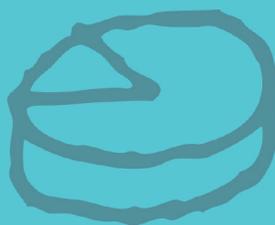


L'apprentissage des sciences et des technologies par l'expérimentation

Le circuit électrique

Abdeljalil Métioui **et** Ghislain Samson



Presses de l'Université du Québec
Le Delta I, 2875, boulevard Laurier, bureau 450,
Québec (Québec) G1V 2M2
Téléphone : 418 657-4399 – Télécopieur : 418 657-2096
Courriel : puq@puq.ca – Internet : www.puq.ca



La Loi sur le droit d'auteur interdit la reproduction des œuvres sans autorisation des titulaires de droits. Or, la photocopie non autorisée – le « photocopillage » – s'est généralisée, provoquant une baisse des ventes de livres et compromettant la rédaction et la production de nouveaux ouvrages par des professionnels. L'objet du logo apparaissant ci-contre est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit le développement massif du « photocopillage ».

Les Presses de l'Université du Québec reconnaissent l'aide financière du gouvernement du Canada par l'entremise du Fonds du livre du Canada et du Conseil des Arts du Canada pour leurs activités d'édition. Elles remercient également la Société de développement des entreprises culturelles (SODEC) pour son soutien financier.

Mise en pages : Mathieu Plasse
Conception de la couverture : Mathieu Plasse

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés
© 2013.2, Presses de l'Université du Québec

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives nationales du Québec et Bibliothèque et Archives Canada

Métioui, Abdeljalil, 1951-
L'apprentissage des sciences et des technologies par l'expérimentation

Comprend des références bibliographiques.

Sommaire : module 1. Le circuit électrique / Abdeljalil Métioui, Ghislain Samson – module 2. L'astronomie / Ghislain Samson, Abdeljalil Métioui – module 3. La photosynthèse / Ghislain Samson, Abdeljalil Métioui – module 4. Le magnétisme / Abdeljalil Métioui, Ghislain Samson – module 5. Le biomimétisme / Ghislain Samson, Abdeljalil Métioui – module 6. L'électrostatique / Abdeljalil Métioui, Ghislain Samson.

Monographie électronique en format PDF.

ISBN 978-2-7605-3611-1 (série)
ISBN 978-2-7605-3925-9 (vol. 1)
ISBN 978-2-7605-3926-6 (vol. 2)
ISBN 978-2-7605-3927-3 (vol. 3)
ISBN 978-2-7605-3928-0 (vol. 4)
ISBN 978-2-7605-3929-7 (vol. 5)
ISBN 978-2-7605-3930-3 (vol. 6)

1. Sciences - Manuels scolaires. I. Samson, Ghislain, 1967- . II. Métioui, Abdeljalil, 1951- . Circuit électrique. III. Samson, Ghislain, 1967- . Astronomie. IV. Samson, Ghislain, 1967- . Photosynthèse. V. Métioui, Abdeljalil, 1951- . Magnétisme. VI. Samson, Ghislain, 1967- . Biomimétisme. VII. Métioui, Abdeljalil, 1951- . Électrostatique. VIII. Titre. IX. Titre : Le circuit électrique. X. Titre : L'astronomie. XI. Titre : La photosynthèse. XII. Titre : Le magnétisme. XIII. Titre : Le biomimétisme. XIV. Titre : L'électrostatique.

Q161.2.M472 2013 500 C2013-941827-X

Remerciements

Nos remerciements les plus sincères à monsieur Raymond Gervais qui, à la fin de l'année 2000, dans le cadre d'un projet d'intégration des chargés de cours, a entrepris avec le professeur Abdeljalil Métioui le montage de plusieurs expériences, portant sur le circuit électrique, le magnétisme et l'électrostatique, présentées dans ce livre numérique. La majorité de ces expériences a été expérimentée avec des étudiants du programme de baccalauréat en éducation préscolaire et en enseignement primaire de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), que nous tenons à remercier pour leurs commentaires constructifs. Ces expérimentations n'auraient pu voir le jour sans l'appui financier du Service du développement pédagogique et de la recherche et du Programme d'intégration des chargés de cours de l'UQAM.

Quant aux expérimentations portant sur l'astronomie, la photosynthèse et le biomimétisme, elles ont été réalisées par des étudiants de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) sous la supervision du professeur Ghislain Samson. Nous les

remercions pour leur participation. Les étudiants suivants ont collaboré plus spécifiquement à la préparation de certains ateliers: Céline Descarreaux, Gabrielle Dionne, Pierre-Emmanuel Dufour, Thomas Fournier, Alexandre Gareau, Nahéma Lacoursière, Samuel Ménard et Marie-Soleil Simard. Merci pour vos idées et pour le professionnalisme avec lequel vous vous êtes investis dans ce volet du projet.

