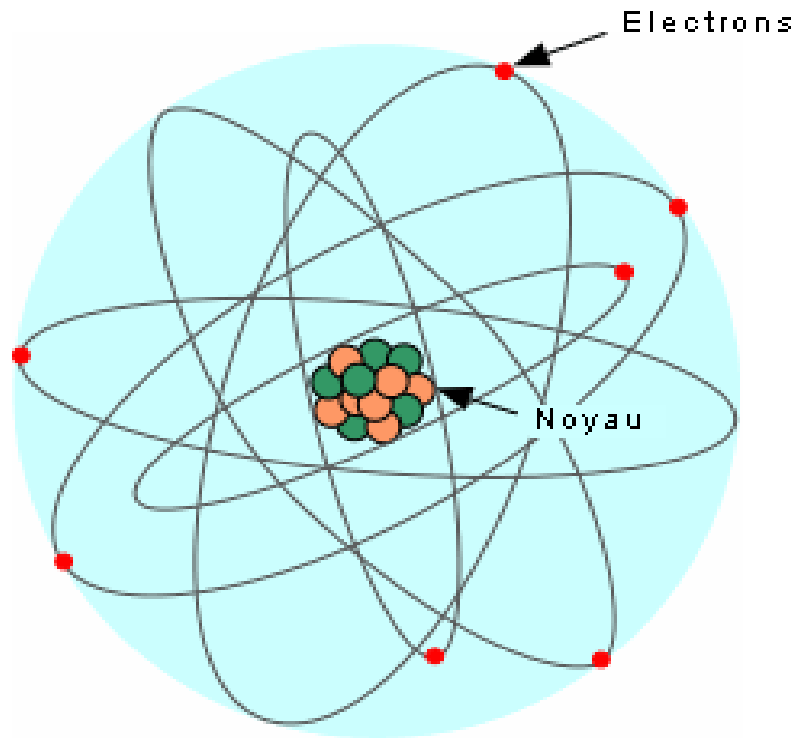
$$R_c = \sqrt{R_A \cdot R_V}$$

Si la  $R_{mesuré} < R_c$  , l'erreur sera moins grande avec le montage aval.

Si la  $R_{mesuré} > R_c$  , l'erreur sera moins grande avec le montage amont.

# Ch.II Electrostatique

## 1. Etude des charges



### Atome

⇒ Noyau : neutrons + protons (p+)

⇒ Electrons (e-)

Charge élémentaire :  $e^- = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Unité : le Coulomb [C]



# Charge dans un corps

La quantité de charge d'un corps est symbolisée par la lettre « **q** » en [C]

Corps neutre :  $\sum_{alg} q(t) = 0 \text{ C} \Rightarrow$  nombre de charges « + » = nombre de charges « - »

NB: Atome : nombre protons = nombre d'électrons  
Le nombre de protons reste constant dans  
un corps

Corps chargé:  $\sum_{alg} q(t) \neq 0 \text{ C}$

Si excès d'  $e^-$   $\Rightarrow$  Corps chargé « - »

Si défaut d'  $e^-$   $\Rightarrow$  Corps chargé « + »

L'électrisation : ajout ou enlèvement d'  $e^-$  à un corps afin de le rendre chargé.  
Dans le cas d'un atome  $\Rightarrow$  ionisation



L'électrisation  $\neq$  l'électricité = circulation d'un i

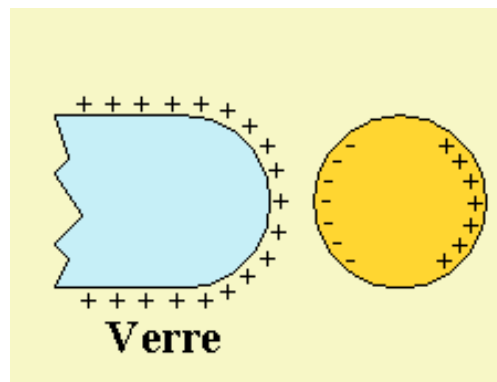
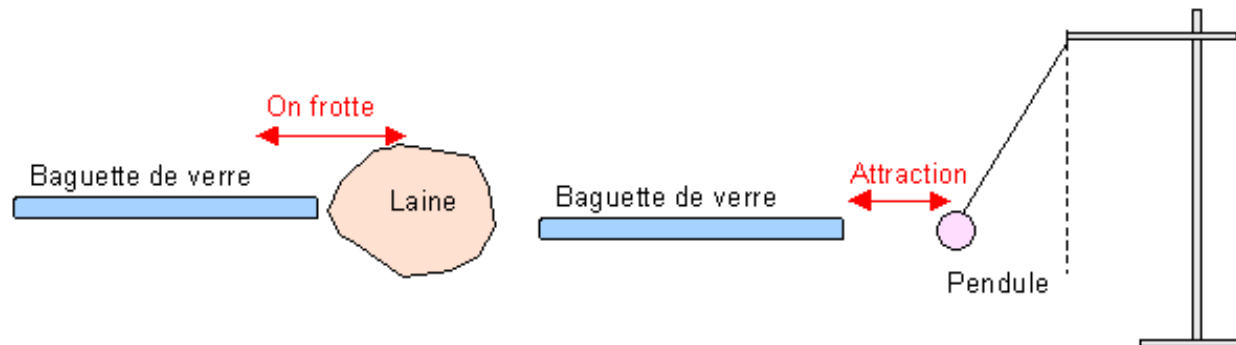
# Applications

L'électrisation d'un corps par :

- Frottement pour les isolants
- Contact ou influence pour les matériaux conducteurs

Electrisation par expérience : baguette de verre + une balle de bureau

*Electrisation par influence*



# Applications suite

Electrisation par expérience : baguette de verre + une balle de sureau

*Electrisation par contact*



⇒ Propriété :

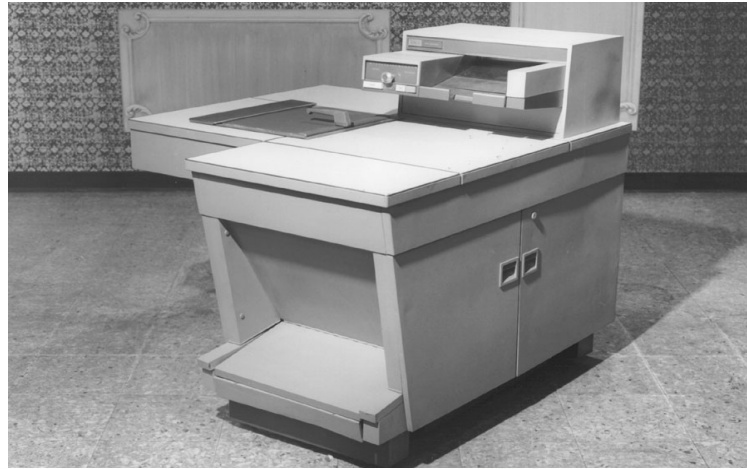
- Les charges de même nature se repoussent
- Les charges opposées s'attirent

