



UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA
FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE



UET2, Matière : Physique du bâtiment

Enseignante : A. HARAT

e-mail : aharat@gmail.com

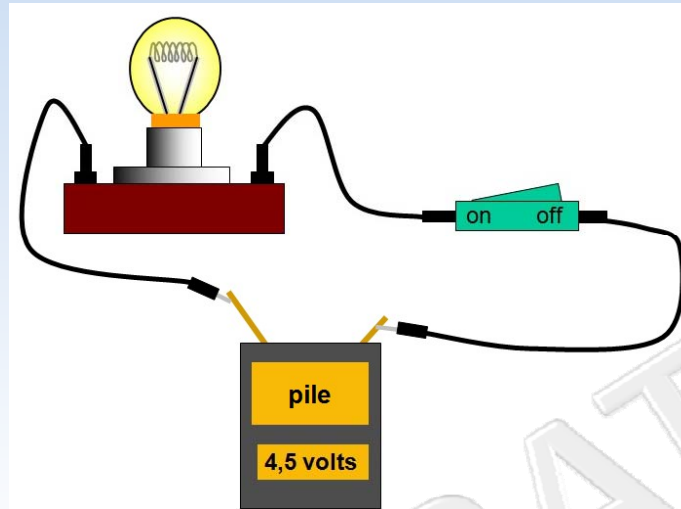
Cours 5 :

ELECTRICITE

الكهرباء

Année universitaire 2019 / 2020

V- Electricité



1- Grandeurs électriques : le courant électrique, la tension, la puissance électrique et l'énergie électrique

2- Loi d'Ohm, résistance électrique et composants électriques

3- Circuits électriques et lois de KIRCHOFF

V- Electricité

1- Grandeurs électriques : le courant électrique, la tension, la puissance électrique et l'énergie électrique

1-1 – Le courant électrique I en Ampère (A)

Dans un conducteur comme un fil en cuivre, le courant électrique représente des électrons en mouvement, et en général par définition, l'intensité du courant est la charge déplacée par unité de temps dans une section du fil :



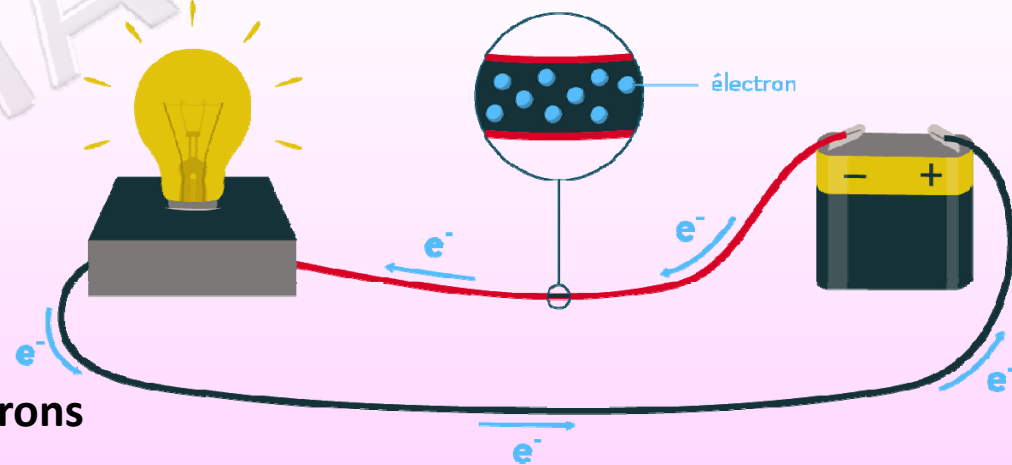
Déplacement d'électrons dans un fil conducteur

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

← coulomb (C)
← seconde (s)
Ampère (A)

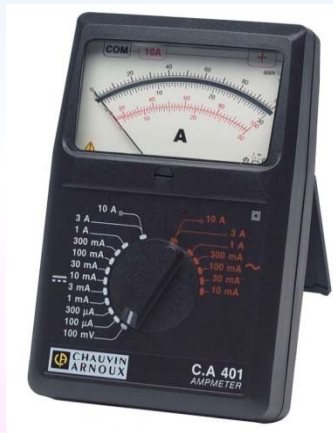
$$1 \text{ A} = 1 \text{ C} / \text{s}$$

Avec Q ou $\Delta Q = n \cdot e$ / n : nombre d'électrons
plus petite charge : l'électron
 $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



V- Electricité

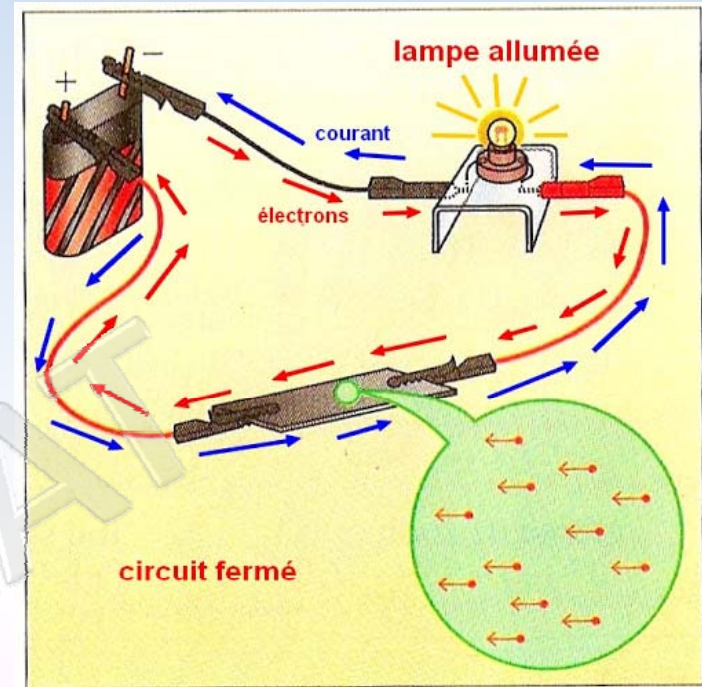
- Par convention la direction du courant électrique I est contraire à la direction des électrons
- On mesure le courant électrique à l'aide d'un ampèremètre ou multimètre



