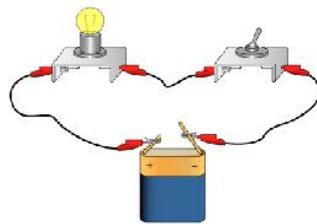


Physique

**L'ÉNERGIE
DANS LES CIRCUITS ÉLECTRIQUES**

**CORRIGÉS DES
EXERCICES**



REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENEVE

Corrigés des exercices relatifs à l'objectif 1

Modéliser les transformations et transferts d'énergie
entre les composants d'un système électrique (générateur et récepteur) et le milieu environnant

Exercice 1

Dans un relais, le capital énergétique ne varie pas ; alors qu'il diminue dans un réservoir d'énergie.

Exercice 2

L'énergie transférée par le secteur peut provenir : d'une centrale nucléaire (énergie tirée de la fission du noyau de l'atome), d'une centrale à gaz ou à mazout (énergie tirée de la combustion du gaz ou du mazout), d'un barrage hydroélectrique (énergie tirée de l'eau qui chute), d'une éolienne (énergie tirée du mouvement du vent), de cellules photovoltaïques (énergie tirée du rayonnement solaire).

Exercice 3

- Transfert **électrique**, transfert **mécanique**, transfert **thermique**, **rayonnement de lumière**.
- Un transfert de l'énergie est symbolisé par **une flèche** (surmontée de l'abréviation du nom du mode de transfert concerné).

Exercice 4

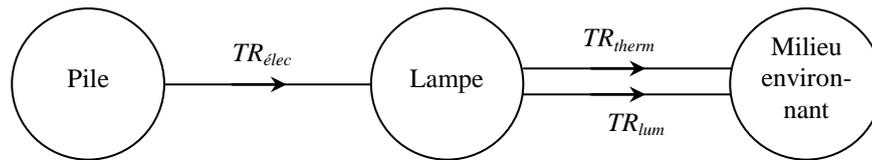
- Transfert **thermique**
- Rayonnement** de lumière
- Transfert **électrique**
- Transfert **électrique**
- Transfert **électrique**
- Transfert **mécanique**
- Rayonnement** de lumière
- Transfert **électrique**
- Transfert **mécanique**
- Transfert **électrique**

Exercice 5

- Entrant : transfert **électrique** Sortants : transfert thermique et **rayonnement** de lumière
- Entrant : transfert **électrique** Sortants : transfert thermique et **rayonnement** de lumière
- Entrant : transfert **électrique** Sortant : transfert **électrique**
- Entrant : transfert **électrique** Sortant : transfert **mécanique**
- Entrant : transfert **mécanique** Sortant : transfert **électrique**
- Entrant : transfert par **rayonnement** de lumière Sortant : transfert **électrique**

Exercice 6

a) Diagramme d'énergie d'une lampe torche en fonctionnement :



b) L'énergie déstockée par la pile est intégralement transférée à la lampe, puis au milieu environnant que la lampe réchauffe et éclaire. Le capital énergétique de la pile diminue, mais le capital énergétique du milieu environnant augmente d'autant. L'énergie est donc conservée.

Exercice 7

Diagramme d'énergie d'une machine à calculer solaire en fonctionnement :

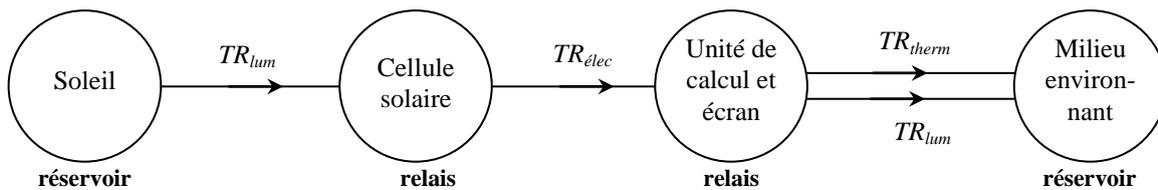
**Exercice 8**

Diagramme d'énergie d'un iPod en charge (on néglige le transfert thermique du chargeur et de la batterie vers le milieu environnant) :

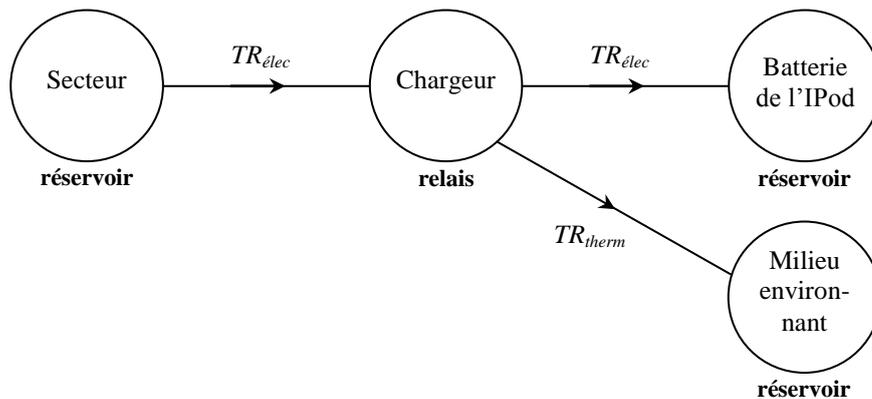
**Exercice 9**

Diagramme d'énergie (jusqu'aux oreilles) d'un iPod lorsqu'on écoute de la musique :

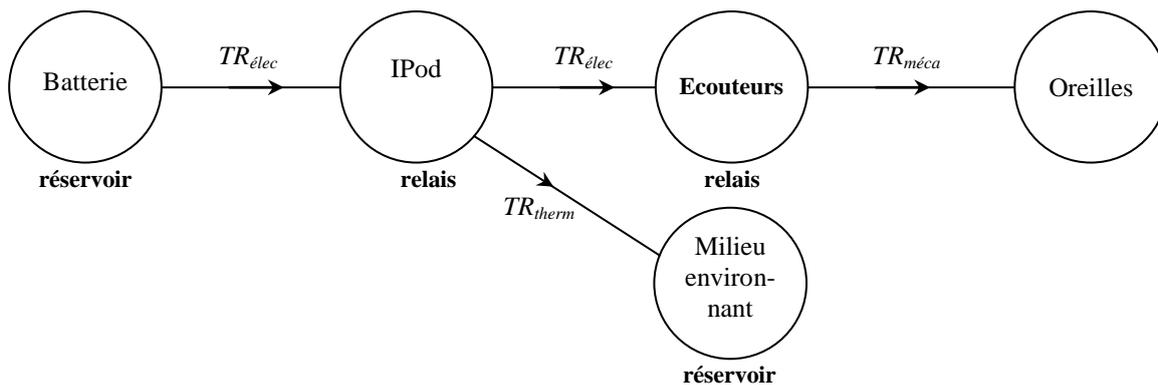
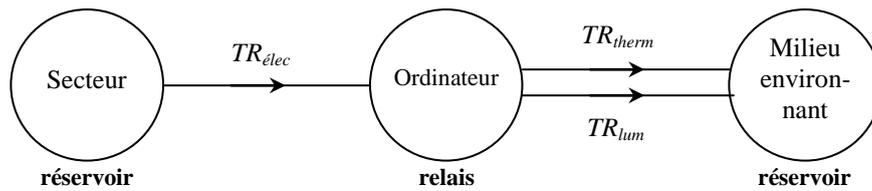
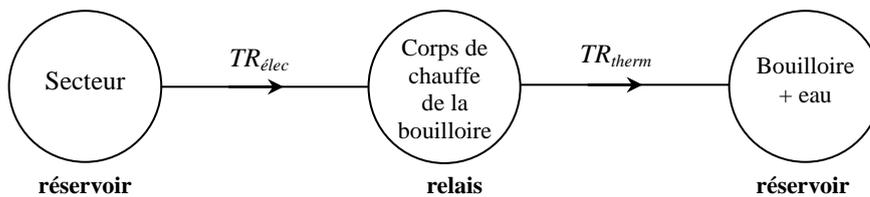
**Exercice 10**

Diagramme d'énergie d'un ordinateur en fonctionnement :



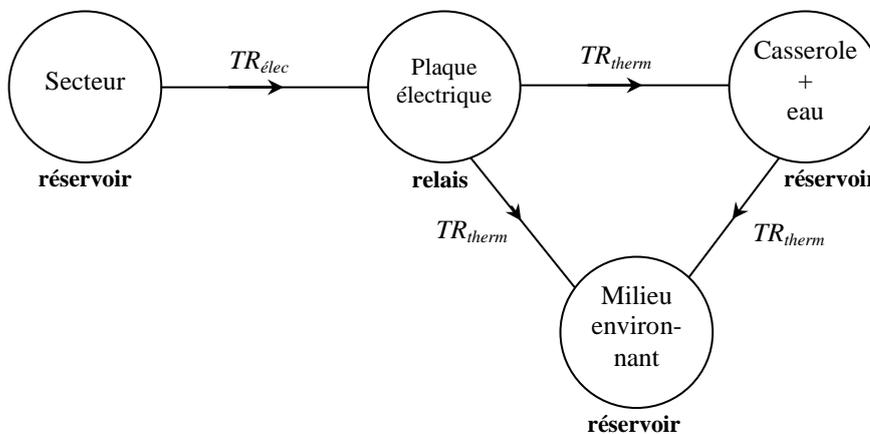
Exercice 11

Diagramme d'énergie d'une bouilloire électrique en fonctionnement (on néglige le transfert thermique de la bouilloire vers le milieu environnant) :



Exercice 12

Diagramme d'énergie d'une casserole contenant de l'eau en train d'être chauffée par une plaque électrique :



Exercice 13

Les composants d'un dispositif électrique qui appartiennent au système électrique de ce dispositif sont par définition ceux qui sont directement reliés par des transferts électriques d'énergie.

Exercice 14

Les composants d'un système électrique sont reliés par des transferts électriques d'énergie. Un composant qui a la fonction de générateur fournit de l'énergie et un composant qui a la fonction de récepteur en reçoit. Un composant ne peut pas être à la fois générateur et récepteur, car il ne peut pas à la fois fournir et recevoir l'énergie transférée électriquement dans le système.

Exercice 15

Diagramme d'énergie d'une casserole contenant de l'eau en train d'être chauffée par un plongeur électrique :

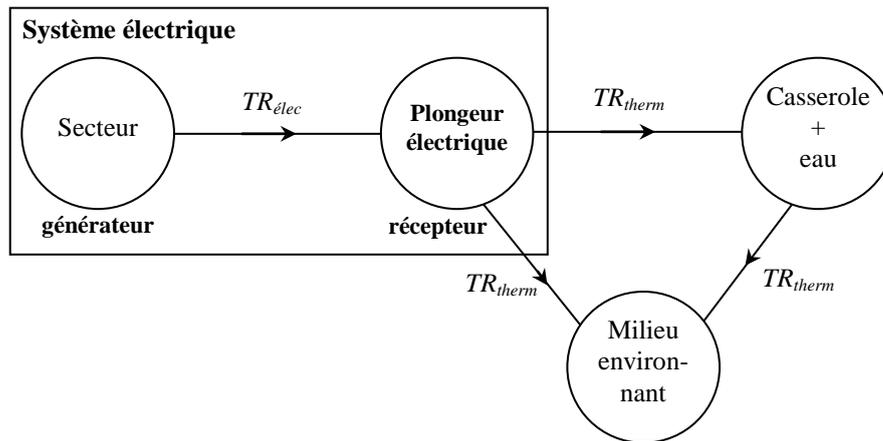
**Exercice 16**

Diagramme d'énergie d'un aspirateur en fonctionnement :

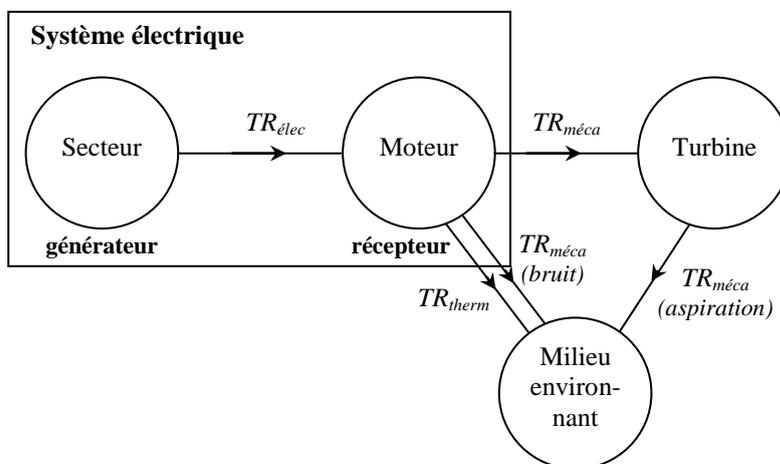
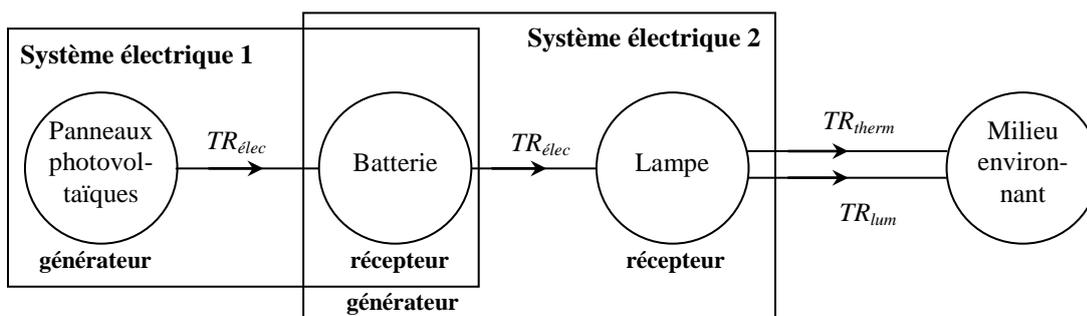
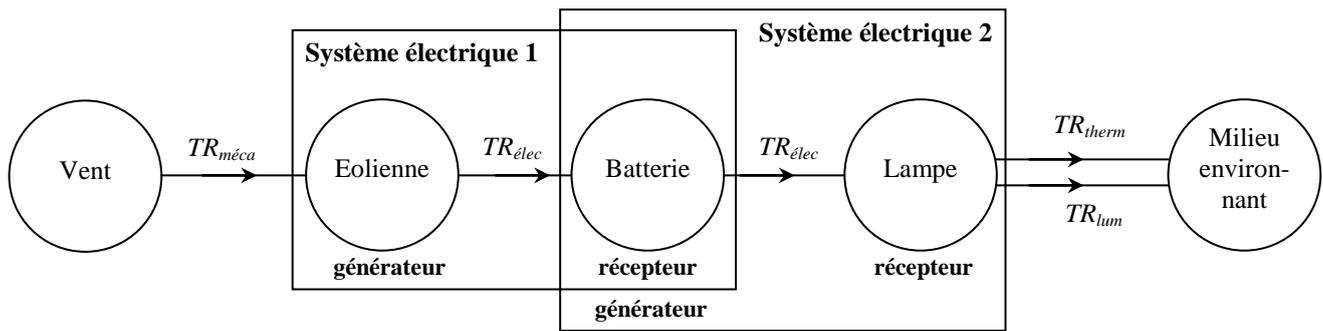
**Exercice 17**

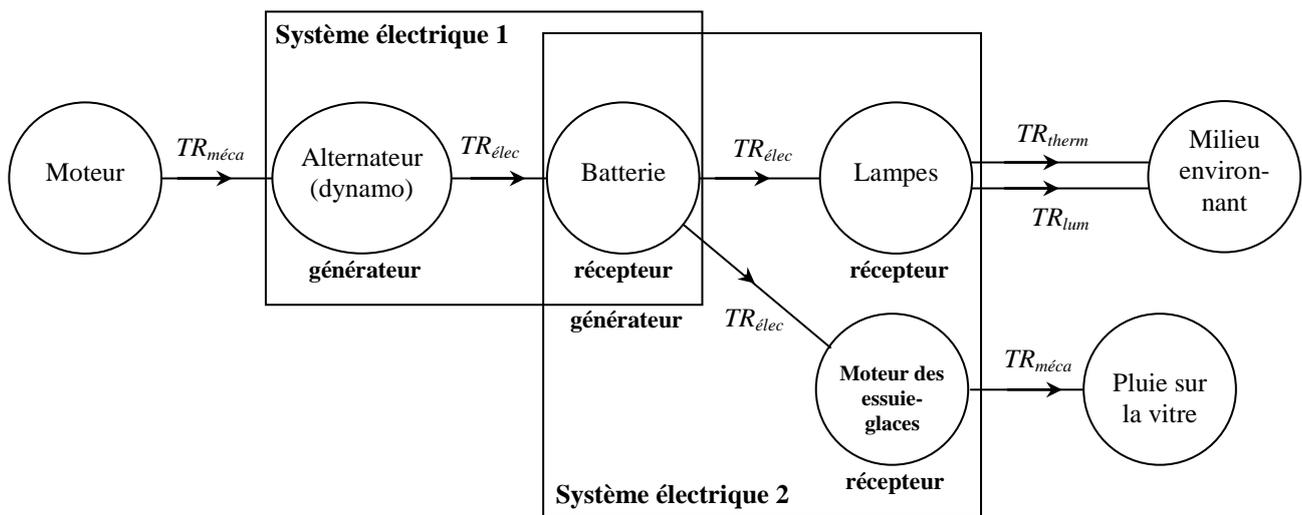
Diagramme d'énergie de l'installation électrique d'une cabane de montagne équipée d'une éolienne et de panneaux solaires photovoltaïques :





Exercice 18

Diagramme d'énergie de l'installation électrique d'une voiture roulant de nuit sous la pluie :



Corrigés des exercices relatifs à l'objectif 2

Schématiser un circuit électrique ou construire un circuit électrique à partir de son schéma ou d'une description de son fonctionnement

Exercice 19

- a) Les montages dans lesquels la lampe brille sont **les montages 3, 4 et 5**.
 b) Pour qu'une lampe brille, il faut qu'une de ses bornes (culot ou plot central) soit en contact (directement ou par l'intermédiaire d'un fil ou par l'intermédiaire d'un objet conducteur d'électricité) avec une des bornes de la pile (+ ou -) et que son autre borne soit en contact avec l'autre borne de la pile.

