

## Approche énergétique des dispositifs électriques

Cette approche vise à décrire le fonctionnement d'un dispositif électrique en termes de **transferts d'énergie** entre ses composants.

L'énergie ne peut être que **stockée** dans un composant et **déstockée** d'un composant ou **transférée** entre deux composants.

Tout composant possède un **capital énergétique**.

Ceux pour lesquels le capital énergétique varie sont appelés **réservoirs d'énergie** : pile, accumulateur, etc.

Ceux pour lesquels il ne varie pas sont appelés **relais d'énergie** : lampe ; moteur électrique, etc.

Les transferts d'énergie se font selon quatre modes et sont désignés par les expressions suivantes :

- transfert **électrique** d'énergie (entre la pile et la lampe d'une lampe de poche) ;
- transfert **mécanique** d'énergie (entre le moteur et les roues d'une voiture) ;
- transfert **thermique** d'énergie (entre deux objets à températures différentes) ;
- transfert par **rayonnement de lumière** (onde électromagnétique « visible », infrarouge, UV, etc.).

Par définition, un **système électrique** désigne l'ensemble des composants d'un dispositif directement reliés par des transferts **électriques** d'énergie.

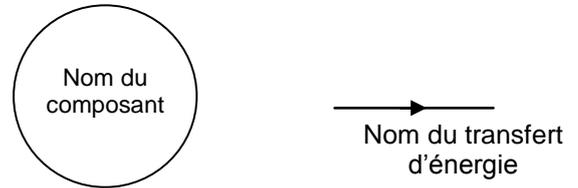
Les composants qui fournissent l'énergie électrique sont dits avoir la fonction de **générateur**, ceux qui la reçoivent sont dits avoir celle de **récepteur**.

Le dispositif électrique est représenté par son **diagramme d'énergie**.

## Diagramme d'énergie : règles de construction

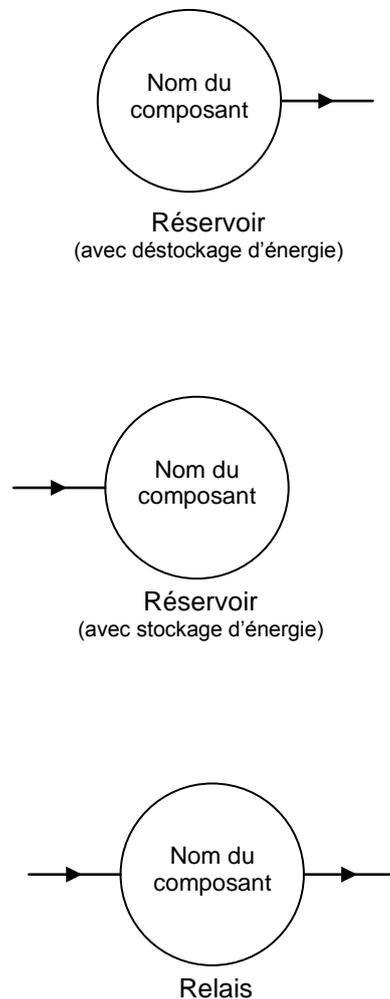
Les règles élémentaires de construction du diagramme d'énergie d'un dispositif donné sont:

Chaque composant est représenté par un **cercle** avec son nom inscrit à l'intérieur.  
 Chaque transfert d'énergie entre deux composants est représenté par une **ligne fléchée** reliant ces composants. Le nom de chaque transfert est inscrit à côté de sa ligne fléchée.



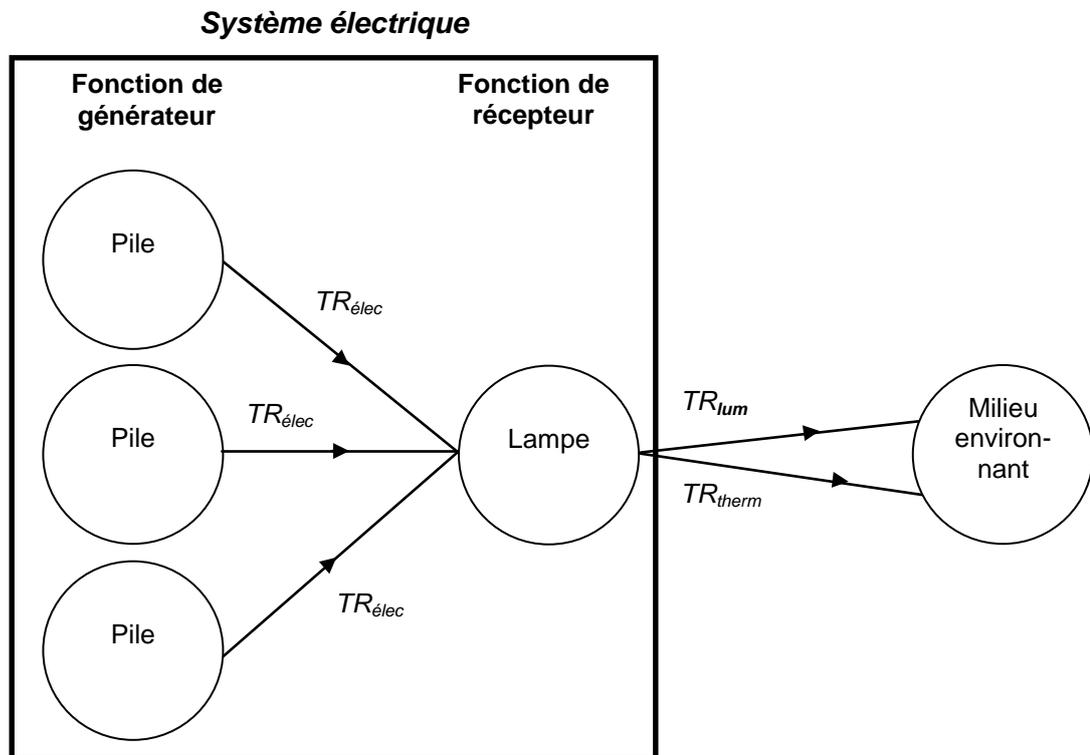
Chaque composant a un des deux statuts suivants, à l'exclusion de l'autre :

- soit statut de réservoir d'énergie (avec stockage ou déstockage) ;
- soit statut de relais d'énergie.