Electrisation naturelle : les orages video

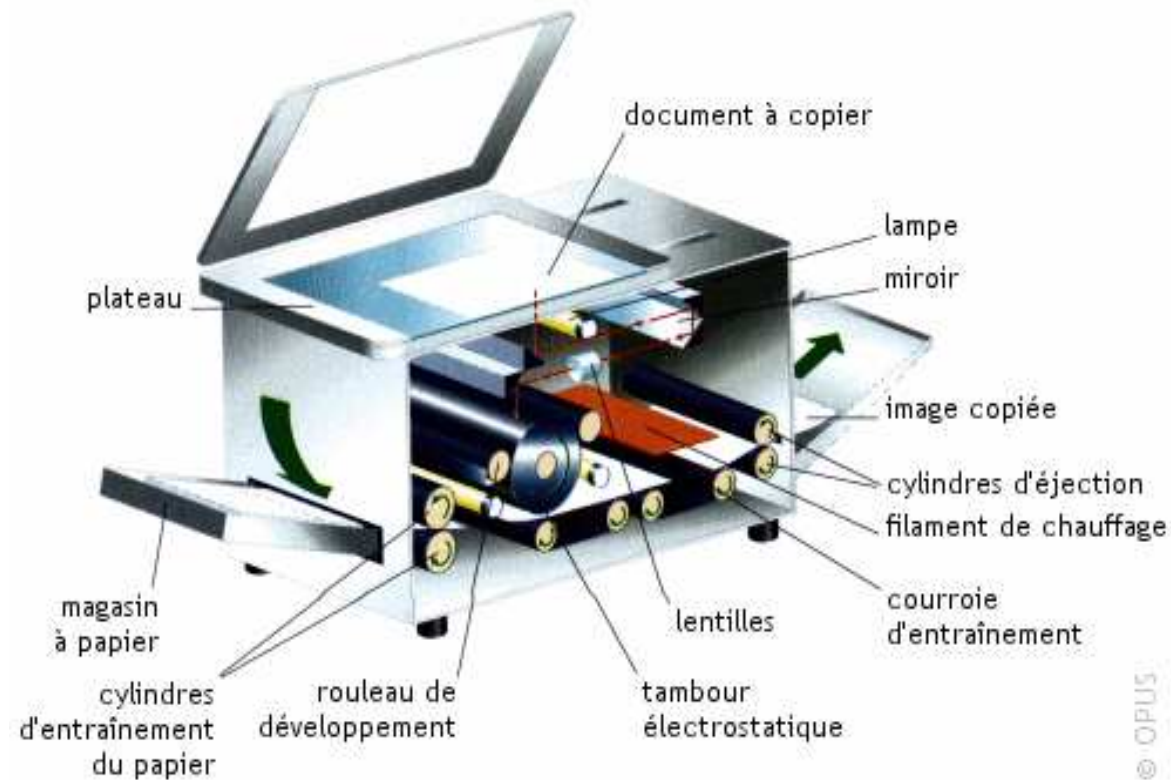


# Applications: le photocopieur

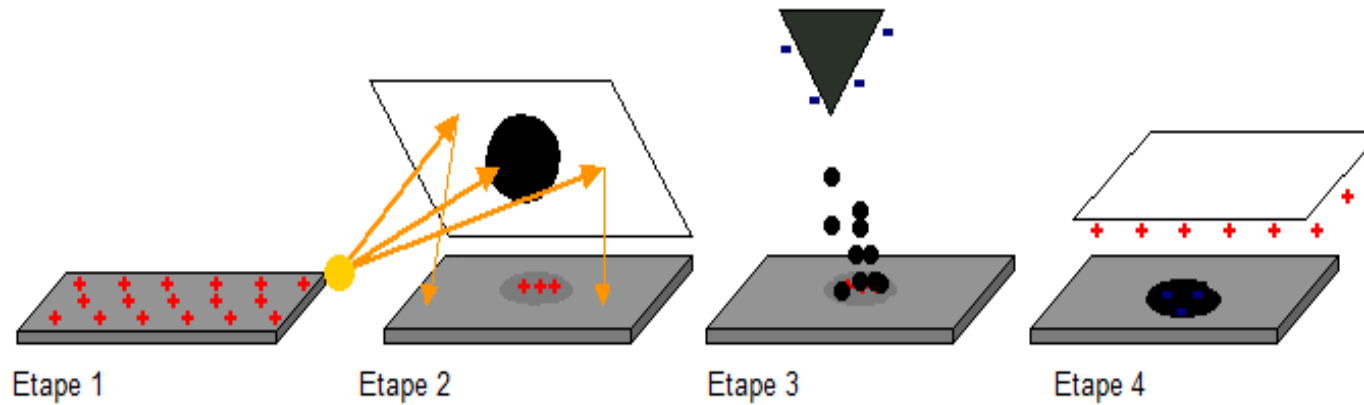
## 1<sup>er</sup> photocopieur de bureau à xérogaphie en 1959



## Éléments



# Principe



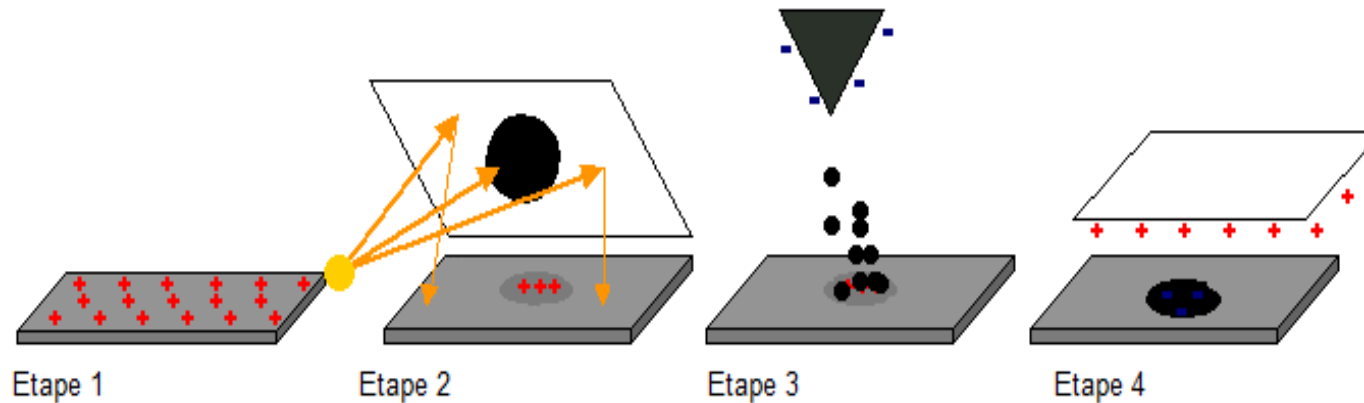
## Etape 1

- Tambour en matériau photoconducteur
- Source de tension crée des charges « + » dessus

## Etape 2

- Feuille se place au dessus du tambour
- Une lumière est projetée sur la feuille
- La lumière traverse la feuille là où elle est blanche => les charges « + » s'en vont vers la terre
- Les charges « + » restées sur le tambour sont une image de la feuille

# Principe



## Etape 3

- Des particules d'encre (toner), chargées « - », sont pulvérisées sur le tambour
- Les charges « - » sont attirées par les charges « + » du tambour
- Une lumière élimine, de nouveau, les charges « + »

