

# Electricité

## I- Composants, circuits et schémas

### A) Composants électriques

Un montage électrique comprend plusieurs composants qu'il est possible de classer en deux grandes familles :

- Les **générateurs** qui fournissent de l'énergie (pile, accumulateur, alternateur, dynamo, chargeur de téléphone) ;
- Les **récepteurs** qui transforment cette énergie en une autre forme d'énergie (lampe à incandescence, moteur électrique, résistance).

Lorsque ces composants possèdent deux bornes, ils sont appelés **les « dipôles »**.

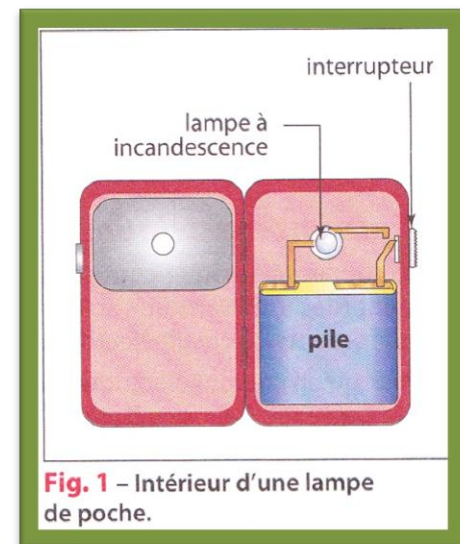
### B) Circuits électriques

Un circuit électrique comprend au moins un **générateur** et un **récepteur**. Il est constitué d'une chaîne continue de dipôles reliés les uns aux autres par des éléments de liaison. Il est dit « *ouvert* » si le récepteur n'est pas alimenté. Il est dit « *fermé* » si le récepteur est alimenté.

Dans le cas d'une lampe de poche (figure 1), le circuit électrique comprend :

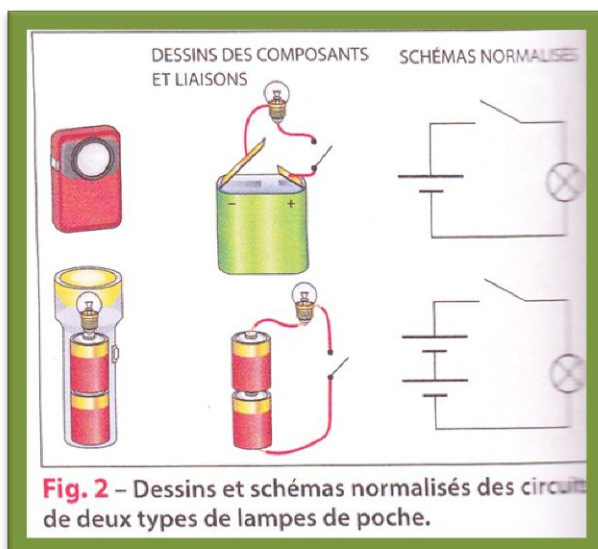
- Une **pile** (le **générateur**) ;
- Une **lampe à incandescence** (le **récepteur**) ;
- Un **interrupteur** (le **dispositif de commande**) ;
- Des **lames de métal cuivré** (les **éléments de liaison**).

Un « *court-circuit* » correspond au fait de **relier directement deux points d'un circuit électrique** (deux bornes de la pile). Il peut être la cause d'une panne, de la destruction du générateur, d'un départ d'incendie ou de brûlures.