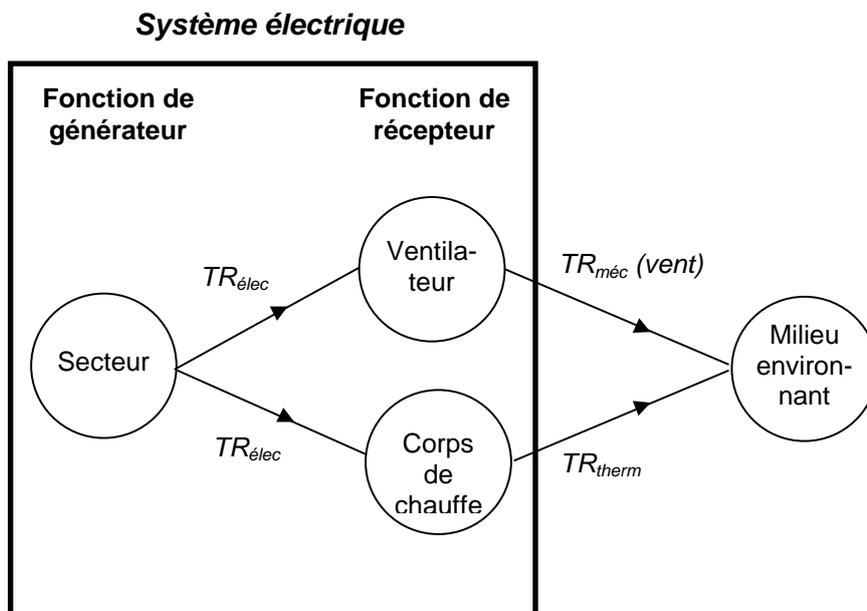


## Diagrammes d'énergie de divers dispositifs

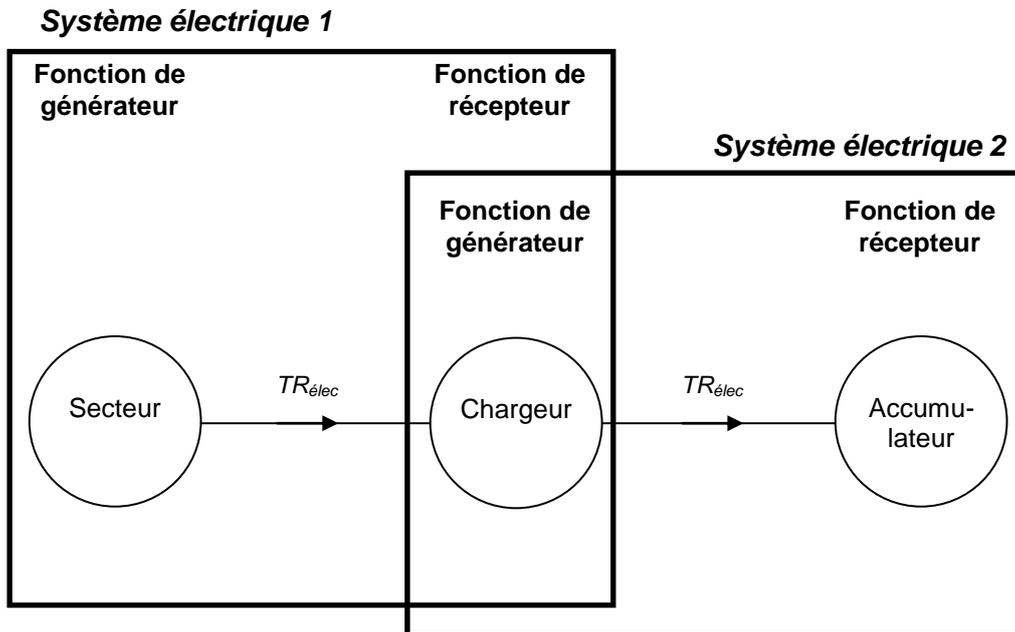
- Lampe torche en fonctionnement



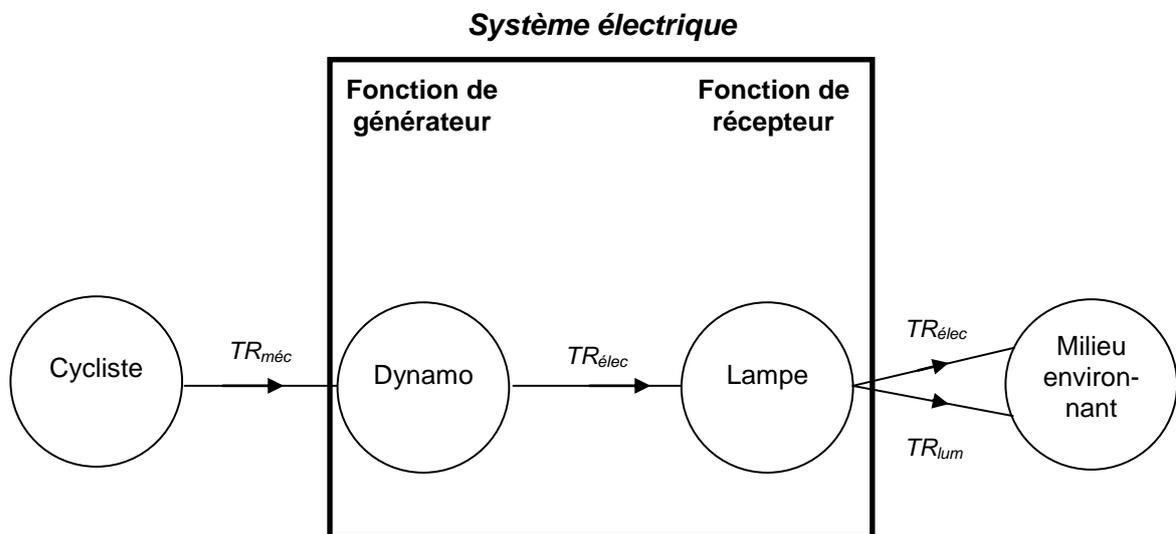
- Sèche-cheveux en fonctionnement



- Téléphone portable en charge<sup>1</sup>



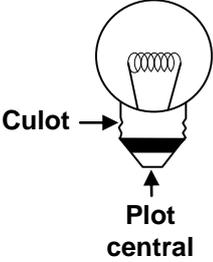
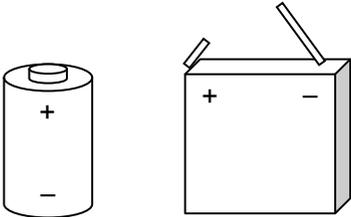
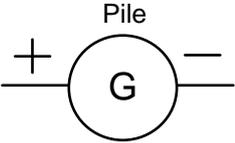
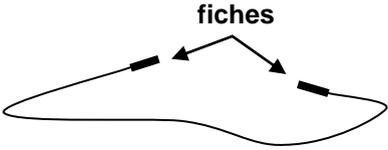
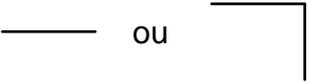
- Dynamo d'une bicyclette en fonctionnement



<sup>1</sup> Un même composant ne peut pas être à la fois récepteur et générateur dans un système électrique donné. Pour cette raison, le dispositif de « la charge d'un téléphone portable » se décompose en deux systèmes électriques: un en amont pour le fonctionnement du chargeur en récepteur (secteur → chargeur) et un en aval pour le fonctionnement du même chargeur en générateur (chargeur → accumulateur du téléphone).

## Une lampe et une pile

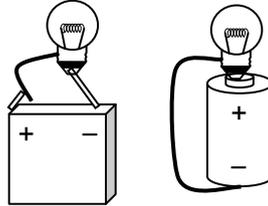
### • Bornes et symboles des composants

	<i>Bornes du composant</i>	<i>Dessin du composant</i>	<i>Symbole du composant</i>
<b>LAMPE</b>	Les bornes d'une <u>lampe</u> sont le <b>culot</b> et le <b>plot central</b> .	 <p style="text-align: center;"><b>Culot</b> → ↑ <b>Plot central</b></p>	
<b>PILE</b>	Les bornes d'une <u>pile</u> sont la <b>borne +</b> et la <b>borne -</b> .	 <p style="text-align: center;"><i>Pile cylindrique 1,5V</i>    <i>Pile plate 4,5V</i></p>	<p style="text-align: center;">Pile</p>  <p><b>Remarque :</b> Un autre symbole spécifique au composant pile électrique existe dans la littérature scolaire :</p>  <p>(la borne + est représentée par la grande barre et la borne - par la petite) Dans le cadre de ce cours, nous n'utiliserons que le symbole général avec la lettre G.</p>
<b>FIL ELECTRIQUE</b>	Les bornes d'un <u>fil électrique</u> sont les <b>deux fiches</b> à ses extrémités.	 <p style="text-align: center;"><b>fiches</b></p>	 <p style="text-align: center;">ou</p> <p>Dans les schémas, la règle est de représenter les fils de manière <b>rectiligne</b> ou <b>en angle droit</b>.</p>

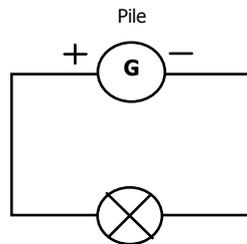
- **Condition de fonctionnement d'une lampe**

Pour qu'une lampe fonctionne, il faut **qu'une de ses bornes soit en contact avec une des bornes de la pile et que son autre borne soit en contact avec l'autre borne de la pile.**

Les dessins ci-contre illustrent deux types de branchements possibles, mais il y en a d'autres.



- **Schéma électrique du circuit de la lampe de poche**



## Le courant électrique

### • Le modèle circulatoire du courant

Le modèle du courant à sens unique est validé par l'expérience. On l'appellera désormais modèle circulatoire du courant.

Modèle circulatoire du courant.