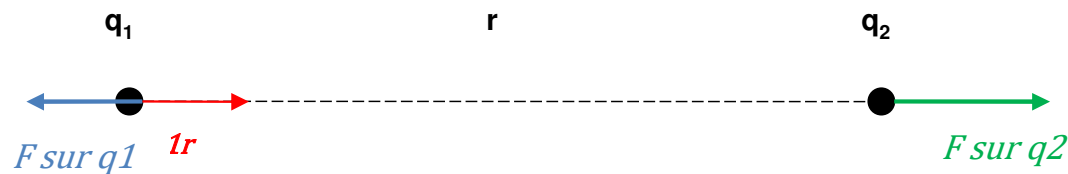
## Etape 4

- Une nouvelle feuille chargée « + » revient au dessus du tambour
- La feuille attire les charges « - »
- La feuille est envoyée ensuite dans un élément chauffant
- L'encre fond et se fixe à la feuille

## 2. La loi de Coulomb

Soient 2 charges ponctuelles élémentaires ou non

$$Q_1 > 0 \text{ et } Q_2 > 0$$



=> Force de répulsion

$$\vec{F}_{\text{sur } q_1} = - \vec{F}_{\text{sur } q_2}$$

La force résultante  $\vec{F}$  s'exerçant sur la charge  $q_2$  s'exprime par la loi de Coulomb :

$$|\vec{F}_{\text{sur } q_2}| = \frac{|q_1| \cdot |q_2| \cdot |\vec{1r}|}{4\pi \varepsilon_0 r^2}$$

Unité : Newton [N]

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{36 \pi} 10^{-9} \text{ en } \frac{[F]}{[m]}$$

Permittivité diélectrique du vide en Farad par mètre

### 3. Champ électrostatique

Le champ électrostatique  $\vec{E}$  (ou électrique) : force s'exerçant sur une charge unitaire (positive).

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$$\text{unité: } \frac{[\text{N}]}{[\text{C}]} \text{ ou } \frac{[\text{V}]}{[\text{m}]}$$

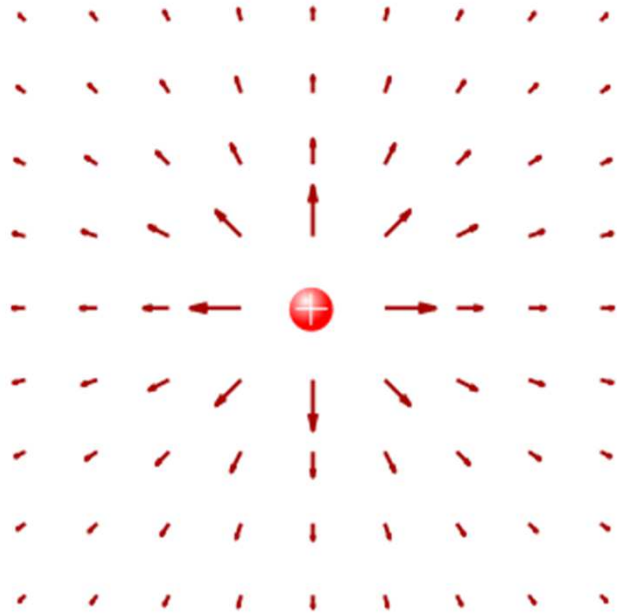
$$|\vec{E}| = \frac{|q_1| \cdot |\vec{1r}|}{4 \pi \epsilon_0 r^2}$$

NB: S'il existe plusieurs  $\vec{E}$ , ils sont cumulatifs mais non de manière linéaire.

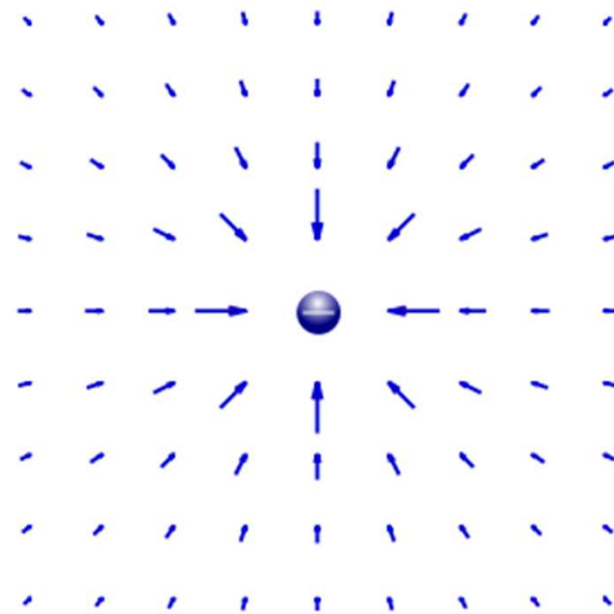


# Spectre d'une charge ponctuelle

Positive

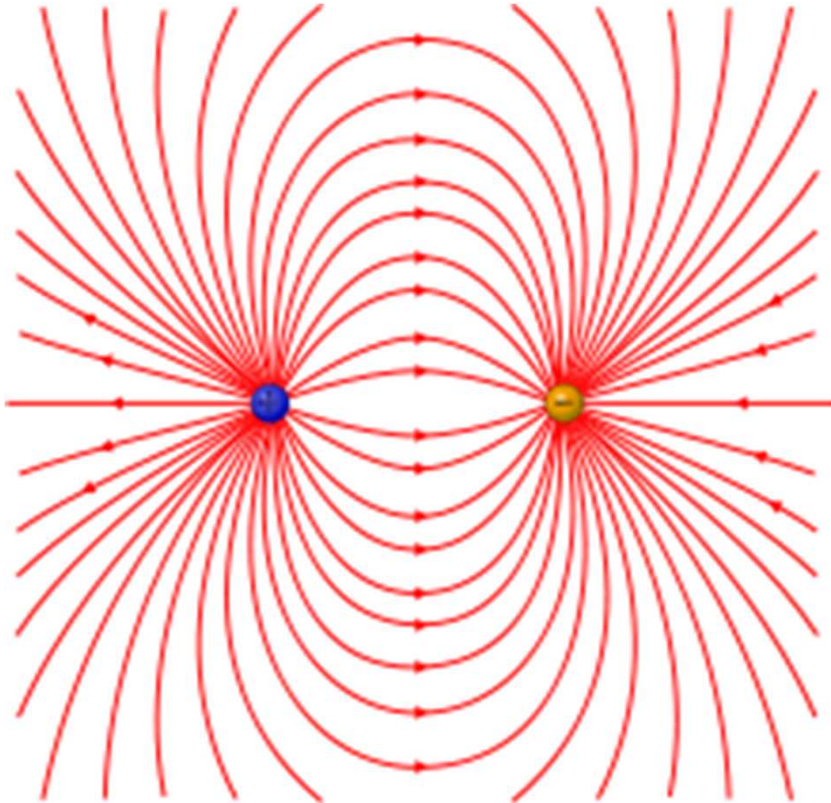


Négative



# Spectre de 2 charges ponctuelles de signes $><$

Du « + » vers le « - »



Lignes de champ sont :