Ampèremètre
analogique



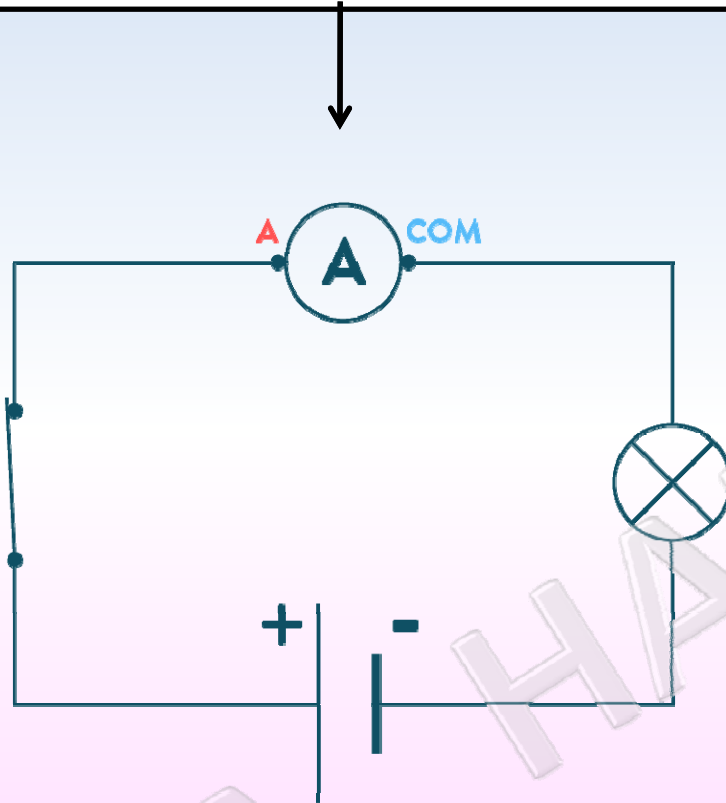
Multimètre
analogique



Multimètre
numérique

V- Electricité

- Dans un circuit électrique, l'ampèremètre se branche en série



Ordres de grandeur du courant électrique

Courant I (A)	Dispositif
$5 \cdot 10^{-6}$	Montre à quartz
0,001	Seuil de perception (étincelle vêtements)
0,02	Electrocution
1	Lampe à incandescence
10	Radiateur 2 000 W
100	Démarrreur automobile
1 000	Moteur de locomotive

V- Electricité

Types de courants électriques

Courant continu (DC) : direct current en anglais : Sa valeur est constante et il a une polarité constante.

Exemples : piles, batteries, panneaux solaires, moteurs



Courant Alternatif (AC) : Alternating current en anglais: sa valeur est une fonction sinusoïdale, avec une fréquence $f = 50 \text{ Hz}$, et il est à polarité alternée.

Exemples : Distribution SONELGAZ, produit par des transformateurs, alternateurs ...



V- Electricité

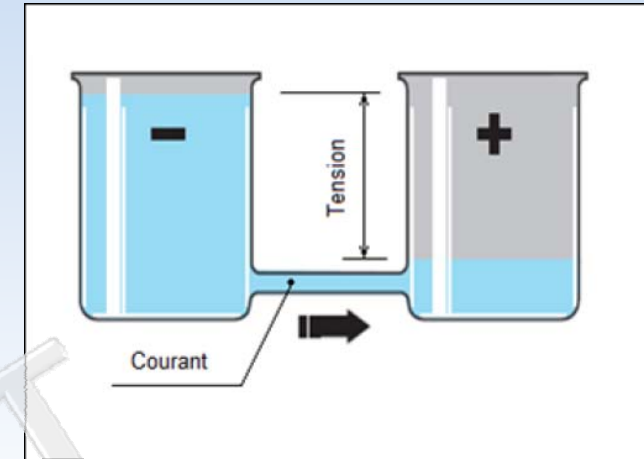
1-2 – La tension électrique U en Volt (V)

La tension ou la différence de potentiel (ddp) au borne d'un composant électrique est équivalente à une différence d'énergie ce qui implique le passage d'un courant électrique.

- La tension est notée **U** et se mesure en volt (**V**)
- La tension est mesurée avec un voltmètre ou un multimètre placé en parallèle aux bornes du composant électrique.



