

## Chapitre 14

# L'INGÉNIERIE ÉLECTRIQUE

Le premier ordinateur programmable pesait **300 tonnes**, soit l'équivalent de **40 éléphants**. Il ne pouvait accomplir que des additions, à un rythme de 5000 à la seconde.



La **miniaturisation** des composants des circuits électriques a révolutionné le monde de l'information : la carte bancaire à puce en est un exemple.



Un téléphone cellulaire dit « intelligent » peut effectuer environ **15 000 000** d'opérations variées à la seconde.

Certaines puces électroniques atteignent à peine quelques nanomètres, ce qui est environ 10 000 fois plus petit que le diamètre d'un cheveu.

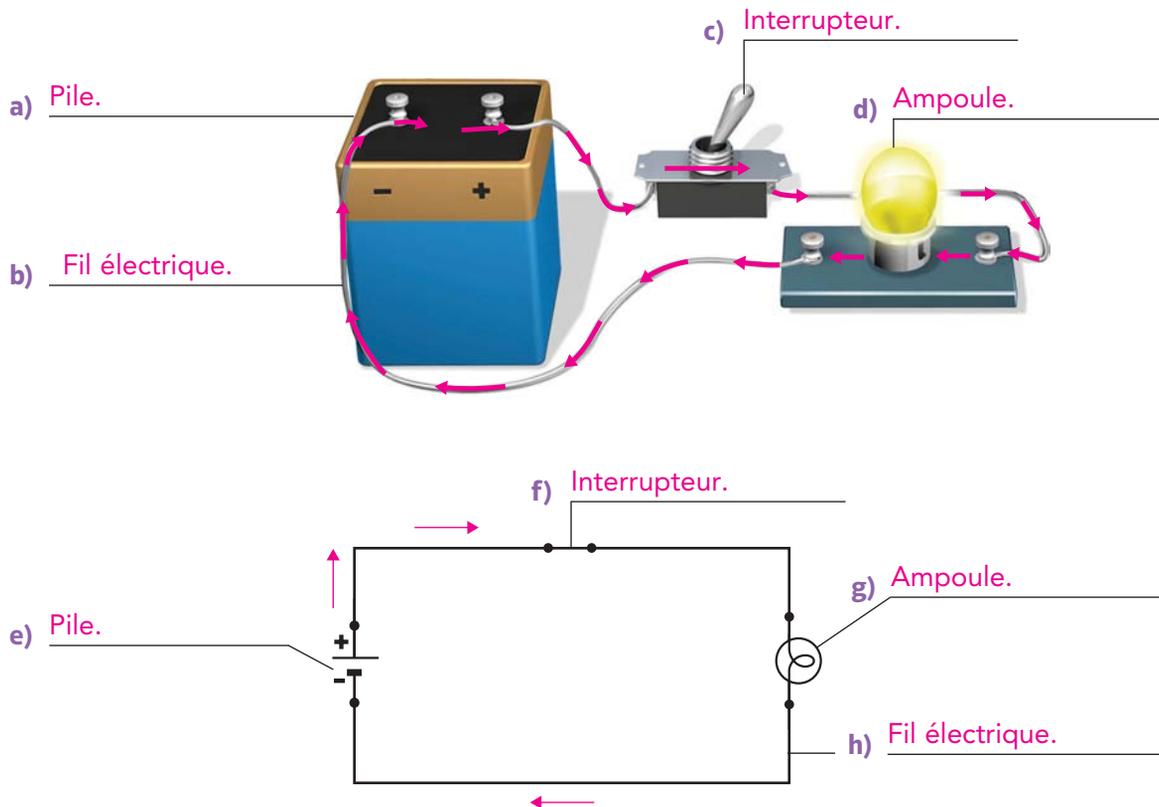


# L'ÉLECTRICITÉ ET LES CIRCUITS ÉLECTRIQUES

 Pages 458 à 462

 Annexe 5, Les symboles des composants de circuits électriques, p. 323

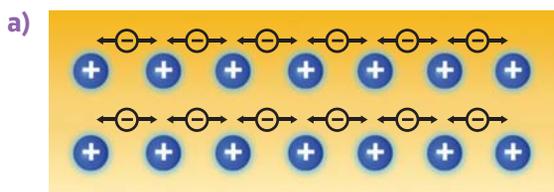
- 1 L'illustration et le schéma ci-dessous montrent un circuit électrique. Complète-les en identifiant les diverses composantes.



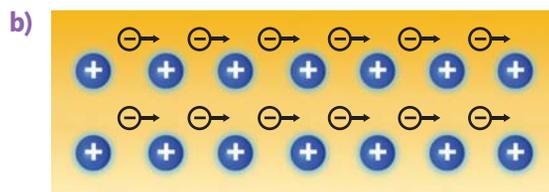
- 2 Indique le sens conventionnel du courant électrique, à l'aide de flèches, sur l'illustration et sur le schéma de la question 1.
- 3 Identifie les symboles suivants de composantes de circuits électriques.

Symbole	Nom
	Prise de courant.
	Source de courant alternatif.
	Ampoule.
	Pile électrique.
	Cellule photoélectrique (ou photovoltaïque).

4 Quel type de courant est représenté par chacun de ces schémas? Explique ce qui les distingue.



Un courant alternatif. Le courant alternatif est un courant électrique dans lequel les électrons se déplacent selon un mouvement de va-et-vient régulier.