- **On appelle courant électrique une circulation de particules électriques**
- **Les particules électriques mobiles remplissent tout le circuit** (fils, lampe et pile) de sorte qu'on ne peut ni en ajouter ni en enlever ; elles ne s'accumulent nulle part ; elles circulent et s'arrêtent toutes en même temps;
- **il y a du courant soit partout, soit nulle part.**
- Les particules électriques mobiles circulent toutes dans le même sens. **Le courant électrique est sortant à la borne + de la pile et entrant à la borne -.**
- Dans le schéma, il suffit donc d'une seule flèche pour indiquer le sens du courant.



### • Quantité d'électricité

- **Les particules électriques sont porteuses d'électricité.**
- **Une quantité d'électricité se mesure en coulombs (C).**
- **1 coulomb (1 C) est la quantité d'électricité portée par environ 6 milliards de milliards de particules électriques.**

### • Intensité du courant

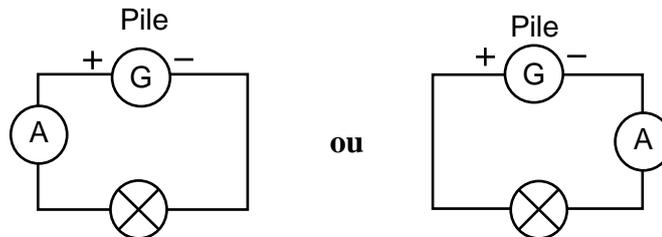
- **L'intensité du courant électrique (I) est égale au nombre de coulombs passant par seconde en un point du circuit.**
- **Elle se mesure en ampère (A) avec un ampèremètre.**
- **Une intensité d'un ampère (1 A) correspond au passage d'un coulomb par seconde.**

- **Mesure de l'intensité du courant électrique**

- **L'ampèremètre mesure l'intensité du courant qui le traverse, c'est pourquoi il doit lui-même être traversé par le courant dont on veut mesurer l'intensité.**

- **Son symbole est :** 

- **Il se branche donc en série comme illustré sur les schémas ci-dessous.**



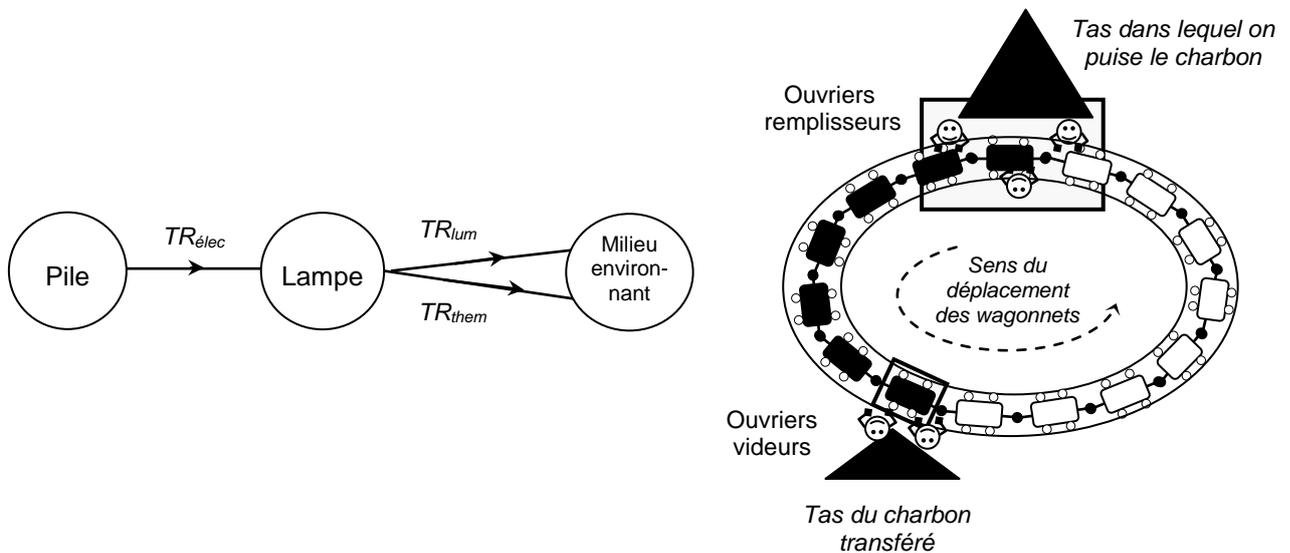
- **Le courant entre dans l'ampèremètre par la borne de fonction "10A" et en sort par la borne COM.**

## l'analogie mécanique de la chaîne de wagonnets

- Un outil pour comprendre le modèle circulatoire du courant

LE CIRCUIT ELECTRIQUE	LA CHAÎNE DE WAGONNETS
<p style="text-align: center;">Générateur + G - Ampèremètre A Lampe</p>	<p style="text-align: center;">Station de pousseurs Sens du déplacement des wagonnets Zone de frottements Compteur de wagonnets</p>
Le générateur	<b>La station de pousseurs</b>
L'ampèremètre	<b>Le compteur de wagonnets</b>
Le filament de la lampe	<b>La zone de frottement</b>
Le courant électrique	<b>Le mouvement de la chaîne de wagonnets</b>
L'intensité du courant électrique est le résultat de deux actions contraires : <ul style="list-style-type: none"> <li>- celle du générateur, motrice ;</li> <li>- celle de la lampe, résistante.</li> </ul>	<b>L'intensité du mouvement de la chaîne de wagonnets est le résultat de deux actions contraires :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- celle des pousseurs, motrice ;</li> <li>- celle des frottements, résistante.</li> </ul>
1 coulomb (quantité d'électricité portée par environ 6 milliards de milliards de particules)	<b>1 wagonnet</b>
L'intensité du courant électrique = le nombre de coulombs passant par seconde dans l'ampèremètre (débit des particules électriques)	<b>L'intensité du mouvement de la chaîne de wagonnets</b> = <b>le nombre de wagonnets passant par seconde dans la station de pousseur</b> <b>(débit des wagonnets)</b>

*Pour rendre compte des transferts d'énergie, l'analogie de la chaîne de wagonnets est complétée en imaginant qu'on l'utilise pour transporter du charbon de la station des pousseurs jusqu'à la zone de frottements :*



LE CIRCUIT ELECTRIQUE	LA CHAINE DE WAGONNETS
L'énergie électrique	Le charbon
L'énergie électrique stockée dans la pile	Le tas dans lequel on puise le charbon
L'énergie déstockée dans l'environnement	Le tas du charbon transféré
Le débit avec lequel l'énergie est transférée depuis le générateur vers la lampe.	Le débit avec lequel le charbon est transféré depuis la station des ouvriers remplisseurs vers celle des ouvriers videurs.

## Notion de résistance électrique

### • Pouvoir de freinage et résistance

Tous les objets **freinent plus ou moins la circulation** des particules électriques.

- Les objets conducteurs sont ceux qui freinent la circulation des particules sans la bloquer (objets en métal : cuivre, aluminium, fer, plomb, carbone, etc.).
- Les objets isolants sont ceux qui freinent suffisamment la circulation des particules pour la bloquer (objets en verre, nylon, plastique, etc.).
- Le pouvoir d'un composant électrique à freiner le courant électrique est appelé **résistance du composant**.
- Elle se mesure en ohm ( $\Omega$ ).
- Un composant spécialement conçu pour freiner le courant électrique avec une résistance donnée est appelé **résistor**. Son symbole est :  ou 

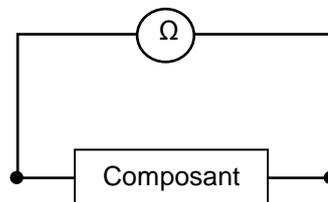


### • Mesure de la résistance électrique

- L'ohmmètre mesure la résistance d'un composant.
- Il se branche en boucle avec le composant ou l'objet dont on veut mesurer la résistance, comme illustré sur le schéma ci-dessous.
- Son symbole est :



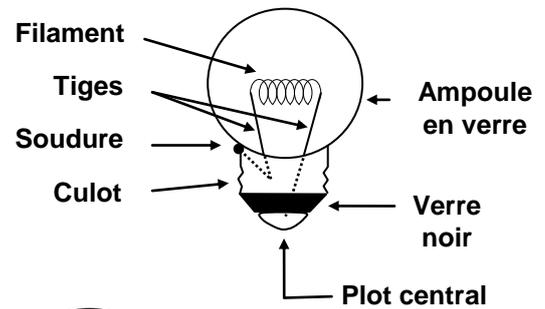
- On branche l'ohmmètre aux deux bornes d'un composant pour mesurer sa résistance :