**Fig. 1** – Intérieur d'une lampe de poche.

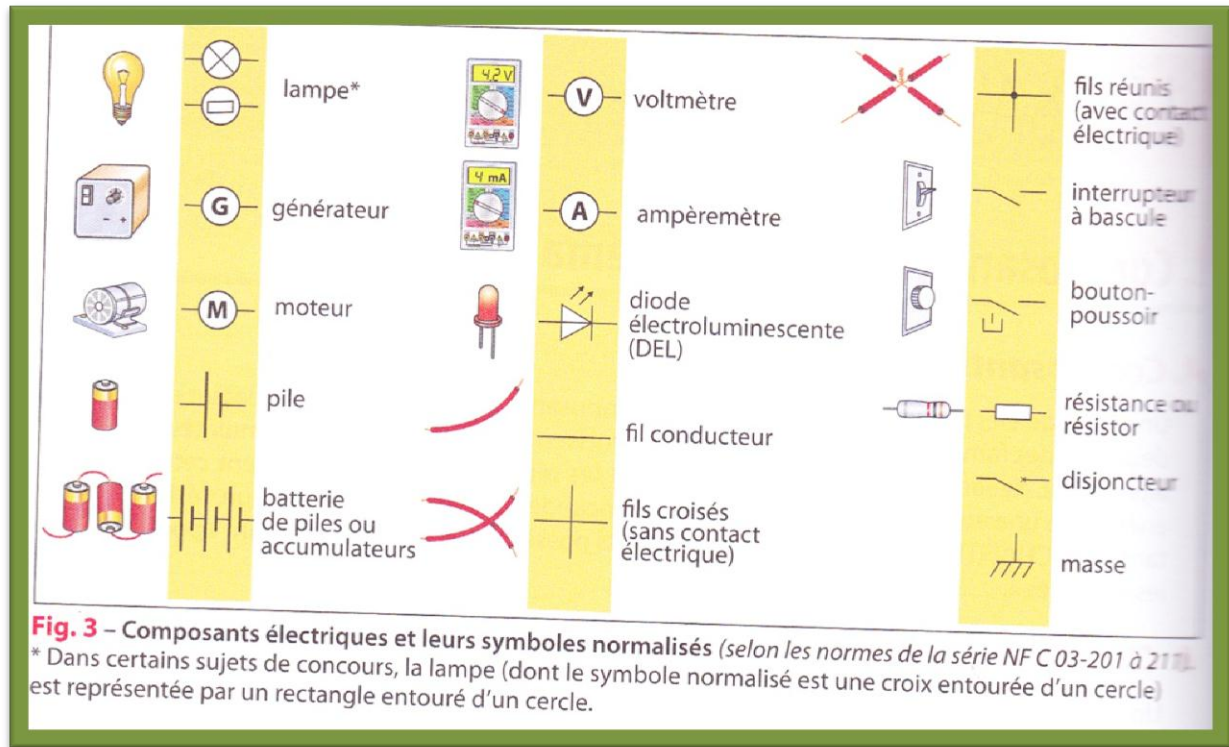
### C) Schémas normalisés



**Fig. 2** – Dessins et schémas normalisés des circuits de deux types de lampes de poche.

Un circuit électrique peut être représenté **soit par un dessin des composants et des liaisons, soit par un schéma normalisé** (figure 2).

Les différents composants électriques du circuit sont représentés par leurs symboles normalisés (figure 3) et placés de manière à faciliter la lecture (générateur à gauche, dispositif de commande au-dessus et récepteur à droite).



## II- Courant et grandeurs électriques

### A) Courant électrique

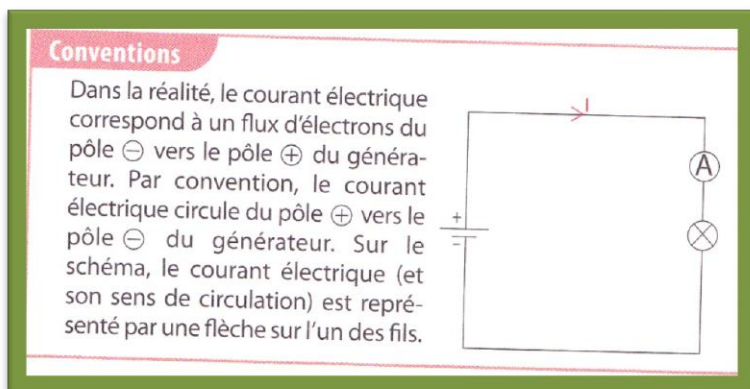
Il **correspond au déplacement de particules chargées électriquement** dans les différents composants du circuit électrique.