Exercice 20

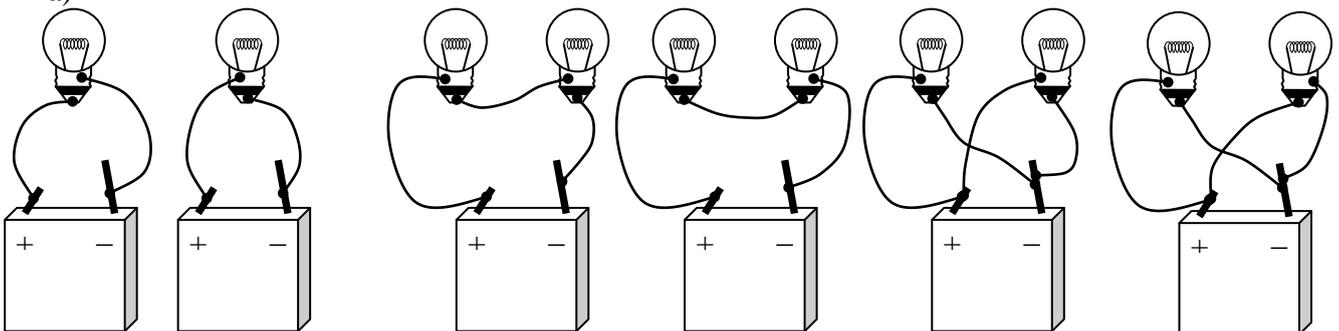
- a) Les lampes à tracer (qui ne peuvent pas fonctionner) sont les lampes **1, 3, 4, 5, 6, 7 et 8**.
 b) Pour qu'une lampe puisse fonctionner, il faut qu'une des extrémités de son filament soit en contact avec le plot de la lampe et que son autre extrémité soit en contact avec le culot. Le filament doit être ininterrompu et sans bifurcation.

Exercice 21

Il est recommandé de corriger cet exercice à l'aide d'une photocopie sur acétate du dessin en coupe de la lampe et de son support.

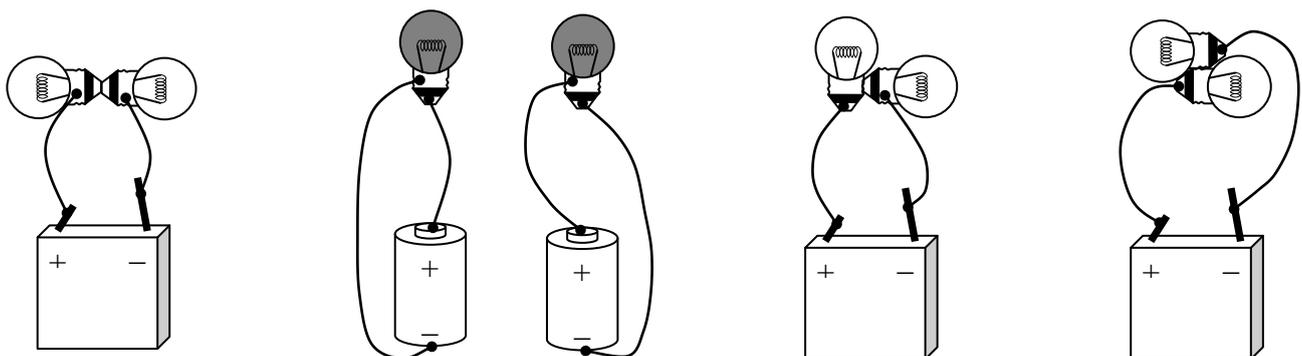
Exercice 22

a)



1a ou 1b

2a ou 2b ou 2c ou 2d



3

4a ou 4b

5

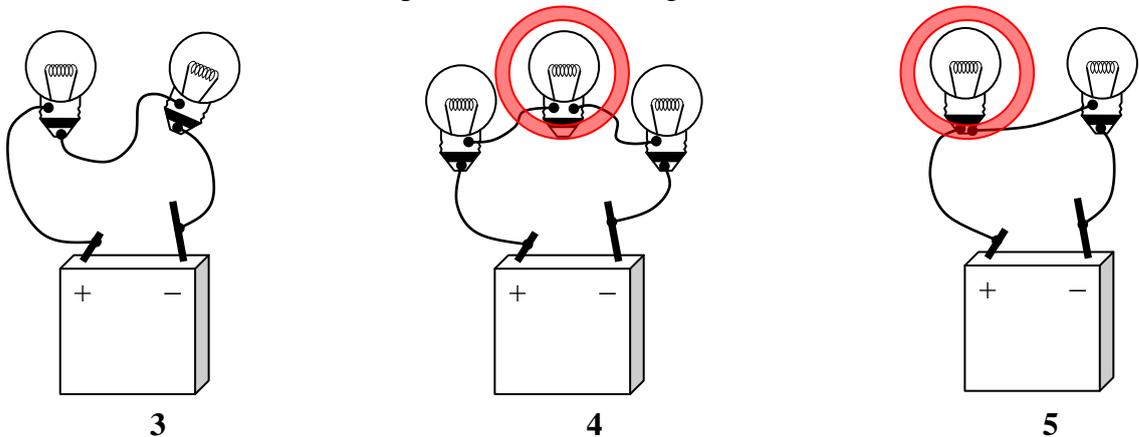
6

- b) Remarque : Dans cet exercice les lampes des circuits **1a**, **1b**, **2c**, **2d**, **4a** et **4b** brillent « normalement » car la ddp (tension) à leurs bornes correspond à la ddp (tension) nominale des piles avec lesquelles elles sont compatibles. Les autres lampes brillent moins que « normalement ». Cette observation peut être l'amorce d'une discussion avec les élèves.

Exercice 23

- a) Pour qu'une lampe brille, il faut qu'**une de ses bornes** (culot ou plot central) **soit en contact** (directement ou par l'intermédiaire d'un fil ou par l'intermédiaire d'un objet conducteur d'électricité) **avec une des bornes de la pile (+ ou -) et que son autre borne soit en contact avec l'autre borne de la pile.**
- Dans la situation **1**, la règle est vérifiée pour la lampe de gauche et la lampe de droite. C'est pour cela qu'elles brillent.
 - Dans la situation **2**, la règle n'est vérifiée ni pour la lampe de gauche ni pour la lampe de droite. C'est pour cela qu'elles sont éteintes.

- b) Dans les situations **3**, **4** et **5** les lampes entourées en rouge sont éteintes.



Explication.

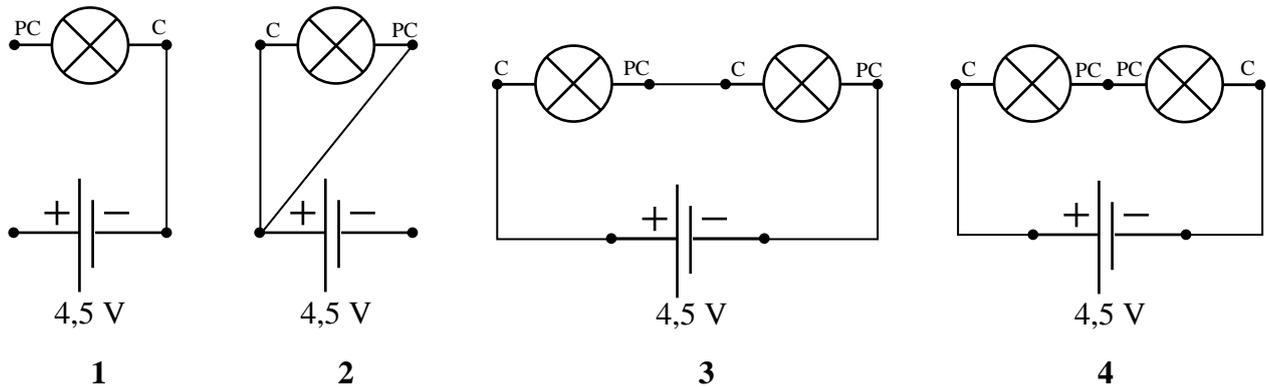
Dans la situation **4**, le culot de la lampe éteinte est relié aux deux bornes de la pile (au lieu d'une seule) et le plot central n'est relié à aucune borne.

Dans la situation **5**, le plot central de la lampe éteinte est relié aux deux bornes de la pile (au lieu d'une seule) et le culot n'est relié à aucune borne.

- Remarque : Dans cet exercice la lampe de droite du circuit **5** brille « normalement » car la ddp (tension) à ses bornes correspond à la tension nominale de sa pile avec laquelle elle est compatible. Les lampes des circuits **3** et **4** qui ne sont pas éteintes brillent moins que « normalement ». Ces observations peuvent être l'amorce d'une discussion avec les élèves.

Exercice 24

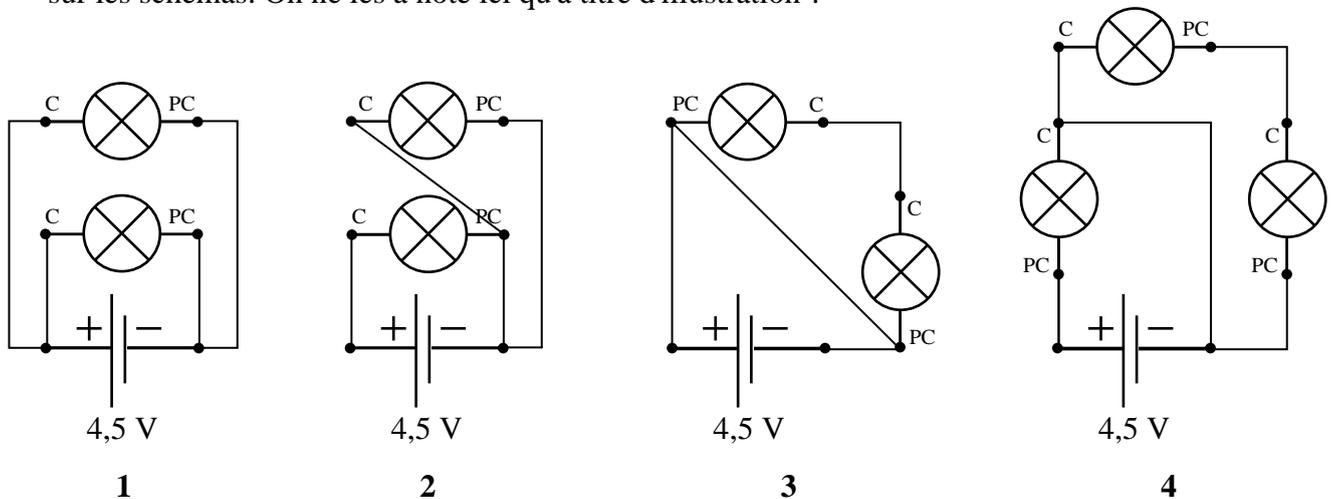
On peut intervertir la borne reliée au culot (C) et la borne reliée au plot central (PC) sans que le fonctionnement de la lampe ne soit modifié. C'est pour cette raison qu'on ne note pas C et PC sur les schémas. On ne les a notés ici qu'à titre d'illustration¹.



Il existe d'autres schémas équivalents. Il peut être utile de les faire identifier par les élèves.

Exercice 25

On peut intervertir la borne reliée au culot (C) et la borne reliée au plot central (PC) sans que le fonctionnement de la lampe ne soit modifié. C'est pour cette raison qu'on ne note pas C et PC sur les schémas. On ne les a notés ici qu'à titre d'illustration².



Il existe d'autres schémas équivalents. Il peut être utile de les faire identifier par les élèves.

Exercice 26

- Les composants défectueux sont **le fil A** et **la lampe L₁**.
- On peut commencer par faire la liste des composants en bon état, c'est-à-dire tous ceux des 1^{er} et 4^e circuits dans lesquels la lampe est allumée. Il s'agit des fils B et C, des deux piles P₁ et P₂ ainsi que de la lampe L₂.

Le fil A est le seul composant du 2^e circuit (dont la lampe est éteinte) qui n'appartient pas à cette liste, il est donc défectueux.

La lampe L₁ (éteinte) est le seul composant du 3^e circuit qui n'appartient pas à cette liste, elle est donc défectueuse.

¹ L'enseignant(e) peut facilement effacer C et PC sur les schémas, ces abréviations se trouvant dans des zones de texte.

² L'enseignant(e) peut facilement effacer C et PC sur les schémas, ces abréviations se trouvant dans des zones de texte.