Les enrichissements du présent livre numérique, quant à eux, ont été rendus possibles grâce à une subvention octroyée par le fonds FODAR de l'Université du Québec.

Enfin, un grand merci à nos institutions respectives, l'UQAM et l'UQTR, pour leur soutien ainsi qu'aux Presses de l'Université du Québec (PUQ), plus particulièrement à monsieur Mathieu Plasse et à mesdames Bianca Drapeau, Nadine Elsliger, Céline Fournier et Audrey St-Amand pour leur soutien incontestable et leurs judicieux conseils.

Introduction

Depuis les années 1990, la majorité des pays, qu'ils soient développés ou en voie de développement, accordent un intérêt marqué pour l'enseignement des sciences et des technologies au primaire. À cet effet, il existe un grand nombre de manuels scolaires, de livres de littérature jeunesse, d'ouvrages didactiques et de sites Internet qui proposent une panoplie d'activités d'expérimentation et de manipulation aux enseignants et à leurs élèves. Malgré tout, l'enseignement des sciences et des technologies demeure difficile, la majorité des enseignants éprouvant des difficultés à le dispenser, principalement en raison du manque de formation (OCDE)¹.

Pour pallier ce manque de formation, le site [La main à la pâte](#), initié par le prix Nobel de physique Georges Charpak, propose aux enseignants et à leurs élèves des expériences à réaliser ainsi qu'une documentation scientifique, didactique et pédagogique importante.

C'est une référence dans le domaine et plusieurs pays, dont l'Italie, s'en inspirent pour développer des programmes de formation pour leurs enseignants :

La main à la pâte est un vaste projet expérimental lancé en France en 1996 dans le but de révolutionner l'enseignement des sciences à l'école primaire. Il a exercé une profonde influence sur les programmes nationaux d'enseignement au primaire que le ministère français de l'Éducation a proposés en 2002 et, plus récemment, en 2008. Cette espèce d'« aventure pédagogique » donne une place centrale à l'élève et propose des expériences directes et une mise en relation stricte entre les sciences et le langage, tout en accordant une attention particulière au développement chez l'élève de l'imagination, de la créativité, du raisonnement logique et d'une attitude impeccable. Ces principes fondamentaux sont également la source d'inspiration du projet italien ISS – Insegnare Scienze Sperimentali (Enseigner les sciences expérimentales)².

1 OCDE (2005). *Declining Student Enrolment in Science and Technology: Is it real? What are the causes? What can be Done?*, Amsterdam, Amsterdam Koepelkerk Convention Centre.

2 Carpignano, R. et G. Cerrato (2012). « Science teaching in the primary school: A comparison between "good practices" carried out in Italy and in France », communication dans le cadre de la 11th European Conference on Research In Chemical Education (ECRICE), 15 au 20 juillet, Abstract Book: T1.S2.OC1, p. 33; traduction libre.

Dans le même ordre d'idées, une équipe de chercheurs finlandais développe actuellement des expériences en physique et en chimie pour les enseignants du primaire afin de les aider à acquérir les rudiments de la démarche expérimentale. Dans le passage suivant, les auteurs en soulignent la pertinence :

L'un des objectifs de la Finlande dans le cadre de l'enseignement des sciences est de susciter l'intérêt et l'enthousiasme pour les sciences naturelles en faisant participer les élèves à des expériences et à des recherches scientifiques. Néanmoins, il semble que l'enseignement des sciences au primaire, en particulier la chimie et la physique en cinquième et sixième année, pourrait inclure plus d'expérimentations et de recherches scientifiques que ce qui est réalisé actuellement dans les écoles. Selon les commentaires émis par les enseignants, leur implication et leur application des travaux expérimentaux en classe est limité. Cela peut s'expliquer par leur peu d'expérience et leur méconnaissance d'expérimentations simples et faciles en chimie et en physique, découlant du fait qu'une minorité seulement d'enseignants se spécialisent dans l'enseignement des sciences au cours de leur formation. Former et motiver les enseignants en exercice est l'un des objectifs du Centre de ressource en science et en mathématiques de la Finlande (LUMA-KS), qui en tant que membre du réseau national finlandais, a pour but de motiver les élèves et les enseignants de tous les niveaux du système éducatif et de renforcer leur intérêt et leur connaissance des sciences naturelles, des mathématiques et de la technologie³.

