

On peut prévoir le fonctionnement de chacun des dipôles de ce circuit imprimé grâce aux lois qui régissent intensités et tensions dans un circuit.

# Lois concernant l'intensité et la tension

Dans un circuit électrique, les dipôles peuvent être branchés en **série** ou en **dérivation**. L'**intensité** et la **tension** suivent alors des **lois** particulières.



# activité 1

## Quelles sont les lois concernant l'intensité ?

Au cours de cette activité, tu vas découvrir les lois concernant l'intensité du courant dans un circuit série et dans un circuit en dérivation.

### Je manipule

#### Le matériel

- Générateur, lampe  $L_1$ , lampe  $L_2$ , multimètre, fils de connexion.

#### L'expérience

##### Montage en série

- Règle le générateur sur 9 V.
- Réalise un circuit avec les deux lampes en série. Observe.
- Mesure l'intensité  $I_1$  du courant « avant » la lampe  $L_1$ ,  $I_2$  entre les deux lampes et  $I_3$  « après » la lampe  $L_2$ .
- Recommence les mesures d'intensité en réglant la tension du générateur sur 6 V, puis sur 4,5 V.

##### Montage en dérivation

- Règle le générateur sur 6 V.
- Réalise un circuit avec les deux lampes en dérivation. Observe les deux lampes.
- Mesure l'intensité  $I$  du courant dans la branche principale, puis l'intensité  $I_1$  dans la branche dérivée contenant la lampe  $L_1$  et enfin  $I_2$  dans la branche dérivée contenant  $L_2$ .
- Recommence les mesures d'intensité en réglant le générateur sur 4,5 V, puis sur 3 V.



**1** Mesure de l'intensité  $I_1$  « avant » la lampe  $L_1$  d'un circuit série.

| Intensité (mA)       | $I_1$ | $I_2$ | $I_3$ |
|----------------------|-------|-------|-------|
| Générateur sur 9 V   | ...   | 113   | 113   |
| Générateur sur 6 V   | 101   | 101   | 101   |
| Générateur sur 4,5 V | 90    | 90    | 90    |

**2** Tableau de résultats pour le circuit série.



**3** Mesure de l'intensité  $I$  dans la branche principale d'un circuit en dérivation.

| Intensité (mA)       | $I$ | $I_1$ | $I_2$ | $I_1 + I_2$ |
|----------------------|-----|-------|-------|-------------|
| Générateur sur 6 V   | ... | 95    | 324   | ...         |
| Générateur sur 4,5 V | 356 | 80    | 276   | ...         |
| Générateur sur 3 V   | 284 | 64    | 220   | ...         |

**4** Tableau de résultats pour le circuit en dérivation.

### Questions

- 1. Doc. 1 et 2 :** Recopie et complète le tableau du doc. 2.
- 2. Doc. 1 et 2 :** Déduis-en la loi concernant l'intensité dans un circuit série.
- 3. Doc. 1 :** Explique pourquoi les lampes n'ont pas le même éclat dans ce circuit série.
- 4. Doc. 3 et 4 :** Recopie et complète le tableau du doc. 4.
- 5. Doc. 3 et 4 :** Déduis-en la loi concernant l'intensité dans un circuit en dérivation.
- 6. En conclusion :** Quelles sont les lois concernant l'intensité du courant ?

# activité 2

## Quelles sont les lois concernant la tension ?

Tu as vu dans l'activité précédente qu'il existe des lois sur l'intensité.  
Tu vas découvrir maintenant qu'il en existe aussi pour la tension.

### Je manipule

#### Le matériel

- Générateur, trois lampes ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ), multimètre, fils de connexion.