Pour qu'un courant électrique existe, **il faut réunir deux conditions** :

- **La présence d'un générateur** (une pile, une batterie), pour mettre les particules en mouvement ;
- **Un support au déplacement de ces particules** (des fils, un filament de lampe, un interrupteur fermé, de l'aluminium ménager).

Les **matériaux** qui constituent les récepteurs et les éléments de liaison du circuit électrique (cuivre, aluminium, acier) sont des **conducteurs électriques**. Ils permettent le passage du courant électrique, contrairement à d'autres matériaux qui s'opposent au passage du courant : les isolants électriques.

### B) Intensité du courant électrique



Elle représente la quantité d'électricité (liée au nombre de particules en mouvement) qui passe à un endroit donné du circuit en un temps donné.

Son unité est **l'ampère (A)**. Elle se mesure avec un **ampèremètre**.

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

**I** : intensité du courant électrique en ampères (A)

**Q** : quantité d'électricité en coulombs (1 électron porte  $-1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ )

**T** : temps écoulé en seconde (s)

**Exemples** : Le courant électrique qui circule dans le circuit :

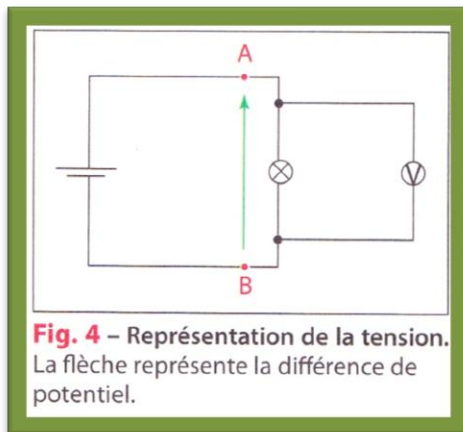
- D'une lampe de poche est de 0,2A ;
- D'une lampe d'éclairage à filament est de 0,45A ;
- Dans un fer à repasser est de 9A ;

- Dans un convecteur électrique est de 15A ;
- Dans un téléphone portable en veille est de 5mA (0,005A).

⇒ Le sens de circulation du courant dans certains récepteurs n'a pas d'influence sur leur fonctionnement (lampes). Ce sont des **composants non polarisés**.

⇒ Le fonctionnement d'autres composants dépend du sens du courant qui les traverse (une DEL ne s'allume que si elle est branchée dans le « bon » sens ; un moteur tourne dans un sens ou dans l'autre selon son branchement). Ce sont des **composants polarisés**.

### C) Tension



Elle se **mesure aux bornes d'un dipôle** (générateur ou récepteur). **L'unité de la tension** (qu'on désigne aussi par différence de potentiel ou ddp) est le **volt (V)**.

La tension est représentée sur les schémas par une flèche entre deux points du circuit (points A et B, figure 4). Elle se mesure **avec un voltmètre**.

Deux types de tensions doivent être distingués :

#### Tension du secteur

La tension distribuée en France (ou tension du secteur) a une fréquence de 50 Hz. Cela signifie que son cycle se répète 50 fois par seconde. Sa valeur varie entre + 325 V et - 325 V. Si elle est reliée à une résistance, elle produira le même effet qu'une tension continue de 230 V. Cette tension de 230 V correspond à la valeur efficace de la tension du secteur.

- Les **tensions continues**, comme celles qui sont fournies par les piles, les accumulateurs et qui ont pour valeur : aux bornes d'une pile ronde type R14 : 1,5V ; aux bornes de la batterie d'un téléphone portable : 3,5V ; aux bornes de la batterie d'une voiture : 12V.
- Les **tensions variables** comme la tension alternative sinusoïdale du secteur disponible aux bornes d'une prise : 230V (anciennement 220V).