- **Éléments conducteurs et isolants d'une lampe**

**Pour une lampe,**

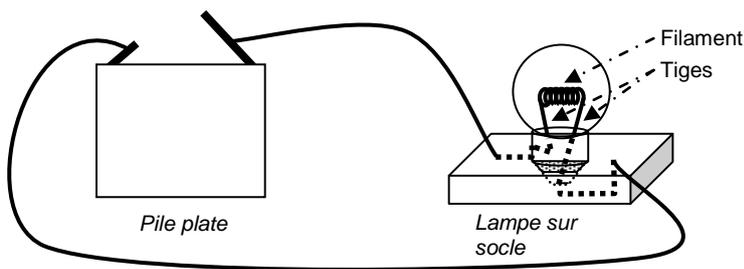
- **Les éléments conducteurs de la lampe sont : le culot, le plot central, le filament, les tiges, la soudure.**
- **Parmi ces éléments conducteurs, seul le filament a une résistance significative, ce qui explique le fait que le filament chauffe et brille lorsqu'il est parcouru par un courant électrique.**
- **Les éléments isolants de la lampe sont : l'ampoule en verre et le verre noir.**
- **L'ampoule ne contient pas d'air, mais un gaz inerte dans lequel le filament ne peut pas brûler.**



## Circuit électrique

- **Circuit fermé – boucle de courant**

**Une boucle de courant est une circulation de particules électriques dans est une chaîne ininterrompue (circuit fermé) d'éléments conducteurs qui comprend au moins un composant ayant la fonction de générateur.**



Dessin d'un circuit fermé élémentaire

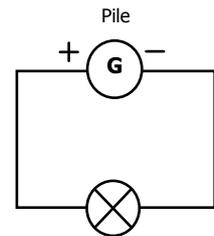
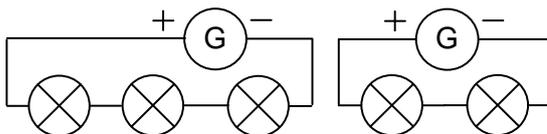


Schéma correspondant

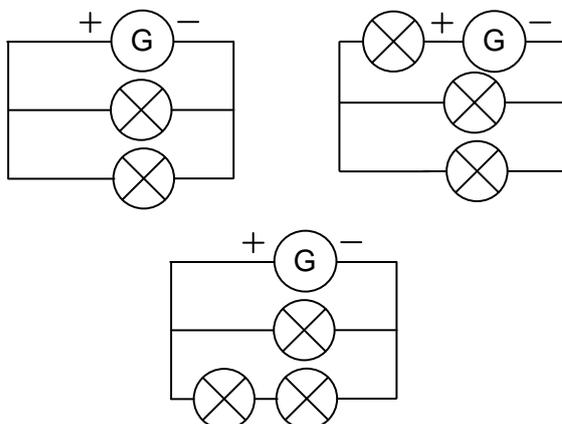
- **Circuit à une ou plusieurs boucles de courant**

Un circuit électrique en fonctionnement peut comporter une ou plusieurs boucles de courants, selon que le circuit comporte un seul ou plusieurs chemins - ou branches - d'éléments conducteurs.

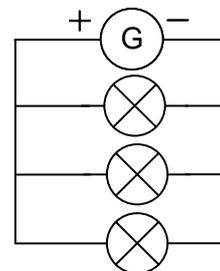
Circuits à une boucle



Circuits à deux boucles



Circuit à trois boucles



### • Interrupteurs et commutateurs

Un interrupteur est un dispositif permettant de couper ou d'établir la circulation du courant dans un circuit ou une partie de circuit.

- Lorsqu'il est en position « **ouvert** », les particules électriques ne peuvent pas circuler. On dit que **le courant ne passe pas**, ou que le circuit (ou partie de circuit) est ouvert.
- Lorsqu'il est en position « **fermé** », les particules électriques peuvent circuler. On dit que **le courant passe**, ou que le circuit (ou partie de circuit) est fermé.

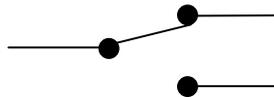
Symbole de l'interrupteur ouvert :  fermé : 



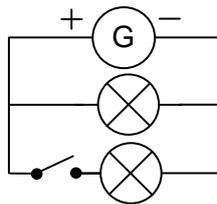
Interrupteur fermé

Un commutateur est un dispositif permettant de choisir, entre deux branches d'un circuit, dans laquelle le courant doit circuler.

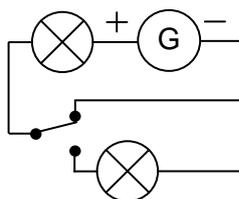
Symbole du commutateur :



Circuit dont l'interrupteur permet d'allumer ou d'éteindre une lampe, l'autre reste allumée :



Circuit dont le commutateur sert à allumer alternativement l'une ou l'autre lampe :



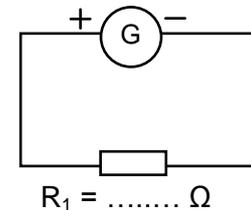
## Intensité du courant et résistance électrique

- Lorsqu'on remplace le résistor  $R_1$  dans le circuit 1 ci-contre par un résistor  $R_2$  de plus grande résistance, sans changer la tension fournie par l'alimentation, **l'augmentation de la résistance du circuit a pour effet de diminuer l'intensité du courant.**
  
- Pour interpréter ce résultat dans l'analogie de la chaîne de wagonnets, **on représente le récepteur (ici le résistor) par un frein au passage du courant .**
  
- **L'intensité du courant dépend, certes, de l'alimentation mais également de la résistance du circuit.**

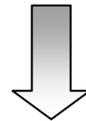
### Circuit 1

Alimentation  
réglée sur ..... V

$$I_1 = \dots\dots\dots \text{ A}$$



- Le circuit 1 est modifié en remplaçant le résistor  $R_1$  par un résistor  $R_2$  de plus grande résistance.
  
- Rien d'autre n'est modifié, cela donne le circuit 2 ci-dessous.

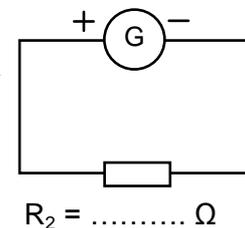


### Circuit 2

Alimentation  
réglée sur ..... V

$$I_2 = \dots\dots\dots \text{ A}$$

$$I_2 < I_1$$

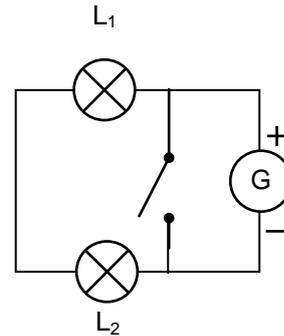
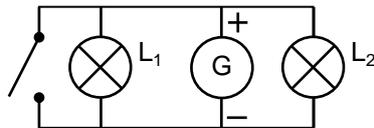


## COURT-CIRCUIT - FUSIBLE - DISJONCTEUR

- **Court-circuit du générateur**

**Un court-circuit du générateur est une boucle de courant sans récepteur.**

Dans les deux circuits ci-dessous, la fermeture de l'interrupteur entraîne l'apparition d'un court-circuit.

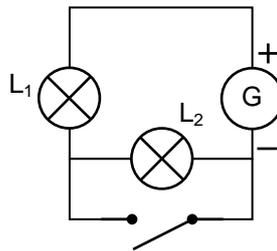


**Il faut éviter absolument un court-circuit du générateur qui peut endommager l'alimentation et les récepteurs !**

- **Court-circuit d'un récepteur (ou groupe de récepteurs)**

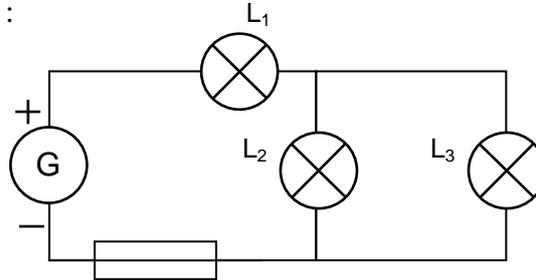
**Un court-circuit d'un récepteur est une dérivation aux bornes de ce récepteur dont la résistance est nulle ou très faible, un fil conducteur par exemple.**

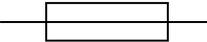
Dans le circuit ci-contre, la fermeture de l'interrupteur entraîne un court-circuit de la lampe L<sub>2</sub>.