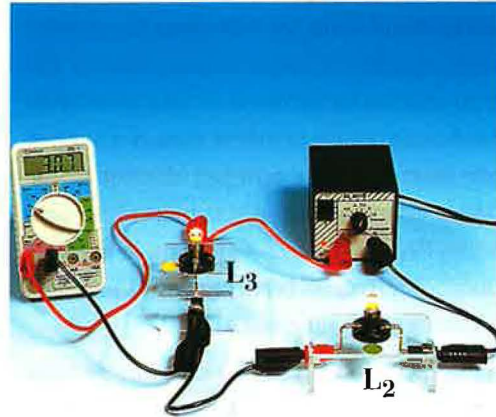
#### L'expérience

##### Montage en série

- Règle le générateur sur 7,5 V.
- Réalise un circuit avec les deux lampes  $L_3$  et  $L_2$  en série. Observe.
- Mesure la tension  $U_{AB}$  aux bornes de la lampe  $L_3$ ,  $U_{BC}$  aux bornes de  $L_2$  et  $U_{AC}$  aux bornes des deux lampes  $L_3$  et  $L_2$  en série.
- Recommence la mesure des tensions  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$  et  $U_{AC}$  en réglant la tension du générateur sur 6 V, puis sur 4,5 V.

##### Montage en dérivation

- Règle le générateur sur 6 V.
- Réalise un circuit avec les deux lampes  $L_1$  et  $L_2$  en dérivation. Observe.
- Mesure la tension  $U_{AD}$  aux bornes de la lampe  $L_1$  et  $U_{BC}$  aux bornes de  $L_2$ .
- Recommence la mesure des tensions  $U_{AD}$  et  $U_{BC}$  en réglant la tension du générateur sur 4,5 V, puis sur 3 V.



**5** Mesure de la tension  $U_{AB}$  aux bornes de la lampe  $L_3$ .

| Tension (V)          | $U_{AB}$ | $U_{BC}$ | $U_{AC}$ |
|----------------------|----------|----------|----------|
| Générateur sur 7,5 V | ...      | 4,4      | 7,5      |
| Générateur sur 6 V   | 2,5      | 3,5      | 6,0      |
| Générateur sur 4,5 V | 1,8      | 2,7      | 4,5      |

**6** Tableau de résultats pour le circuit série.



**7** Mesure de la tension  $U_{AD}$  aux bornes de la lampe  $L_1$ .

| Tension (V)          | $U_{AD}$ | $U_{BC}$ |
|----------------------|----------|----------|
| Générateur sur 6 V   | ...      | 6,0      |
| Générateur sur 4,5 V | 4,5      | 4,5      |
| Générateur sur 3 V   | 3,0      | 3,0      |

**8** Tableau de résultats pour le circuit en dérivation.

### Questions

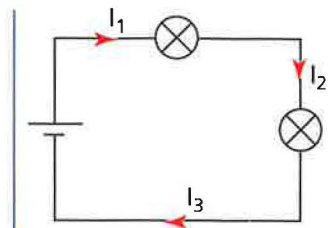
- Doc. 5** : Schématise le circuit avec les deux lampes  $L_3$  et  $L_2$  en série en plaçant les points A, B et C.
- Doc. 5 et 6** : Recopie et complète le tableau du doc. 6. Dédus-en la loi concernant la tension dans un circuit série.
- Doc. 7** : Schématise le circuit avec les deux lampes  $L_1$  et  $L_2$  en dérivation en plaçant les points A, B, C et D.
- Doc. 7 et 8** : Recopie et complète le tableau du doc. 8. Dédus-en la loi concernant la tension dans un circuit en dérivation.
- En conclusion** : Quelles sont les lois concernant la tension électrique ?

## 1. Lois concernant l'intensité → activité 1

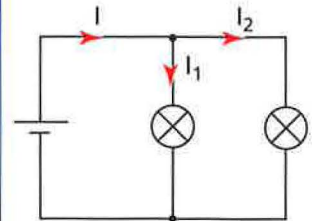
**PRINCIPE DE L'EXPÉRIENCE.** On réalise un circuit avec deux lampes en série, puis on mesure l'intensité du courant en trois points du circuit à l'aide d'un ampèremètre. On recommence avec deux lampes en dérivation.