Le présent ouvrage s'inscrit dans la lignée de ces recherches qui proposent des activités d'expérimentation aux enseignants en formation et en exercice. Grâce à des subventions du service de la recherche (équipement scientifique) et du service des ressources humaines (programme d'intégration des chargés de cours) de l'Université du Québec à Montréal, l'un des auteurs du présent ouvrage, le professeur Abdeljalil Métioui, a développé des laboratoires à l'intention des étudiants du programme de baccalauréat en éducation préscolaire et en enseignement primaire qui les ont expérimentés pendant quatre ans.

Les étudiants ont manifesté un grand intérêt, voire un enthousiasme certain envers les ateliers et leurs commentaires ont permis de nombreux ajustements et améliorations.

Dans la même veine, d'autres ateliers ont été développés en collaboration avec le professeur Ghislain Samson de l'Université du Québec à Trois-Rivières et ses étudiants, avec l'aide du fond FODAR de l'Université du Québec. Ces ateliers, ainsi que ceux réalisés précédemment, vous sont présentés dans cet ouvrage.

3 Häkkinen, P. et J. Lundell (2012). « Motivating classroom teachers into hands on science experiments in primary school science education », communication dans le cadre de la 11th European Conference on Research In Chemical Education (ECRICE), 15 au 20 juillet, Abstract Book: PS2. PO136, p. 496; traduction libre.

Notre approche

En quoi diffèrent les activités d'expérimentation proposées dans cet ouvrage de celles que l'on retrouve, entre autres, dans le site [La main à la pâte](#) ? D'abord et avant tout, il ne s'agit pas ici d'une banque d'expériences mais plutôt d'ateliers de laboratoire destinés aux enseignants en formation ou en exercice visant, à l'aide d'une approche adaptée, à développer leurs compétences reliées à la démarche expérimentale. Les ateliers (en physique, chimie, biologie ou technologie) ont pour but de les inciter à réaliser des expériences leur permettant de répondre à des questions données dans une formule du type « apprendre en faisant et en mettant la main à la pâte » pour qu'à leur tour ils puissent faire de même avec leurs élèves.

Chaque atelier débutera par un questionnaire permettant à l'étudiant de préciser ses conceptions initiales sur un certain nombre de questions étudiées dans les activités d'expérimentations. L'étudiant sera amené à vérifier la véracité de certaines de ses conceptions à la suite des expérimentations effectuées et des notions scientifiques présentées.

Ce questionnaire permettra également de mettre en relief l'apport des expérimentations, qui sont présentées dans cet ouvrage, à l'apprentissage des étudiants. Ainsi, ces derniers n'auront pas l'impression d'exécuter une recette ou de faire de la « magie ».

Qui plus est, nous recommandons fortement, dans le cas des étudiants en formation, que les expérimentations soient réalisées en équipe de deux, afin, d'une part, de diminuer le stress que certains peuvent ressentir par rapport aux sciences et, d'autre part, de se rapprocher le plus possible du travail de collaboration observé dans le milieu scientifique.

Soulignons que cet ouvrage propose une structure différente de la plupart des autres ouvrages consacrés à l'apprentissage des sciences et des technologies. Alors que la majorité des manuels didactiques présentent des expérimentations se réduisant à vérifier un cadre donné (ce qui constitue souvent une source de découragement, voire de falsification des données de l'expérimentation), notre ouvrage propose tout d'abord des expérimentations qui sont par la suite appuyées par des notions scientifiques.

Voici la démarche en **8 étapes** proposée dans cet ouvrage.

1**ÉVALUATION DES CONCEPTIONS INITIALES**

Permet de faire un état des connaissances antérieures sur le sujet à l'étude.

2**EXPÉRIMENTATION**

Des consignes pour chacune des manipulations à effectuer sont clairement indiquées afin que l'expérimentation se déroule dans les meilleures conditions possibles et ce, sans ambiguïté. Les précautions à prendre pour éviter des accidents, le cas échéant, ainsi que les conditions qui pourraient entraver la réalisation de l'expérience sont également présentées.

3**SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS**

Après chaque expérimentation, nous présentons une synthèse des observations qui auraient dû être effectuées. L'étudiant pourra alors refaire l'expérience dans les cas où ses observations ne seraient pas appropriées. On peut également omettre une expérimentation et consulter uniquement la synthèse.

4**NOTIONS SCIENTIFIQUES**

Les notions scientifiques reliées directement à chaque expérimentation sont présentées ici au lieu d'être présentées à la toute fin des expérimentations.

5**RETOUR SUR L'ÉVALUATION DES CONCEPTIONS INITIALES**

Permet de réévaluer les savoirs à la suite des expérimentations.

6**ÉVALUATION DES SAVOIRS**

Cette étape permet d'évaluer les savoirs formels et pratiques que l'étudiant devrait acquérir à la suite des activités réalisées.