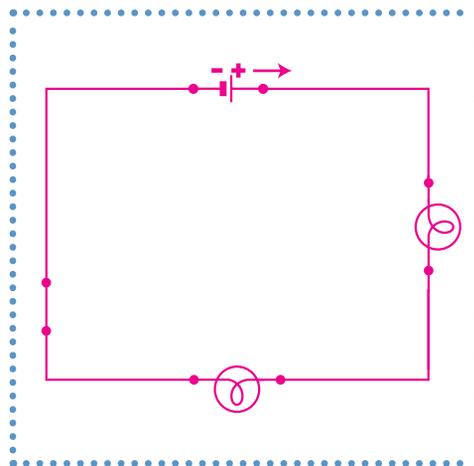
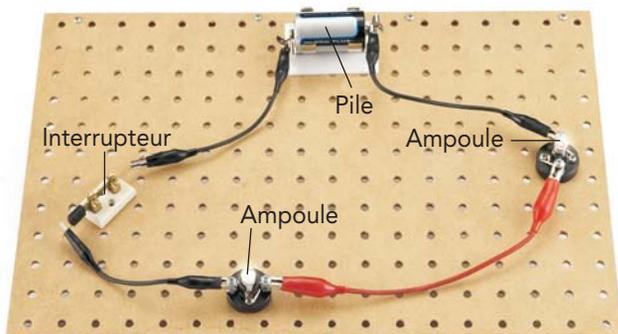
Un courant continu. Le courant continu est un courant électrique dans lequel les électrons se déplacent continuellement dans la même direction.

5 Donne deux exemples de sources de courant continu.

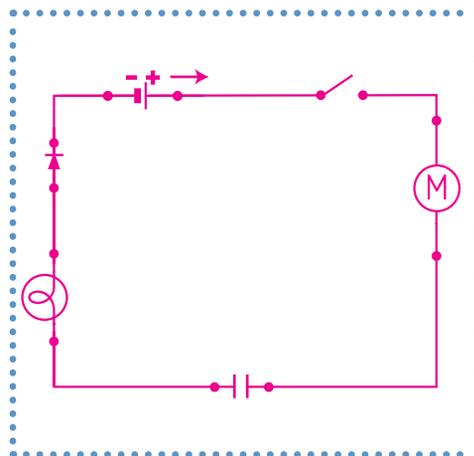
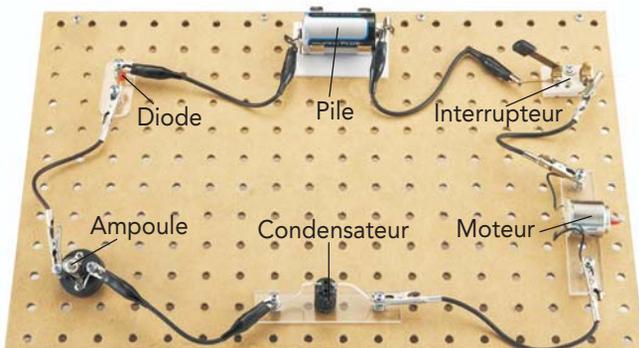
Exemple de réponse. Une pile et une batterie.

6 Trace les schémas électriques des circuits suivants.

a)



STE b)



# LES FONCTIONS D'ALIMENTATION, DE CONDUCTION, D'ISOLATION ET DE PROTECTION

 Pages 462 à 468

 Annexe 4, Le code de couleurs des résistances électriques, p. 322

 Annexe 5, Les symboles des composants de circuits électriques, p. 323

1 À quelle fonction électrique correspond chacune des définitions suivantes ?

- Fonction assurée par toute composante qui peut interrompre automatiquement la circulation d'un courant électrique en cas de situation anormale.
- Fonction assurée par toute composante qui peut générer ou fournir un courant électrique dans un circuit.
- Fonction assurée par toute composante qui peut empêcher un courant électrique de passer.
- Fonction assurée par toute composante qui peut transmettre un courant électrique d'une partie à une autre d'un circuit électrique.

Fonction de protection.

Fonction d'alimentation.

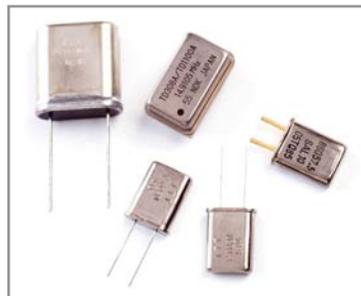
Fonction d'isolation.

Fonction de conduction.

2 Voici trois exemples de dispositif qu'on peut trouver dans un circuit électrique.



Un alternateur se compose d'une bobine de fil et d'un aimant qui se déplacent l'un par rapport à l'autre. L'énergie mécanique est alors transformée en énergie électrique. On l'utilise, entre autres, dans les centrales électriques et les voitures.



Un piézoélectrique est un dispositif qui produit de l'électricité sous l'action d'une contrainte de compression. On en trouve souvent dans les montres.



Un thermocouple est composé de deux fils de métaux différents raccordés à chacune de leurs extrémités. Lorsqu'une de ces extrémités est chauffée, il se produit alors un courant continu. On l'emploie notamment dans les sondes thermiques.

Quelle est la fonction assurée par ces trois dispositifs ? Explique ta réponse.