### D) Relations entre grandeurs électriques

#### ⇒ Puissance électrique

La puissance électrique absorbée ou fournie par un dipôle est égale au produit de l'intensité du courant électrique qui circule dans ce dipôle par la tension aux bornes de ce même dipôle. Elle se mesure avec un wattmètre et s'exprime en watts (W).

$$P = U \times I$$

Exemples :

#### Zoom sur

##### La consommation électrique

Les watts-heures (Wh) et les kWh ne sont pas des unités de puissance. Ils correspondent au produit d'une puissance par une durée. Un four électrique de 3000 W utilisé 30 minutes pour cuire une tarte consomme 1500 Wh ou 1,5 kWh.

##### Puissance électrique, brillance, puissance lumineuse

La puissance lumineuse ou brillance des lampes d'éclairage n'est pas uniquement fonction de la puissance électrique qu'elles absorbent, mais aussi du phénomène physique qui entre en jeu

pour produire de la lumière. Le rendement lumineux correspond au rapport entre la quantité de lumière visible émise, exprimée en lumens, et la puissance électrique absorbée.

Ainsi, les lampes à incandescence ont un rendement lumineux de 10 à 15 lumens par watt alors que les lampes fluorescentes, dites à économie d'énergie, ont un rendement lumineux de 60 à 95 lumens par watt. C'est pourquoi une lampe à économie d'énergie de 20 W éclaire autant qu'une lampe à filament de 100 W. Les lampes à diodes électroluminescentes (DEL) ont un rendement lumineux de 15 à 100 lumens par watt.

- un téléviseur en veille consomme 3W ;
- une lampe fluocompacte 18W ;
- un chauffe-eau électrique 3000W (3KW).

### ⇒ Loi d'Ohm

Les conducteurs électriques conduisent plus ou moins bien l'électricité. Le graphite (mine de crayon) n'est pas un très bon conducteur, contrairement au cuivre.

Les bons conducteurs offrent une faible résistance au passage du courant alors que les autres offrent une grande résistance. Il existe une loi qui lie la résistance d'un récepteur, la tension à ses bornes et le courant qui le traverse. Cette loi est appelée loi d'Ohm.

**Loi d'Ohm** : la tension  $U$  aux bornes d'un récepteur de résistance  $R$  est proportionnelle à l'intensité du courant électrique  $I$  qui le traverse :

$$U = R \times I \text{ avec}$$

$U$  en volts (V)

$R$  en ohms ( $\Omega$ )

$I$  en ampères (A)

## III- Montages électriques

### A) Montages en série

#### ⇒ Montage

Les récepteurs sont reliés les uns aux autres pour continuer un circuit unique (figure 5). Le fait de débrancher un récepteur ouvre le circuit.

#### ⇒ Intensité

Elle est la même dans chaque récepteur. Elle est constante en tout point du circuit et est égale à l'intensité du courant électrique délivré par la pile.

#### ⇒ Tension

Aux bornes de chaque récepteur, elle est fonction de la résistance du récepteur considéré. La somme des tensions aux bornes des récepteurs ( $V_1 + V_2 + V_3$ ) est égale à la tension aux bornes du générateur ( $V$ ).

### B) Montages en dérivation ou en parallèle

#### ⇒ Montage

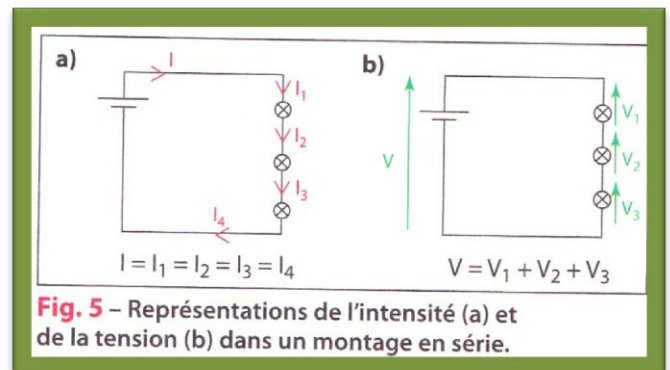
Les récepteurs sont reliés indépendamment les uns des autres au générateur. Le fait de débrancher un récepteur ouvre uniquement le circuit de ce récepteur.