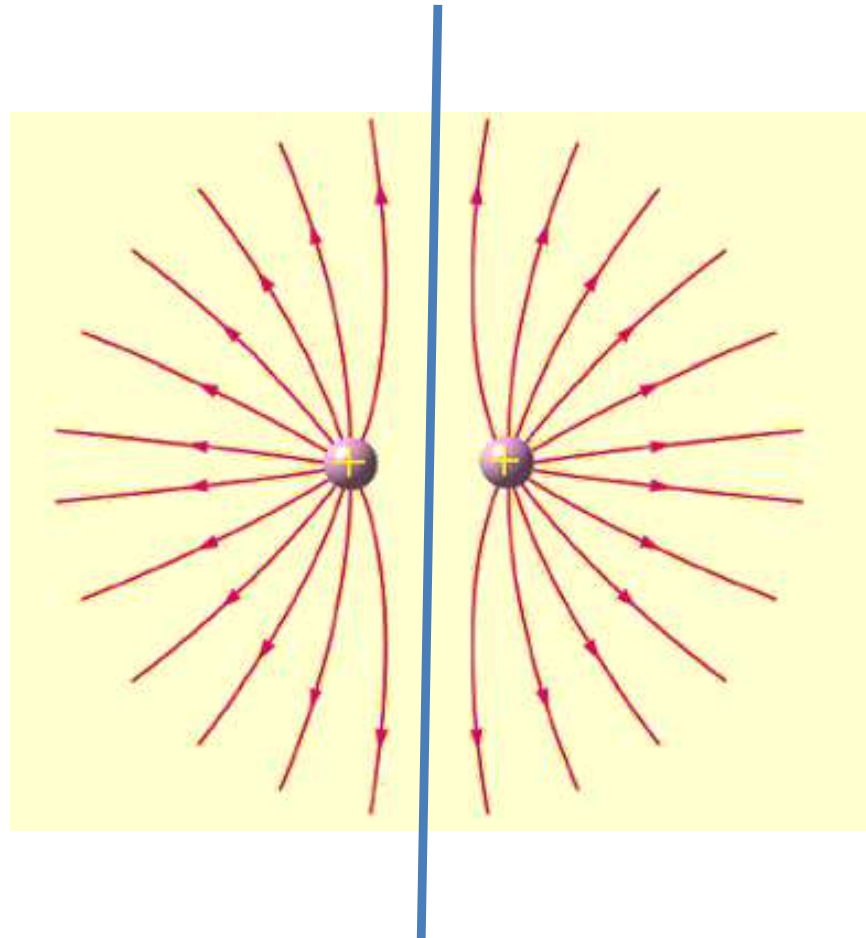
- Infinies
- Invisibles à l'œil nu



Ligne du champ  $\vec{E} \neq$   
lignes de forces du champ  $\vec{B}$  en  
électromagnétisme

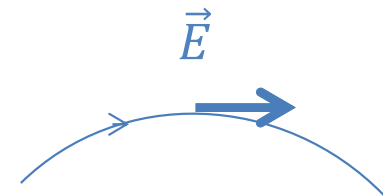
Les lignes de champ ne sont pas des courbes fermées mais des courbes ouvertes allant d'une charge à l'autre

## Spectre de 2 charges ponctuelles de signes =

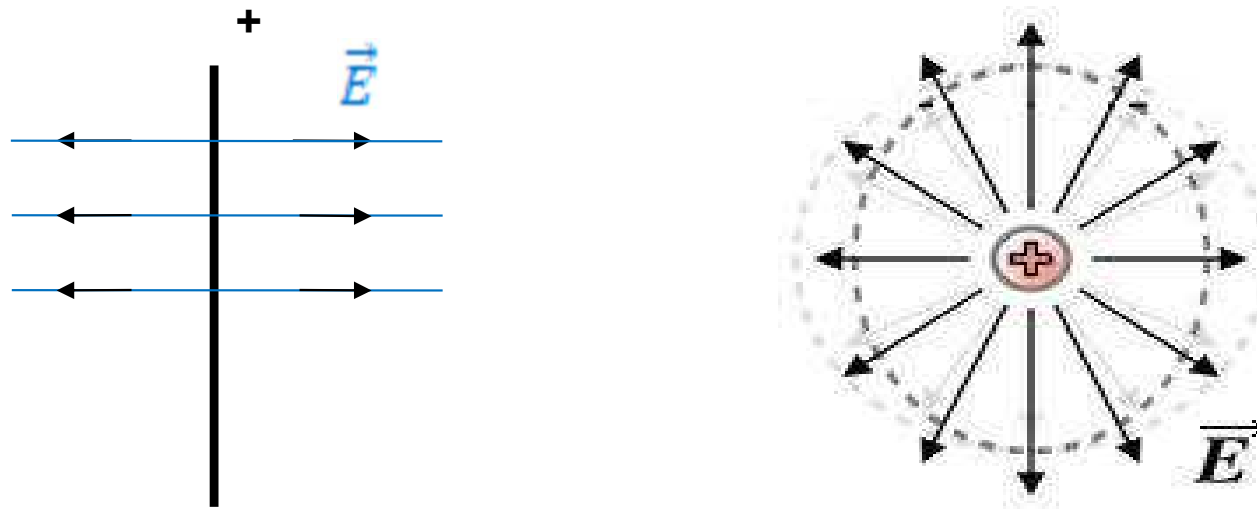


Ligne de champ symétrique

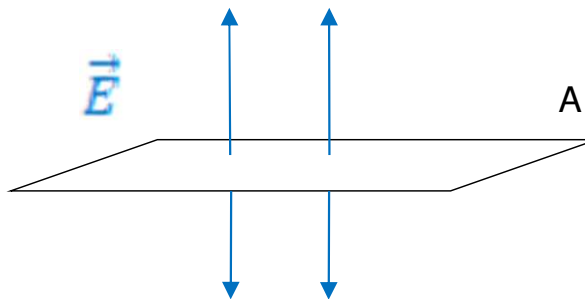
Le vecteur  $\vec{E}$  est tangent au ligne de champ et dans le même sens !