Exercice 27

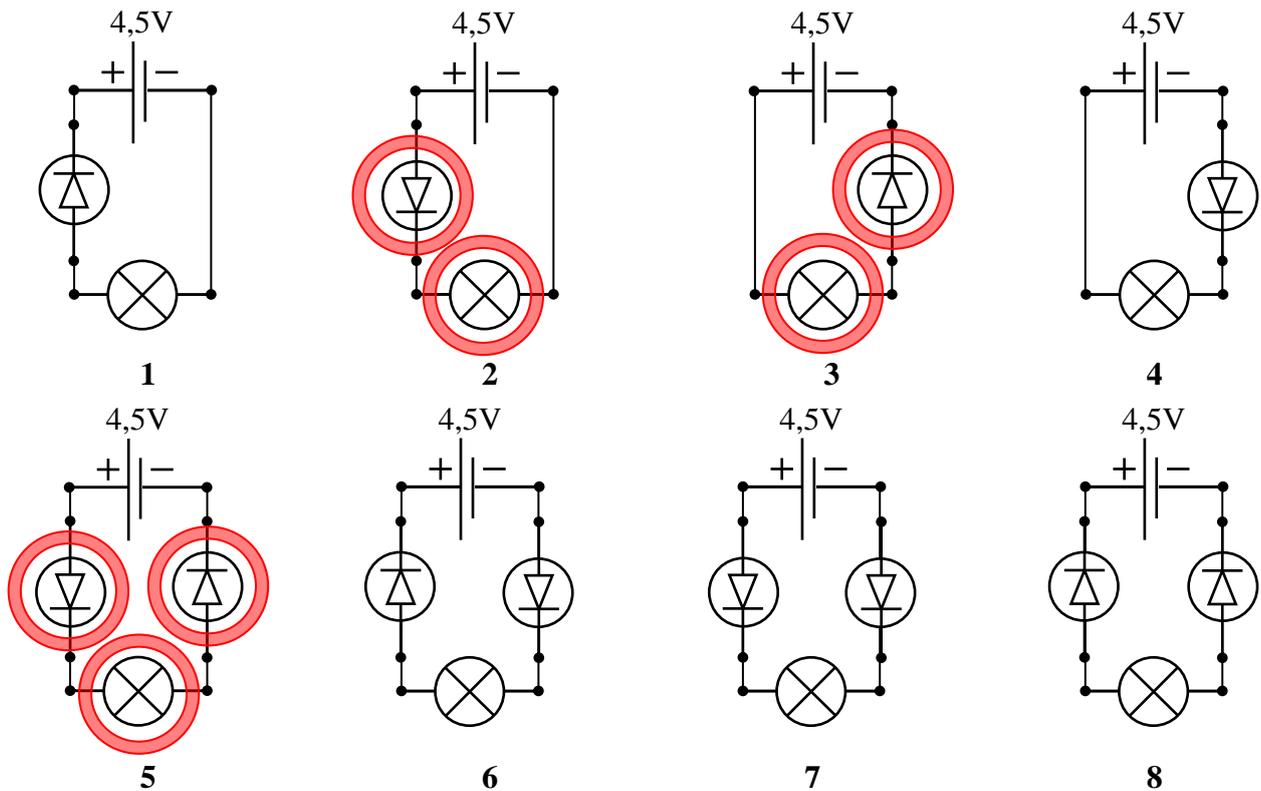
- a) Les composants défectueux sont **le fil A et la lampe L₂**.
 b) On peut commencer par faire la liste des composants en bon état, c'est-à-dire tous ceux des 2^e et 3^e circuits dans lesquels la lampe est allumée. Il s'agit des fils B, C et D, de la pile P₁ ainsi que de la lampe L₁.

Le fil A est le seul composant de la boucle contenant L₁ (éteinte) dans le 1^{er} circuit qui n'appartient pas à cette liste, il est donc défectueux.

La lampe L₂ (éteinte) est le seul composant de sa boucle dans le 1^{er} circuit qui n'appartient pas à cette liste, elle est donc défectueuse.

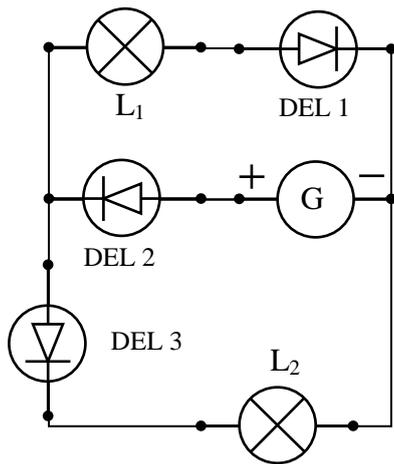
Exercice 28

- a) Les lampes et les DEL entourés en rouge sont celles qui brillent.

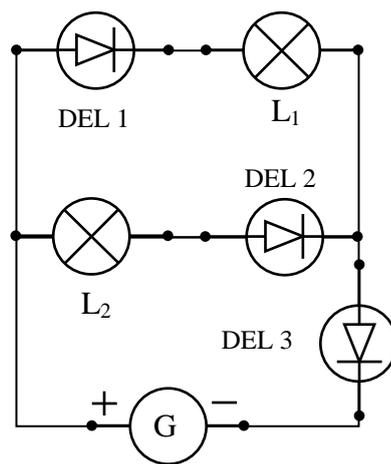


- b) 1. Pour que la lampe brille il faut qu'elle soit branchée convenablement dans une chaîne ininterrompue d'éléments conducteurs qui comprend un générateur électrique.
 2. Dans un circuit électrique, le courant électrique est sortant à la borne + du générateur et entrant à la borne -.
 3. Si la DEL est branchée dans le sens du courant (même sens que celui de la flèche de son symbole), elle laisse passer le courant et elle brille.
 Si la DEL est branchée dans le sens inverse du courant, elle interrompt le courant et elle est éteinte.

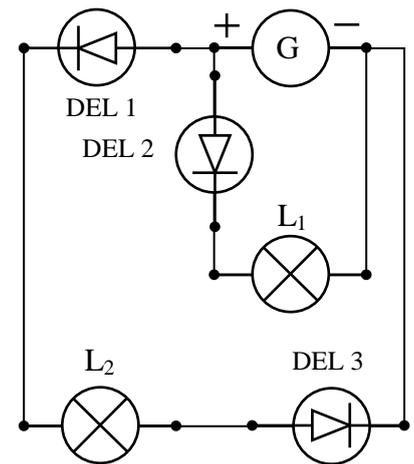
Exercice 29



1



2



3

Exercice 30

a)

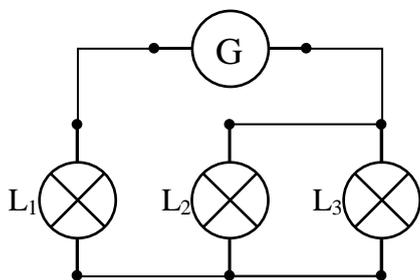


Schéma du 1^{er} circuit

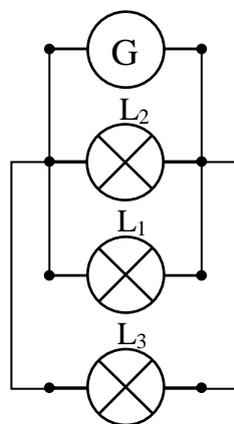


Schéma du 2^e circuit

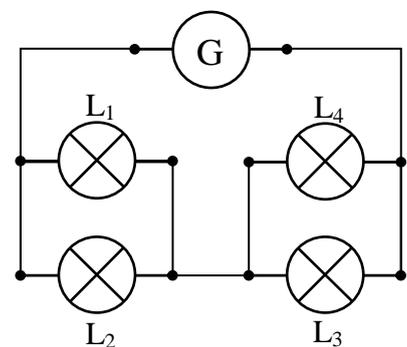
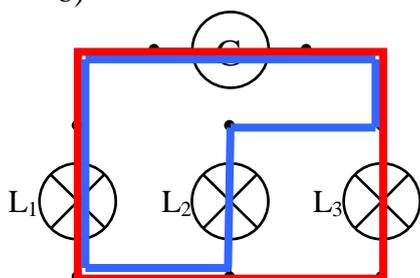


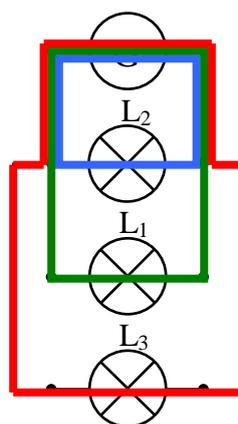
Schéma du 3^e circuit

Il existe d'autres schémas équivalents. Il peut être utile de les faire identifier par les élèves.

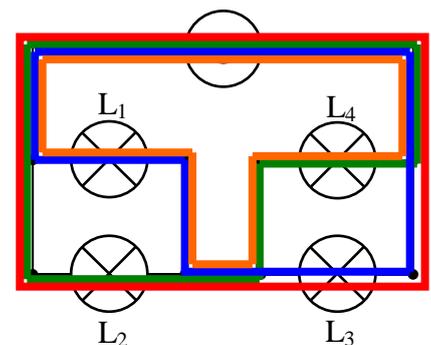
b)



Deux boucles



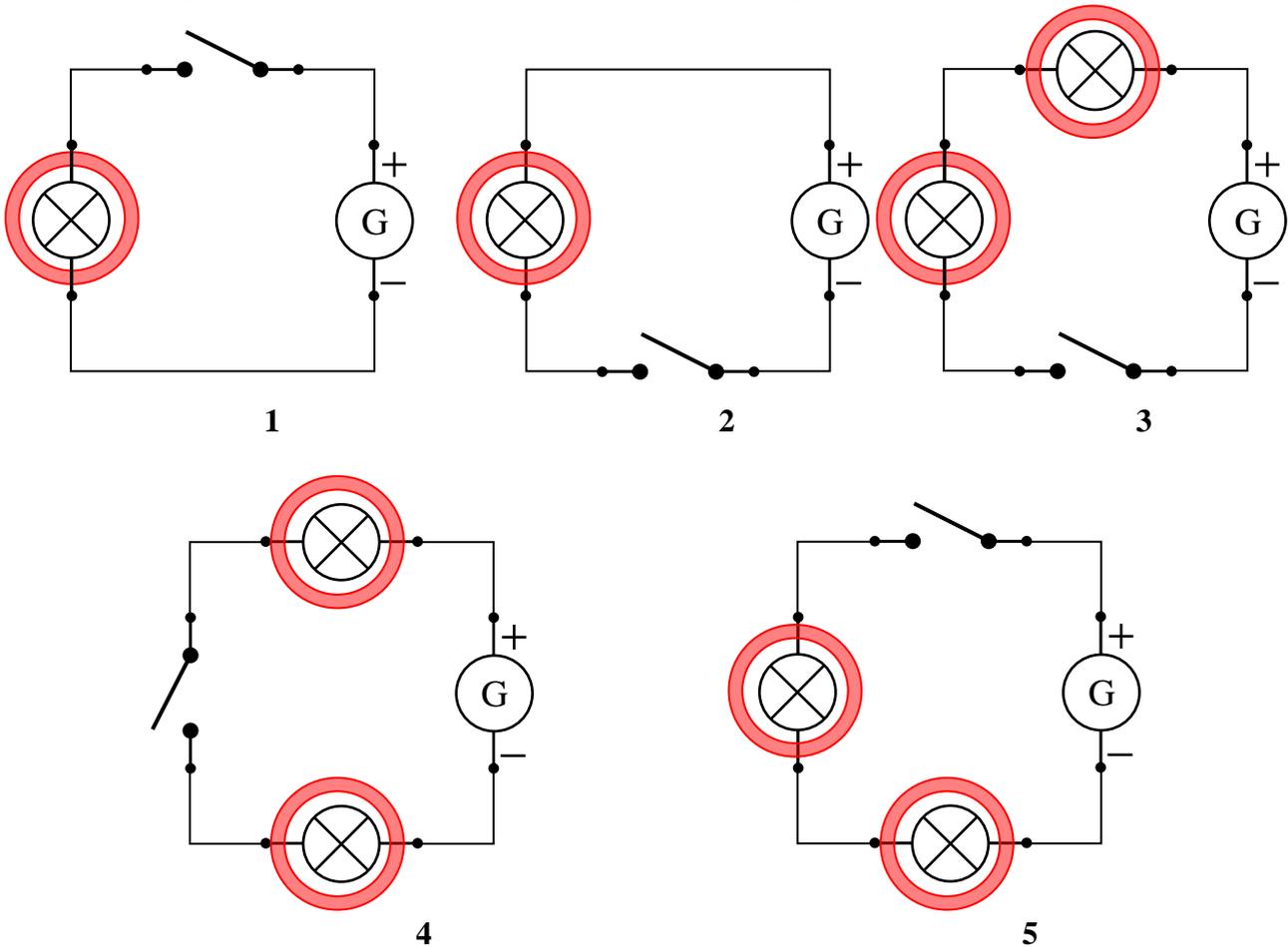
Trois boucles



Quatre boucles

Exercice 31

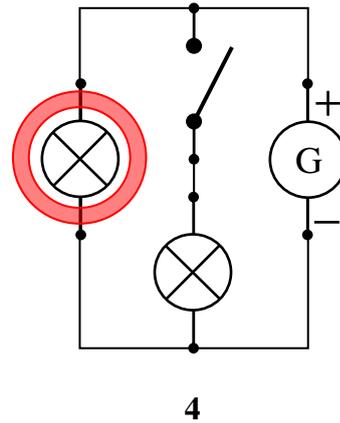
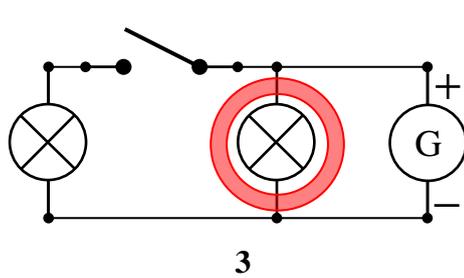
- a) Toutes les lampes de tous les circuits sont éteintes lorsque l'interrupteur est ouvert.
 b) Les lampes entourées en rouge brillent lorsque l'interrupteur est fermé.



- c) Pour qu'une lampe brille, **il faut qu'elle soit branchée convenablement dans une chaîne ininterrompue d'éléments conducteurs qui comprend un générateur électrique**. On appelle une telle chaîne « **une boucle de courant électrique** ». Dans une telle boucle les particules électriques peuvent circuler, il y a du courant électrique partout et la lampe brille. Si la chaîne est interrompue, les particules électriques ne peuvent plus circuler dans la boucle, il n'y a plus de courant électrique du tout et la lampe est éteinte. Pour la question a), la règle n'est pas vérifiée. Lorsque l'interrupteur est ouvert la circulation des particules électriques est interrompue. Il n'y a plus de courant électrique dans la boucle et toutes les lampes sont éteintes. Pour la question b), la règle est vérifiée. Lorsque l'interrupteur est fermé, les particules électriques peuvent circuler. Il y a du courant électrique partout dans la boucle et toutes les lampes brillent.

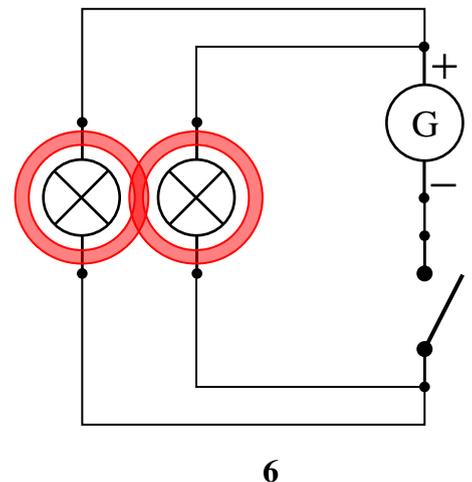
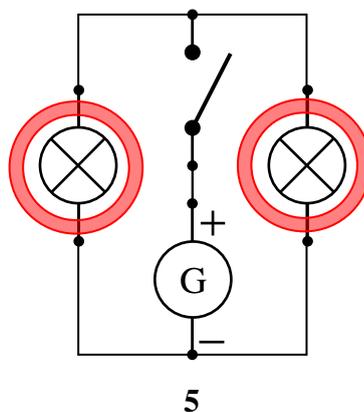
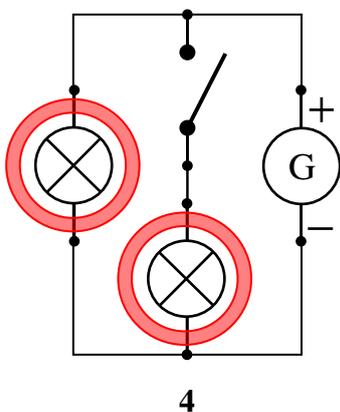
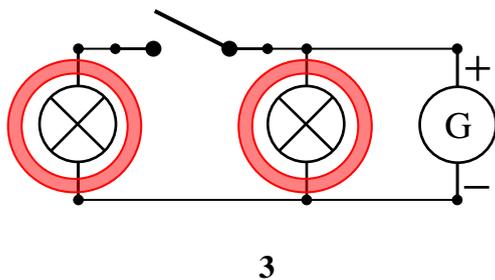
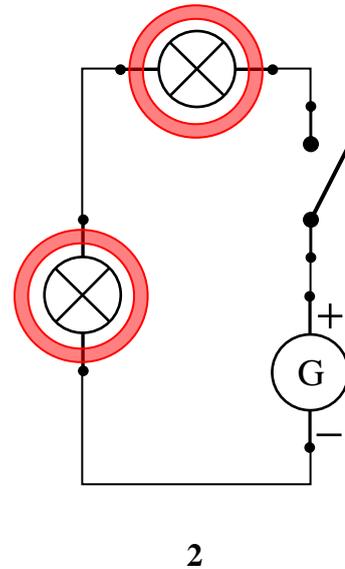
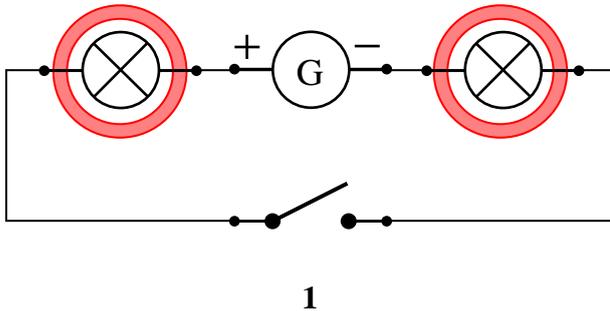
Exercice 32

a) Dans les circuits **3** et **4**, les lampes entourées en gris sur les schémas brillent lorsque l'interrupteur est ouvert.