C'est la fonction d'alimentation, puisque chacun de ces dispositifs génère un courant électrique.

- 3 Nomme deux composantes qui assurent la fonction de protection.

Le fusible et le disjoncteur.

- STE 4 Qu'est-ce qu'une résistance électrique?

C'est une composante conçue pour limiter le passage des électrons dans un circuit électrique.

- STE 5 a) Quelle est la valeur de la résistance illustrée?



$10 \times 10^2 \Omega = 1000 \Omega$

- b) Que représente la dernière bande de couleur? Quelle est sa valeur?

Elle représente la tolérance, c'est-à-dire l'écart maximum entre la valeur spécifiée et la valeur réelle. Elle est de  $\pm 5\%$ .

- 6 Pour chacun de ces énoncés, indique la source de courant décrite.

- a) Dispositif qui transforme l'énergie chimique en énergie électrique.

Une pile.

- b) Dispositif qui transforme l'énergie rayonnante en énergie électrique.

Une cellule photovoltaïque ou une pile solaire.

- 7 a) Quelle composante assure principalement la fonction de conduction?

Les fils électriques.

- b) À partir de quel matériau cette composante est-elle généralement fabriquée?

De cuivre. OU D'aluminium.

- c) Pourquoi est-il nécessaire d'isoler les matériaux conducteurs?

Pour éviter l'électrocution et les courts-circuits.

- d) Nomme deux matériaux qui peuvent être utilisés comme isolants.

Exemple de réponse. Le plastique et la céramique.

- 8 Quel est l'avantage du disjoncteur par rapport au fusible?

Le disjoncteur peut être réarmé autant de fois qu'il est nécessaire, tandis que le fusible doit être remplacé une fois qu'il est brûlé.

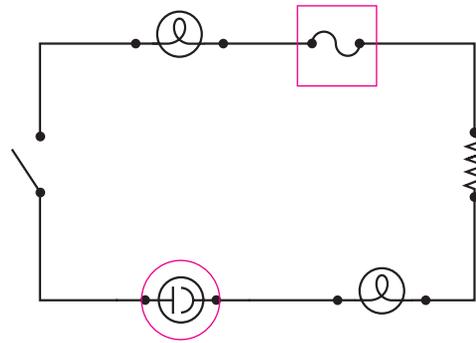
9 Observe le circuit électrique ci-contre.

a) Encerle la composante qui remplit la fonction d'alimentation.

b) Comment nomme-t-on cette composante ?

Il s'agit d'une cellule photovoltaïque

(ou photoélectrique).



c) Encadre la composante qui remplit la fonction de protection.

d) Ce circuit comporte-t-il une composante qui assure la fonction de conduction ?  
Si oui, comment se nomme-t-elle ?

Oui, il s'agit des fils électriques.

10 Examine le tableau ci-dessous, puis réponds aux questions suivantes.

Métal	Point de fusion (en °C)	Conductibilité électrique
Cuivre	1083	Excellent conducteur
Plomb	327	Bon conducteur
Tungstène	3410	Bon conducteur

a) Pourquoi utilise-t-on du plomb dans la fabrication des fusibles ?

Parce que le point de fusion du plomb est relativement bas, ce qui lui permet de fondre et, ainsi, de couper le courant en cas de surcharge.

b) Pourquoi utilise-t-on du cuivre dans la fabrication des fils électriques ?

Parce que le cuivre est un excellent conducteur d'électricité.

c) Pourquoi utilise-t-on du tungstène dans la fabrication des filaments des ampoules électriques ?

Parce que le point de fusion du tungstène est très élevé, ce qui lui permet d'atteindre des températures très élevées sans fondre.

11 Un fusible de 15 A placé dans un circuit électrique brûle. Est-ce une bonne idée de le remplacer par un fusible de 20 A ? Explique ta réponse.

Non. Il vaut mieux essayer de comprendre pourquoi le fusible de 15 A a brûlé et tenter de régler le problème. Si on agit autrement, on risque d'endommager les composantes du circuit ou de provoquer un incendie.

**STE** 12 a) Qu'est-ce qu'un circuit imprimé?

C'est un circuit électrique, imprimé sur une plaquette rigide qui lui sert de support.

b) Nomme trois objets qui comportent des circuits imprimés.

Exemples de réponses. Téléphone cellulaire, baladeur MP3, consoles portables de jeux vidéo, ordinateur.

13 Ce tableau décrit différentes sources de courant électrique. Précise d'abord si chaque énoncé représente un avantage ou un inconvénient. Indique ensuite à quelle source de courant il s'applique.