## Spectre d'un conducteur rectiligne uniformément chargé

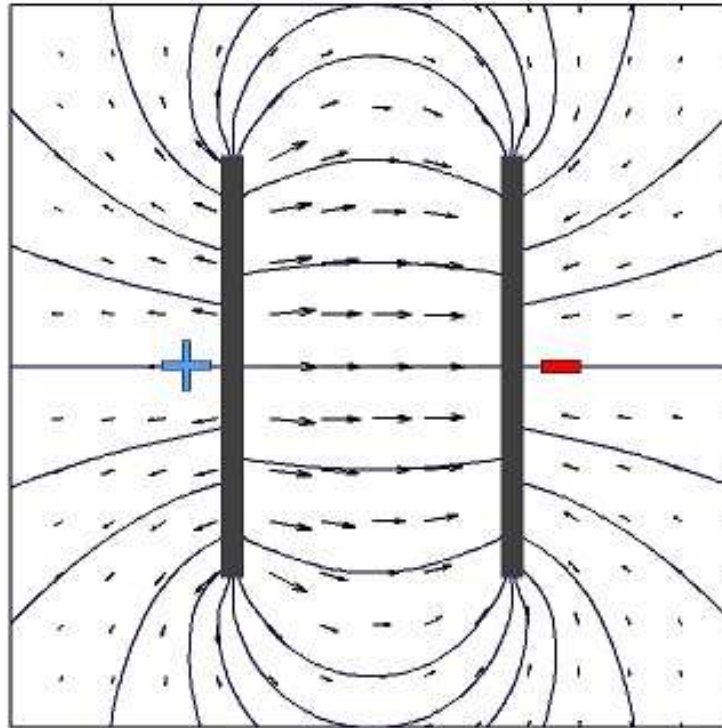


## Spectre d'un plan rectiligne uniformément chargé



## Spectre de 2 plans uniformément chargés

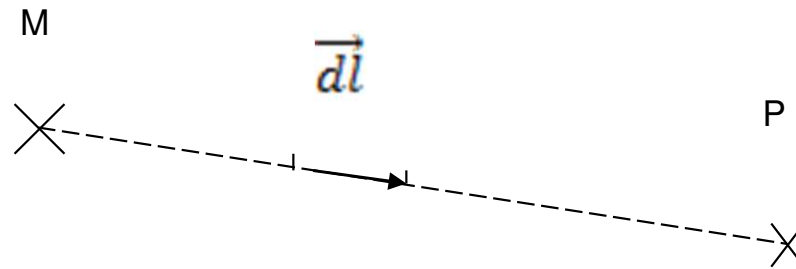
Théorème de Gauss :  $\oiint_{\mathcal{S}} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$



$$E = \frac{\sigma_A}{\epsilon_0}$$

## 4. Le potentiel

La différence de potentiel s'exprime en fonction du champ électrostatique



$$U_{MP} = \int_M^P \vec{E} \cdot \vec{dl} = U_P - U_M$$

$$U_{MP} = \vec{E} * \text{une distance}$$

=> Unité en  $\frac{[V]}{[m]}$  pour le champ électrostatique

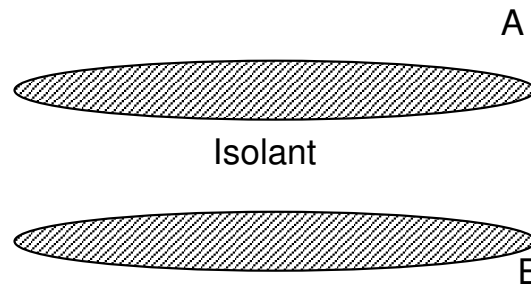
# 5. Le condensateur

## Définition et principe

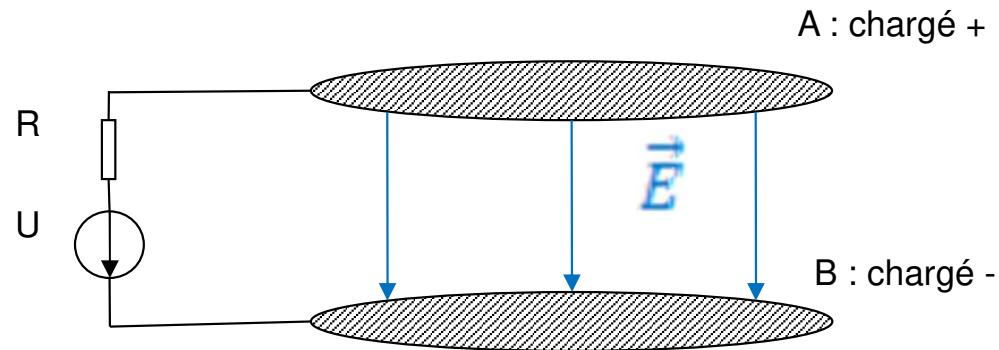
2 armatures :

- formes quelconques
- matériau conducteur (exple Cu)
- neutres
- séparées par un isolant ( par défaut le vide ou l'air sec)

$$\sum q_A = \sum q_B$$



# Mécanisme de chargement



Ajout d'un générateur + résistance

⇒ déplacement des charges

⇒ plans chargés

⇒ création d'un  $\vec{E}$  et donc d'un  $U_{AB}$

La Capacité :

$$C \triangleq \frac{q_A}{U_{AB}} = \frac{q_B}{U_{AB}}$$

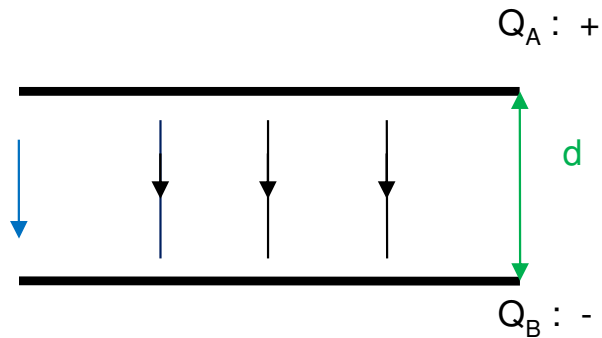
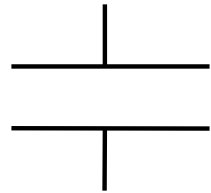
en Farad  $[F]$



# Condensateur plan

2 armatures conductrices, parallèles, séparées par une distance  $d$

Symbole



## Démonstration

$\sigma_A$  = densité surfacique de charge

$$\sigma = \frac{\sum q(t)}{S} \quad , \text{ unité en } \frac{[C]}{[m^2]} \quad \Rightarrow \quad \sigma_A = \frac{q_A}{S} \quad \Rightarrow \quad q_A = \sigma_A \cdot S$$

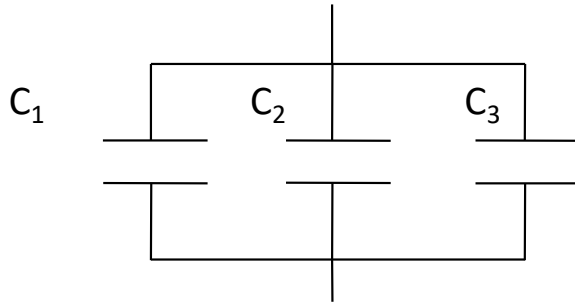
$$C = \frac{q_A}{U_{AB}} = \frac{q_A}{\int_A^B E \cdot dl} = \frac{\sigma_A \cdot S}{\frac{\sigma_A}{\epsilon_0} \cdot d} \quad \Rightarrow \quad \boxed{C = \epsilon_0 \frac{S}{d}} \quad \text{en } [F]$$

Si autre isolant que le vide ou l'air sec:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$$

# Grouperments de condensateurs

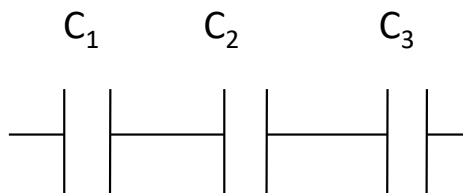
En parallèle :



$$C_{\text{éq}} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_{\text{éq}} = \sum_{i=1}^n C_i$$