7**RETOUR SUR L'ÉVALUATION DES SAVOIRS**

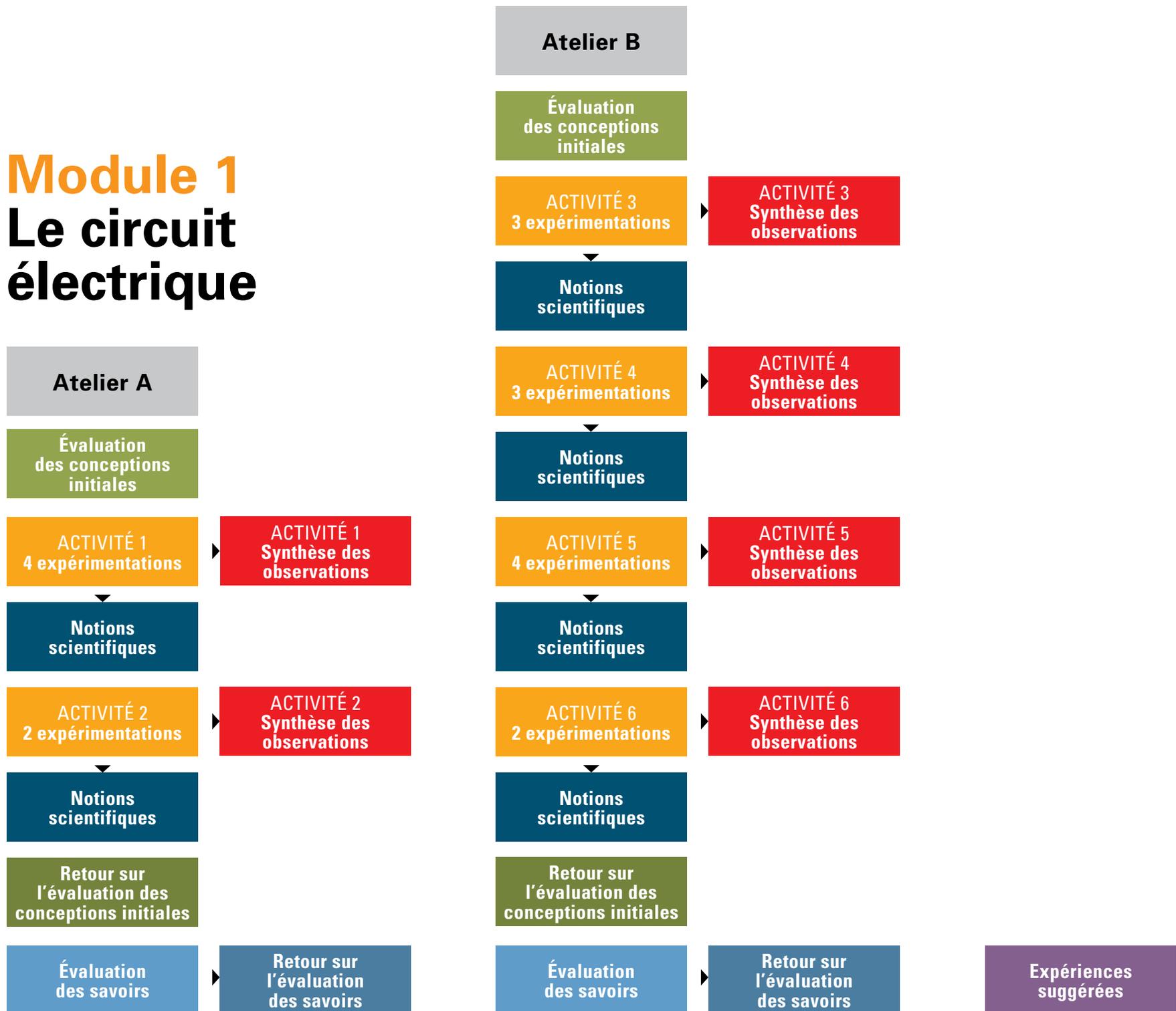
Les réponses aux questions d'évaluation des savoirs et des compétences sont présentées.

8**EXPÉRIENCES SUGGÉRÉES**

Cette étape a pour objet de présenter un complément d'expériences à réaliser, certaines par des élèves de niveau primaire ou secondaire.