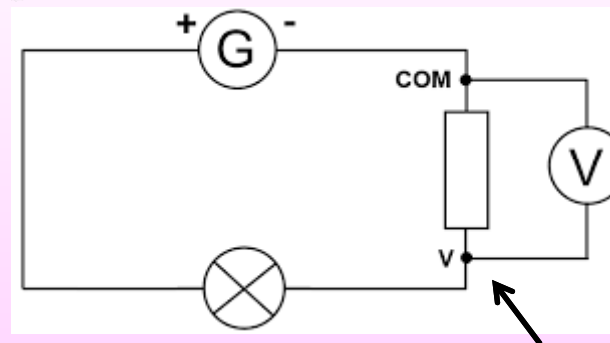
**Voltmètre
analogique**



**Analogie avec la différence du
niveau d'eau → écoulement d'eau**



**Différence de potentiel →
passage de courant électrique**

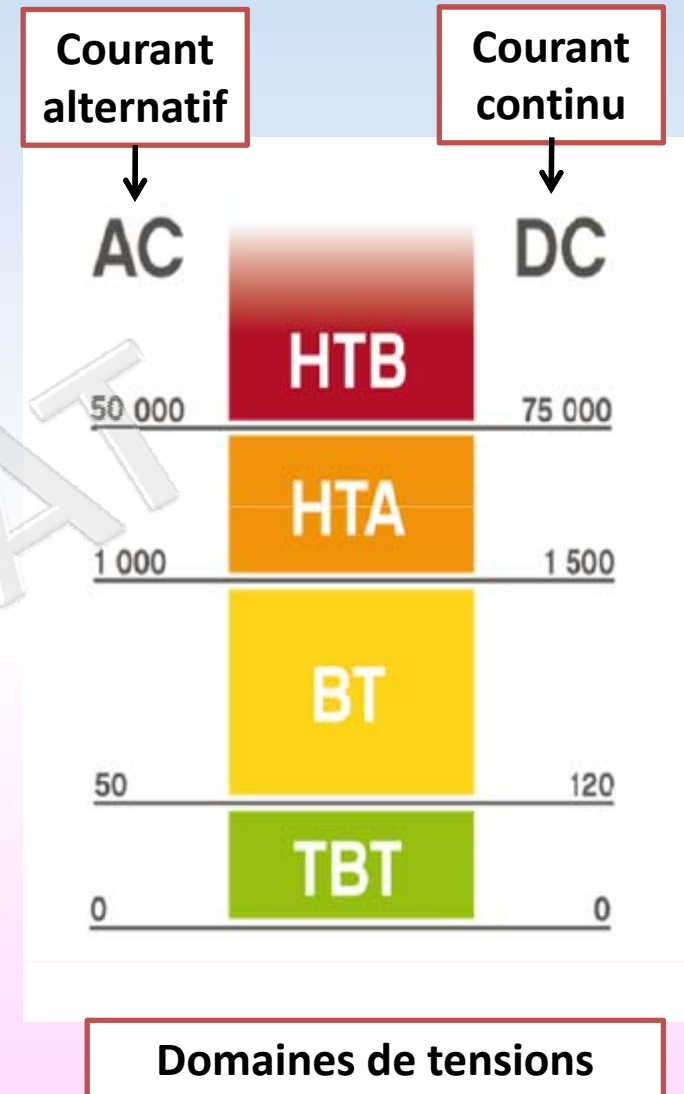


Branchement en parallèle

V- Electricité

Ordres de grandeurs de la tension électrique

Tension U (V)	Dispositif
1 à 9	Piles électrochimiques
12	Batterie d'accumulateur d'automobile
220 380	Distribution basse tension SONELGAZ
5000 à 30 000	Alternateur de centrale électrique
150 000 à 10^6	Ligne de transport d'énergie électrique



V- Electricité

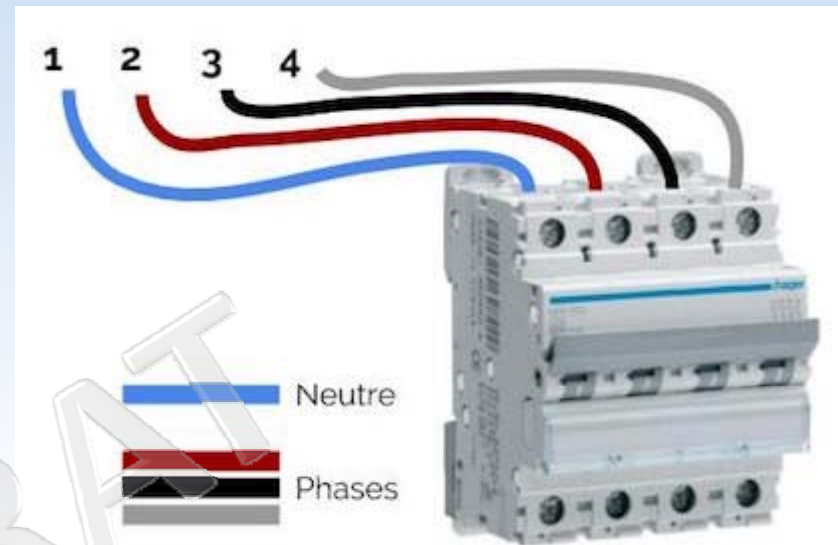
Valeurs de la tension entre différents fils (3 phases et un neutre) :

Neutre-phase

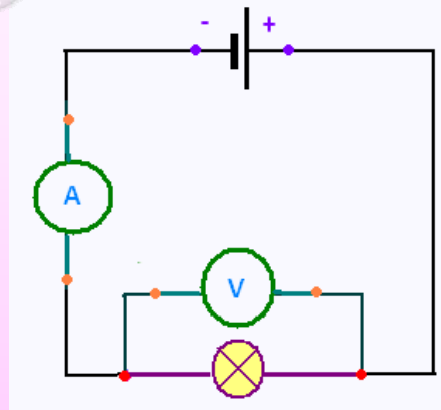
1 et 2	: 220 V
1 et 3	: 220 V
1 et 4	: 220 V

Phase -phase

2 et 3	: 380 V
2 et 4	: 380 V



Branchement dans un réseau de distribution basse tension, exemple d'un disjoncteur domestique



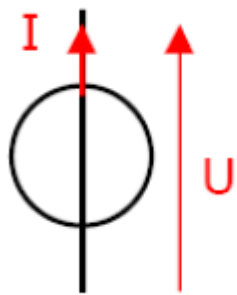
V- Electricité

Conventions en Electricité

Dans un circuit électrique le courant circule par convention du pôle + du générateur vers le pôle -.