**OBSERVATION ET INTERPRÉTATION.** Dans le circuit série, les intensités du courant en trois points du circuit sont identiques, quelle que soit la tension délivrée par le générateur (**question 1**). L'intensité du courant est la même en tout point d'un circuit série (**a, question 2**). L'intensité du courant est la même dans des lampes en série, mais elles n'ont pas le même éclat si elles ne sont pas identiques, car elles ne sont pas faites pour fonctionner normalement sous la même intensité (**question 3**). Dans le circuit en dérivation, l'intensité du courant dans la branche principale est égale à la somme des intensités dans les branches dérivées, quelle que soit la tension délivrée par le générateur (**b, questions 4 et 5**).

**CONCLUSION.** Dans un circuit série, l'intensité du courant est la même en tout point du circuit. Dans un circuit en dérivation, l'intensité du courant dans la branche principale est égale à la somme des intensités dans les branches dérivées (**question 6**).



**a.**  $I_1 = I_2 = I_3$  dans le circuit en série.



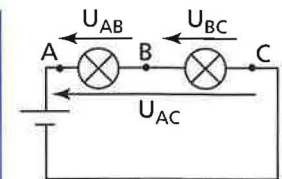
**b.**  $I = I_1 + I_2$  dans le circuit en dérivation.

## 2. Lois concernant la tension → activité 2

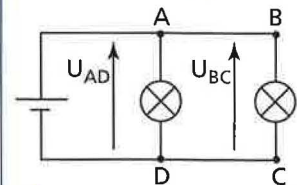
**PRINCIPE DE L'EXPÉRIENCE.** On réalise un circuit avec deux lampes en série, puis on mesure la tension à leurs bornes à l'aide d'un voltmètre. On recommence avec deux lampes en dérivation.

**OBSERVATION ET INTERPRÉTATION.** Dans le circuit série, la tension aux bornes du dipôle constitué de l'ensemble des lampes en série est égale à la somme des tensions aux bornes de chaque lampe, quelle que soit la tension délivrée par le générateur. Cette loi est appelée loi d'additivité des tensions dans un circuit série (**c, question 2**). Dans le circuit en dérivation, les tensions aux bornes de chaque lampe en dérivation sont égales, quelle que soit la tension délivrée par le générateur (**d, question 4**).

**CONCLUSION.** Les tensions aux bornes de dipôles en dérivation sont égales. La tension aux bornes d'un ensemble de dipôles en série est égale à la somme des tensions aux bornes de chacun des dipôles. (**question 5**)



**c.**  $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$  dans le circuit série (**question 1**).



**d.**  $U_{AD} = U_{BC}$  dans le circuit en dérivation (**question 3**).

### Je retiens l'essentiel

- Dans un **circuit série**, l'intensité du courant est partout la même. La tension aux bornes d'un ensemble de dipôles est égale à la somme des tensions aux bornes de chacun des dipôles. (**Exercices 1 et 9**)
- Dans un **circuit en dérivation**, l'intensité du courant dans la branche principale est égale à la somme des intensités dans chaque branche dérivée. Les tensions aux bornes des dipôles en dérivation sont égales. (**Exercices 8 et 13**)

## VIE COURANTE

### Les installations domestiques

Dans une habitation, tous les appareils électriques (appareils électroménagers, lampes, radiateurs, etc.) sont branchés en dérivation. Ils sont indépendants les uns des autres et peuvent donc être mis en service séparément. Cette disposition permet en outre de protéger individuellement chaque appareil par un coupe-circuit (fusible) et d'éviter un incendie si l'intensité du courant qui traverse un appareil devient trop importante. Enfin, si l'on augmente le nombre d'appareils sous tension, l'intensité à travers la branche principale (donc à travers le compteur électrique) augmente.

## LE SAIS-TU ?

### Pourquoi les piles ont-elles des tailles différentes ?

La taille d'une pile électrique n'a pas de rapport avec sa tension, mais uniquement avec sa durée de fonctionnement. Les piles de petites dimensions sont réservées aux appareils de petite taille consommant peu d'énergie électrique, comme les montres.