Module 1

Le circuit électrique



Le circuit électrique

Des recherches réalisées de par le monde révèlent que les conceptions des enseignants et des élèves de l'ordre primaire, à l'égard du fonctionnement de circuits électriques simples, sont généralement erronées par rapport aux idées scientifiques acceptées. Paradoxalement, l'étude des circuits électriques simples figure dans la majorité des programmes des écoles, aussi bien dans les pays industrialisés que dans ceux en voie de développement. Pour aider les enseignants et leurs élèves à acquérir les concepts de courant et de tension électriques, indispensables à la compréhension d'un circuit aussi simple que celui qui constitue une lampe de poche, plusieurs chercheurs provenant entre autres de l'Australie, de la France, des États-Unis et de la Grèce proposent des activités d'expérimentation interactives, à savoir des activités qui ne se limitent pas à une exécution machinale d'un ensemble de tâches.

Le présent module s'inscrit dans cette lignée et suggère aux enseignants en formation et en exercice 18 expérimentations¹ simples sur le fonctionnement de circuits électriques ainsi que 9 autres à réaliser avec des élèves. Ces expérimentations rendent compte implicitement ou explicitement des résultats de recherches sur les conceptions d'élèves et d'enseignants répertoriées dans la revue de la littérature internationale ainsi que de ceux d'un des auteurs du présent module.

Ainsi, les expérimentations retenues avaient pour objectif général d'inciter les enseignants en exercice et en formation à prédire, à observer, à concevoir et à expliquer le fonctionnement de circuits simple (notion de circuit fermé), série (une batterie de piles alimentant 2 ampoules dans une même branche),

1 La plupart de ces expérimentations ont été effectuées par des centaines d'étudiants de l'UQAM dans le cadre d'un cours portant sur la didactique des sciences et nous les remercions pour leurs commentaires constructifs. Nous remercions aussi Céline Descarreaux et Samuel Ménard de l'Université du Québec à Trois-Rivières pour leurs commentaires. Nous tenons aussi à remercier les étudiants des programmes de baccalauréat en enseignement du français langue seconde et en adaptation scolaire qui ont expérimenté au mois de septembre 2013 la version numérique du présent ouvrage qui venait d'être publié et de nous avoir signalé quelques erreurs qui sont corrigées dans la présente version.

parallèle (une batterie de piles alimentant deux ampoules dans deux branches) et mixte (une ampoule en série avec la batterie de piles et 2 ampoules en parallèle). Après une étude qualitative de ces circuits, les enseignants devaient se familiariser avec le mode de fonctionnement d'un appareil de mesure de courant et de tension afin d'effectuer cette fois une analyse quantitative des circuits précités. Notons que les mesures effectuées permettront de développer des habiletés à utiliser un appareil multifonctionnel (multimètre²), capable de mesurer des intensités de courant (ampèremètre) et des tensions (voltmètre) et de relier le signe \ominus de l'affichage du multimètre au sens conventionnel du courant. Elles leur permettront aussi d'analyser quantitativement les résultats expérimentaux en établissant la relation entre courant et tension, connaissance nécessaire pour interpréter les luminosités d'ampoules branchées dans différents circuits.

En réalisant ces expérimentations qui nécessitent de mettre la main à pâte, nous pensons que les enseignants seront capables de bâtir leurs propres séquences d'enseignement et ce, en tenant compte du niveau de leurs élèves. Du moins, nous l'espérons. Les expérimentations proposées ainsi que les notions scientifiques qui s'y rattachent les aideront à trouver plusieurs éléments de réponse à des

questions liées au fonctionnement de circuits faisant partie de l'environnement immédiat de leurs élèves. Voici quelques questions qui seront soulevées dans les expérimentations proposées : De quoi est constituée une pile électrique ? De quoi est constituée une ampoule électrique ? Comment fonctionne un interrupteur ? Que signifient le \oplus et le \ominus d'une pile ? Pourquoi doit-on placer les piles selon la consigne du fabricant lorsque vient le temps de les remplacer dans un appareil donné ? Lorsqu'on allume une ampoule, le courant se consomme-t-il dans son filament ? Qu'est-ce que le courant électrique ? Le courant électrique et la puissance électrique sont-ils des synonymes ? Lorsque vient le temps d'acheter des ampoules pour décorer son sapin de Noël, on retrouve deux catégories d'ampoules, alors comment faire notre choix ? Pourquoi le court-circuit peut causer un incendie ? Pourquoi les oiseaux ne s'électrocutent pas lorsqu'ils sont perchés sur un fil électrique à haute tension ?

2 Deux études réalisées en Australie et en Grèce auprès d'élèves et d'enseignants du primaire ont démontré que les enseignants ont éprouvé plus de difficulté à utiliser le multimètre que leurs élèves.