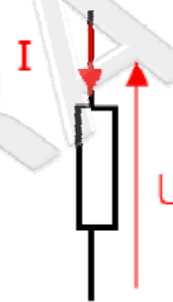
Le courant existe si le circuit proposé au courant est **fermé**.

Convention générateur

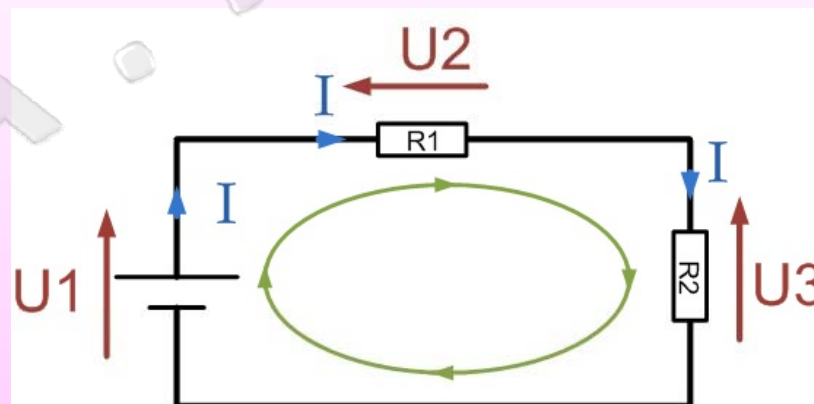


Un générateur permet de fournir de l'énergie à un circuit électrique. La tension et le courant sont alors fléchés dans le même sens.

Convention Récepteur



Dans un montage électrique, un récepteur consomme de l'énergie. La tension et le courant sont alors fléchés en opposition.



V- Electricité

1-3 – Puissance électrique P en Watt (W)

C'est l'énergie consommée par unité de temps,
elle est donnée par la formule :

$$\begin{array}{c} \text{Watt} \nearrow \\ (W) \end{array} P = U \cdot I \begin{array}{c} \nwarrow \\ \text{Ampère} \\ (A) \end{array}$$

$\nearrow$
Volt
(V)

Ordres de grandeurs de la puissance électrique

Puissance P(W)	Dispositif
30	Ordinateur portable
5	Ampoule LED 
75	 Ampoule à incandescence
2300	Bouilloire électrique
$10^9 = 1\text{GW}$	Centrale électrique

Remarque : la consommation en énergie (facture d'électricité) est contrôlée en utilisant des composants moins énergivore, exemple pour les ampoules : les LED avec une plus grande luminance consomment moins d'énergie que les lampes à incandescence (cours 4)

V- Electricité

1-3 – Energie électrique E en Joule (J) ou en (kWh), consommation énergétique

$$E = P \times t$$

J ↑ W ↑ S ↑

t : temps de fonctionnement

P : puissance de l'appareil

↓ Wh ↓ W ↓ h

Exemple de consommation en énergie électrique d'une ampoule à incandescence de 60 W par mois :

$$\frac{60W \times 1h}{1\,000} = 0,06 \text{ kWh}$$

$$0,06 \text{ kWh} \times 8 \text{ h par jour} \times 30 \text{ j par mois} = 14,4 \text{ kWh par mois}$$

Pour le calcul de la consommation en énergie (compteur SONEGAZ), on utilise l'unité kWh

Calcul de la consommation d'énergie


$$E = P * t$$

(Wh) (W) (h)

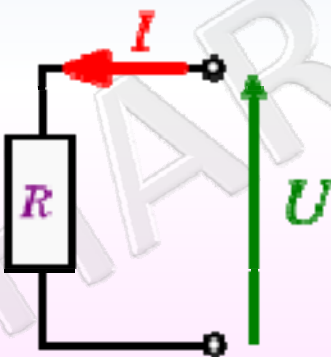
V- Electricité

2- Loi d'Ohm, résistance électrique et composants électriques

2-1- Résistance électrique et Loi d'Ohm

Une résistance est un élément électrique qui consomme de l'énergie électrique, on dit aussi c'est un récepteur. Lors de son passage, le courant électrique subit une résistance et cette résistance dépend du matériaux.

La tension au borne de cette résistance est donnée par la loi d'Ohm :



A circuit diagram showing a resistor labeled R in a rectangular box. A red arrow labeled I indicates current flowing from right to left through the resistor. A green arrow labeled U indicates voltage across the resistor, pointing upwards from the bottom terminal to the top terminal.

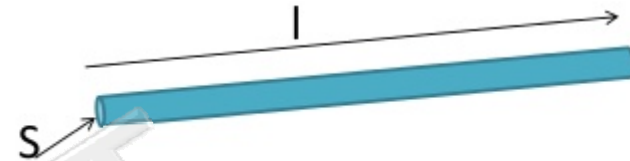
$$U = R \cdot I$$

tension (volt)		résistance (ohm)		intensité (ampère)
(V)		(Ω)		(A)

V- Electricité

Pour un conducteur ohmique cette résistance dépend de la nature du matériau ainsi que sa longueur et la surface de sa section on a :

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



l : longueur (en m)

S : section (en m^2)

ρ : résistivité électrique du conducteur (en $\Omega \times m$), fonction de la température.