Dans les circuits **1** ; **2** ; **5** et **6**, toutes les lampes sont éteintes lorsque l'interrupteur est ouvert.

b) Toutes les lampes entourées en rouge brillent lorsque l'interrupteur est fermé.



c) Pour qu'une lampe brille, il faut qu'elle soit branchée convenablement dans une chaîne ininterrompue d'éléments conducteurs qui comprend un générateur électrique. On appelle une

telle chaîne « une boucle de courant électrique ».

Dans une telle boucle les particules électriques peuvent circuler, il y a du courant électrique partout et la lampe brille.

Si la chaîne est interrompue, les particules électriques ne peuvent plus circuler dans la boucle, il n'y a plus de courant électrique du tout et la lampe est éteinte.

Pour la question a), même lorsque l'interrupteur est ouvert, les lampes entourées en gris sur les schémas 3 et 4 brillent car elles sont convenablement branchées dans des chaînes ininterrompues d'éléments conducteurs contenant le générateur. Dans de telles boucles les particules électriques peuvent circuler et il y a du courant électrique partout.

Pour les autres lampes, on observe qu'elles sont dans des branches de boucles de courant contenant le générateur mais **interrompues** par l'interrupteur ouvert. La circulation des particules électriques n'y est plus possible et il n'y a plus de courant électrique dans la branche de ces boucles contenant la lampe. Les lampes sont éteintes.

Pour la question b), lorsque l'interrupteur est fermé, la règle est vérifiée. Toutes les lampes brillent, car elles sont toutes convenablement branchées dans une chaîne ininterrompue d'éléments conducteurs contenant le générateur. Dans de telles boucles les particules électriques peuvent circuler et il y a du courant électrique partout.

Exercice 33

Il s'agit dans cet exercice d'un circuit à deux lampes montées en série dans une seule et même boucle de courant. Dans un tel circuit, il y a du courant partout ou nulle part.

- En dévissant le lampe L_1 , la lampe L_2 s'éteint** car on a ouvert le circuit et par conséquent interrompu dans toute la boucle la circulation des particules électriques (c'est-à-dire le courant électrique).
- En dévissant le lampe L_2 , la lampe L_1 s'éteint** car on a ouvert le circuit et par conséquent interrompu dans toute la boucle la circulation des particules électriques (c'est-à-dire le courant électrique).

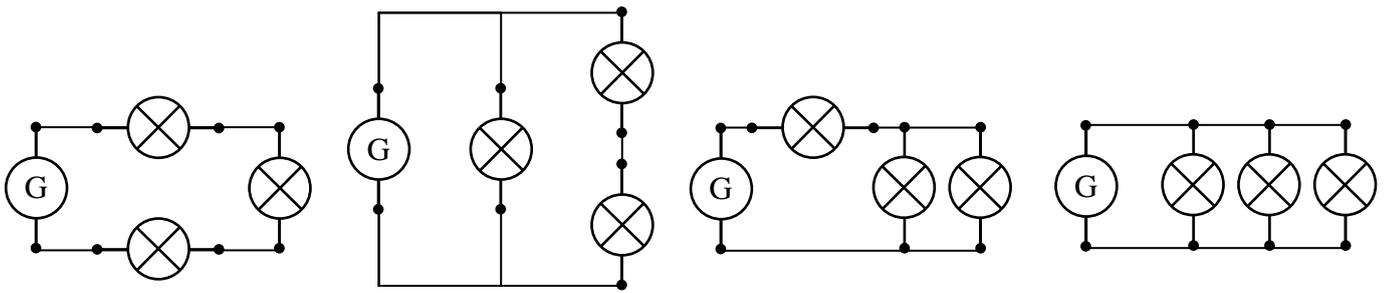
Exercice 34

Il s'agit dans cet exercice d'un circuit à deux lampes montées en dérivation dans deux boucles de courant distinctes. Dans un tel circuit, les branches en dérivation sont indépendantes. Il peut y avoir du courant dans l'une mais pas dans l'autre.

- En dévissant la lampe L_1 , la lampe L_2 continue à briller** car on a ouvert l'une des branches en dérivation et par conséquent interrompu dans cette branche la circulation des particules électriques (c'est-à-dire le courant électrique). L'autre branche reste fermée et les particules électriques continuent à circuler dans la boucle de courant contenant L_2 .
- En dévissant la lampe L_2 , la lampe L_1 continue à briller** car on a ouvert l'une des branches en dérivation et par conséquent interrompu dans cette branche la circulation des particules électriques (c'est-à-dire le courant électrique). L'autre branche reste fermée et les particules électriques continuent à circuler dans la boucle de courant contenant L_1 .

Remarque : la « brillance » d'une lampe n'est pas modifiée lorsqu'on dévise l'autre lampe. Cette observation peut être l'amorce d'une discussion avec les élèves.

Exercice 35



1
une boucle

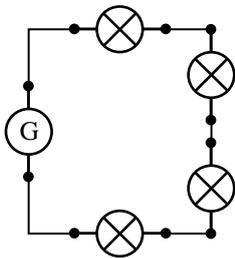
2
deux boucles

3
deux boucles

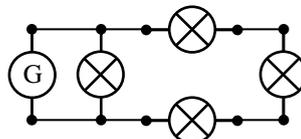
4
trois boucles

Il existe d'autres schémas équivalents. Il peut être utile de les faire identifier par les élèves.

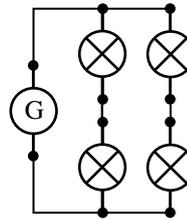
Exercice 36



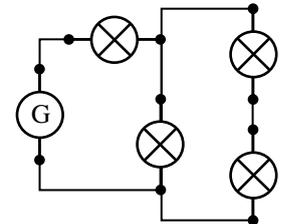
1
une boucle



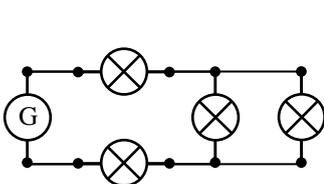
2
deux boucles



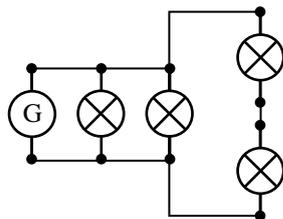
3
deux boucles



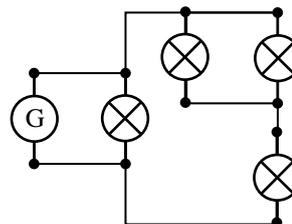
4
deux boucles



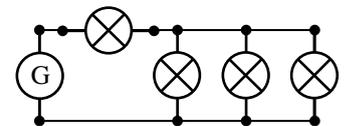
5
deux boucles



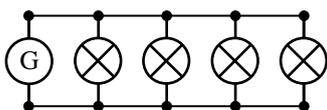
6
trois boucles



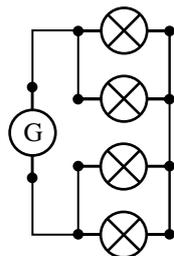
7
trois boucles



8
trois boucles



9
quatre boucles

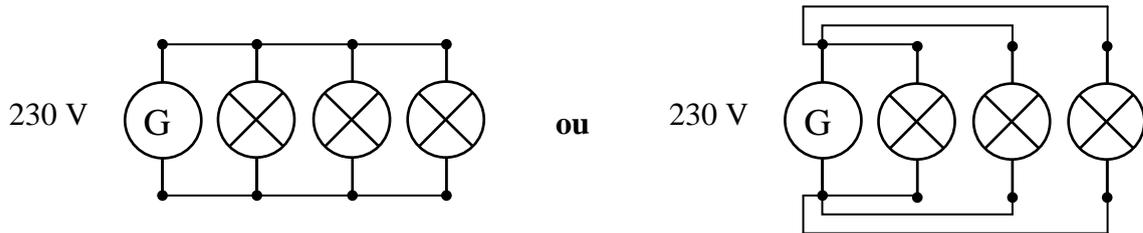


10
quatre boucles

Il existe d'autres schémas équivalents. Il peut être utile de les faire identifier par les élèves.

Exercice 37

- a) La « tension nominale » d'un composant électrique est la ddp qu'il faut appliquer aux bornes du composant pour qu'il fonctionne « normalement ». Elle est souvent notée sur le composant électrique.
- b) Voici deux schémas (équivalents) respectant la consigne de l'exercice.



- c) Il s'agit du montage en dérivation ou en parallèle.
- d) On utilise ce type de montage de sorte que chaque lampe soit soumise à une ddp (tension) de 230 V.

Exercice 38

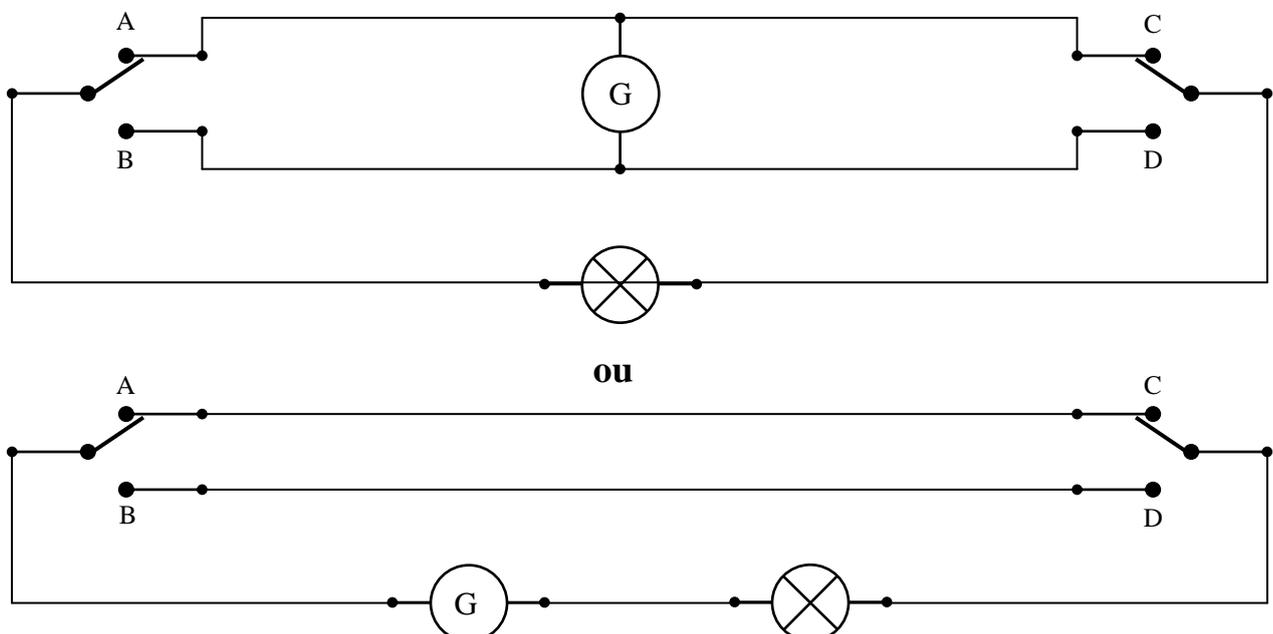
Correction à faire en classe avec l'enseignant(e). Toutes les lampes sont montées en dérivation (parallèle) sur le secteur, mais le nombre de lampes ainsi que le nombre et les positions des interrupteurs varient d'une salle à l'autre. Différentes combinaisons sont donc possibles.

Exercice 39

- a) Lorsque le commutateur est sur la borne **C** (comme sur le schéma), le courant électrique circule dans la boucle formée du générateur, de L_1 et de L_2 . Les deux lampes brillent. Lorsque le commutateur est sur la borne **B**, le courant électrique circule dans la boucle formée du générateur et de L_1 qui brille seule. Il n'y a pas de courant électrique dans la branche où se trouve L_2 et elle est éteinte.
- b) Lors de la vérification expérimentale, on peut observer que la brillance de L_1 est plus petite lorsque le commutateur est sur **C**. Cette observation peut être la source d'une discussion avec les élèves.

Exercice 40

- a) Voici deux schémas de circuits qui respectent chacun les deux conditions de l'exercice.

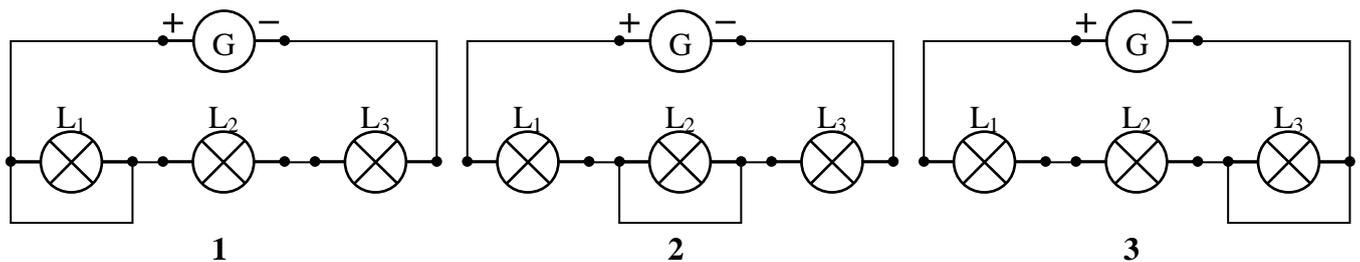


Exercice 41

Lampes		Interrupteurs		
L ₁	L ₂	A	B	C
allumée	allumée	<i>fermé</i>	<i>fermé</i>	<i>fermé</i>
éteinte	allumée	<i>fermé</i>	<i>ouvert</i>	<i>fermé</i>
allumée	éteinte	<i>fermé</i>	<i>fermé</i>	<i>ouvert</i>
éteinte	éteinte	<i>ouvert</i>	<i>fermé ou ouvert</i>	<i>fermé ou ouvert</i>
		<i>fermé</i>	<i>ouvert</i>	<i>ouvert</i>

Exercice 42

a)



1. A l'aide du fil, on court-circuite la lampe L₁ (situation 1). Si L₂ et L₃ brillent, c'est le filament de L₁ qui a « grillé ».
 2. A l'aide du fil, on court-circuite la lampe L₂ (situation 2). Si L₁ et L₃ brillent, c'est le filament de L₂ qui a « grillé ».
 3. A l'aide du fil, on court-circuite la lampe L₃ (situation 3). Si L₁ et L₂ brillent, c'est le filament de L₃ qui a « grillé ».
 4. Si, après avoir testé les situations 1, 2 et 3, les lampes sont toujours éteintes, c'est que l'hypothèse est fautive et qu'on doit chercher une autre raison à la panne.
- b) Lorsqu'on court-circuite une lampe dans ce circuit en série, la ddp (tension) aux bornes des autres lampes et l'intensité dans la boucle augmentent. Les lampes non court-circuitées reçoivent alors l'énergie électrique avec une puissance ($P = U \cdot I$) qui peut dépasser leur puissance normale de fonctionnement de beaucoup donc les faire briller plus que normalement voire faire « griller » leurs filaments.
- Explication.
Les deux lampes restantes se partagent la ddp (tension) U_g du générateur et leurs ddp augmentent. D'autre part, l'intensité du courant électrique dans le circuit (donc dans chaque lampe) augmente puisque la résistance du circuit avec deux lampes est plus petite que celle avec trois lampes.