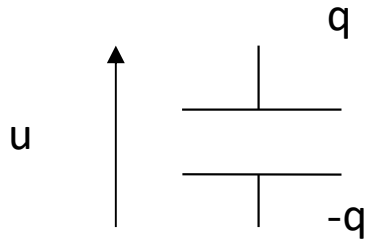
En série :



$$C_{\text{éq}} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

$$C_{\text{éq}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}}$$

# L'énergie électrostatique



$$W = \frac{1}{2} C U^2 \quad \text{en} \quad [J]$$

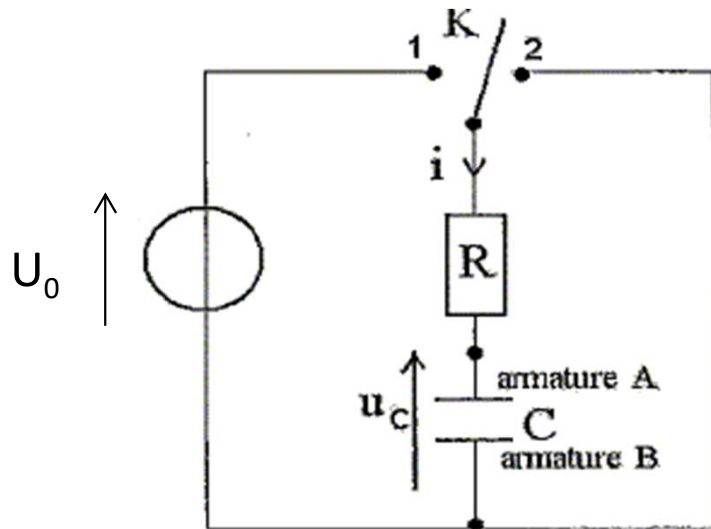
⇒ Stockage de charges

⇒ Stockage d'énergie

Similitude avec l'électromagnétisme :

$$W = \frac{1}{2} . L . I^2$$

# Charge et décharge d'un condensateur

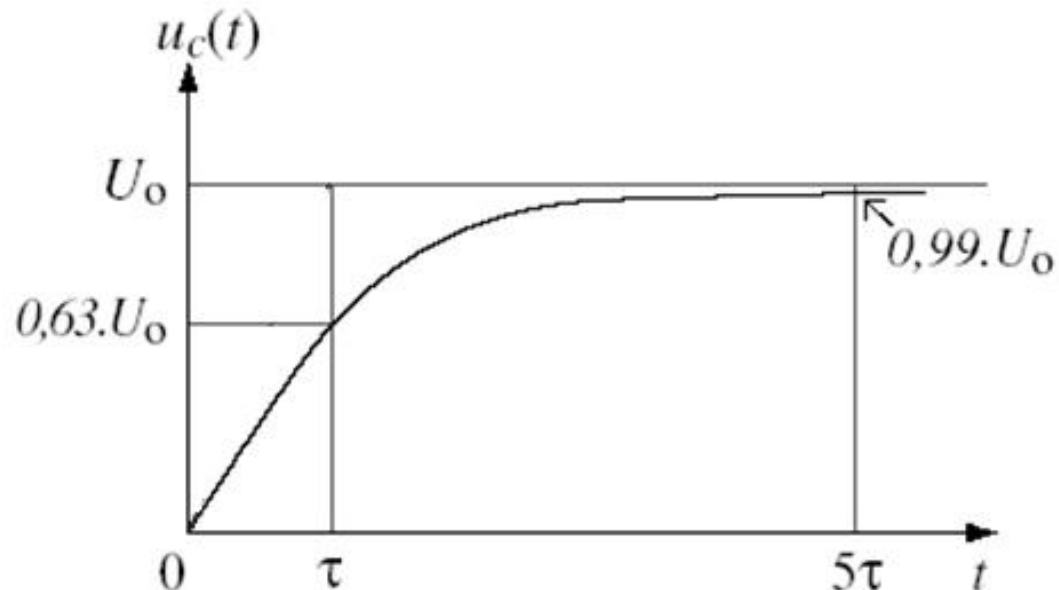


Commutateur en 1 : Le condensateur se charge :

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C \cdot u_c)}{dt} \quad \Rightarrow \quad du_c = \frac{i}{C} \cdot dt$$

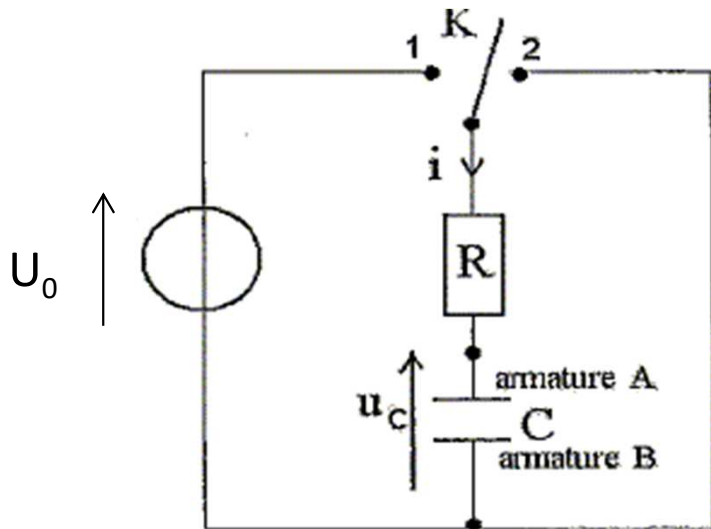
$$U_0 = u_r + u_c \quad \Rightarrow \quad U_0 = RC \frac{du_c}{dt} + u_c$$

$$u_c = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$



$RC = \tau$  = constante de temps en seconde

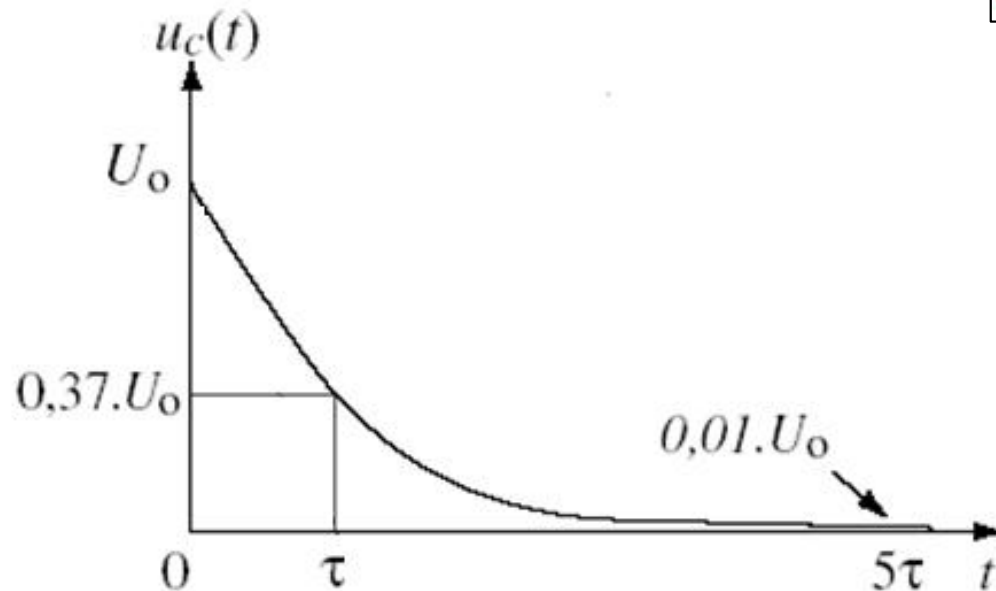
## Charge et décharge d'un condensateur



Commutateur en 2 : Le condensateur se décharge :

$$0 = RC \frac{du_c}{dt} + u_c$$

$$u_c = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$



# Le condensateur: composant électrique / électronique

2 types de condensateurs : Polarisés et non polarisés

- Condensateurs céramiques ou Mylar : utilisation électronique/électrique, valeur [nF] ou [pF]