Énoncé	Avantage (A) ou inconvénient (I)	Prise de courant	Pile	Cellule photo-voltaïque
Elle peut alimenter des objets portatifs ou mobiles, ou être utilisée en région isolée.	A		✓	✓
Son fonctionnement dépend de l'ensoleillement.	I			✓
Elle doit être remplacée ou rechargée après une durée de temps limitée.	I		✓	
Les appareils s'éteignent lorsque survient une panne du réseau électrique.	I	✓		
Les appareils ne peuvent pas être déplacés loin d'elle.	I	✓		
Elle peut contaminer l'environnement en laissant s'échapper des métaux lourds.	I		✓	
Elle est beaucoup plus coûteuse que les autres dispositifs de même type.	I			✓
Elle constitue une source d'alimentation stable et de longue durée.	A	✓		

**STE** 14 Donne la valeur et la tolérance des résistances suivantes.



$$24 \times 10^0 \Omega \pm 5\% = 24 \Omega \pm 5\%$$



$$82 \times 10^0 \Omega \pm 5\% = 82 \Omega \pm 5\%$$



$$63 \times 10^4 \Omega \pm 5\% = 630\,000 \Omega \pm 5\%$$



$$02 \times 10^0 \Omega \pm 10\% = 2 \Omega \pm 10\%$$

**STE 15** Une résistance a une valeur de  $2,2 \times 10^5 \Omega \pm 20\%$ . Entre quelles valeurs se situe cette résistance ?

$$2,2 \times 10^5 \Omega = 220\,000 \Omega$$

$$220\,000 \Omega \times 20\% = 44\,000 \Omega$$

$$220\,000 \Omega - 44\,000 \Omega = 176\,000 \Omega$$

$$220\,000 \Omega + 44\,000 \Omega = 264\,000 \Omega$$

Réponse : La valeur de la résistance se situe entre 176 000  $\Omega$  et 264 000  $\Omega$ .

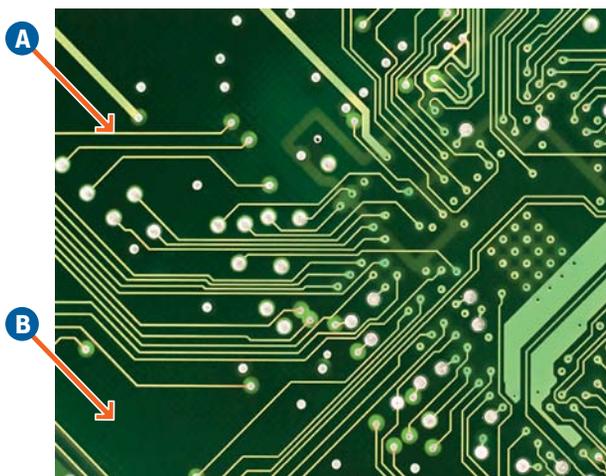
**16** Remplis le tableau suivant :

- indique la catégorie de matière correspondant à chaque définition ;
- donne des exemples de substances associées à ces catégories.

Catégories de matière	Exemples			
Conducteur	Air	Bois	Caoutchouc	Céramique
Isolant	Métaux	Non-métaux	Papier	Plastique
	Solutions électrolytiques	Verre		

Catégorie de matière	Définition	Exemples
Isolant.	Substance qui ne permet pas aux charges de circuler librement.	Air. Bois. Caoutchouc. Céramique. Non-métaux. Papier. Plastique. Verre.
Conducteur.	Substance qui permet aux charges de circuler librement.	Métaux. Solutions électrolytiques.

**STE 17** Quelle fonction est assurée par chacune des composantes pointées sur ce circuit imprimé ?



A: Fonction de conduction.

B: Fonction d'isolation.

# LES FONCTIONS DE COMMANDE ET DE TRANSFORMATION D'ÉNERGIE



Pages 469 à 472



Annexe 5, Les symboles des composants de circuits électriques, p. 323

- 1 a) Qu'est-ce qui distingue un circuit électrique fermé d'un circuit électrique ouvert?

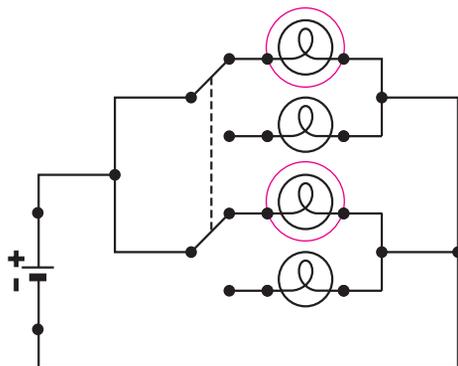
Un circuit électrique fermé est un circuit qui permet au courant de circuler en boucle, alors qu'un circuit ouvert ne le permet pas.

- b) Quelle fonction électrique est assurée par une composante qui permet d'ouvrir ou de fermer un circuit et quel type de composante est souvent utilisé pour assurer cette fonction?

C'est la fonction de commande, le plus souvent assurée par un interrupteur.

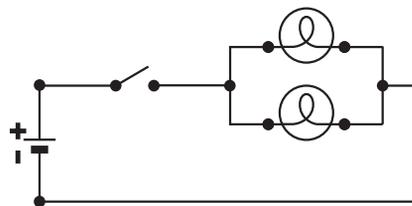
- STE 2 Pour chacun des circuits suivants, indique si l'interrupteur représenté est unipolaire ou bipolaire et s'il est unidirectionnel ou bidirectionnel. De plus, entoure les ampoules qui sont allumées.

a)



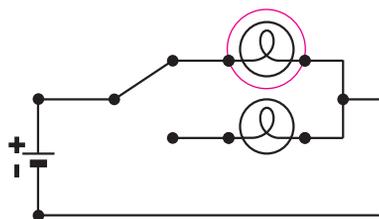
Interrupteur bipolaire bidirectionnel.

b)



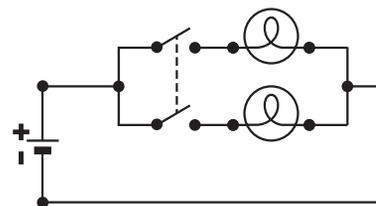
Interrupteur unipolaire unidirectionnel.

c)



Interrupteur unipolaire bidirectionnel.

d)



Interrupteur bipolaire unidirectionnel.