## • Fusibles et disjoncteurs

- Pour protéger l'alimentation et les récepteurs d'un court-circuit ou d'un courant trop intense, on place un fusible ou un disjoncteur en série avec le générateur.  
Exemple de circuit protégé :



- Symbole du fusible : 

Lorsque le fusible grille ou que le disjoncteur se déclenche, cela entraîne automatiquement l'interruption du courant dans le circuit.

### Fusible

- Un fusible est un conducteur qui fond lorsque l'intensité du courant qui le traverse dépasse pendant un certain temps une valeur limite.
- Cette valeur limite admissible figure sur le fusible.
- Après avoir contrôlé et le cas échéant réparé ou changé l'élément défectueux du circuit, il faut changer le fusible « grillé » avant de remettre en marche le circuit.
- Il ne faut en aucun cas remplacer le fusible « grillé » par un conducteur quelconque (papier alu par exemple).



La rupture du filament indique que le fusible a grillé.



Le décollement de la pastille témoin indique que le fusible a grillé.

### Disjoncteur

- Un disjoncteur est un interrupteur qui a la propriété de s'ouvrir lorsque l'intensité du courant qui le traverse dépasse pendant un certain temps une valeur limite.
- Cette valeur limite admissible figure sur le disjoncteur.
- Après avoir contrôlé et le cas échéant réparé ou changé l'élément défectueux du circuit, il suffit d'actionner le levier du disjoncteur pour remettre en marche le circuit.



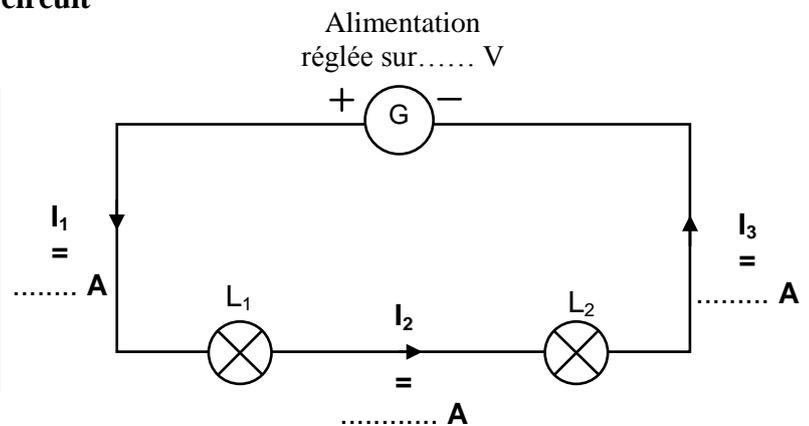
Lorsque le levier est en position basse, le disjoncteur est déclenché.

## Montage EN SÉRIE de deux lampes différentes

- **Intensité du courant en un point du circuit**

**Dans le montage EN SÉRIE, l'intensité du courant ne diminue pas le long du circuit, mais elle conserve sa valeur:**

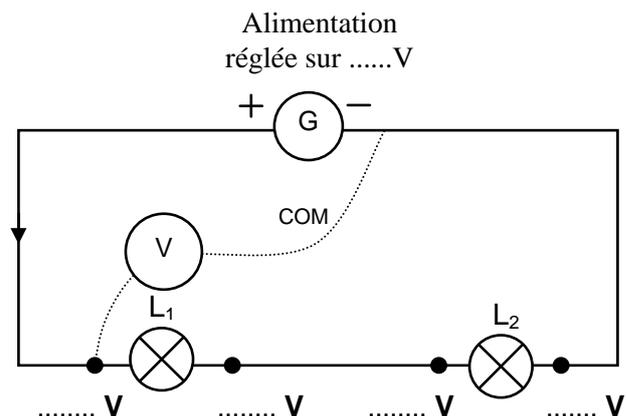
$I_1 = I_2 = I_3$



Ce résultat était prévisible puisque, dans l'analogie de la chaîne de wagonnets, les wagonnets sont liés rigidement les uns aux autres et ont donc tous le même mouvement.

- **Potentiel électrique en un point du circuit**

**La grandeur qui diminue (« s'épuise ») à la traversée des lampes est le potentiel électrique.**



**Le potentiel électrique se mesure en volts (V) avec un voltmètre** dont la borne "COM" est branchée à la borne – du générateur et la borne de fonction "V" à l'endroit où l'on veut connaître la valeur du potentiel. Dans le circuit ci-contre, le potentiel passe de ..... V à ..... V puis à 0 V.

- **Signification du potentiel électrique**

**Le potentiel électrique donne une indication de la valeur de l'énergie portée par les particules électriques en un point du circuit.**

On interprète, en effet, les variations de potentiel de la manière suivante : lorsqu'elle traverse le générateur, une particule acquiert de celui-ci de l'énergie (le potentiel s'élève par exemple de ..... à ..... V). Puis, chaque fois qu'elle traverse un récepteur, elle lui cède une partie de cette énergie de telle sorte qu'il ne lui en reste plus après avoir traversé le dernier récepteur (dans notre exemple, le potentiel chute de ..... V à ..... V dans la première lampe, puis de ..... V à ..... V dans la deuxième).

**On explique ainsi qu'en circulant tout au long du circuit à vitesse constante (intensité identique en tout point) les particules empruntent de l'énergie au générateur qu'elles transfèrent ensuite aux récepteurs. Et donc, grâce aux particules en mouvement, l'énergie passe du générateur vers les récepteurs.**

Pour reprendre l'analogie de la chaîne de wagonnets, c'est un peu comme si les wagonnets faisaient le plein de charbon en traversant la station de pousseurs et cédaient ensuite partie par partie celui-ci en traversant les différentes zones de frottements de telle sorte que les wagonnets soient vides après avoir traversé la dernière zone précédant la station de pousseurs.

Remarque. **Le long d'un fil électrique, la diminution de potentiel est négligeable** car la résistance du fil est insignifiante. **Entre deux récepteurs d'une boucle de courant, le potentiel est donc partout le même.**

- **Différence de potentiel entre deux points du circuit**

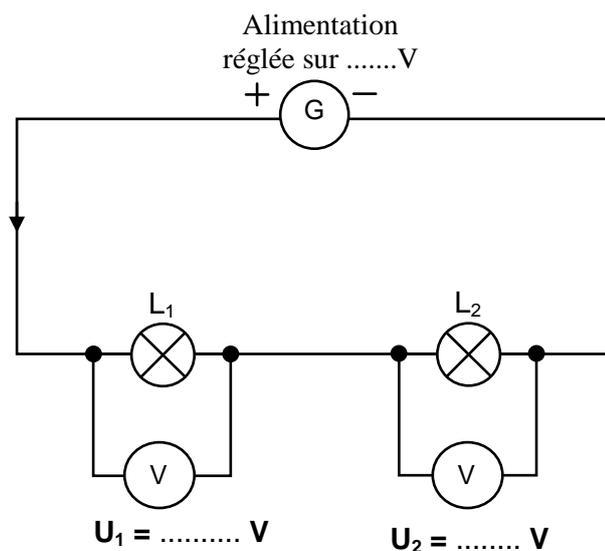
La grandeur significative n'est pas le potentiel mais **la différence de potentiel (ddp)** entre l'entrée et la sortie d'un composant. Elle est aussi **appelée tension aux bornes du composant** et se note **U**.

**La ddp (U) entre l'entrée et la sortie d'un récepteur est égale à l'énergie transférée du générateur vers le récepteur par le passage d'un coulomb.**

- **Mesure de la ddp**

**Le voltmètre branché en dérivation (en parallèle) sur un composant indique directement la ddp entre l'entrée et la sortie de celui-ci.**

Le courant entre dans le voltmètre par la borne de fonction "V" et en sort par la borne COM.