Atelier A

Quelques notions de base sur le courant électrique

Objectifs

- Acquérir des habiletés en sciences et technologies par l'étude de l'électricité.
- Développer sa curiosité pour les phénomènes électriques présents dans notre environnement.
- Apprendre à communiquer par écrit de façon appropriée.
- Découvrir les propriétés d'objets technologiques utilisés en électricité.
- Analyser qualitativement des résultats expérimentaux.
- Faire des liens entre l'électricité et les dangers qui lui sont associés.
- Concevoir un circuit électrique simple.
- Analyser un circuit électrique à l'aide de schémas.





Matériel

- Pile D (1,5 V)
- Boîtier à pile (1,5 V) (porte pile D)
- Ruban isolant
- Dénudeur
- Tomate
- Fil électrique torsadé, pour fiche d'essai (calibre 20 ou autres)
- Ciseau
- Horloge numérique à cristaux liquides avec cadran et deux plaques métalliques (cuivre, zinc)
- Ampoule miniature (1,2 V / 220 mA) ou (1,3 V / 0,3 A) ou (1,5 V / 0,3 A)
- Réceptacle pour ampoule miniature
- Interrupteur
- Paquet de 10 fils avec pinces alligators
- Moteur CC (courant continu) – 1,5 V à 3 V
- Hélice en plastique



Où trouver le matériel ?

On peut se procurer le matériel dans des magasins spécialisés, des quincailleries ou auprès des entreprises qui approvisionnent les écoles en matériel scientifique. À titre indicatif, nous vous proposons quelques fournisseurs :

- [Addison Électronique](#)
- [Sargent-Welch](#)
- [Brault & Bouthillier](#)
- [Boreal Laboratoires LTD](#)