- 3 Lorsqu'on actionne un interrupteur afin d'allumer une lumière, est-ce qu'on ouvre ou on ferme le circuit électrique?

On le ferme.

4 Dans chacun des cas suivants, indique s'il s'agit d'un interrupteur à bascule, à bouton poussoir, à commande magnétique ou à levier.

a)



Interrupteur à levier.

b)



Interrupteur à bascule.

c)



Interrupteur à bouton poussoir.

d)



Interrupteur à commande magnétique.

5 Observe le circuit électrique ci-contre.

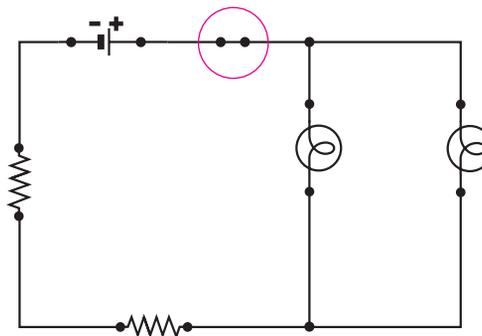
a) Ce circuit électrique est-il ouvert ou fermé ?

Il est fermé.

STE b) Encerle la composante du circuit qui assure la fonction de commande, puis précise son type.

C'est un interrupteur unipolaire

unidirectionnel.



### À QUOI ÇA SERT ?

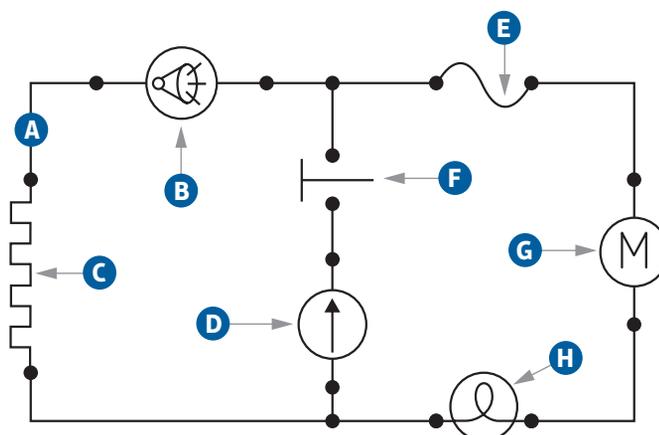
Un ordinateur est une machine qui traite l'information de façon électronique. Il lui faut donc un système qui permet de moduler le courant électrique. Pour y arriver, on a mis au point un code binaire, c'est-à-dire composé uniquement de 0 et de 1, qu'on appelle aussi des « bits ». Par exemple, pour exprimer le chiffre 5 en base binaire, on utilise le code 101, ce qui nécessite 3 bits. Dans un ordinateur, ce sont des interrupteurs qui permettent d'obtenir les 1 et les 0. En effet, pour représenter un 1, on ferme l'interrupteur et le courant passe. S'il s'agit d'un 0, on ouvre l'interrupteur et le courant ne passe pas.



- 6 Nomme la ou les formes d'énergie obtenues par chacune des composantes électriques suivantes. **Exemples de réponses.**

Composante électrique	Forme(s) d'énergie obtenue(s)
L'élément chauffant d'une bouilloire électrique	Énergie thermique.
Le cristal piézoélectrique d'un haut-parleur	Énergie mécanique et sonore.
L'ampoule incandescente d'une lampe de poche	Énergie rayonnante et thermique.
L'électroaimant d'un magnétophone	Énergie magnétique.
L'écran d'un téléviseur	Énergie rayonnante et thermique.
Le moteur d'un mélangeur	Énergie mécanique.

- 7 Nomme les pièces pointées sur le schéma ci-contre et précise leur fonction.



Pièce	Nom	Fonction
A	Fil.	Conduction.
B	Avertisseur sonore.	Transformation d'énergie.
C	Élément chauffant.	Transformation d'énergie.
D	Source de courant continu.	Alimentation.
E	Dispositif de protection.	Protection.
F	Interrupteur à bouton poussoir.	Commande.
G	Moteur.	Transformation d'énergie.
H	Ampoule.	Transformation d'énergie.

# LES COMPOSANTES AYANT D'AUTRES FONCTIONS



Pages 473 à 478



Annexe 5, Les symboles des composants de circuits électriques, p. 323

**STE 1** Remplis le tableau suivant afin de décrire les dispositifs illustrés.

Nom	Symbole	Fonction
Condensateur		Accumuler des charges électriques.
Diode		Ne laisser passer le courant électrique que dans un sens.

**STE 2** Pour chacune des applications suivantes, nomme la composante électrique, condensateur ou diode, qui a été utilisée. Explique chacune de tes réponses.

- a) Un défibrillateur permet de réanimer une personne victime d'une crise cardiaque grâce à une décharge électrique intense transmise au cœur.

Le condensateur accumule une charge électrique, ce qui lui permet ensuite de fournir une décharge électrique intense.