#### ⇒ Intensité

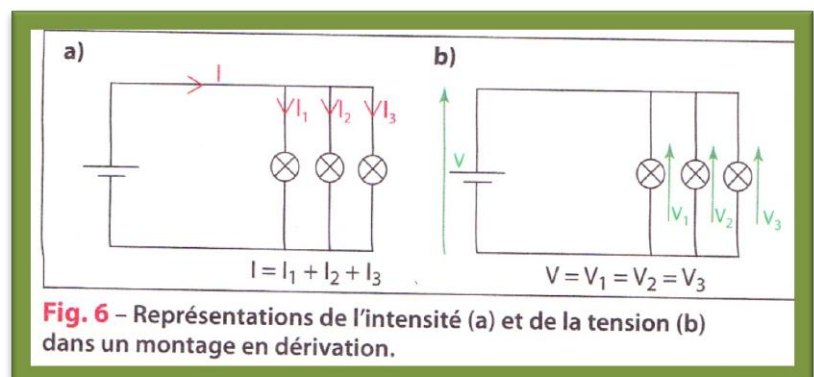
Elle traverse chaque récepteur liée à sa résistance.

### Résistance interne d'une pile

La tension aux bornes d'un générateur est fonction du courant qu'il débite. Plus le courant débité est important, plus la tension est faible. Cela est dû à la **résistance interne** de la pile.



**Fig. 5** – Représentations de l'intensité (a) et de la tension (b) dans un montage en série.



**Fig. 6** – Représentations de l'intensité (a) et de la tension (b) dans un montage en dérivation.

⇒ **Tension**

Elle est la même à chaque récepteur ( $V_n$ ). Elle est égale à la tension aux bornes du générateur (figure 6).

**C) Associations mixtes**⇒ **Montage**

Les récepteurs sont associés en série et en dérivation. (Figure 7).

⇒ **Intensité et tension**

Les mêmes règles de calcul que celles qui entrent en jeu dans les circuits en série et en dérivation s'appliquent :

- Les **récepteurs branchés en série** sont traversés par un courant de même intensité :

$$I_1 = I_2 = I \quad I = I_3 + I_5$$

- Les **récepteurs branchés en dérivation** ont la même tension à leurs bornes :

$$V_3 = V_5 \quad V = V_1 + V_2 + V_3$$

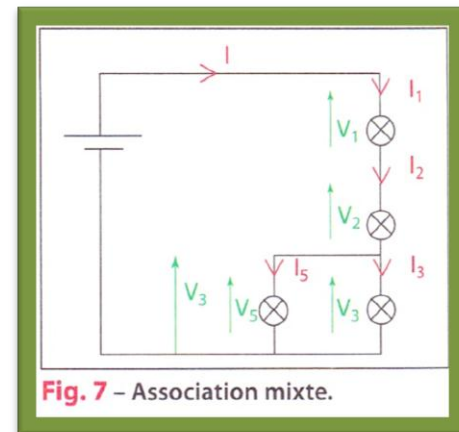
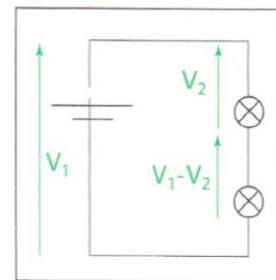


Fig. 7 – Association mixte.