Différentes piles.

| Pile   | Diamètre | Hauteur | Tension | Fonctionnement pour une intensité de 1 mA |
|--------|----------|---------|---------|---|
| Bouton | 6,8 mm   | 2,6 mm  | 1,5 V   | Pendant 20 heures                         |
| Bouton | 11,6 mm  | 5,4 mm  | 1,5 V   | Pendant 5 jours                           |
| Ronde  | 14,5 mm  | 50,5 mm | 1,5 V   | Pendant 3 mois                            |

## PHYSIQUE

### Piles et accumulateurs

Il existe un très grand nombre de modèles de piles électriques dont la tension peut varier entre 1,5 et 24 V. Une pile électrique est cependant toujours constituée d'un ensemble de piles élémentaires présentant à leurs bornes une tension de 1,5 V (ou 3,0 V pour certaines piles peu répandues contenant du lithium). Les piles élémentaires sont montées en série de manière à obtenir un générateur dont la tension est la somme des tensions aux bornes de chacune des piles élémentaires. Une pile plate de 4,5 V est ainsi constituée de trois piles rondes de 1,5 V associées en série, alors qu'une pile rectangulaire de 9,0 V est constituée de six petites piles rondes de 1,5 V.



L'intérieur d'une pile plate.



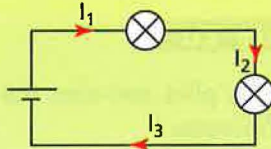
1. Combien de cellules comporte une pile pour lampe torche de 12 V ?
2. Même question pour l'accumulateur d'un téléphone sans fil dont la tension est 7,2 V.
3. Comment peut-on obtenir un générateur de tension égale à 18 V à partir de piles courantes (piles rondes, plates et rectangulaires) ? Propose au moins trois solutions.

Les accumulateurs qui alimentent certains appareils (comme les téléphones ou les outils sans fil) ont la particularité d'être rechargeables. Ils sont constitués de plusieurs cellules. La tension aux bornes de chacune de ces cellules est égale à 1,2 V.

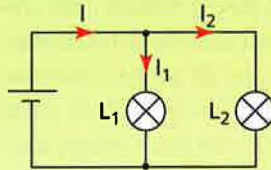
# exercices

## → Vérifie tes connaissances

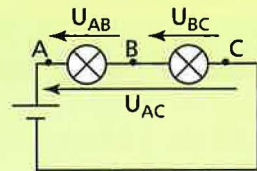
**1** L'intensité  $I_1$  du courant est égale à 100 mA. Donne la valeur des intensités  $I_2$  et  $I_3$  et nomme la loi utilisée.



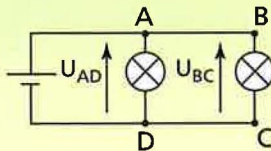
**2**  $I = 150$  mA et  $I_1 = 50$  mA. Donne la valeur de l'intensité  $I_2$  et nomme la loi utilisée.



**3**  $U_{AB} = 6,0$  V et  $U_{BC} = 3,5$  V.  
a. Donne la valeur de la tension  $U_{AC}$ .  
b. Nomme la loi utilisée.



**4**  $U_{AD} = 6,0$  V.  
a. Donne la valeur de la tension  $U_{BC}$ .  
b. Nomme la loi utilisée.

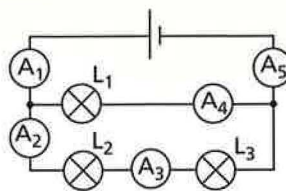


- 5** Complète les phrases en utilisant les mots suivants: en série, en dérivation.
- Dans un circuit ....., l'intensité du courant est partout la même.
  - Dans un circuit ....., la tension aux bornes des dipôles est égale à la somme des tensions aux bornes de chacun des dipôles.
  - Dans un circuit ....., l'intensité du courant dans la branche principale est égale à la somme des intensités dans chaque branche dérivée.
  - Les tensions aux bornes des dipôles ..... sont égales.