- b) Même si on place la pile à l'envers, les dispositifs fragiles du circuit du téléphone cellulaire sont protégés.

La diode empêche les électrons de circuler lorsque la pile est placée à l'envers, protégeant ainsi les dispositifs fragiles du circuit.



- c) Cet ordinateur portable a besoin d'un adaptateur lorsqu'il est connecté à une source de courant alternatif.

Des diodes permettent de convertir le courant alternatif en courant continu.



- d) Le flash d'un appareil photo produit une lumière éblouissante en une fraction de seconde.

Le condensateur accumule une charge électrique qui est déversée en une fraction de seconde en produisant une lumière intense.



# BILAN DU CHAPITRE 14

1 Indique si les cas suivants réfèrent à un conducteur ou à un isolant.

a) La solution qui se trouve dans certaines piles.

Conducteur.

b) Le caoutchouc qui recouvre un câble électrique.

Isolant.

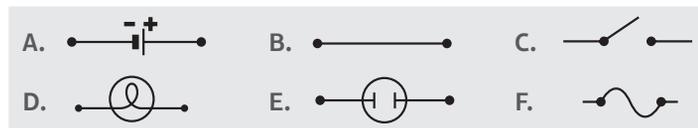
c) Un paratonnerre composé d'une tige de métal et de câbles métalliques reliés à la terre.

Conducteur.

d) La céramique installée sur les pylônes électriques.

Isolant.

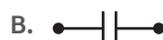
2 Pour chaque composante ci-dessous, donne la lettre du symbole correspondant et écris sa fonction.

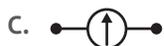


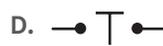
Composante	Symbole	Fonction
	E	Alimentation.
	D	Transformation d'énergie.
	B	Conduction.
	C	Commande.
	F	Protection.
	A	Alimentation.

3 Parmi les symboles suivants, lequel représente une composante qui assure la fonction d'alimentation ?









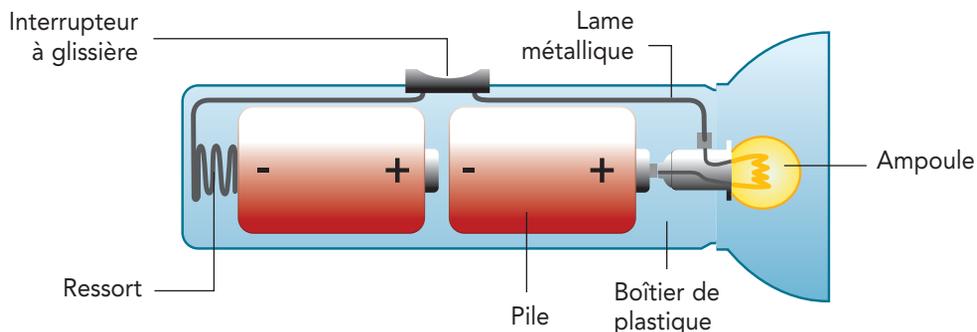
4 Que suis-je ?

- a) Je suis la fonction qui permet de fermer ou d'ouvrir un circuit. La fonction de commande.
- b) Je suis le type de courant parcouru par des électrons qui se déplacent toujours dans la même direction. Un courant continu.
- c) Je suis la fonction exercée par un disjoncteur. La fonction de protection.
- STE d) Je suis un interrupteur qui permet au courant d'emprunter deux chemins distincts. Un interrupteur bidirectionnel.
- e) Je suis un dispositif électronique qui, exposé à la lumière, génère un courant électrique. Une cellule photovoltaïque.
- STE f) Je suis une mince plaque contenant un circuit électrique. Un circuit imprimé.
- STE g) Je suis un dispositif qui laisse passer le courant uniquement dans un sens. Une diode.
- h) Je suis un dispositif qui transforme l'énergie d'une réaction chimique en énergie électrique. Une pile.

5 Lequel des énoncés suivants est vrai ?

- A. Une pile assure la fonction de transformation de l'énergie, puisqu'elle transforme l'énergie chimique en énergie électrique.
- B. Un moteur assure la fonction de transformation de l'énergie, puisqu'il transforme l'énergie électrique en énergie mécanique.
- C. Le boîtier d'une calculatrice assure la fonction de protection, puisqu'il protège le circuit électrique.
- D. Une résistance assure la fonction d'isolation, puisqu'elle limite le passage des électrons dans un circuit électrique.

6 Le schéma suivant représente une lampe de poche.



- a) Quelles composantes assurent la fonction d'alimentation ? Ces composantes fournissent-elles un courant continu ou un courant alternatif ?  
Ce sont les piles qui assurent la fonction d'alimentation. Elles fournissent un courant continu.

b) Quelles composantes assurent la fonction de conduction ?

Les lames métalliques et le ressort.

c) Quelle composante assure la fonction d'isolation ?

Le boîtier de plastique.