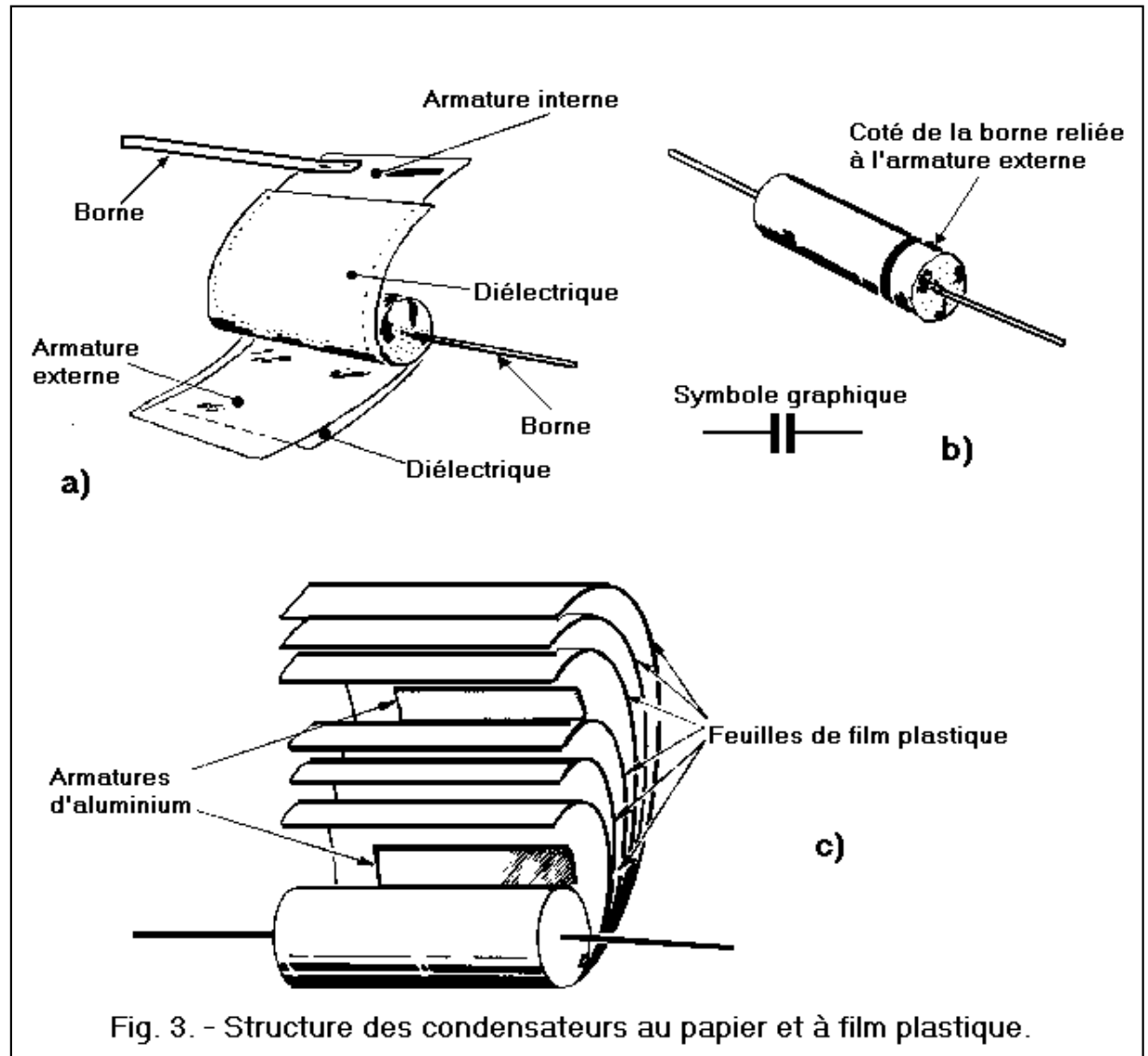
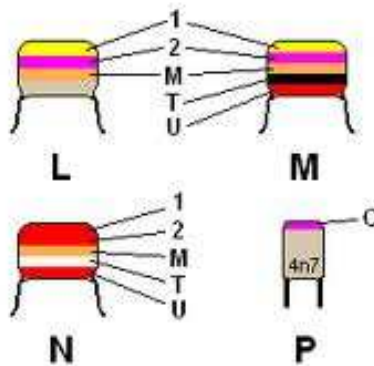


Fig. 3. - Structure des condensateurs au papier et à film plastique.

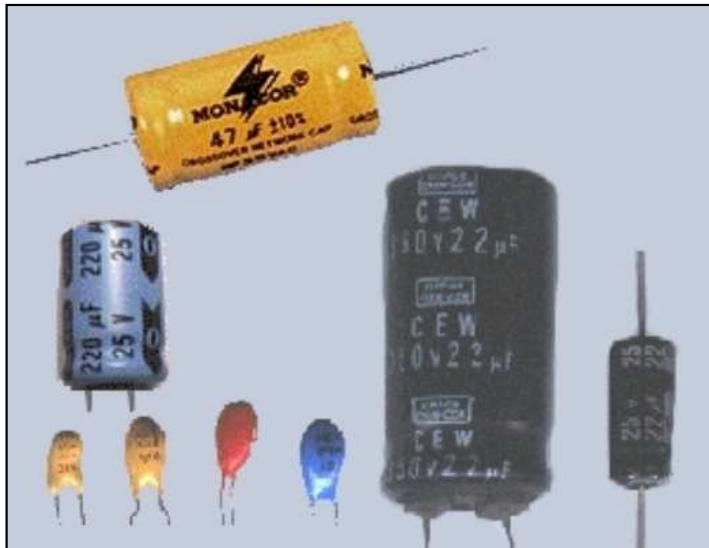
# Le condensateur: composant électrique / électronique

2 types de condensateurs :

- Condensateurs électrolytiques et tantale, dits polarisés : valeur [nF] ou [pF]



Au sens de montage du condensateur



# Le condensateur: composant électrique / électronique

## 2 types de condensateurs :

- Supers Condensateurs, dits polarisés : valeur [F] !! => Grande quantité d'énergie