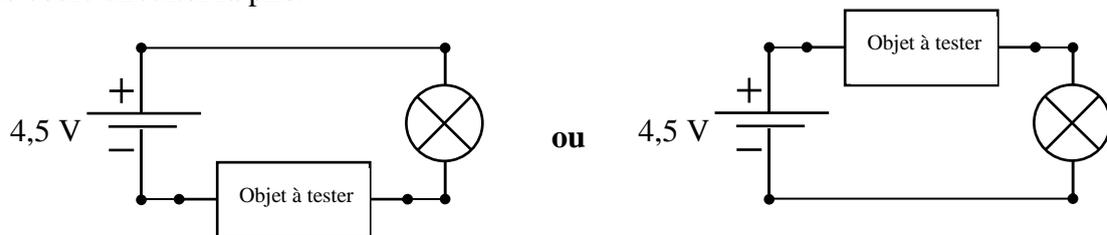
Remarque : si on court-circuite deux lampes à la fois, ce phénomène de brillance est accentué pour la lampe non court-circuitée.
Le fil électrique peut aussi causer un court-circuit du générateur ce qui est interdit. Par exemple si on branche le fil du pôle positif du générateur à la borne de droite de L₃.

Corrigés des exercices relatifs à l'objectif 3

Caractériser un circuit à l'aide d'un modèle circulaire par l'intensité et le sens du courant en chaque point, d'une part; par la résistance électrique de ses récepteurs et la différence de potentiel à leurs bornes, d'autre part.

Exercice 43

- a) Lorsque l'objet à tester est isolant, la circulation des particules électriques (donc le courant électrique) est bloquée dans la branche de la boucle dans laquelle se trouve l'objet à tester. La totalité du courant électrique passe par la lampe témoin et la lampe brille.
Lorsque l'objet à tester est conducteur, la circulation des particules électriques (donc le courant électrique) se répartit, dans une proportion qui dépend de la résistance de l'objet, entre la lampe témoin et l'objet à tester : $I_g = I_L + I_0$.
Plus la résistance R_0 de l'objet à tester est petite, plus I_0 est grand et I_L est petit. En conséquence : l'intensité à travers la lampe I_L diminue et la lampe brille moins ou même ne brille plus si I_L devient trop petit.
Lorsque l'objet à tester est conducteur, la lampe brille moins que normalement ou ne brille pas.
- b) L'inconvénient de ce montage est que si l'objet à tester est très bon conducteur, il peut être assimilé à un fil électrique. On se retrouve dans la situation où le générateur (ici une pile de 4,5 V) est court-circuité lorsque l'interrupteur est fermé ce qui est interdit. La lampe étant aussi court-circuitée, elle ne brille pas.
- c) Voici ci-dessous le schéma d'un montage (avec le même matériel) qui ne présente pas le risque de court-circuiter la pile.



Il existe d'autres schémas équivalents. Il peut être utile de les faire identifier par les élèves.

Exercice 44

Déductions des observations :

- Dans le 1^{er} circuit les objets sont montés en série avec la lampe. Par conséquent : $I_g = I_L = I_{obj1} = I_{obj2}$. Comme la lampe témoin ne brille pas, on en déduit que l'intensité du courant dans la lampe et dans chacun des objets est très faible. Au moins l'un des objets a une forte résistance électrique. Cet objet est donc isolant ou mauvais conducteur d'électricité.
- Dans le 2^e circuit les objets sont montés en dérivation dans la boucle de la lampe. Par conséquent : $I_g = I_L = I_{obj1} + I_{obj2}$. Comme la lampe témoin brille, on en déduit que l'intensité du courant dans la lampe et dans au moins un des objets est mesurable. Au moins l'un des objets a une résistance électrique assez faible pour permettre le passage d'un courant mesurable. Cet objet est donc conducteur d'électricité.

On en conclut que l'un des objets est conducteur d'électricité et que l'autre est isolant, mais sans pouvoir décider lequel est isolant et lequel est conducteur. Pour ceci, il faudrait tester l'un des objets séparément.

Exercice 45

- a) L'unité de différence de potentiel est **le volt**. Son abréviation est **V**.
- b) On mesure la différence de potentiel aux bornes d'un récepteur ou d'un générateur avec **un voltmètre**.
- c) La différence de potentiel s'appelle également **la tension électrique**.
- d) L'appareil de mesure de la différence de potentiel est monté **en dérivation** (ou en **parallèle**) avec le récepteur ou le générateur qui fait l'objet de la mesure.
- e) L'unité d'intensité du courant électrique est **l'ampère**. Son abréviation est **A**.
- f) On mesure l'intensité du courant électrique à travers un récepteur ou un générateur avec **un ampèremètre**.
- g) L'appareil de mesure de l'intensité du courant électrique est monté en **série** avec le récepteur ou le générateur qui fait l'objet de la mesure.
- h) Voici le symbole de l'appareil de mesure de la différence de potentiel : 
- i) Voici le symbole de l'appareil de mesure de l'intensité du courant électrique : 

Exercice 46

$$U_g = U_2 + U_3 ; U_g = 3 \text{ V} + 5 \text{ V} = \mathbf{8 \text{ V}}$$

$$U_1 = U_g ; U_1 = \mathbf{8 \text{ V}}$$

$$I_{2,3} = I_2 = I_3 ; I_{2,3} = I_g - I_1 \text{ (car } I_g = I_1 + I_{2,3}) ; I_{2,3} = 0,55 \text{ A} - 0,35 \text{ A} = \mathbf{0,2 \text{ A}}$$

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 ; P_1 = 8 \text{ V} \cdot 0,35 \text{ A} = \mathbf{2,8 \text{ W}}$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 ; P_2 = 3 \text{ V} \cdot 0,2 \text{ A} = \mathbf{0,6 \text{ W}}$$

$$P_3 = U_3 \cdot I_3 ; P_3 = 5 \text{ V} \cdot 0,2 \text{ A} = \mathbf{1 \text{ W}}$$

$$P_g = U_g \cdot I_g ; P_g = 8 \text{ V} \cdot 0,55 \text{ A} = \mathbf{4,4 \text{ W}} \text{ ou } P_g = P_1 + P_2 + P_3 ; P_g = 2,8 \text{ W} + 0,6 \text{ W} + 1 \text{ W} = \mathbf{4,4 \text{ W}}$$

	I	U	P
L_1	0,35 A	8 V	2,8 W
L_2	0,2 A	3 V	0,6 W
L_3	0,2 A	5 V	1 W
G	0,55 A	8 V	4,4 W

Exercice 47

$$I_1 = I_g ; I_1 = \mathbf{0,3 \text{ A}}$$

$$I_2 = I_g - I_3 \text{ (car } I_g = I_2 + I_3) ; I_2 = 0,3 \text{ A} - 0,12 \text{ A} = \mathbf{0,18 \text{ A}}$$

$$U_2 = U_3 = U_{2,3} ; U_2 = \mathbf{3,5 \text{ V}}$$

$$U_g = U_1 + U_{2,3} ; U_g = 6,5 \text{ V} + 3,5 \text{ V} = \mathbf{10 \text{ V}}$$

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 ; P_1 = 6,5 \text{ V} \cdot 0,3 \text{ A} = \mathbf{1,95 \text{ W}}$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 ; P_2 = 3,5 \text{ V} \cdot 0,18 \text{ A} = \mathbf{0,63 \text{ W}}$$

$$P_3 = U_3 \cdot I_3 ; P_3 = 3,5 \text{ V} \cdot 0,12 \text{ A} = \mathbf{0,42 \text{ W}}$$

$$P_g = U_g \cdot I_g ; P_g = 10 \text{ V} \cdot 0,3 \text{ A} = \mathbf{3 \text{ W}} \text{ ou } P_g = P_1 + P_2 + P_3 ; P_g = 1,95 \text{ W} + 0,63 \text{ W} + 0,42 \text{ W} = \mathbf{3 \text{ W}}$$

Exercice 48

- a) L'intensité I_1 du courant qui traverse L_1 dépend de la tension aux bornes du générateur et des caractéristiques des lampes utilisées.
- b) On peut prévoir que : $I_2 = I_3 = I_1 \cdot 2$.
Explication.
Le courant électrique d'intensité I_1 qui traverse L_1 se répartit entre la branche du circuit formée de L_2 et celle formée de L_3 . Comme L_2 et L_3 sont identiques, elles seront chacune traversée par la moitié du courant électrique traversant L_1 . C'est pourquoi l'intensité du courant est la moitié de I_1 .
- c) Les prévisions sont vérifiées. Les résultats dépendent de la tension aux bornes du générateur et des caractéristiques des lampes utilisées.
- d) La tension U_1 aux bornes de la lampe L_1 dépend de la tension U_g aux bornes du générateur et des caractéristiques des lampes utilisées.
- e) On peut prévoir que : $U_2 = U_3 = U_g - U_1$.
Explication.
Si l'on considère du point de vue des ddp la boucle contenant le générateur, L_1 et L_2 puis la boucle contenant le générateur, L_1 et L_3 , on peut écrire : $U_g = U_1 + U_2 = U_1 + U_3$. Ce qui implique $U_2 = U_3 = U_g - U_1$ conformément à la prévision.
- f) Les prévisions sont vérifiées. Les résultats dépendent de la tension aux bornes du générateur et des caractéristiques des lampes utilisées.

Corrigés des exercices relatifs à l'objectif 4

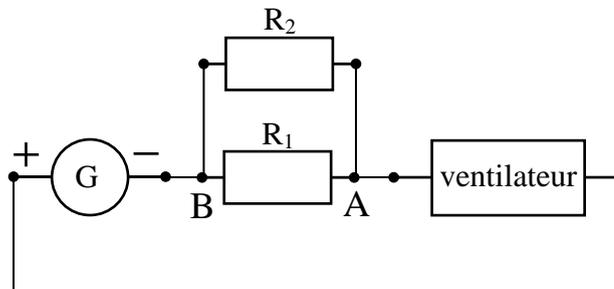
Utiliser un modèle analogique pour prévoir le changement de fonctionnement d'un circuit lors d'une modification de celui-ci.

Exercice 49

- a) La brillance de L_2 **augmente** lorsqu'on court-circuite L_1 à l'aide d'un fil.
 Dans la situation du schéma **1**, avant l'introduction du fil, $U_2 = U_g - U_1$ (car $U_g = U_1 + U_2$).
 L'introduction du fil de court-circuit (situation du schéma **2**) fait chuter la ddp aux bornes de la lampe L_1 ($U'_1 \cong 0$ V). Ce fil a en effet une résistance négligeable.
 La ddp (tension) aux bornes de la lampe L_2 augmente : $U'_2 = U_g = U_1 + U_2 > U_2$. Si la ddp à ses bornes augmente, l'intensité du courant qui la traverse augmente également : $I'_2 > I_2$. On en conclut que la puissance $P = U \cdot I$ à laquelle la lampe L_2 transforme l'énergie électrique en énergie de rayonnement et thermique (chaleur) augmente :
 $U'_2 \cdot I'_2 > U_2 \cdot I_2$ ($P'_2 > P_2$). La brillance de la lampe L_2 augmente donc.
- b) La prévision est vérifiée.
- c) On peut mesurer U_2 , I_2 , U'_2 et I'_2 et vérifier que $U'_2 > U_2$ et $I'_2 > I_2$.

Exercice 50

Pour augmenter la vitesse du ventilateur, il faut placer le second résistor R_2 (identique à R_1) en dérivation (parallèle) avec R_1 comme sur le schéma du circuit ci-dessous :



Explication.

Pour augmenter la vitesse du ventilateur, il faut augmenter la puissance électrique P_v avec laquelle le ventilateur reçoit l'énergie électrique.

Puisque $P_v = U_v \cdot I_v$, on peut, pour augmenter cette puissance, soit augmenter U_v , soit augmenter I_v soit augmenter les deux.

En plaçant un second résistor R_2 en dérivation (parallèle) avec le résistor R_1 , la résistance entre les bornes A et B du circuit diminue³. En conséquence la résistance du circuit diminue, et I_g augmente. I_v augmente aussi (car $I_g = I_v$).

Une autre conséquence du fait que la résistance entre les bornes A et B du circuit diminue est que U_{AB} diminue aussi donc U_v augmente (car $U_g = U_v + U_{AB}$ et U_g reste la même).

P_v augmente donc et le ventilateur tourne plus vite.

³ L'enseignant(e) peut faire une vérification expérimentale avec un ohmmètre pour étayer cette affirmation.

Exercice 51

Initialement, $U_g = U_{R1} + U_{\text{ventilateur}}$ et $I_g = I_{R1} = I_{\text{ventilateur}}$

1^{ère} situation : **le ventilateur tourne moins vite qu'avant.**

Explication.

Le résistor R_2 a été branché en série avec le résistor R_1 et le ventilateur.

La ddp U_g aux bornes du générateur (inchangée par rapport à la situation d'origine) se répartit maintenant entre les trois récepteurs : $U_g = U'_{R1} + U'_{\text{ventilateur}} + U'_{R2}$

La ddp a donc diminué aux bornes du ventilateur (et aussi aux bornes du résistor R_1) :

$$U'_{\text{ventilateur}} < U_{\text{ventilateur}}$$

Par ailleurs, la résistance totale du circuit a augmenté, et l'intensité du courant qui traverse chaque récepteur, en particulier le ventilateur, a par conséquent diminué : $I'_{\text{ventilateur}} < I_{\text{ventilateur}}$.

La puissance électrique $P = U \cdot I$ avec laquelle le ventilateur reçoit l'énergie électrique a donc diminué : $U'_{\text{ventilateur}} \cdot I'_{\text{ventilateur}} < U_{\text{ventilateur}} \cdot I_{\text{ventilateur}}$.

Celui-ci tourne par conséquent moins vite qu'avant.

2^{ème} situation : **le ventilateur tourne à la même vitesse qu'avant.**

Explication.

Le résistor R_2 a été branché en dérivation sur le générateur. Une deuxième boucle de courant est créée. Ceci ne modifie ni l'intensité du courant ni les ddp dans la branche de R_1 et du ventilateur.

On a toujours pour cette branche : $U_g = U_{R1} + U_{\text{ventilateur}}$ et $I_g = I_{R1} = I_{\text{ventilateur}}$

Le ventilateur continue à tourner à la même vitesse.

Remarque : le générateur alimente maintenant deux boucles et l'intensité du courant qui le traverse a augmenté : $I'_g = I_g + I_{R2}$. Il transfère l'énergie électrique avec plus de puissance au circuit : $U_g \cdot I'_g > U_g \cdot I_g$.

3^{ème} situation : **le ventilateur tourne moins vite qu'avant.**

Explication.

Le résistor R_2 a été branché en dérivation avec le ventilateur.

Si le résistor R_2 a une résistance négligeable, il met le ventilateur en court-circuit, et la ddp aux bornes du ventilateur devient presque nulle. Le ventilateur cesse donc de tourner.

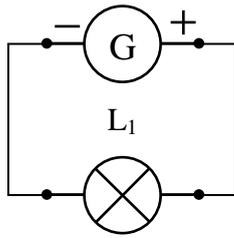
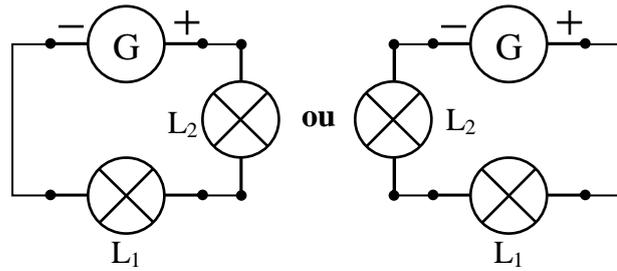
Si le résistor R_2 a une résistance très élevée, il se comporte comme un isolant et la ddp aux bornes du ventilateur ne change pas. Le ventilateur continue à tourner à la même vitesse.

Dans la situation où le résistor R_2 a une résistance **intermédiaire (par exemple la même résistance que le résistor R_1)**, la ddp aux bornes du ventilateur diminue et le ventilateur tourne moins vite.