R : résistance (en Ω)

Résistivité ρ à 27 °C ($\Omega.m$)	
Argent	$1,6 \times 10^{-8}$
Cuivre	$1,7 \times 10^{-8}$
Or	$2,2 \times 10^{-8}$
Aluminium	$2,7 \times 10^{-8}$
Fer	$10,4 \times 10^{-8}$
Carbone	$3\,500 \times 10^{-8}$

Le cuivre $\rightarrow$ petite résistivité $\Rightarrow$ bon conducteur

Le carbone $\rightarrow$ grande résistivité $\Rightarrow$ isolant

V- Electricité

Ordres de grandeurs de résistance électrique

Résistance $R(\Omega)$	Dispositif
40	Fer à repasser
10 à 100	Chauffage électrique
10^3 à 10^9	Résistance interne d'un voltmètre

Un filament de lampe, le fil chauffant d'un grille-pain ou d'un chauffage électrique d'appoint, ... constituent des résistances R pures. Toute l'énergie fournie par la source s'y trouve entièrement convertie en chaleur. On parle de chauffage **par Effet Joule**.

Energie dissipée par effet Joule (Chaleur)

$$E = P \cdot t = U \cdot I = R \cdot I^2 \cdot t$$

En Joule ou kWh

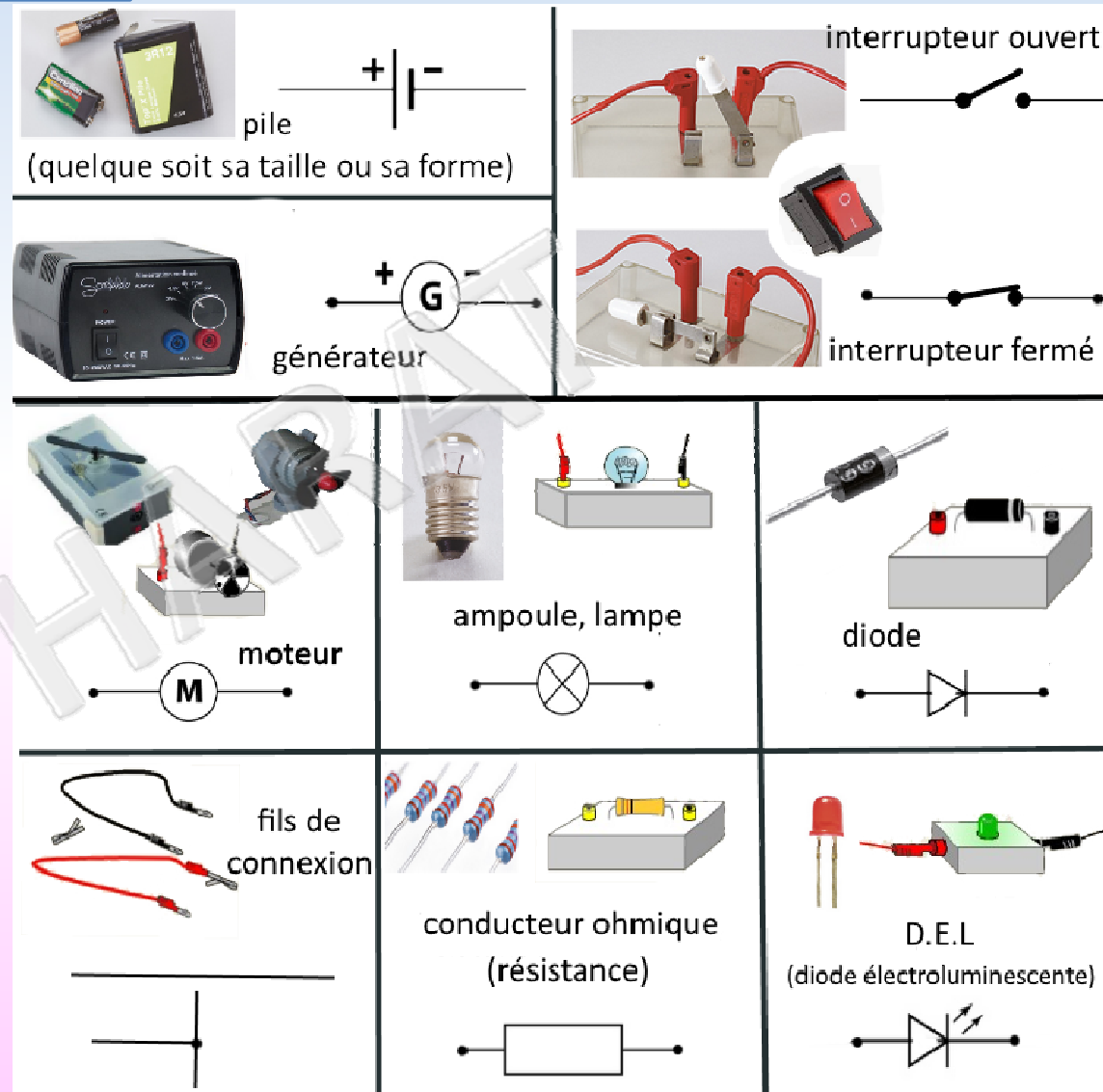
V- Electricité

2-2- composants électriques

- Dans un circuit électrique, on trouve différents composants électriques, les plus importants sont résumés dans le schémas ci-contre