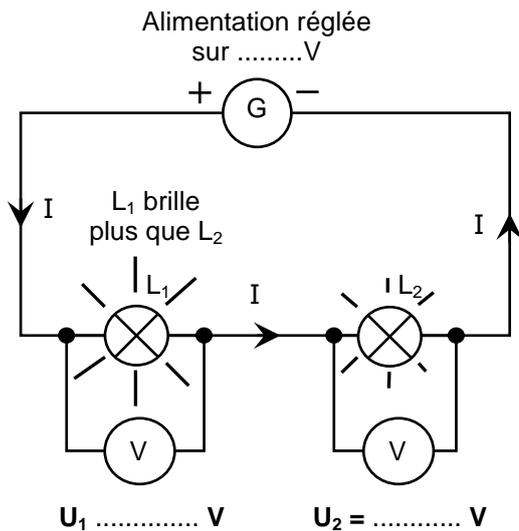


## RÈGLES DE BRILLANCE POUR DES LAMPES MONTÉES EN SÉRIE

### • Brillance des lampes et ddp

Lorsqu'on échange la position des lampes  $L_1$  et  $L_2$  dans le circuit 1 ci-dessous,  $L_1$  continue à briller plus que  $L_2$ , et la ddp (la tension) aux bornes de chacune des lampes reste la même.

**Circuit 1**

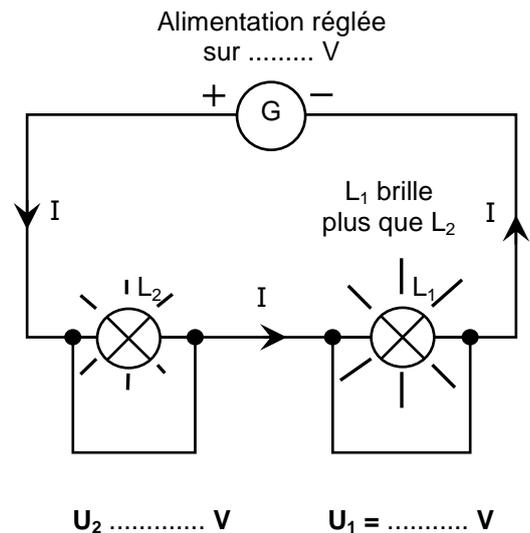


- Le circuit 1 est modifié en échangeant les positions des lampes  $L_1$  et  $L_2$ .



- Rien d'autre n'est modifié, cela donne le circuit 2.

**Circuit 2**



**Dans le montage de lampes EN SÉRIE, les lampes sont traversées par un courant de même intensité, et c'est la lampe qui a la plus grande ddp (ou tension)  $U$  à ses bornes qui brille le plus<sup>2</sup>, quelle que soit sa position dans le montage.**

$$I_1 = I_2$$

$$U_2 > U_1$$



**$L_2$  brille plus que  $L_1$**

### • Brillance des lampes et résistance

**Dans le montage en SÉRIE, la lampe qui brille le plus est celle dont le filament résiste le plus au passage du courant, et par conséquent aux bornes de laquelle la ddp est la plus élevée.**

**C'est celle à laquelle le passage d'un coulomb de particules électriques transfère le plus d'énergie chaque seconde.**

Validation expérimentale : Résistance du filament de la lampe  $L_1 =$  .....  
 Résistance du filament de la lampe  $L_2 =$  .....

<sup>2</sup> Valable pour des lampes de rendement ( $E_{\text{lumineuse}}/E_{\text{elec}}$ ) équivalent, ce à quoi l'on peut s'attendre lorsqu'elles sont de même fabrication.

## Montage EN DÉRIVATION (en parallèle) de deux lampes différentes

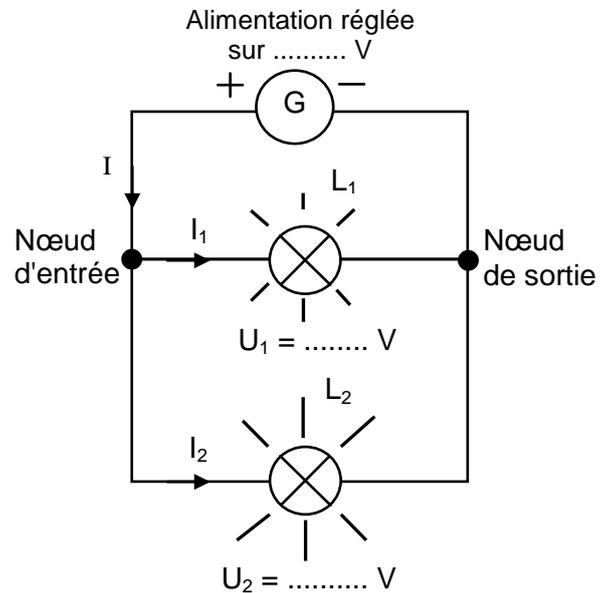
$L_1$  marquée ..... et  $L_2$  marquée .....

- **ddp (tension) entre deux nœuds**

Le potentiel est le même à l'entrée des deux récepteurs, ainsi qu'à leur sortie. Il diminue donc de la même valeur dans les deux récepteurs.

**Dans le montage EN DÉRIVATION, La ddp (la tension) entre les deux nœuds ne dépend pas de la boucle suivie par le courant. Elle est donc la même aux bornes des deux lampes.**

$$U_1 = U_2$$



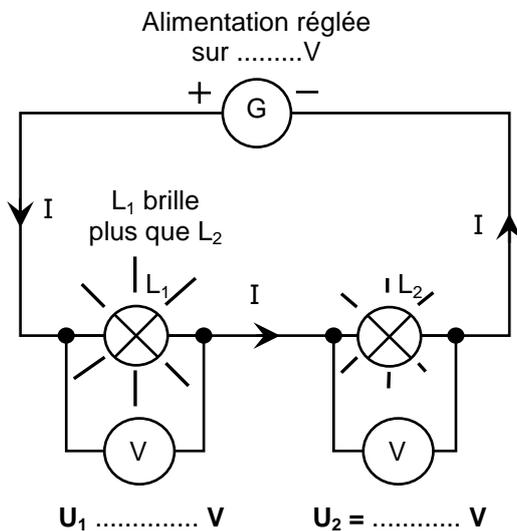
- **Intensité du courant dans les lampes**

**Dans le montage EN DÉRIVATION, il y a deux boucles de courant. Le courant I du générateur se répartit dans les deux boucles.**

Si les lampes sont différentes,  $I_1 \neq I_2$ .

## RÈGLES DE BRILLANCE POUR DES LAMPES MONTÉES EN DÉRIVATION

**Circuit 1**

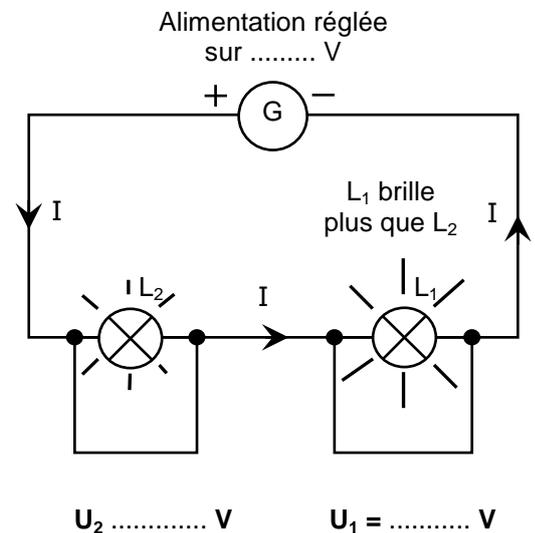


- Le circuit 1 est modifié en échangeant les positions des lampes  $L_1$  et  $L_2$ .



- Rien d'autre n'est modifié, cela donne le circuit 2.