Remarque : le ventilateur et le résistor R_2 en dérivation ont une résistance équivalente plus faible que le ventilateur seul. La résistance du circuit modifié est donc plus faible que celle du circuit initial. L'intensité du courant qui traverse le générateur et le résistor R_1 est donc plus grande dans le circuit modifié que dans le circuit initial, et par conséquent la ddp U_1 aux bornes du résistor R_1 augmente aussi. On en déduit que la ddp aux bornes du ventilateur a baissé et que celui-ci tourne moins vite ($U_g = U_1 + U_{\text{ventilateur}}$, et si U_1 augmente, $U_{\text{ventilateur}}$ diminue car U_g ne change pas).

Exercice 52

a)

Schéma du circuit avec L_1 seule.Schéma du circuit modifié avec L_1 et L_2 .

b) Dans le circuit modifié, la ddp (tension) aux bornes du générateur est **la même** que dans le circuit avec L_1 seule.

Explication.

La ddp (tension) aux bornes du générateur U_g est constante et ne varie pas quel que soit le circuit auquel il est branché⁴.

c) Dans le circuit modifié, la ddp (tension) aux bornes de la lampe L_1 est **plus petite** que dans le circuit avec L_1 seule.

Explication.

Dans le circuit avec L_1 seule, $U_1 = U_g$.

Dans le circuit modifié, la ddp (tension) du générateur U_g étant constante, les deux lampes L_1 et L_2 doivent se répartir cette ddp (tension) puisqu'elles sont dans la même boucle : $U_g = U'_1 + U'_2$.

Donc $U'_1 = U_g - U'_2$. En substituant U_1 à U_g on a $U'_1 = U_1 - U'_2 < U_1$. Ceci montre que la lampe L_1 a une ddp (tension) U'_1 plus petite lorsqu'elle est dans la boucle avec L_2 .

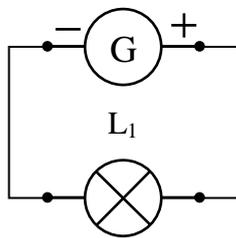
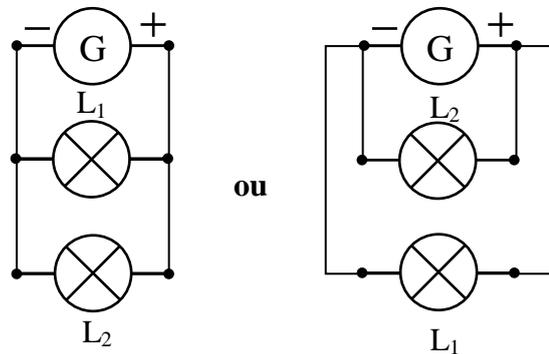
d) La résistance du circuit modifié est **plus grande** que la résistance du circuit avec L_1 seule.

Explication.

Les deux lampes L_1 et L_2 ayant chacune leur résistance électrique (R_1 et R_2), la résistance électrique de la boucle (R) avec deux lampes est plus grande que celle de la boucle avec une seule lampe ($R = R_1 + R_2 > R_1$).

Exercice 53

a)

Schéma du circuit avec L_1 seule.Schéma du circuit modifié avec L_1 et L_2 .

⁴ On ne tient pas compte ici de la résistance interne du générateur. On suppose que le générateur est à "ddp constante".

b) Dans le circuit modifié, la ddp (tension) aux bornes du générateur est **la même** que dans le circuit avec L_1 seule.

Explication.

La ddp (tension) aux bornes du générateur U_g est constante et ne varie pas quel que soit le circuit auquel il est branché⁸.

c) Dans le circuit modifié, la ddp (tension) aux bornes de la lampe L_1 est **la même** que dans le circuit avec L_1 seule.

Explication.

Dans le circuit avec L_1 seule, $U_1 = U_g$.

Dans le circuit modifié, la ddp (tension) aux bornes de deux lampes branchées en dérivation (parallèle) est la même : $U'_1 = U'_2 = U_g$. En substituant U_1 à U_g on montre que la lampe L_1 a une ddp (tension) U_1 égale à U'_1 : $U'_1 = U'_2 = U_1$.

d) La résistance du circuit modifié est **plus petite** que la résistance du circuit avec L_1 seule.

Explication.

Dans le circuit avec L_1 seule, $I_g = I_1$.

Dans le circuit modifié avec L_1 et L_2 en dérivation (parallèle), $I'_g = I'_1 + I'_2$.

Puisque la lampe L_1 est la même dans les deux circuits et que U_g est la même, $I'_1 = I_1$.

En substituant I_1 à I'_1 , on obtient $I'_g = I_1 + I'_2 > I_1$ donc $I'_g > I_g$.

A ddp (tension) du générateur égale, plus l'intensité du courant électrique dans un circuit est grande, plus la résistance électrique du circuit est petite.

En conséquence, la résistance R du circuit modifié est plus petite que la résistance R_1 du circuit avec L_1 seule ($R < R_1$).

Cette discussion peut-être complétée (ou précédée) par la vérification expérimentale suivante : après avoir débranché le générateur, mesurer avec un ohmmètre les résistances « à froid » R_1 et R_2 des deux lampes et les faire noter. Brancher les deux lampes en dérivation (parallèle) puis mesurer avec l'ohmmètre la résistance « à froid » R du montage en dérivation. Montrer que $R < R_1$ et $R < R_2$ ⁵.

Exercice 54

La réponse est NON.

Explication.

Pour que l'intensité du courant à travers la lampe L_1 augmente, il faudrait que la ddp (tension) U_1 à ses bornes augmente. Mais la ddp (tension) à ses bornes est déjà égale à la ddp (tension) aux bornes du générateur qui est constante et ne varie pas quel que soit le circuit auquel il est branché.

- En plaçant une lampe L_2 en série avec L_1 , la ddp (tension) aux bornes de L_1 baisserait puisque la lampe L_2 prendrait une partie de la ddp (tension) aux bornes du générateur et $U_1 = U_g - U_2$.
- En plaçant une lampe L_2 en dérivation avec L_1 , la ddp (tension) aux bornes de L_1 ne changerait pas.
($U_1 = U_g = U_2$).

⁵ Evidemment, les résistances des lampes « à froid » et « à chaud » ne sont pas les mêmes !!! Ceci est une autre histoire.

Corrigés des exercices relatifs à l'objectif 5

Utiliser le principe de conservation de l'énergie (appliqué à la puissance des transferts électriques d'énergie d'un système électrique) pour déterminer la valeur d'une grandeur caractéristique d'un circuit

Exercice 55

a) L'intensité du courant électrique à travers le générateur est **la même** qu'à travers R_1 .

Dans un circuit en série l'intensité du courant est la même en tout point de l'unique boucle de courant, et le générateur en fait partie. ($I_g = I_1$).

b) L'intensité du courant électrique à travers R_2 est **la même** qu'à travers R_1 .

Dans un circuit en série l'intensité du courant est la même en tout point de l'unique boucle de courant, et en particulier à travers chaque récepteur. ($I_2 = I_1$).

c) La ddp (tension) aux bornes de R_2 est **plus petite** qu'aux bornes de R_1 .

Le résistor R_2 est plus froid que le résistor R_1 car il transforme moins d'énergie électrique par seconde en énergie thermique (chaleur) que R_1 . Ceci signifie que R_2 reçoit l'énergie électrique avec une puissance plus petite que R_1 . Donc $P_2 < P_1$ qui peut aussi s'écrire $U_2 \cdot I_2 < U_1 \cdot I_1$.

Dans un circuit en série, l'intensité du courant est la même dans toute la boucle, donc $I_2 = I_1$. Par conséquent $U_2 < U_1$.

d) La ddp (tension) aux bornes du générateur est **plus grande** qu'aux bornes de R_1 .

Dans un circuit en série, la ddp (tension) aux bornes du générateur est la somme des ddp (tensions) aux bornes des récepteurs. Elle est par conséquent plus grande que la ddp (tension) aux bornes du seul récepteur R_1 ($U_{g\acute{e}n} = U_1 + U_2 > U_1$).

Exercice 56

a) La ddp (tension) aux bornes du générateur est **la même** qu'aux bornes de R_1 .

Le résistor R_1 est branché directement sur le générateur (boucle à un seul récepteur). La ddp (tension) à ses bornes est donc égale à la ddp (tension) aux bornes du générateur ($U_g = U_1$).

b) La ddp (tension) aux bornes de R_2 est **la même** qu'aux bornes de R_1 .

La ddp (tension) aux bornes de deux résistors branchés en dérivation (parallèle) est la même. ($U_2 = U_1$).

c) L'intensité du courant électrique à travers le générateur est **plus grande** qu'à travers R_1 .

L'intensité du courant électrique à travers le générateur est la somme des intensités des courants dans le résistor R_1 et dans le résistor R_2 . Elle est par conséquent plus grande que l'intensité du courant à travers le seul résistor R_1 ($I_{g\acute{e}n} = I_1 + I_2 > I_1$).

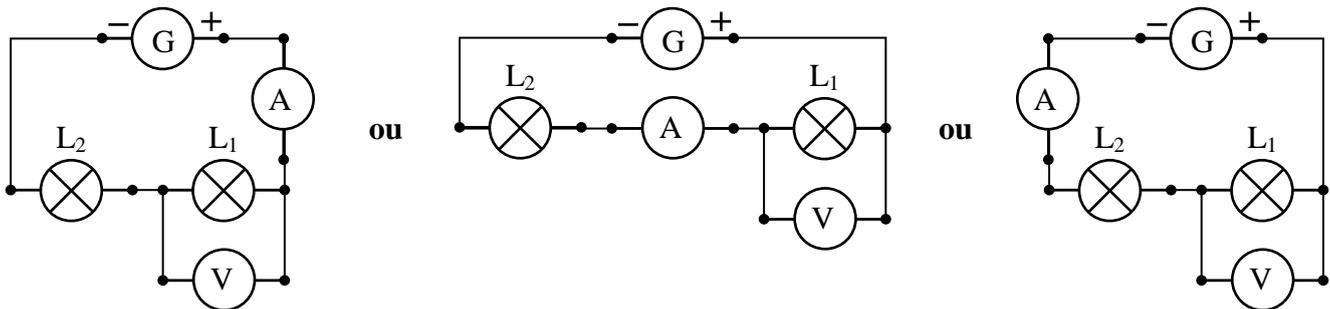
d) L'intensité du courant électrique à travers R_2 est **plus petite** qu'à travers R_1 .

Le résistor R_2 est plus froid que le résistor R_1 car il transforme moins d'énergie électrique par seconde en énergie thermique (chaleur) que R_1 . Ceci signifie que R_2 reçoit l'énergie électrique avec une puissance plus petite que R_1 : $P_2 < P_1$ qui peut aussi s'écrire $U_2 \cdot I_2 < U_1 \cdot I_1$.

Dans un circuit en dérivation (parallèle), la ddp (tension) aux bornes des récepteurs est la même, donc $U_2 = U_1$. Par conséquent $I_2 < I_1$.

Exercice 57

- a) Voici trois schémas de circuits qui permettent chacun de mesurer la ddp (tension) aux bornes de la lampe L_1 et l'intensité du courant à travers la lampe L_2 .

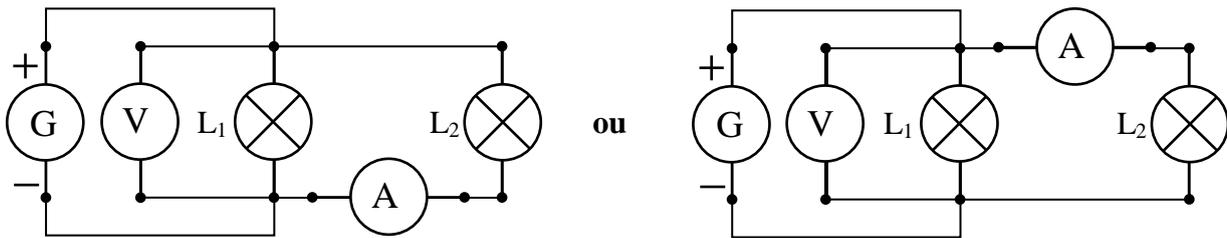


Il existe d'autres schémas équivalents. Il peut-être utile de les faire identifier par les élèves.

- b) Dans un circuit en série, l'intensité électrique est partout la même ($I_1 = I_2 = I_g$).
 $I_1 = 0,29 \text{ A}$.
 L'intensité électrique à travers L_1 est de $0,29 \text{ A}$.
- c) Dans un circuit en série, les récepteurs se répartissent la ddp (tension) du générateur
 $U_2 = U_g - U_1$ (car $U_g = U_1 + U_2$) ; $U_2 = 7,09 \text{ V} - 3,17 \text{ V} = 3,92 \text{ V}$.
 La ddp (tension) aux bornes de L_2 est de $3,92 \text{ V}$.
- d) La puissance électrique avec laquelle l'énergie électrique est reçue par un récepteur est calculée par la règle de calcul $P = U \cdot I$.
 $P_1 = 3,17 \text{ V} \cdot 0,29 \text{ A} \cong 0,92 \text{ W}$ et $P_2 = 3,92 \text{ V} \cdot 0,29 \text{ A} \cong 1,14 \text{ W}$.
 C'est L_2 qui reçoit l'énergie électrique à la plus grande puissance.
 On peut aussi répondre à cette question, en raisonnant de la manière suivante.
 Puisque l'intensité électrique est la même à travers L_1 et L_2 ($I_1 = I_2$), ce sont les ddp (tensions) électriques aux bornes des deux lampes (U_1 et U_2) qui permettent de répondre à la question car à intensité électrique égale, c'est le récepteur qui est soumis, à ses bornes, à la plus grande ddp (tension) qui reçoit l'énergie électrique avec la plus grande puissance électrique. Ici c'est le cas de L_2 .
- e) A intensité électrique égale, c'est la lampe aux bornes de laquelle la ddp (tension) est la plus grande qui a la plus grande résistance électrique. Ici $I_1 = I_2 = 0,29 \text{ A}$; $U_1 = 3,17 \text{ V}$ et $U_2 = 3,92 \text{ V}$.
 C'est la lampe L_2 qui a la plus grande résistance électrique.

Exercice 58

- a) Voici deux schémas de circuits qui permettent chacun de mesurer la ddp (tension) aux bornes de la lampe L_1 et l'intensité du courant à travers la lampe L_2 .



Il existe d'autres schémas équivalents. Il peut-être utile de les faire identifier par les élèves.

- b) Dans un circuit en dérivation (parallèle),

$$U_1 = U_2 = U_g = 3,17 \text{ V.}$$

$$I_1 = I_g - I_2 \text{ (car } I_g = I_1 + I_2 \text{)} ; I_1 = 0,85 \text{ A} - 0,29 \text{ A} = 0,56 \text{ A.}$$

La puissance électrique avec laquelle l'énergie électrique est reçue par un récepteur est calculée par la règle de calcul $P = U \cdot I$.

$$P_1 = 3,17 \text{ V} \cdot 0,56 \text{ A} \cong 1,76 \text{ W} \text{ et } P_2 = 3,17 \text{ V} \cdot 0,29 \text{ A} \cong 0,92 \text{ W}$$

C'est donc L_1 qui reçoit l'énergie électrique à la plus grande puissance.

- c) Dans un circuit en dérivation (parallèle), $U_1 = U_2 = U_g = 3,17 \text{ V}$

A ddp (tension) égale aux bornes des récepteurs, c'est celui qui est traversé par le courant électrique d'intensité la plus petite qui a la résistance électrique la plus grande.

$$\text{Ici } I_2 = 0,29 \text{ A} < I_1 = 0,56 \text{ A.}$$

C'est L_2 qui a la plus grande résistance électrique.