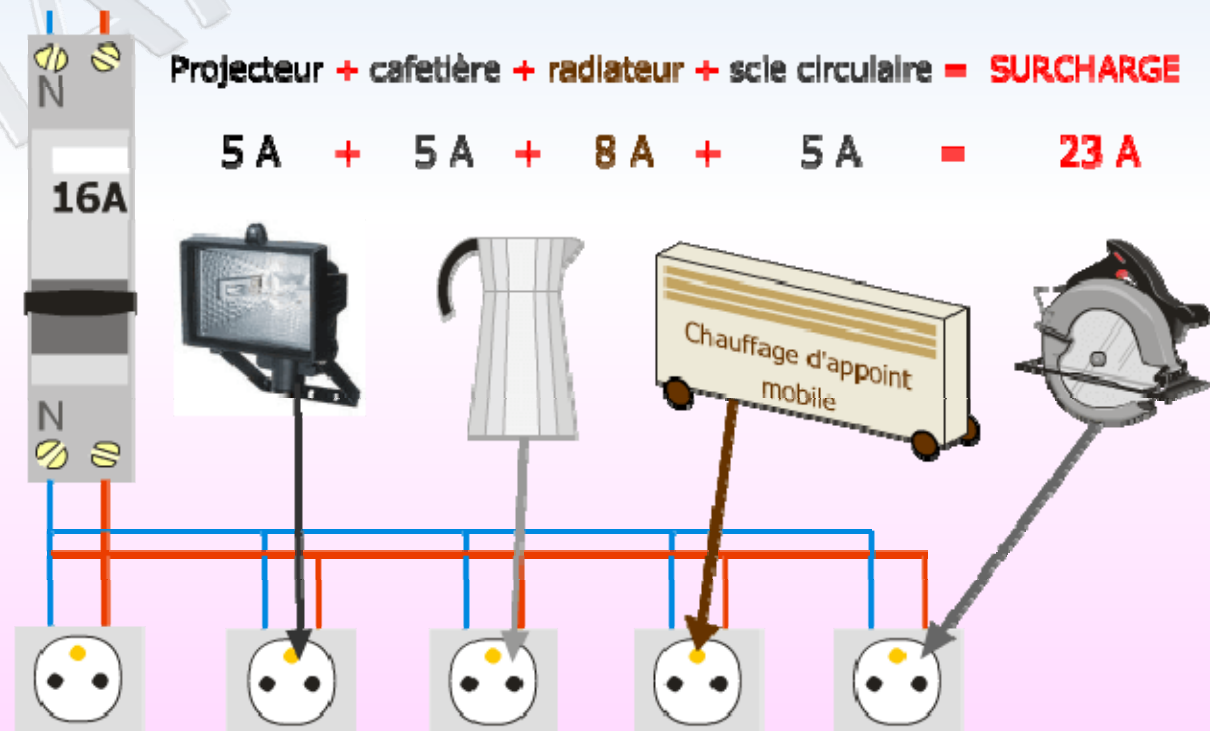
- Hormis les générateurs et les piles, les autres éléments représentent des récepteurs de courants (consommant de l'énergie électrique).

- Chaque élément a une puissance de consommation connue qu'on adaptera dans le circuit selon l'énergie fournie.

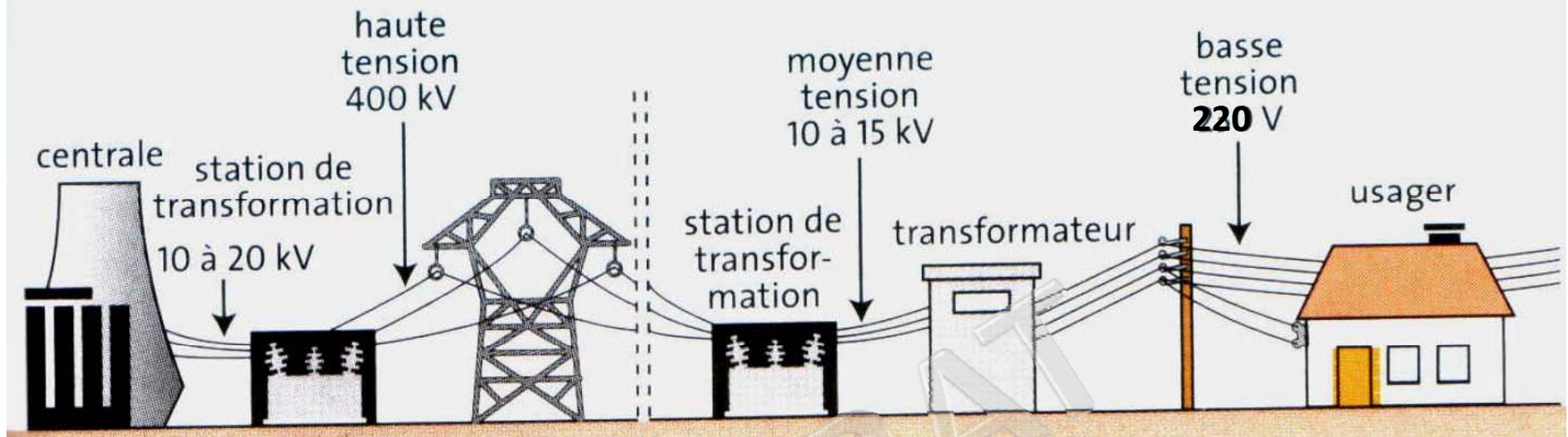


V- Electricité

Exemple d'un ensemble de récepteurs dans un circuit avec dépassement de l'intensité électrique $\Rightarrow$ surcharge