**Circuit 2**



- Dans le montage EN SÉRIE, c'est la lampe  $L_1$  qui brille le plus, quelle que soit sa position.
- Dans le montage EN DÉRIVATION, c'est cette fois la lampe  $L_2$  qui brille le plus, et cela quelle que soit sa position.
- Ce n'est donc pas toujours la même lampe qui brille le plus : la brillance relative des lampes est inversée entre les montages en série et en dérivation.

• **Brillance des lampes et intensité du courant**

Lorsqu'on échange la position des lampes  $L_1$  et  $L_2$  dans le circuit 1 ci-dessus,  $L_1$  continue à briller plus que  $L_2$ , et l'intensité du courant qui traverse chacune des lampes reste la même.

**Dans le montage EN DÉRIVATION, les deux lampes ont la même ddp (tension)  $U$  à leurs bornes ( $U_1 = U_2$ ) et c'est la lampe qui est traversée par le courant de plus grande intensité qui brille le plus<sup>3</sup>, quelle que soit sa position dans le montage :**

$$U_1 = U_2$$

$$I_2 > I_1$$



**$L_2$  brille plus que  $L_1$**

<sup>3</sup> Pour des lampes de rendement équivalent.

- **Brillance et résistance des lampes montées en dérivation**

- Dans le montage en DERIVATION, la lampe qui brille le plus est celle dont le filament résiste le moins au passage du courant, et qui par conséquent est traversée par le courant le plus intense.
- C'est celle dans laquelle le passage d'un coulomb de particules électriques prend le moins de temps, et à laquelle l'énergie est transférée le plus rapidement.

Validation expérimentale : Résistance du filament de la lampe  $L_1 = \dots\dots\dots$   
 Résistance du filament de la lampe  $L_2 = \dots\dots\dots$

Une nouvelle grandeur permet d'unifier les règles de brillance des lampes :

**LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE**

Rappel des résultats : Dans le montage en série, c'est la **ddp** (ou tension)  $U$  qui rend compte de la brillance des lampes. Par contre, dans le montage en dérivation, c'est l'**intensité**  $I$  du courant qui en rend compte.

- **Unification des résultats**

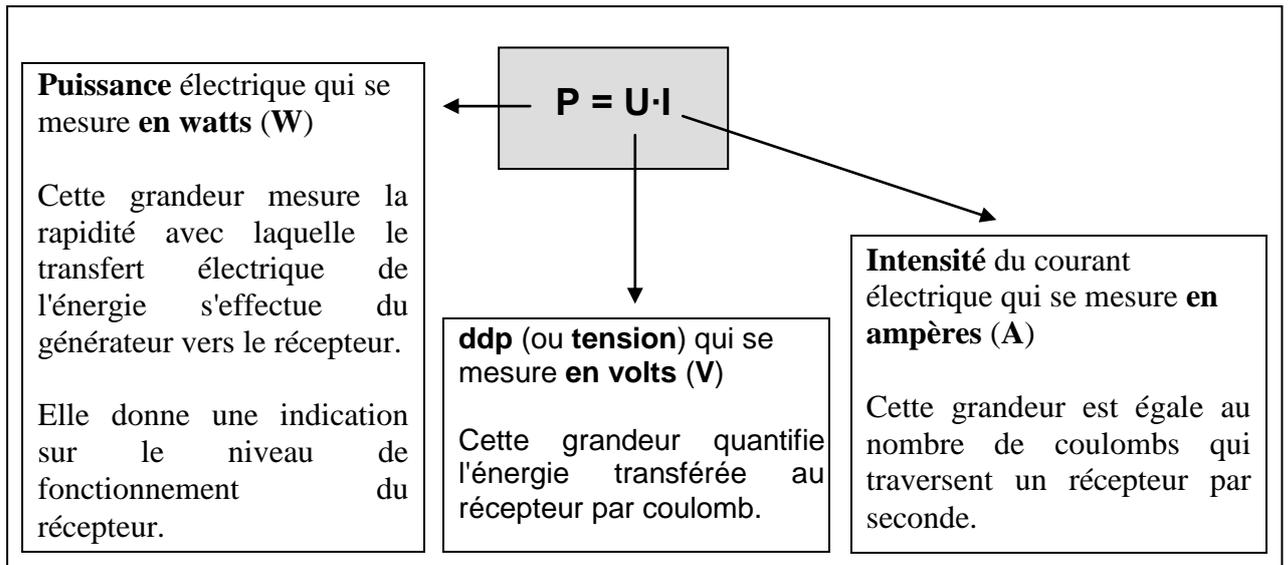
Quel que soit le montage des lampes, c'est le produit  $U \cdot I$  qui rend compte de la brillance des lampes.

- **Signification du produit  $U \cdot I$**

L'**intensité**  $I$  étant égale au nombre de coulombs qui traversent un récepteur par seconde et la **ddp**  $U$  étant l'énergie que chaque coulomb cède au récepteur à cette occasion,

Le produit  $U \cdot I$  est donc égal à l'énergie totale transférée chaque seconde par les particules électriques du générateur vers le récepteur. C'est, par définition, la puissance ( $P$ ) du transfert électrique de l'énergie du générateur vers le récepteur, encore appelée puissance de fonctionnement du récepteur.

- **Formule et unités**



- **Puissance de fonctionnement et brillance.**

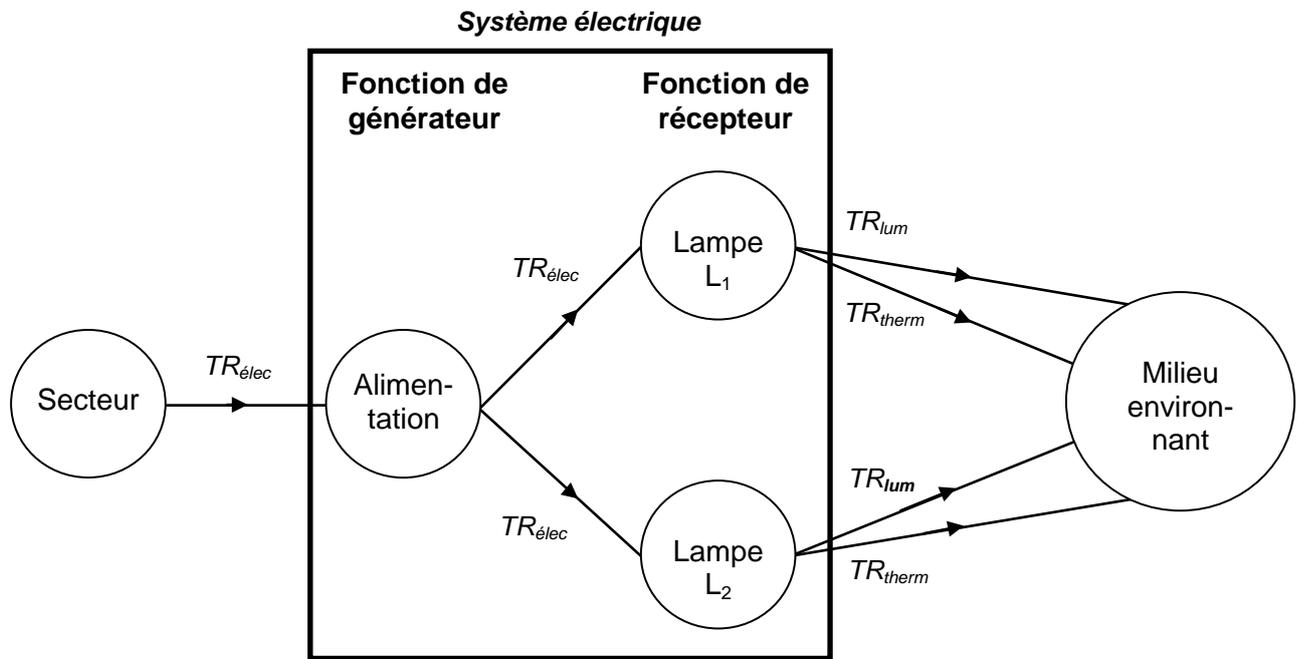
**Pour des lampes de même fabrication, la brillance des lampes est un indicateur de la puissance électrique de fonctionnement (P), quel que soit le type de montage et quel que soit le circuit électrique dans lequel les lampes se trouvent.**

Pour comparer les puissances de fonctionnement des lampes, on peut donc comparer leurs brillances.