**Les lampes**

Les valeurs (3,5 V - 0,2 A) portées sur une lampe sont appelées **caractéristiques nominales**. Elles correspondent à un point de fonctionnement normal donné par le fabricant. Ainsi, deux lampes 3,5 V - 0,2 A branchées en série sur une pile de 4,5 V brillent faiblement (la tension à leurs bornes n'est que de 2,25 V soit 4,5/2). Deux lampes 2,5 V - 0,1 A branchées en série brillent normalement (la tension à leurs bornes est de 2,25 V). Deux lampes 12 V - 0,1 A restent éteintes (la tension à leurs bornes n'est que de 2,25 V soit 4,5/2). Pour une lampe 2,25 V - 0,1 A et une lampe 3,5 V - 0,2 A, la première brille normalement et la seconde très faiblement (cela est dû à la résistance de leur filament).

**D) Sécurité électrique****A) Dangers liés aux installations domestiques**

La tension aux bornes des prises électriques de la maison est une tension dangereuse pour le corps humain. Elle peut être la cause d'électrisation : risque de brûlures ou d'électrocution. La présence d'eau, conductrice, augmente les risques.

Deux types de problèmes peuvent survenir :

- Des **défauts liés aux appareils électriques eux-mêmes** (fil débranché, court-circuit d'une résistance...)
- Des **défauts liés à l'utilisateur** (introduction d'un objet métallique dans l'appareil, projection d'eau...).

Il est donc nécessaire de protéger à la fois les personnes et les équipements.

**B) Protection des personnes**⇒ **Effet du courant électrique sur le corps humain**

Le trajet du courant, son intensité et la durée de contact déterminent les effets sur le corps humain.

- **Le trajet du courant** : si un organe vital est traversé par du courant, les conséquences peuvent être fatales.
- **L'intensité du courant** : plus elle est forte, plus cela est dangereux (0,5 mA : aucune sensation ; 10 mA : contraction musculaire ; 30 mA : paralysie musculaire ; 75 mA : risque de fibrillation cardiaque irréversible).

L'intensité du courant est liée à la tension d'alimentation : plus la tension est élevée, plus l'intensité du courant est forte. C'est la raison pour laquelle, contrairement aux 230V du secteur, les piles plates de 4,5V ne présentent aucun danger. Le courant qu'elles délivrent est trop faible.

- **La durée** : les organes traversés par le courant sont plus ou moins fragiles et les conséquences sont plus ou moins graves selon la durée d'exposition.

#### ⇒ Mesures de protection

Trois mesures de protection peuvent être prises pour protéger les personnes des dangers de l'électricité :

- Utiliser une **très basse tension** (par exemple 12V pour des spots de piscines) ;
- Eviter le **contact** avec le courant électrique, au moyen notamment de prise à éclipses, de prises moulées sur le câble, de boîtiers, de gaines de fils électriques en matériaux isolants, de câbles rendus inaccessibles par une armoire électrique.
- Utiliser un **dispositif référentiel** qui protège d'un contact accidentel en vérifiant que la différence entre les courants qui circulent dans les deux conducteurs d'alimentation de l'appareil est nulle. Le dispositif coupe l'alimentation si un courant circule en dehors du circuit.

### C) Protection des équipements

#### ⇒ Défauts pouvant survenir

- La **surcharge**, comme dans le cas d'un moteur de machine à laver qui se bloque ou qui force ou lorsque trop d'appareils sont branchés simultanément.
- Le **court-circuit**, lorsqu'un fil est débranché et touche un autre élément de l'appareil, sous tension.

#### ⇒ Dispositifs de protection des équipements

- Utiliser **des matériaux isolants**.
- Utiliser un **fusible**. C'est un conducteur de faible section. Il fond lorsque le courant qui le traverse est trop important : il **protège des courts-circuits**.
- Utiliser un **disjoncteur** qui **ouvre le circuit**. Le disjoncteur magnétique protège des surintensités importantes, même brèves ; le disjoncteur thermique protège des surintensités, même peu importantes mais de longue durée ; le disjoncteur magnétothermique allie les deux types de protection.
- Utiliser un **disjoncteur différentiel** qui **assure une protection** contre les défauts d'isolement.