Exercice 59

- a) Dans la boucle du générateur et de L_1 : $U_1 = U_g = 12 \text{ V}$

- b) Dans la boucle du générateur, de L_2 et de L_3 :

$$U_2 = U_g - U_3 \text{ (car } U_g = U_2 + U_3 \text{)} ; U_2 = 12 \text{ V} - 4 \text{ V} = 8 \text{ V}$$

- c) L_2 et L_3 sont en série, par conséquent $I_3 = I_2 = 0,15 \text{ A}$

- d) Dans la boucle du générateur et de L_1 : $I_1 = 0,3 \text{ A}$.

$$\text{Dans la boucle du générateur, de } L_2 \text{ et de } L_3 : I_{2;3} = 0,15 \text{ A.}$$

L'intensité du courant à travers le générateur est la somme de ces intensités.

$$I_g = I_1 + I_{2;3} = 0,3 \text{ A} + 0,15 \text{ A} = 0,45 \text{ A}$$

- e) $P_1 = U_1 \cdot I_1$; $P_1 = 12 \text{ V} \cdot 0,3 \text{ A} = 3,6 \text{ W}$.

- f) $P_2 = U_2 \cdot I_2$; $P_2 = 8 \text{ V} \cdot 0,15 \text{ A} = 1,2 \text{ W}$.

- g) $P_3 = U_3 \cdot I_3$; $P_3 = 4 \text{ V} \cdot 0,15 \text{ A} = 0,6 \text{ W}$.

- h) $P_g = U_g \cdot I_g$; $P_g = 12 \text{ V} \cdot 0,45 \text{ A} = 5,4 \text{ W}$ ou $P_g = P_1 + P_2 + P_3$; $P_g = 3,6 \text{ W} + 1,2 \text{ W} + 0,6 \text{ W} = 5,4 \text{ W}$

- i) 1 heure = 3600 s (transformation d'unité).

$E_g = 5,4 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 19\,440 \text{ J}$ (car la puissance électrique est l'énergie reçue, transférée ou transformée par seconde).

Exercice 60

Les grandeurs cherchées sont en gras. La numérotation indique l'ordre dans lequel on peut trouver les grandeurs manquantes.

	Intensité électrique à travers ...	Ddp (tension) aux bornes de ...	Puissance du transfert d'énergie électrique reçue ou fournie par ...
Lampe 1	1) $I_1 = I_2 + I_3$ $I_1 = 0,8 \text{ A}$	2,5 V	5) $P_1 = U_1 \cdot I_1$ $P_1 = 2 \text{ W}$
Lampe 2	0,4 A	3) $U_2 = U_g - U_1$ $U_2 = 2 \text{ V}$	6) $P_2 = U_2 \cdot I_2$ $P_2 = 0,8 \text{ W}$
Lampe 3	0,4 A	4) $U_3 = U_2$ ou $U_3 = U_g - U_1$ $U_3 = 2 \text{ V}$	7) $P_3 = U_3 \cdot I_3$ $P_3 = 0,8 \text{ W}$
Générateur	2) $I_g = I_1$ ou $I_g = I_2 + I_3$ $I_g = 0,8 \text{ A}$	4,5 V	8) $P_g = P_1 + P_2 + P_3$ ou $P_g = U_g \cdot I_g$ $P_g = 3,6 \text{ W}$

Exercice 61

a) Les lampes de cet exercice ont toutes la même résistance car elles sont identiques.

1. **Les lampes L_1 et L_4 ont la même brillance.**

Explication.

Observons la branche du circuit formée de L_1 et L_4 :

$I_1 = I_4 = I_{1;4}$ (car L_1 et L_4 sont branchées en série)

$U_1 = U_4 = U_{1;4}$ (car L_1 et L_4 ont la même résistance électrique et sont traversées par un courant électrique de même intensité)

$P_1 = P_4 = U_{1;4} \cdot I_{1;4}$

L_1 et L_4 transforment l'énergie électrique en énergie de rayonnement et thermique (chaleur) à la même puissance, elles ont donc la même brillance.

2. **Les lampes L_2 et L_3 ont la même brillance.**

Explication.

Observons la branche du circuit formée de L_2 et celle formée de L_3 :

$U_2 = U_3 = U_{2;3}$ (car L_2 et L_3 sont branchées en dérivation)

$I_2 = I_3 = I_{2;3}$ (car L_2 et L_3 ont la même résistance électrique et la même ddp à leurs bornes)

$P_2 = P_3 = P_{2;3} = U_{2;3} \cdot I_{2;3}$

L_2 et L_3 transforment l'énergie électrique en énergie de rayonnement et thermique (chaleur) à la même puissance, elles ont donc la même brillance.

3. **Les lampes L_1 et L_4 brillent moins que les lampes L_2 et L_3 .**

Explication.

Observons la branche du circuit formée de L_1 et L_4 :

$U_{1;4} = U_g \div 2$ (car $U_g = U_{1;4} + U_{1;4} = 2U_{1;4}$)

Observons la branche du circuit formée de L_2 (ou celle formée de L_3) :

$U_{2;3} = U_g$.

En conséquence : $U_{1;4} < U_{2;3}$.

$I_{1;4} < I_{2;3}$ (car, à résistance électrique égale, plus la ddp aux bornes d'un composant électrique est petite plus l'intensité du courant électrique qui le traverse est petite.)

$P_{1;4} < P_{2;3}$ (car $P_{1;4} = U_{1;4} \cdot I_{1;4}$ et $P_{2;3} = U_{2;3} \cdot I_{2;3}$)

L_1 et L_4 transforment l'énergie électrique en énergie de rayonnement et thermique (chaleur) à une puissance plus petite que celle de L_2 ou L_3 . L_1 et L_4 brillent donc moins que L_2 et L_3 .
Conclusion : le classement des lampes par ordre de luminosité croissant est **L_1 et L_4 ; L_2 et L_3** .

4. Le classement est vérifié.
5. On peut mesurer U_1, U_2, U_3, U_4 , ainsi que I_1, I_2, I_3, I_4 et vérifier que :
 $U_1 = U_4$ et $U_2 = U_3$ et $U_{1;4} < U_{2;3}$ et que $I_1 = I_4$ et $I_2 = I_3$ et $I_{1;4} < I_{2;3}$

Exercice 62

a) Les lampes de cet exercice ont toutes la même résistance car elles sont identiques.

1. **Les lampes L_2 et L_4 ont la même brillance.**

Explication. Observons la branche du circuit formée de L_2 et L_4 :

$$I_2 = I_4 = I_{2;4} \text{ (car } L_2 \text{ et } L_4 \text{ sont branchées en série)}$$

$U_2 = U_4 = U_{2;4}$ (car L_2 et L_4 ont la même résistance électrique et sont traversées par un courant électrique de même intensité)

$$P_2 = P_4 = P_{2;4} = U_{2;4} \cdot I_{2;4}$$

L_2 et L_4 transforment l'énergie électrique en énergie de rayonnement et thermique (chaleur) à la même puissance, elles ont donc la même brillance.

2. **Les lampes L_2 et L_4 brillent moins que L_3 .**

Explication. Observons la branche du circuit formée de L_2 et L_4 et celle formée de L_3 seule.

$U_3 = U_{2;4} + U_{2;4} = 2U_{2;4}$ (car ces deux branches étant en dérivation, L_2 et L_4 se répartissent la même ddp que L_3 .)

En conséquence : $U_{2;4} < U_3$

$I_{2;4} < I_3$ (car, à résistance électrique égale, plus la ddp aux bornes d'un composant électrique est petite plus l'intensité du courant électrique qui le traverse est petite.)

$$P_{2;4} < P_3 \text{ (car } P_{2;4} = U_{2;4} \cdot I_{2;4} \text{ et } P_3 = U_3 \cdot I_3)$$

L_2 et L_4 transforment l'énergie électrique en énergie de rayonnement et thermique (chaleur) à une puissance plus petite que celle de L_3 . L_2 et L_4 brillent donc moins que L_3 .

3. **La lampe L_3 brille moins que la lampe L_1 .**

Explication. Observons la branche formée de L_1, L_2 et L_4 et celle formée de L_1 et L_3 :

$I_3 < I_1$ (car $I_1 = I_{2;4} + I_3$, la branche formée de L_2 et L_4 et la branche formée de L_3 se répartissant le courant traversant L_1)

$U_3 < U_1$ (car, à résistance électrique égale, plus l'intensité du courant électrique à travers un composant électrique est petite plus la ddp à ses bornes est petite.)

$$P_3 < P_1 \text{ (car } P_3 = U_3 \cdot I_3 \text{ et } P_1 = U_1 \cdot I_1)$$

L_3 transfère l'énergie électrique en énergie de rayonnement et thermique (chaleur) à une puissance plus petite que celle de L_1 . L_3 brille donc moins que L_1 .

Conclusion : Le classement des lampes par ordre croissant de luminosité est donc : **L_2 et L_4 ; L_3 ; L_1** .

4. Le classement est vérifié.
5. On peut mesurer U_1, U_2, U_3, U_4 , ainsi que I_1, I_2, I_3, I_4 et vérifier que :
 $U_2 = U_4$ et $I_2 = I_4$ (L_2 et L_4 ont la même brillance).
 $U_2 + U_4 = U_3$, $U_{2;4} < U_3$ et $I_{2;4} < I_3$ (L_2 et L_4 brillent moins que L_3).
 $I_1 = I_{2;4} + I_3$; $I_3 < I_1$ et $U_3 < U_1$ (L_3 brille moins que L_1).

Exercice 63

$U_3 = U_2 = U_{2,3}$ (car les résistors R_2 et R_3 sont branchés en dérivation) ; $U_3 = 2 \text{ V}$

$U_1 = U_g - U_{2,3}$ (car $U_g = U_1 + U_{2,3}$) ; $U_1 = 6 \text{ V} - 2 \text{ V} = 4 \text{ V}$

$I_g = P_g \div U_g$ (car $P_g = U_g \cdot I_g$) ; $I_g = 12 \text{ W} \div 6 \text{ V} = 2 \text{ A}$

$I_1 = I_g$ (car le générateur et le résistor R_1 sont branchés en série) ; $I_1 = 2 \text{ A}$

$I_2 = I_g - I_3$ (car $I_g = I_2 + I_3$) ; $I_2 = 2 \text{ A} - 0,5 \text{ A} = 1,5 \text{ A}$

$P_1 = U_1 \cdot I_1$; $P_1 = 4 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 8 \text{ W}$

$P_2 = U_2 \cdot I_2$; $P_2 = 2 \text{ V} \cdot 1,5 \text{ A} = 3 \text{ W}$

$P_3 = U_3 \cdot I_3$; $P_3 = 2 \text{ V} \cdot 0,5 \text{ A} = 1 \text{ W}$

Vérification : $P_g = 12 \text{ W} = 8 \text{ W} + 3 \text{ W} + 1 \text{ W}$

Exercice 64

Dans la branche du circuit formée des résistors R_2 et R_3 en série on a :

$I_3 = I_2 = I_{2,3} = 2 \text{ A}$.

On en déduit que $I_1 = 4 \text{ A}$ car la résistance de la branche du résistor R_1 est deux fois plus petite que celle formée des résistors R_2 et R_3 (les résistors étant tous identiques et ces deux branches étant en dérivation). En conséquence, l'intensité dans la branche du résistor R_1 est deux fois plus grande que celle dans la branche des résistors R_2 et R_3 .

$I_g = I_1 + I_{2,3}$; $I_g = 4 \text{ A} + 2 \text{ A} = 6 \text{ A}$

$U_2 = U_3$ (car les résistors sont tous identiques) ; $U_2 = 1,5 \text{ V}$.

Les résistors R_2 et R_3 étant « en série » dans leur branche, la ddp $U_{2,3}$ aux bornes de la branche contenant R_2 et R_3 vaut :

$U_{2,3} = U_2 + U_3$; $U_{2,3} = 1,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} = 3 \text{ V}$.

On en déduit que $U_1 = U_{2,3} = 3 \text{ V}$ et que $U_g = U_1 = U_{2,3} = 3 \text{ V}$.

$P_g = U_g \cdot I_g$; $P_g = 3 \text{ V} \cdot 6 \text{ A} = 18 \text{ W}$

Exercice 65

Pour répondre à cet exercice, calculons la ddp (tension) d'utilisation de la lampe.

$U = P \div I$ (car $P = U \cdot I$) ; $U = 1,2 \text{ W} \div 0,3 \text{ A} \cong 4 \text{ V}$

Aucune pile proposée ne permet de faire briller « normalement » la lampe.

La pile proposée la plus « compatible » avec cette lampe est celle de 4,5 V mais la lampe brillera plus que « normalement »⁶.

Exercice 66

Les prises murales délivrent une ddp (tension) d'environ 230 V.

Pour répondre à cet exercice, on peut calculer les intensités à travers chacune des deux lampes de 75 W et de 100 W.

$I = P \div U$ (car $P = U \cdot I$) ;

$I_{75 \text{ W}} = 75 \text{ W} \div 230 \text{ V} \cong 0,326 \text{ A}$

$I_{100 \text{ W}} = 100 \text{ W} \div 230 \text{ V} \cong 0,434 \text{ A}$

C'est la lampe de 100 W qui est traversée par le courant ayant la plus grande intensité.

⁶ Lorsqu'une lampe fonctionne, sa « brillance » dépend de la puissance ($P = U \cdot I$) avec laquelle elle reçoit l'énergie électrique. Autrement dit sa « brillance » dépend de la ddp (tension) électrique U à ses bornes et de l'intensité I du courant électrique qui la traverse. Elle peut briller « normalement » ou briller plus que "normalement" ou briller moins que « normalement » ou même ne pas briller. Si la puissance à laquelle elle reçoit l'énergie électrique est trop grande, son filament « grille ». Le courant électrique est alors interrompu dans la boucle dans laquelle elle se trouve et elle est éteinte.

Exercice 67

- a) $I = P \div U$ (car $P = U \cdot I$) ; $I = 40 \text{ W} \div 12 \text{ V} \cong \mathbf{3,3 \text{ A}}$
- b) $U = P \div I$ (car $P = U \cdot I$) ; $U = 60 \text{ W} \div 0,26 \text{ A} \cong \mathbf{230 \text{ V}}$
- c) $P = 88 \text{ MW} = 88 \cdot 10^6 \text{ W}$; $U = 220 \text{ kV} = 220 \cdot 10^3 \text{ V}$ (changements d'unités)
 $I = P \div U$ (car $P = U \cdot I$) ; $I = 88 \cdot 10^6 \text{ W} \div 220 \cdot 10^3 \text{ V} = \mathbf{400 \text{ A}}$
- d) $P = 17,6 \text{ MW} = 17,6 \cdot 10^6 \text{ W}$ (changement d'unité)
 $U = P \div I$ (car $P = U \cdot I$) ; $U = 17,6 \cdot 10^6 \text{ W} \div 80 \text{ A} = \mathbf{220\,000 \text{ V} = 220 \text{ kV}}$
- e) $I = P \div U$ (car $P = U \cdot I$) ; $I = 2 \text{ W} \div 12 \text{ V} \cong \mathbf{0,17 \text{ A} \cong 170 \text{ mA}}$
- f) $I = 440 \text{ mA} = 0,44 \text{ A}$ (changement d'unité)
 $U = P \div I$ (car $P = U \cdot I$) ; $U = 100 \text{ W} \div 0,44 \text{ A} \cong \mathbf{230 \text{ V}}$
 Oui, on peut brancher cette lampe sur la prise de courant qui délivre une ddp d'environ 230 V.
- g) $U = 5 \text{ kV} = 5\,000 \text{ V}$ (changement d'unité)
 $P = U \cdot I$; $P = 5\,000 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} = \mathbf{50\,000 \text{ W} = 50 \text{ kW}}$

Exercice 68

Dans les exemples choisis, l'intensité du courant calculée (en ampères) est le quotient de la puissance nominale (en watts) et de la tension de fonctionnement (en volts) indiqués sur l'appareil. Les résultats sont donnés avec deux chiffres significatifs. Il s'agit de valeurs indicatives qui n'ont de sens qu'en régime permanent, lorsque la puissance nominale et la tension de fonctionnement indiquées sont respectées. La puissance de nombreux appareils est réglable (fer à repasser ou sèche-cheveux par exemple) ou varie en cours de fonctionnement (radio ou ordinateur par exemple), de sorte que parfois seule une puissance nominale maximum est indiquée, et parfois aucune.