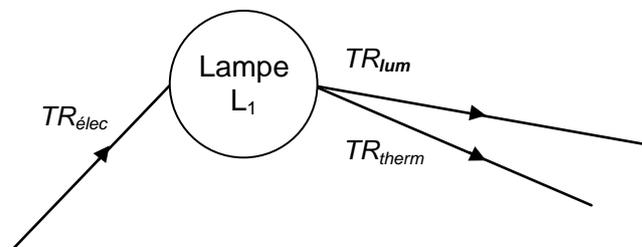
Remarque. Lorsque les récepteurs sont des résistors de même fabrication, c'est la température des résistors qui est un indicateur de la puissance électrique de fonctionnement, c'est-à-dire du transfert thermique du récepteur à l'environnement. La comparaison est toutefois plus difficile, et il faut éviter de toucher les résistors d'un circuit en fonctionnement.

## PRINCIPE DE CONSERVATION DE L'ÉNERGIE et LOIS D'ADDITIVITÉ DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES

- Diagramme d'énergie du dispositif électrique d'éclairage constitué de deux lampes branchées en série ou en dérivation sur une alimentation électrique



- Principe de conservation de l'énergie appliqué aux lampes :



**Au cours des transformations d'énergie opérées par la lampe, l'énergie est conservée. En conséquence, l'énergie par seconde reçue par la lampe est égale à la somme des énergies par seconde qu'elle cède à l'environnement:**

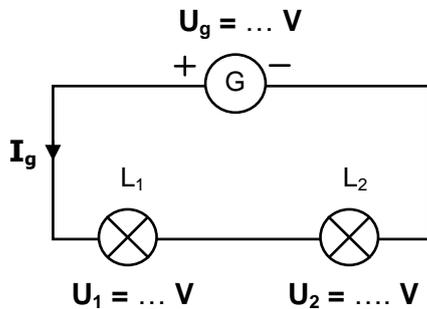
$$P_{elec.} = P_{rayonnement} + P_{thermique}$$

- Principe de conservation de l'énergie appliqué au système électrique

**Au cours du transfert électrique de l'énergie de l'alimentation vers les lampes, l'énergie est conservée. En conséquence, l'énergie par seconde cédée par le générateur est égale à la somme des énergies par seconde reçues par les récepteurs:**

$$P_{elec. \text{ générateur}} = P_{elec. \text{ récepteur 1}} + P_{elec. \text{ récepteur 2}}$$

• **Lois d'additivité des circuits électriques**



Dans le circuit **SÉRIE** l'intensité du courant a la même valeur en tout point:

$$I_g = I_1 = I_2 = I$$

Appliquons ce résultat à la relation de la conservation de l'énergie

$$P_g = P_1 + P_2$$

$$U_g \cdot I_g = U_1 \cdot I_1 + U_2 \cdot I_2$$

$$U_g \cdot I = U_1 \cdot I + U_2 \cdot I$$

$$U_g \cdot I = (U_1 + U_2) \cdot I$$

Chaque membre de l'égalité peut être divisé par  $I$ , et l'on obtient

la **loi des tensions**

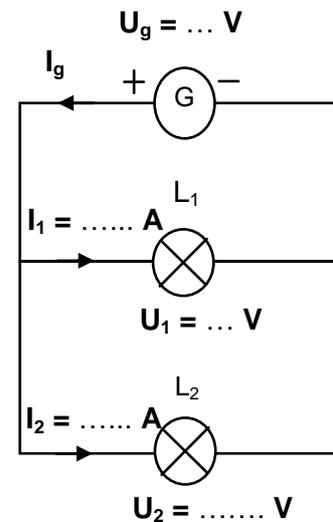
pour le circuit série

$$U_g = U_1 + U_2$$

La ddp fournie par le générateur se répartit entre les récepteurs.

Les mesures des ddp vérifient ce résultat

$$(\dots\dots V = \dots\dots V + \dots\dots V).$$



Dans le circuit **DÉRIVATION** la ddp a la même valeur aux bornes de chaque branche:

$$U_g = U_1 = U_2 = U$$

Appliquons ce résultat à la relation de la conservation de l'énergie

$$P_g = P_1 + P_2$$

$$U_g \cdot I_g = U_1 \cdot I_1 + U_2 \cdot I_2$$

$$U \cdot I_g = U \cdot I_1 + U \cdot I_2$$

$$U \cdot I_g = U \cdot (I_1 + I_2)$$

Chaque membre de l'égalité peut être divisé par  $U$ , et l'on obtient

la **loi des nœuds**

pour le circuit dérivation

$$I_g = I_1 + I_2$$

Le courant du générateur se répartit entre les récepteurs.

Les mesures des intensités vérifient ce résultat

$$(\dots\dots A = \dots\dots A + \dots\dots A)$$

## DANGERS DE L'ÉLECTRICITÉ

L'électricité est un danger pour l'homme lorsque deux points de son corps - en contact avec des éléments sous tension d'un circuit électrique - sont soumis à une différence de potentiel. Dans ce cas, un courant traverse les tissus biologiques situés entre ces deux points. On parle dans ce cas d'**électrisation**.

Lorsque **le courant a une intensité suffisante pour provoquer la mort, on parle d'électrocution**.

Le courant électrique à l'intérieur du corps altère, chauffe, voir brûle gravement les tissus traversés. Lorsque le courant passe par le cœur, il peut provoquer l'arrêt cardiaque (en contractant durablement les muscles du cœur et en empêchant ainsi le cœur de battre).

Le courant qui s'établit dans le corps dépend beaucoup des conditions extérieures :

- de la différence de potentiel à laquelle le corps humain est soumis ;
- de l'état de la peau (humidité, moiteur, transpiration, etc.) ;
- de l'importance de la pression de contact ;
- de l'aire et de l'état de la surface de contact ;
- du parcours du courant dans le corps humain ;
- de la nature des tissus biologiques traversés ;
- de la nature des habits portés (les vêtements, les chaussures, les gants, le sol, etc.).

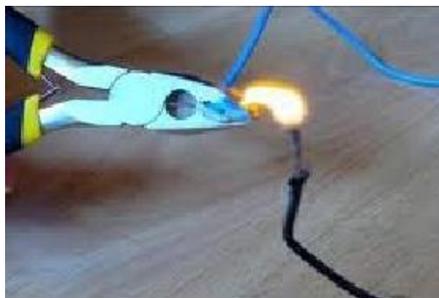
**On considère qu'une personne est en danger de mort lorsqu'elle se trouve sous une tension supérieure à 25 volts (tension alternative) ou 50 volts (tension continue).**

Il faut donc considérer que les installations électriques domestiques comme des dangers potentiels de mort, la tension étant de 230 V.

Lorsque la tension est de plusieurs milliers de volts, comme c'est le cas pour les lignes CFF, les lignes dites à « haute tension » ou la foudre, un courant peut s'établir dans l'air et former un arc électrique !



Foudre



Arc électrique entre deux fils



Arc électrique entre deux pylônes d'une centrale électrique

Voici quelques effets du courant sur le corps humain en fonction de son intensité :

0,5 mA	—	aucune réaction
3 mA		fourmillement
15 mA		limite d'auto-libération
80 mA		fibrillation ventriculaire, mort



Il faut donc considérer que les fusibles/disjoncteurs des installations domestiques prévus pour « sauter » à 6, 10 ou 15 ampères sont prévus pour protéger l'installation et non les personnes.



Seul, un interrupteur à courant de défaut (parfois appelé « FI ») peut protéger les personnes. Celui-ci met l'installation hors tension dès que l'intensité du courant de fuite dépasse quelques millièmes d'ampères.

**Si un accident électrique survient, il faut :**

- couper le courant : en retirant la fiche de l'appareil, en dévissant les fusibles, en déclenchant le disjoncteur, etc. ;**
- appeler les secours (téléphone n°118 ou 144) ;**
- pratiquer les premiers secours à la victime.**



Ce document est publié par le DIP Genève sous licence Creative Commons - utilisation et adaptation autorisée sous conditions.  
Auteur(s): J. Bochet, C. Colongo, D. Jordan, A. Grundisch, G. Robardet