## **6** Analyse un schéma

L'ampèremètre  $A_1$  indique une intensité égale à 300 mA et l'ampèremètre  $A_2$  une intensité de 100 mA.

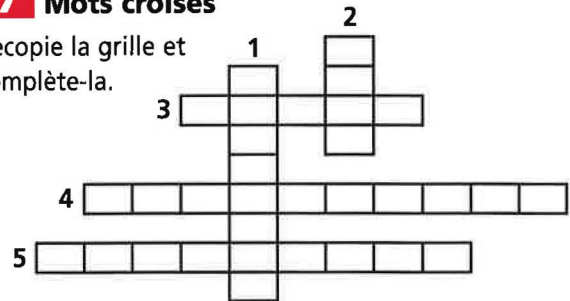
- Cite les ampèremètres qui ne sont pas nécessaires. Justifie ta réponse.
- Précise l'intensité mesurée par l'ampèremètre  $A_4$ . Justifie ta réponse.



## → Utilise tes connaissances

### **7** Mots croisés

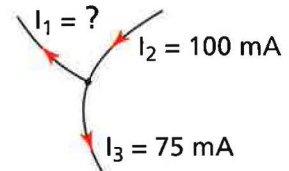
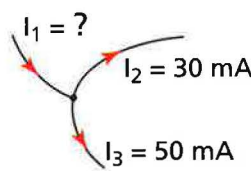
Recopie la grille et complète-la.



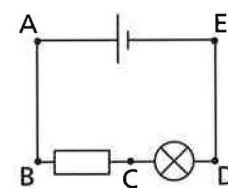
- Elles s'additionnent dans un circuit série.
- Elles régissent les intensités et les tensions dans un circuit.
- Dans un tel circuit, les dipôles sont branchés les uns à la suite des autres.
- Quand deux dipôles sont branchés ainsi, les tensions à leurs bornes sont égales.
- Dans un circuit série, elle est partout la même.

### **8** Détermine une intensité

Calcule l'intensité  $I_1$  dans chacun des cas.



### **9** Détermine une tension

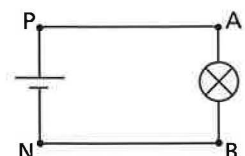


Observe le circuit ci-contre. La tension  $U_{BC}$  aux bornes de la résistance vaut 3,5 V et la tension  $U_{CD}$  aux bornes de la lampe vaut 5,5 V.

- Précise comment sont branchées la résistance et la lampe.
- Déduis-en la valeur de la tension  $U_{BD}$ .
- Donne la valeur des tensions  $U_{AB}$  et  $U_{ED}$ . Justifie ta réponse.
- Déduis-en la valeur de la tension  $U_{AE}$  aux bornes du générateur.

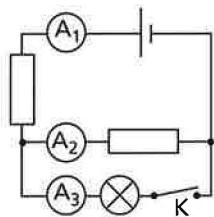
### **10** Représente des tensions

- Recopie ce schéma.
- Représente par une flèche la tension  $U_{PN}$  aux bornes du générateur et la tension  $U_{AB}$  aux bornes de la lampe.



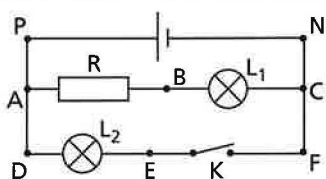
### Complète des tableaux

**11** Observe le schéma électrique ci-contre. Les ampèremètres  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_3$  mesurent respectivement les intensités de courant  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I_3$ . Recopie et complète le tableau.



| Intensité             | $I_1$  | $I_2$ | $I_3$ |
|-----------------------|--------|-------|-------|
| Interrupteur K fermé  | 163 mA | ?     | 85 mA |
| Interrupteur K ouvert | 120 mA | ?     | ?     |

**12** Observe le schéma électrique ci-contre, puis recopie et complète le tableau.



| Tensions              | $U_{AB}$ | $U_{DE}$ | $U_{EF}$ | $U_{BC}$ | $U_{PN}$ |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Interrupteur K fermé  | 8,5V     | 12V      | ?        | ?        | ?        |
| Interrupteur K ouvert | ?        | ?        | ?        | 3,5V     | 12V      |

### 13 Lampes en dérivation

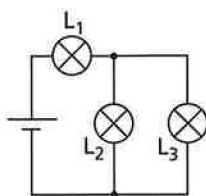
On considère un circuit électrique constitué d'un générateur et de deux lampes identiques montées en dérivation.