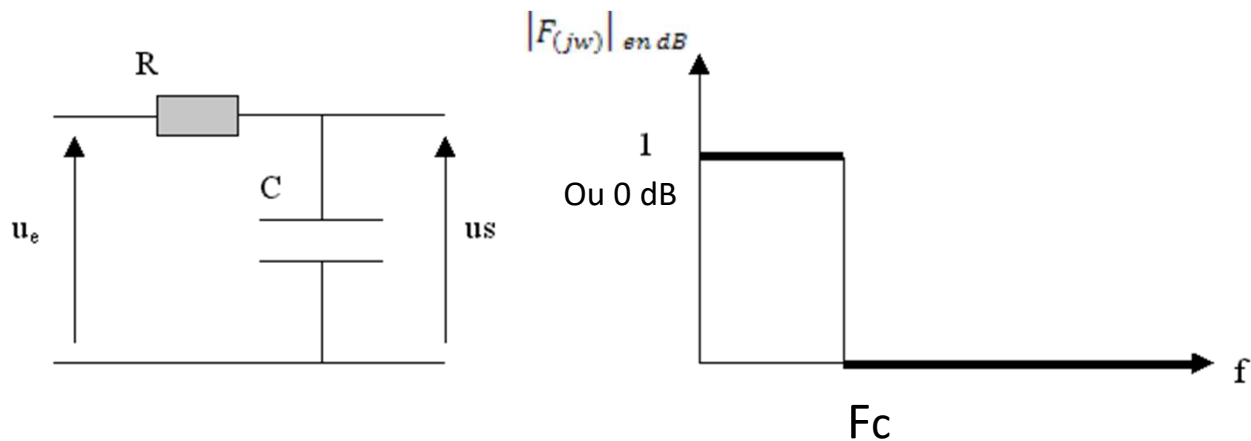
Au sens de montage du condensateur



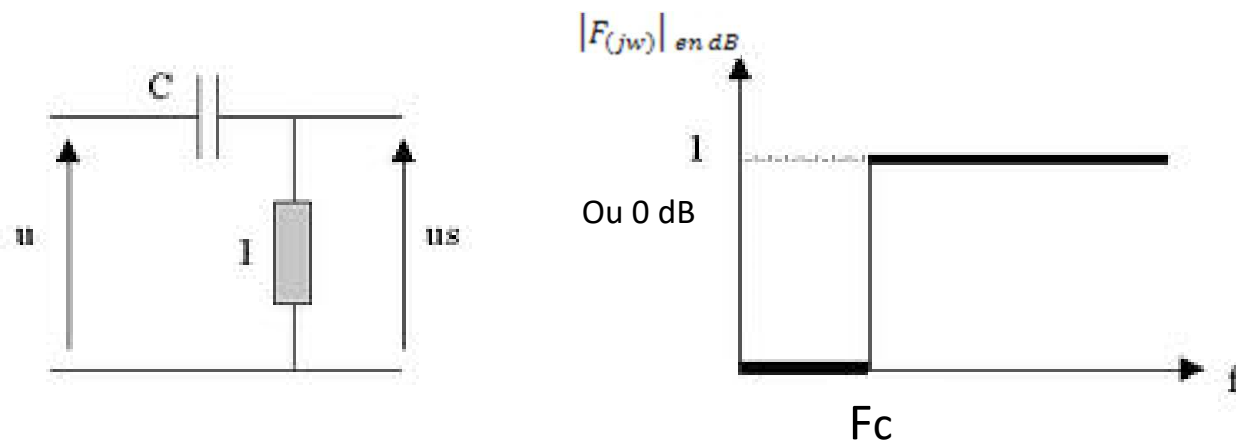


# Applications: les filtres de fréquences

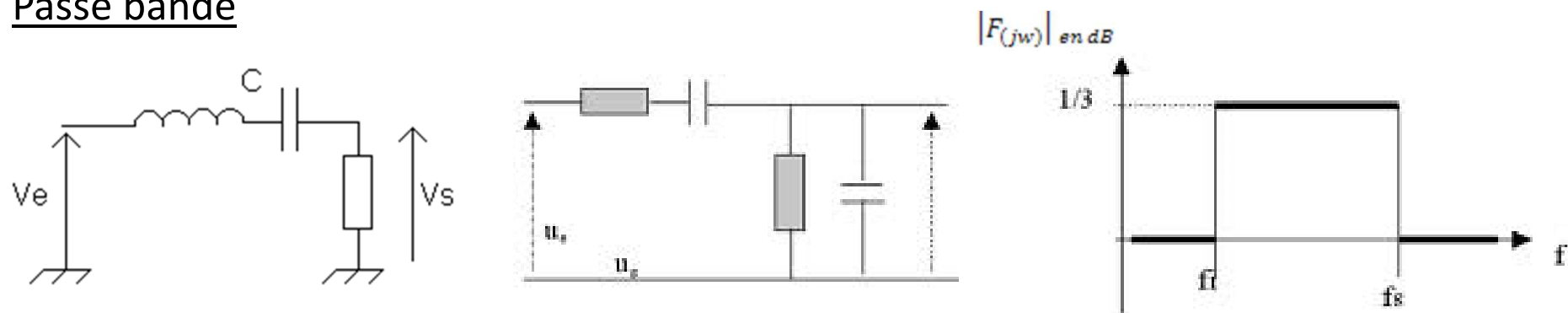
## Passe bas



## Passe haut

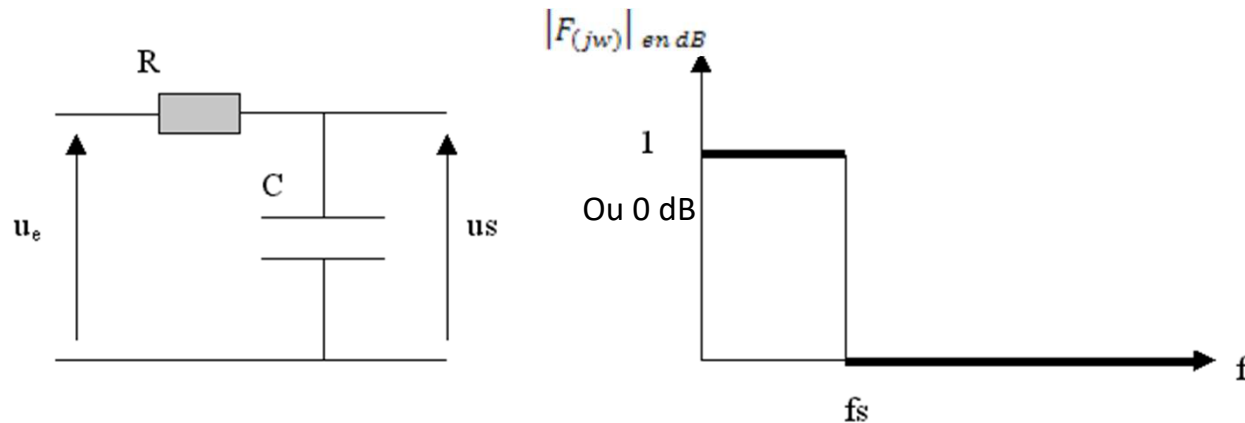


## Passe bande



# Applications: les filtres de fréquences

## Passe bas



## 2 Graphiques ?

- la fonction de transfert en décibel (dB) en fonction du temps

$$F_{(j\omega)} = \frac{U_s}{U_e} \quad \longrightarrow \quad 20 \log |F_{(j\omega)}|$$

- l'argument en fonction du temps

$$\varphi = \text{argument de la F.T}$$