Appareil électrique	Puissance nominale	Tension de fonctionnement	Intensité du courant électrique
Lampe à usage domestique	40 W	240 V	0,17 A
Lampe de poche	0,3 W	3,8 V	0,079 A
Fer à repasser	1600 W – 1900 W	220 V – 240 V	7,3 A – 7,9 A
Sèche-cheveux	1500 W	220 V – 240 V	6,3 A – 6,8 A
Téléphone portable	Non indiqué	3,6 V	Non calculable
Ordinateur	Non indiqué	Non indiqué	Non calculable
Poste de radio ou TV	70 W	220 V – 240 V	0,29 A – 0,32 A

Corrigés des exercices relatifs à l'objectif 6

Reconnaître les dangers de l'électricité.

Exercice 69

- a) **Il y a court-circuit d'un récepteur électrique lorsque ses deux bornes sont directement reliées par un (des) composant(s) de résistance(s) électrique(s) négligeable(s) (par exemple un fil électrique).**

Explication. Le composant court-circuité ne fonctionne pas « normalement » car l'intensité du courant qui le traverse est négligeable (la presque totalité du courant étant dérivée dans le court-circuit de résistance négligeable).

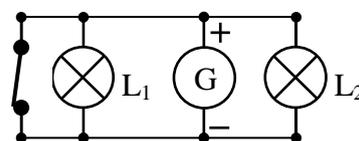
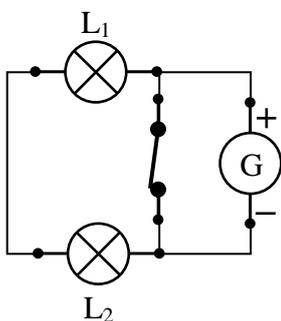
- b) **Il y a court-circuit d'un générateur électrique lorsque ses deux bornes sont directement reliées par un (des) composant(s) de résistance(s) électrique(s) négligeable(s) (par exemple un fil électrique).**

Explication. Le court-circuit ayant une résistance négligeable, le générateur court-circuité se trouve dans une boucle de courant dont l'intensité peut dépasser de beaucoup celle du fonctionnement « normal » du générateur. Si aucun dispositif de sécurité (fusible ou disjoncteur) n'intervient, le générateur est endommagé. C'est pour cela qu'il est interdit de court-circuiter un générateur.

c)

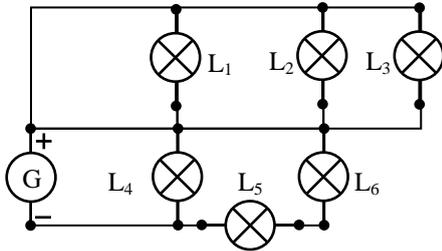
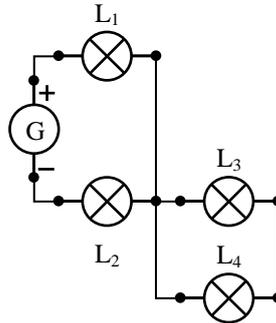
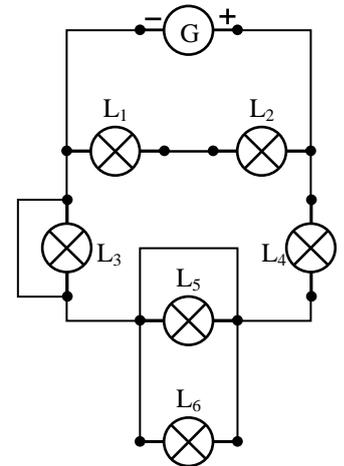
1 ^{ère} colonne	2 ^e colonne		3 ^e colonne		4 ^e colonne		
Circuit	Lampes qui brillent lorsque l'interrupteur est ouvert.		Lampes qui brillent lorsque l'interrupteur est fermé.		Composants électriques court-circuités lorsque l'interrupteur est fermé.		
1	L ₁	L ₂	L ₁	L ₂ ✓	L ₁ ✓	L ₂	Interrupteur
2	L ₁ ✓	L ₂ ✓	L ₁ ✓	L ₂ ✓	L ₁	L ₂	Interrupteur ✓
3	L ₁ ✓	L ₂	L ₁ ✓	L ₂	L ₁	L ₂ ✓	Interrupteur ✓
4	L ₁ ✓	L ₂ ✓	L ₁	L ₂	L ₁ ✓	L ₂ ✓	Interrupteur
5	L ₁ ✓	L ₂ ✓	L ₁	L ₂	L ₁ ✓	L ₂ ✓	Interrupteur
6	L ₁ ✓	L ₂ ✓	L ₁ ✓	L ₂	L ₁	L ₂ ✓	Interrupteur
7	L ₁	L ₂ ✓	L ₁ ✓	L ₂ ✓	L ₁	L ₂	Interrupteur

- d) Un interrupteur fermé ayant une résistance électrique négligeable, il y a court-circuit du générateur dans les circuits **4** et **5** lorsque l'interrupteur est fermé.



Exercice 70

Pour chacun des trois circuits schématisés ci-dessous, trouve quelle(s) lampe(s) ne brille(nt) pas. Explique à chaque fois ta réponse.

1^{er} circuit2^e circuit3^e circuit**Exercice 71**

La puissance maximale que l'installation électrique peut transférer à la perceuse sans que le fusible saute est de 1480 W ($P_{\max} = U \cdot I_{\max} = 230 \text{ V} \cdot 6 \text{ A}$).

La perceuse nécessitant une plus grande puissance que celle que peut fournir l'installation, le fusible va sauter et la perceuse ne fonctionnera pas.

Autre proposition.

L'intensité du courant qui traverse la perceuse lorsque elle fonctionne à sa puissance nominale est de 7,8 A ($I = P : U = 1800 \text{ W} : 230 \text{ V}$). Elle dépasse donc l'intensité maximale de 6 A tolérée par le fusible. Celui-ci va donc sauter.

Exercice 72

La puissance maximale nécessaire pour faire fonctionner simultanément tous les appareils est de 235 W ($3 \cdot 15 \text{ W} + 90 \text{ W} + 100 \text{ W}$). Avec une tension de 24 volts, l'intensité maximale du courant nécessaire est de 9.8 A ($I_{\max} = P_{\max} : U = 235 \text{ W} / 24 \text{ V}$). Il faut donc choisir un fusible de 10 A ou de 15 A. On ne pourra allumer une lampe supplémentaire que si on a choisi un fusible de 15 A car, dans ce cas, $P_{\max} = 235 \text{ W} + 15 \text{ W} = 250 \text{ W}$ et $I_{\max} = 250 \text{ W} / 24 \text{ V} = 10.4 \text{ A} > 10 \text{ A}$.

Exercice 73

- Jacques a probablement été électrisé, c'est-à-dire traversé par un courant électrique de faible intensité.
- L'intensité de ce courant électrique n'a probablement pas dépassé quelques mA (danger à partir de quelques mA). L'électrisation n'a duré qu'une fraction de seconde, raison pour laquelle il n'est pas mort. Toutefois, Jacques était en danger de mort, car la tension était très supérieure à la tension limite de 25 V (pour du courant alternatif). Le risque dépend de la durée du passage du courant, de la surface de la zone de contact, de la résistance du corps, de la trajectoire du courant, de l'état de la peau (sèche, humide, mouillée), de l'habillement et de la nature du sol.
- Jacques n'a pas été électrocuté, mais électrisé. L'électrocution désigne la mort par électrisation.

Exercice 74

- Vrai, car si l'on ne touche qu'un des câbles sans toucher le sol, un pylône (en contact avec le sol) ou un autre câble, il n'y aura aucune ddp entre les différentes parties de notre corps en contact avec le câble, et par conséquent aucun courant n'y circulera.
- Faux, car seule une des trois bornes (la phase) est sous une tension alternative de 230 V avec la terre, tandis que les deux autres (la terre et le neutre) sont au même potentiel que la terre. En mettant un doigt dans une prise, on a donc une chance sur trois d'entrer en contact avec la borne 230 V et de courir un risque mortel.
- Vrai, car si je me trouve assez proche de la ligne, je peux être traversé par le courant de l'arc électrique formé entre le câble et moi.
- Faux, les fusibles et disjoncteurs ordinaires protègent essentiellement l'installation contre les risques d'incendie, mais ne protègent pas les personnes contre les risques d'électrocution (tension de 230 V et courant maximum de 6 ou 10 A : il y a donc toujours danger de mort).
- Le risque est moindre, car si un véhicule est frappé par la foudre, le courant ne circule pas à l'intérieur du véhicule, mais à travers sa carrosse. On appelle « cage de Faraday » une telle structure métallique protectrice.

Exercice 75

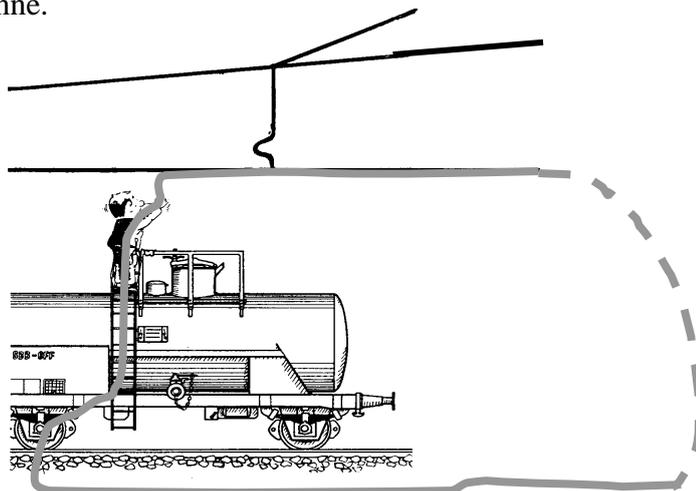
- La perceuse est protégée, sa poignée est isolante. Il n'y a en principe pas de danger lors du perçage.
- Le danger apparaît lorsque la personne visse le crochet métallique dans le trou et que celui-ci entre en contact avec un fil de phase (230 V). Si un contact s'établit alors entre la personne et le crochet (directement ou par l'intermédiaire d'un cadre métallique, par exemple), elle est en danger de mort.

Exercice 76

- La personne est en danger de mort lors du plantage du clou, car malgré le manche en bois et par conséquent isolant du marteau, elle doit tenir le clou et risque donc d'être électrocutée si le clou entre en contact avec un fil de phase (230 V).
- Si le clou est en contact avec un fil de phase et que la personne suspend au clou un objet métallique ou qu'elle touche le clou, elle se trouve en danger de mort, car le clou est au potentiel de 230 V et les pieds de la personne à 0 V (sol).

Exercice 77

- la tension du câble est 16'000 V. La situation est dangereuse, car un arc électrique peut traverser l'air entre le câble et la personne.
- Cheminement du courant :



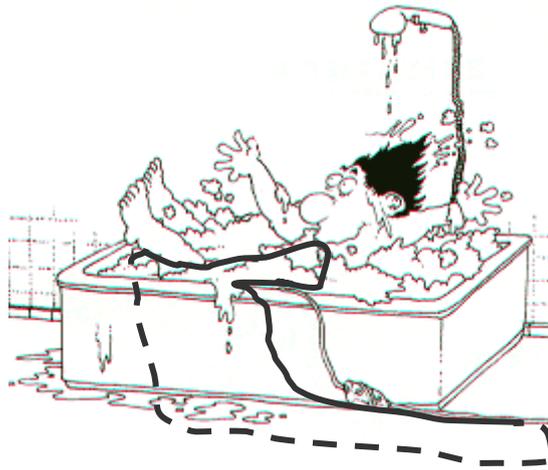
Exercice 78

Lorsqu'une personne est étendue par terre, sans connaissance, en raison d'un problème électrique. Il faut :

- se protéger en débranchant au tableau électrique les fusibles ou les disjoncteurs afin de couper le courant.
- secourir la personne.
- prévenir les secours (n° 144 ou 118).

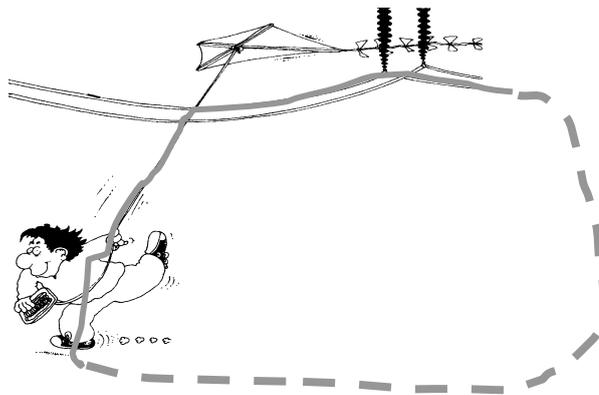
Exercice 79

- Cette situation est dangereuse, car le rasoir électrique est sous une tension de 230V. Comme l'eau du bain est un conducteur électrique, la personne est en danger de mort.
- Cette situation n'est pas dangereuse, car la tension à la sortie du chargeur est de quelques volts (moins de 25 V). La personne n'est donc pas en danger. L'appareil risque toutefois de ne plus fonctionner.
- Cheminement du courant :

**Exercice 80**

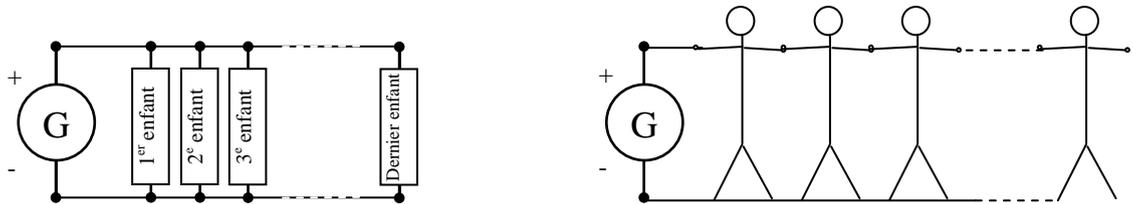
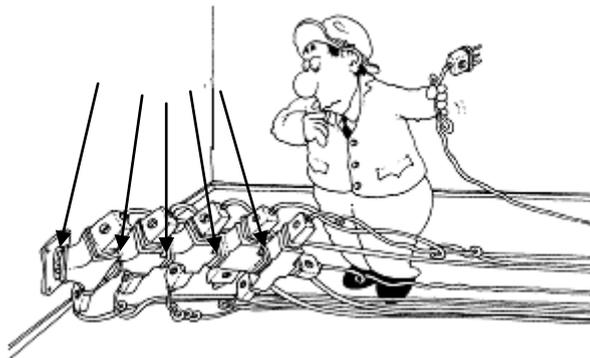
Cette situation est dangereuse si le fil entre en contact avec la ligne haute tension et qu'il est conducteur, ou s'il devient conducteur en raison d'une forte humidité (par temps orageux) ou lorsqu'il pleut.

Cheminement du courant :



Exercice 81

- La situation n'est pas dangereuse pour la vie, car l'intensité du courant de l'électrificateur est très faible et les impulsions électriques très brèves.
- Le premier enfant est électrisé. L'intensité du courant qui le traverse est en général suffisante pour qu'il ressente une secousse (quelques mA).
- Le dernier enfant est également électrisé. L'intensité du courant qui le traverse dépend du nombre d'enfant de la chaîne, si ceux-ci et lui-même portent des chaussures à semelles isolantes ou non, etc. Elle est toutefois plus faible que celle du courant qui traverse les autres enfants de la chaîne et peut même être si faible que l'enfant ne ressente aucune secousse.
- Schéma électrique de la situation :

**Exercice 82**

Oui, car il y a un espace entre les multiprises en raison de leur poids (cf flèches ci-dessus). Il y a donc danger si par exemple un objet conducteur se glisse entre les multiprises et que la personne entre en contact avec celui-ci.

Brancher beaucoup d'appareils n'est toutefois pas dangereux en soi ! Si le courant nécessaire au fonctionnement de tous les appareils dépasse le courant limite du fusible, celui-ci sautera pour protéger l'installation.

Exercice 83

il ne faut bien-sûr pas jouer avec l'électricité. L'électricité est le danger mortel le plus proche de l'homme (6 à 7 morts et 600 à 700 blessés graves en Suisse chaque année). Il est présent dans chaque maison, sur les lieux de travail, dans la rue, etc.



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