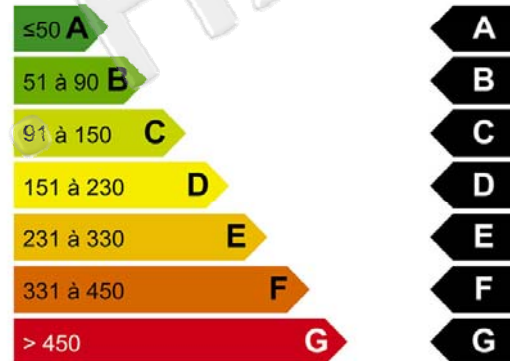
V- Electricité



Distribution de l'énergie électrique de la centrale électrique à l'habitation

Consommations énergétiques

Étiquette énergie
Logement économe

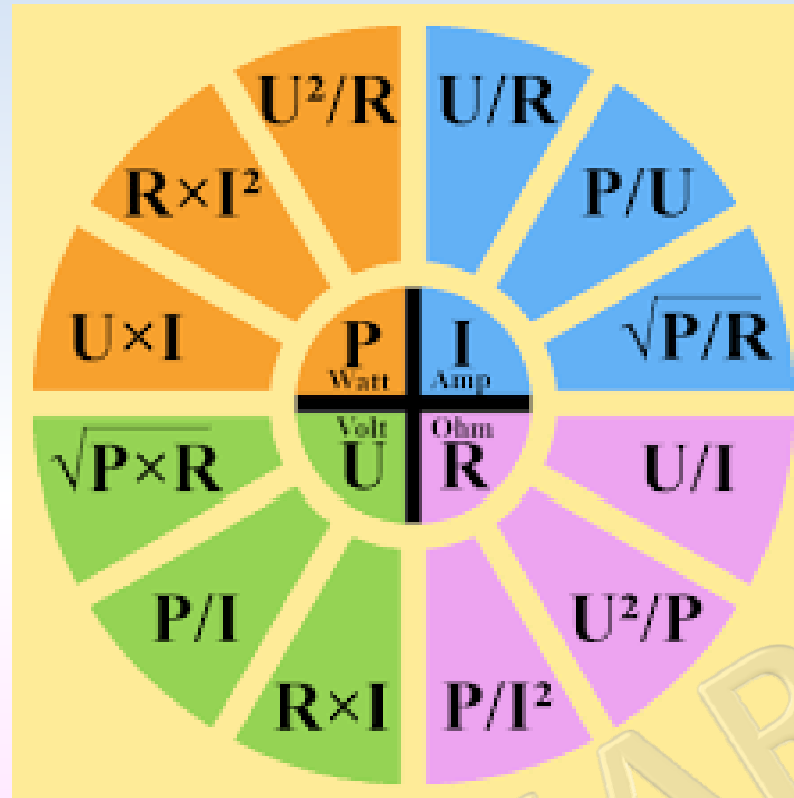


Logement énergivore

Les unités de mesure sont exprimées en kWh d'énergie primaire par mètre carré et par an

Normes internationales
de la consommation en
énergie électrique pour
un logement

V- Electricité



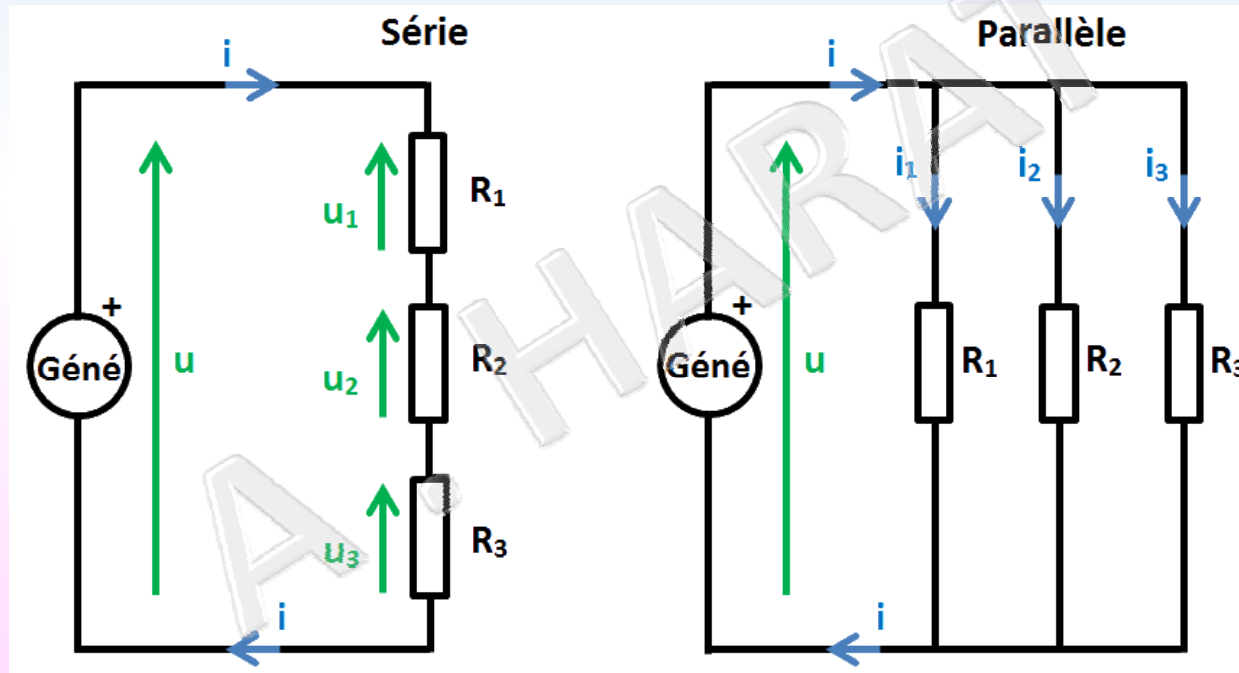
Résumé des relations entre I, U, P et R d'un récepteur électrique