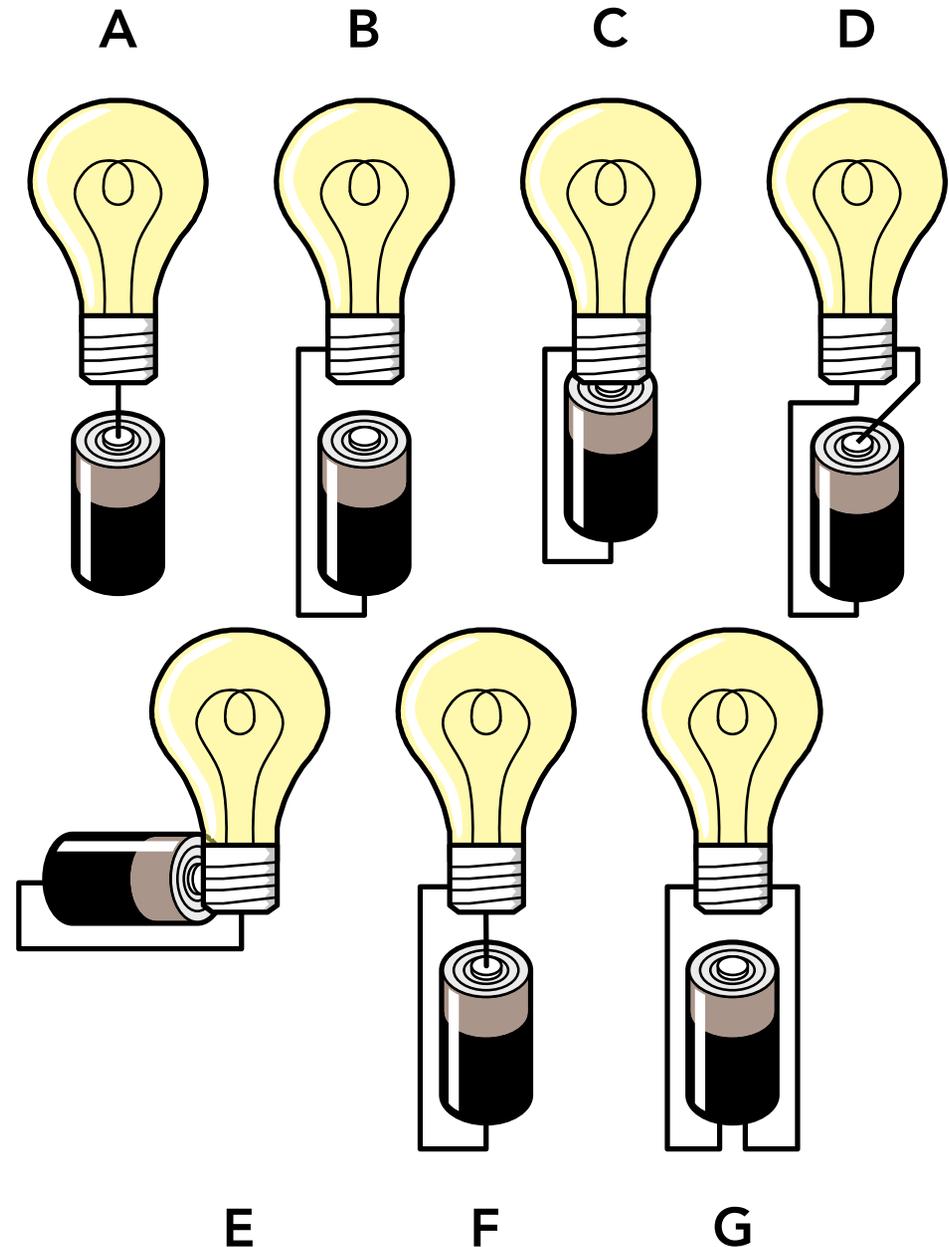


Évaluation des conceptions initiales

IMPORTANT

NOUS VOUS RECOMMANDONS, UNE FOIS QUE VOUS AUREZ REMPLI LE PRÉSENT QUESTIONNAIRE, DE NE PAS CONSULTER IMMÉDIATEMENT LES SOLUTIONS PRÉSENTÉES AVANT L'ÉVALUATION DES SAVOIRS DU PRÉSENT ATELIER. L'OBJECTIF EST DE VOUS AUTOCORRIGER SUITE AUX ACTIVITÉS D'EXPÉRIMENTATION ET À LA PRÉSENTATION DES NOTIONS SCIENTIFIQUES.

1. Dans les schémas ci-contre (A à G), sélectionnez celui ou ceux dont les ampoules sont allumées et expliquez votre réponse.

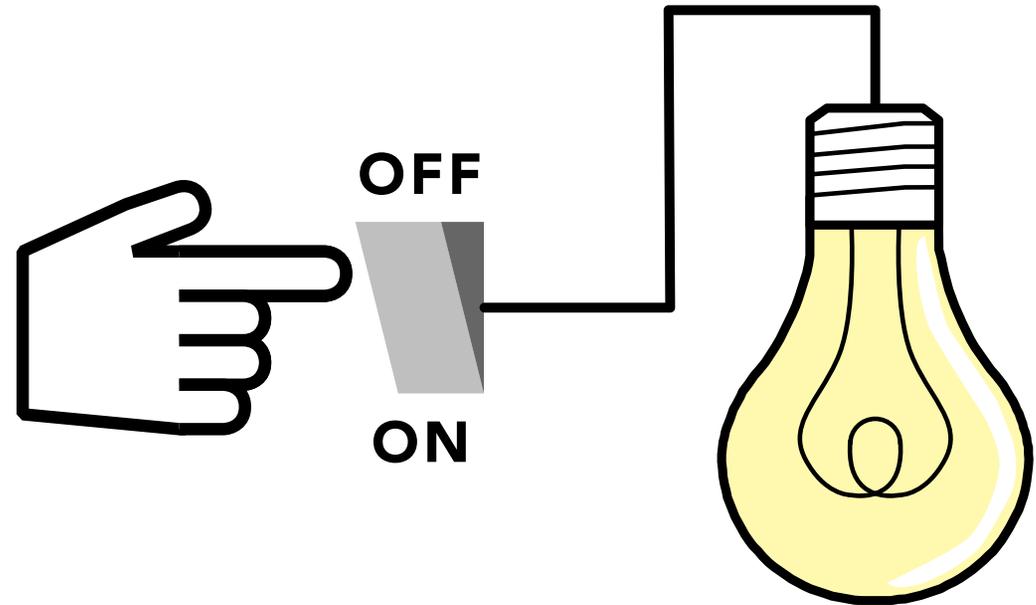




2. Dans le schéma ci-contre, l'interrupteur est en position « marche », mais le filament de l'ampoule est « grillé ». Lorsqu'on lui pose la question « Y a-t-il du courant électrique qui circule jusque dans le filament de l'ampoule ? », Nathalie répond par l'affirmative en justifiant sa réponse comme suit : « Il y a du courant qui circule jusqu'à l'ampoule puisque l'interrupteur est en position « marche ». Lorsque l'interrupteur est en position « marche », l'ampoule n'éclaire pas puisque son filament est grillé. Par contre, il y a du courant qui circule jusqu'à l'ampoule. La preuve est que si on la change alors que l'interrupteur est en marche, la nouvelle ampoule s'allumera. »

Cet énoncé est : Vrai Faux

Expliquez votre réponse.



3. Dans le cas d'une pile de 1 000 volts, quelle borne serait-il mortel de toucher ?

borne \oplus

borne \ominus

4. Expliquez votre réponse.

borne \oplus et borne \ominus



Caractéristiques des ampoules et des piles

Généralement, les ampoules miniatures sont dans un emballage sur lequel l'information suivante est indiquée : 1,2 **V** / 220 **mA**; 1,3 V / 0,3 **A**; 1,5V / 0,3 A (figure 1.1).