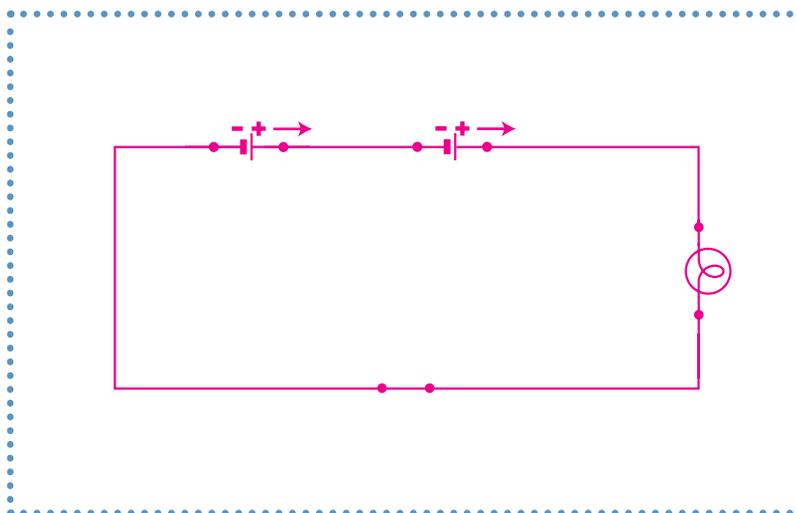
d) Quelle composante assure la fonction de commande ?

L'interrupteur à glissière.

e) Quelle composante assure la fonction de transformation d'énergie ?

L'ampoule.

f) Trace le schéma du circuit électrique de cette lampe de poche.



7 Explique comment s'effectue la transformation de l'énergie dans une ampoule incandescente.

Exemple de réponse. Les électrons qui arrivent jusqu'à l'ampoule doivent traverser un filament de tungstène. Ce dernier oppose une résistance au passage du courant électrique. Le filament s'échauffe au point d'émettre une lumière blanche.

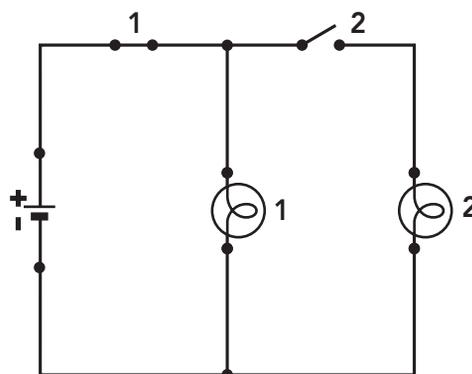
8 Quel énoncé décrit correctement le comportement des lumières de ce circuit ?

A. Les lumières 1 et 2 sont allumées puisque l'interrupteur 1 est ouvert.

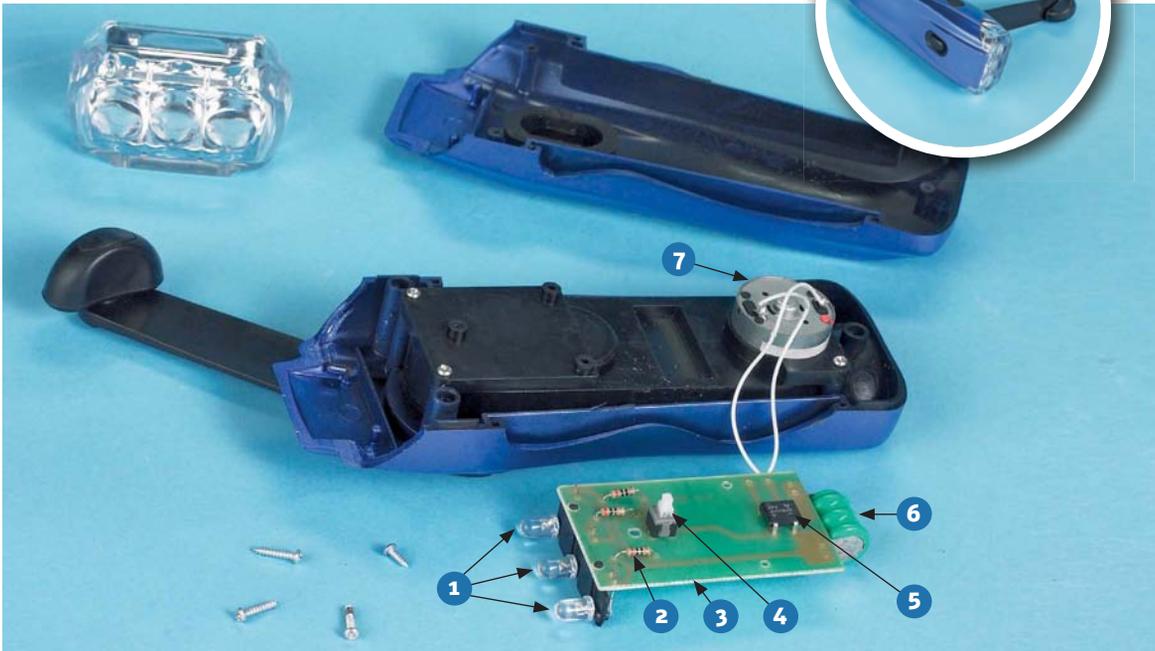
B. Les lumières 1 et 2 sont allumées puisque l'interrupteur 1 est fermé.

C. La lumière 2 est éteinte puisque l'interrupteur 2 est ouvert.

D. La lumière 2 est éteinte puisque l'interrupteur 2 est fermé.



- STE 9** Voici une lampe de poche à dynamo qui fonctionne à l'aide d'une manivelle. La seconde photo montre la même lampe de poche en pièces détachées.