3- Circuits électriques et lois de KIRCHOFF

3- 1 – Montage des circuits électriques

Il existe deux sortes de branchement dans un circuit électrique :

- Branchement en série
- Branchement en parallèle



$$U = U_1 + U_2 + U_3, i \text{ est le même} \\ (i_1 = i_2 = i_3 = i)$$

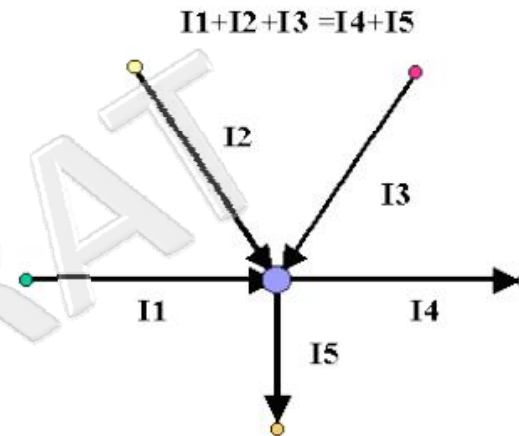
$$i = i_1 + i_2 + i_3, U \text{ est le même} \\ (U = U_1 = U_2 = U_3)$$

3- 2- Lois de Kirchhoff

Dans un circuit électrique, il y a des lois concernant les nœuds (point où arrivent plusieurs branches) et les mailles (branches formant un circuit fermé) :

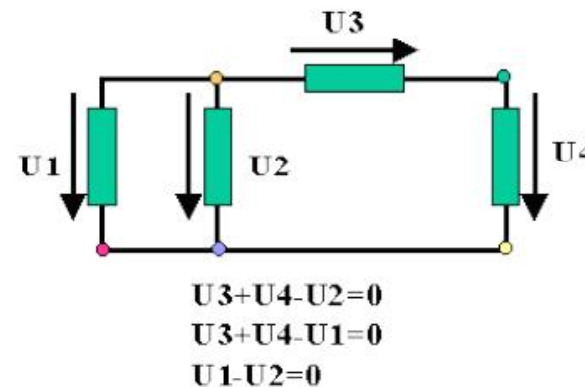
- Loi des nœuds

La somme des courants entrant au nœud d'un réseau est égale à la somme des courants sortant de ce nœud.



- Loi des mailles

La somme algébrique des tensions aux bornes des différentes branches d'une maille est égale à zéro.



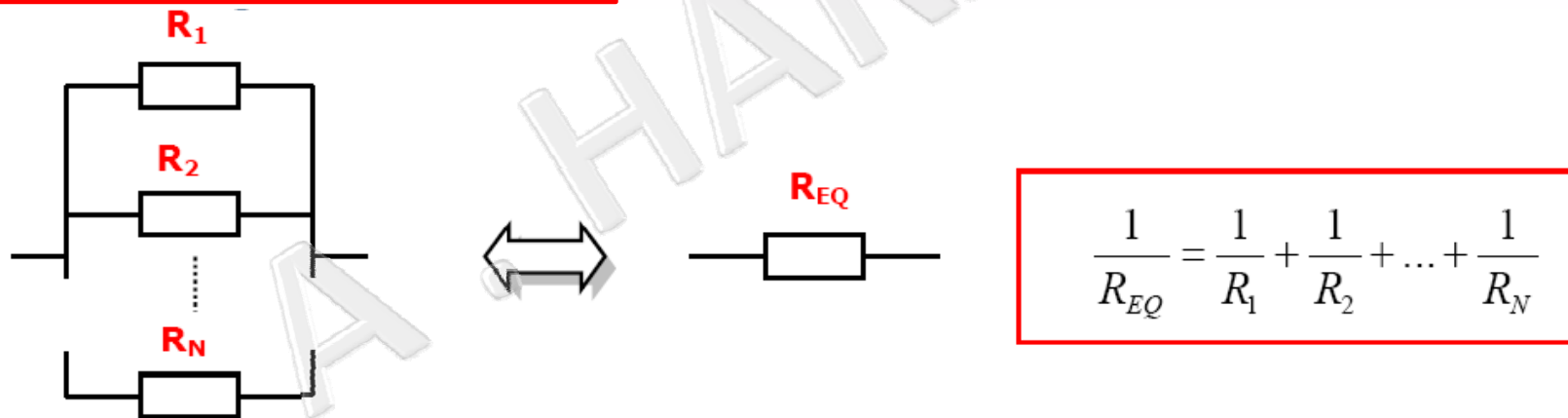
V- Electricité

A partir des lois de Kirchhoff, il en découle les formules de calcul pour les résistances équivalentes dans les montages en série ou en parallèle des circuits électriques :

Branchement en série



Branchement en parallèle



V- Electricité

Ressources dans la plate forme :

- ❑ Cours Electricité 1^{ère} Année, V. Chollet, « Mesures Physique », IUT Belfort, 2007

A. HARAT