- Schématise le circuit électrique.
- Compare les tensions aux bornes de chacune des lampes. Justifie ta réponse.
- Déduis-en comment les lampes brillent l'une par rapport à l'autre.
- Compare alors les intensités des courants qui traversent ces lampes.

### 14 Prévois des valeurs

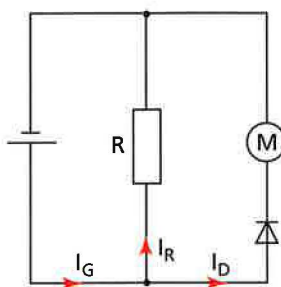
Le générateur a une tension à ses bornes égale à 6,0 V et fournit un courant d'intensité égale à 280 mA. Les trois lampes du circuit sont identiques. La tension aux bornes de la lampe  $L_1$  vaut 4,7 V.

- Recopie le schéma et indique par une flèche le sens des courants d'intensités  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I_3$  qui traversent respectivement les lampes  $L_1$ ,  $L_2$  et  $L_3$ .
- Donne la valeur des intensités  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I_3$ . Justifie ta réponse.
- Indique la valeur des tensions qui existent aux bornes des lampes  $L_2$  et  $L_3$ . Justifie ta réponse.



### Analyse un schéma

**15** Observe le schéma électrique ci-dessous.

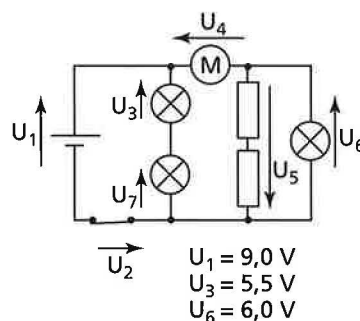


$I_G = 0,15 \text{ A}$   
 $I_D = 30 \text{ mA}$   
 $U_D = 600 \text{ mV}$   
 $U_R = 6,0 \text{ V}$

- Donne une relation mathématique entre les intensités  $I_D$ ,  $I_R$  et  $I_G$ .
- Déduis-en la valeur de l'intensité  $I_R$ .
- Précise la valeur de l'intensité  $I_M$  du courant qui traverse le moteur. Justifie ta réponse.
- Détermine la valeur de la tension  $U_M$  aux bornes du moteur. Justifie ta réponse.

**16** Observe le schéma électrique ci-contre et retrouve la valeur de :

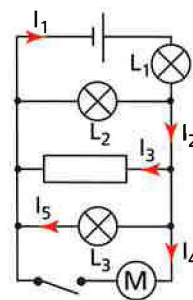
- la tension  $U_2$ .
  - la tension  $U_7$ .
  - la tension  $U_5$ .
  - la tension  $U_4$ .
- Justifie tes réponses.



$U_1 = 9,0 \text{ V}$   
 $U_3 = 5,5 \text{ V}$   
 $U_6 = 6,0 \text{ V}$

**17** Observe le schéma électrique ci-dessous et donne la valeur de :

- l'intensité du courant qui traverse la lampe  $L_1$ .
  - l'intensité  $I_4$ .
  - l'intensité  $I_2$ .
  - l'intensité du courant qui traverse la lampe  $L_2$ .
- Justifie tes réponses.

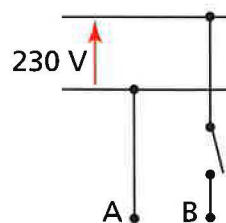


$I_1 = 300 \text{ mA}$   
 $I_5 = 50 \text{ mA}$      $I_3 = 150 \text{ mA}$

### 18 L'intérêt des interrupteurs

Observe le schéma d'une partie d'une installation domestique (ci-contre).