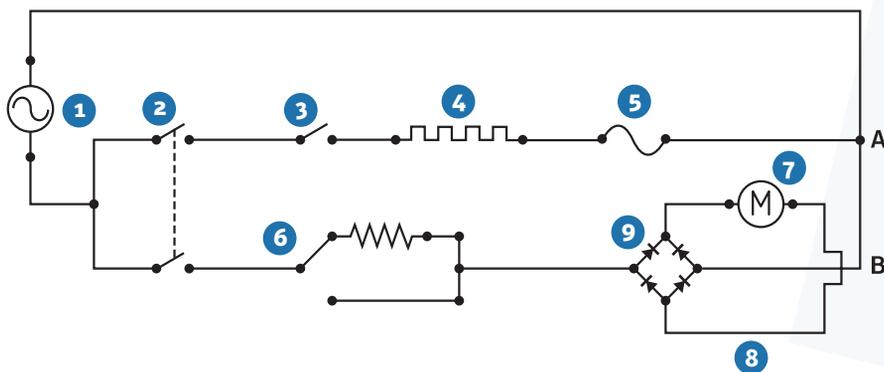
- a) Indique le nom et le rôle de chacune des pièces dont le numéro figure dans le tableau ci-dessous. S'il s'agit d'un interrupteur, précise s'il s'agit d'un interrupteur à bascule, à bouton poussoir, à commande magnétique ou à levier.

Numéro	Nom	Rôle
1	Diode électroluminescente (DEL).	Transforme l'énergie électrique en énergie lumineuse.
2	Résistance.	Limite le passage du courant.
3	Circuit imprimé.	Diminue la grosseur du circuit électrique.
4	Interrupteur à bouton poussoir.	Commande le circuit, c'est-à-dire permet d'allumer ou d'éteindre les lumières.
5	Diode	Ne laisse passer le courant que dans un sens.
6	Condensateur	Accumule des charges électriques.

- b) La pièce portant le numéro 7 est une dynamo. Elle transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. Quelle est la fonction assurée par la dynamo ?

La fonction d'alimentation.

**STE 10** Voici le schéma électrique simplifié d'un sèche-cheveux qui permet de projeter de l'air chaud ou froid à différentes vitesses.



a) Nomme chacune des composantes dont le numéro figure dans le tableau ci-dessous et précise sa fonction. S'il s'agit d'un interrupteur, précise s'il s'agit d'un interrupteur unipolaire ou bipolaire et unidirectionnel ou bidirectionnel.

Numéro	Nom	Fonction
1	Source de courant alternatif.	Alimentation.
2	Interrupteur bipolaire unidirectionnel.	Commande.
3	Interrupteur unipolaire unidirectionnel.	Commande.
4	Élément chauffant.	Transformation d'énergie.
5	Dispositif de protection.	Protection.
6	Interrupteur unipolaire bidirectionnel.	Commande.
7	Moteur.	Transformation d'énergie.
8	Fil.	Conduction.

b) Comment se nomment les pièces portant le numéro 9 ? Quel rôle jouent-elles ? Explique comment elles modifient le fonctionnement de la pièce 7.

Les pièces portant le numéro 9 sont des diodes. Ce dispositif ne laisse passer le courant électrique que dans un sens. Il transforme le courant alternatif en courant continu avant qu'il n'arrive au moteur, ce qui oblige le moteur à tourner dans un seul sens.

- c) Le circuit électrique est séparé en deux branches distinctes, identifiées par les lettres A et B. Chaque branche joue un rôle précis dans le fonctionnement du sèche-cheveux. Précise le rôle de chacune de ces branches du circuit et explique comment elle remplit ce rôle.

Rôle de la branche A:

Cette branche permet de réchauffer l'air qui traverse le sèche-cheveux. L'élément chauffant transforme l'énergie électrique en énergie thermique.

Rôle de la branche B:

Cette branche permet de créer un mouvement d'air. Le moteur transforme l'énergie électrique en énergie mécanique.

- d) Si on abaisse la pièce 2, l'air projeté par le sèche-cheveux est-il froid ou chaud? Explique ta réponse.

L'air est froid, puisque l'interrupteur 3 est ouvert. Donc, l'air ne peut pas être réchauffé par l'élément chauffant.

- e) Si on abaisse la pièce 2, le sèche-cheveux fonctionne-t-il à grande vitesse ou à basse vitesse? Explique ta réponse.

Il fonctionne à basse vitesse. L'interrupteur 6 fait en sorte que le courant traverse la résistance. Il y a donc moins de courant pour alimenter le moteur et il tourne moins vite.

- f) Quelle est la fonction assurée par le boîtier du sèche-cheveux?

Le boîtier assure la fonction d'isolation.

- STE** 11 Sébastien doit construire un circuit électrique dans lequel la valeur de la résistance doit obligatoirement être plus grande que  $10\,000\ \Omega$ . Peut-il utiliser les résistances suivantes? Explique ta réponse.



La résistance A a une valeur de  $1 \times 10^7\ \Omega \pm 5\%$ . Puisqu'elle a une valeur plus grande que  $10\,000\ \Omega$ , Sébastien peut l'utiliser.

La résistance B a une valeur de  $10\,000\ \Omega \pm 5\%$ . Elle peut donc avoir une valeur de  $9\,500\ \Omega$ , ce qui est plus petit que  $10\,000\ \Omega$ . Sébastien ne peut donc pas l'utiliser.