- Précise la valeur de la tension entre les bornes A et B quand l'interrupteur est fermé.
- Même question quand l'interrupteur est ouvert.
- Explique en quoi l'interrupteur apporte une sécurité sur le circuit électrique.

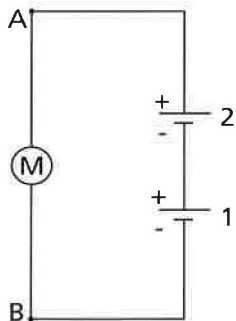


## → Applique tes connaissances

### Association de générateurs

**19** Dans le circuit ci-dessous, les deux générateurs sont identiques et branchés en concordance. Chacun a une tension à ses bornes égale à 4,5 V quand le moteur fonctionne.

- Observe le schéma et explique ce que signifie « générateurs en concordance ».
- Donne la valeur de la tension qui existe entre les points A et B.
- Indique par quel dipôle on peut remplacer les deux générateurs en concordance. Précise la valeur de la tension que ce dipôle doit alors avoir à ses bornes.



**20** Observe le montage ci-dessous.

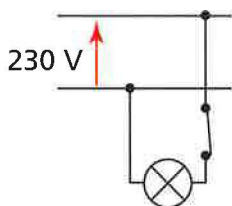


- Indique comment les piles sont montées et précise leur sens de branchement.
- Schématise le montage.
- Sur ton schéma, représente par des flèches les tensions  $U_1$ ,  $U_2$  et  $U_3$  qui existent respectivement aux bornes des piles 1, 2 et 3.
- Déduis-en la valeur de la tension aux bornes de l'ensemble des trois piles.

### 21 Le danger d'une lampe grillée

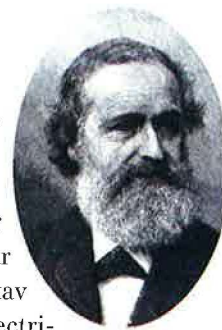
Voici le schéma d'une partie d'une installation domestique.

- Donne la valeur de la tension aux bornes de la lampe lorsqu'elle est allumée.
- Précise sa valeur quand la lampe est grillée et quand l'interrupteur reste fermé.
- Explique alors en quoi une lampe grillée présente un danger. Indique la précaution à prendre lorsqu'on veut la changer.



### 22 Histoire des sciences

Lis le texte et réponds aux questions.



Dès la seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle, alors que l'électricité industrielle et ses applications se développaient fortement, les physiciens cherchèrent à unifier l'ensemble des phénomènes observés par leurs prédécesseurs. Les travaux de Gustav Kirchhoff furent considérables. En électricité, deux lois fondamentales portent ainsi son nom. La première loi de Kirchhoff, appelée aussi loi des nœuds, indique que toute l'intensité qui arrive à un nœud, c'est-à-dire à un point de bifurcation d'un circuit électrique, est égale à toute celle qui en part. La deuxième loi, ou loi des mailles, fait appel à l'additivité des tensions. Ces lois permettent de déterminer les intensités des courants parcourant les différentes branches d'un circuit électrique et les tensions aux bornes de chaque élément qui le constitue.

- Qui était Gustav Kirchhoff ?
- Quelle est la conclusion de ce chapitre qui se rapporte à la loi des nœuds ?
- Quelle est la conclusion de ce chapitre qui se rapporte à la loi des mailles ?

## → Réalise une expérience à la maison

### Découvre la constitution d'une pile plate

- Réalise l'expérience qui suit en présence d'un adulte.
- À l'aide d'une paire de ciseaux, découpe l'enveloppe en papier d'une pile plate. Observe alors sa constitution.
- Sachant qu'une pile ronde a une tension à ses bornes



égale à 1,5 V et une pile plate une tension de 4,5 V, déduis-en comment sont branchées les piles rondes. Schématise le montage.