5. Selon vous, qu'est-ce que le courant électrique ?

6. Selon vous, qu'est-ce que la tension électrique (que l'on désigne souvent par le terme *voltage*) ?

V = volt

unité de la tension électrique

A = ampère

unité de l'intensité du courant électrique

m = millième (0,001)

ne pas confondre avec la masse
(p. ex. m = 2 kg)

Ainsi,

- 1 **mA** (milliampère) = 0,001 A (ampère)

$$220 \text{ mA} = 0,22 \text{ A}$$



FIGURE 1.1
AMPOULES
MINIATURES



À ce stade, il est important de savoir que l'information donnée par le fabricant (1,2 V / 220 mA) signifie que cette ampoule nécessite une pile de 1,2 volt et un courant électrique d'une intensité de 220 milliampères.

7. Selon vous, pourquoi, lorsque l'on achète une ampoule domestique, le fabricant nous fournit-il de l'information sur l'ampoule en watts (que l'on désigne par l'abréviation W, p. ex. 60 W) alors que lorsqu'on achète une ampoule miniature, il nous fournit de l'information sur ses caractéristiques en termes de courant et de tension ?

Ainsi, il est important de vérifier les caractéristiques des ampoules miniatures fournies par le fabricant. Par exemple, si vous utilisez une pile de 3 V, l'ampoule (1,2 V / 220 mA) brûlera, et à l'inverse, si son voltage est plus faible comparativement à celui requis par l'ampoule, elle ne brûlera pas. Cependant, elle ne brûlera pas si on dépasse un peu cette valeur (avec une pile de 1,5 V, par exemple). La valeur dépassée représente ce qu'on appelle le seuil de tolérance fixé par le fabricant. Généralement, il est de l'ordre de plus ou moins 30 %. Cette valeur dépend habituellement de la qualité de l'ampoule.

8. À l'endos de l'emballage de l'ampoule, on trouve d'autres informations fournies par le fabricant, par exemple la durée de vie moyenne de l'ampoule. Dans le cas de l'ampoule miniature (1,2 V / 220 mA), sa durée de vie est en moyenne de cinq heures, alors que la durée de vie d'une ampoule domestique est de 1 000 heures. Selon vous, de quoi dépend la durée de vie d'une ampoule ?



Comme dans le cas des ampoules, lorsque l'on achète une pile, nous devons vérifier le nombre de volts ainsi que le type de pile que l'on désire. Par exemple, dans le cas d'une pile de 1,5 V, on en retrouve plusieurs types (D, AA, AAA, N, C) (figure 1.2).

9. Selon vous, comment expliquer que ces piles, qui n'ont pas la même grosseur, ont le même nombre de volts ?



FIGURE 1.2
PLUSIEURS TYPES DE PILES



FIGURE 1.3
PILE RECHARGEABLE

Sur le marché, nous retrouvons aussi des piles rechargeables, telles que les piles Nickel-Cadmium (Ni-Cd) (figure 1.3).



Notez que le terme utilisé en anglais pour désigner une pile est *battery*. Dans le présent module, nous allons employer les termes *pile* et *batterie de piles*. Une batterie de piles est une association de plusieurs piles. Par exemple, une batterie de piles de 6 volts est constituée de quatre piles de 1,5 V chacune (figure 1.4). On la désigne aussi par les termes *accumulateur* pour l'assemblage de plusieurs piles (par exemple, l'accumulateur d'une automobile est constitué de l'équivalent de huit piles de 1,5 V, ce qui donne un total de 12 V) ou par *batterie de courant*. Nous verrons, plus loin, comment ces piles sont associées pour que le voltage de la batterie de piles soit égal à la somme du voltage de chaque pile.

10. Connaissez-vous le principe d'une pile rechargeable ?

11. Comme les ampoules, les piles ont aussi une durée de vie limitée. Selon vous, comment expliquer l'usure d'une pile ? Lorsque l'on range un appareil pendant quelques semaines, pourquoi est-il fortement conseillé de retirer les piles ?



FIGURE 1.4
BATTERIES DE PILES



Activité 1

Soyons branchés !

Expérimentation 1

Branchement d'une ampoule, d'une pile et de deux fils électriques

Matériel

- 1 pile D (1,5 V)
- 2 fils électriques torsadés calibre 20 (ou autres)
- 1 ampoule miniature (1,2 V, 220 mA)
- 1 ciseau
- 1 dénudeur
- 1 ruban isolant



FIGURE 1.5
MATÉRIEL REQUIS



- 12.** Sans qu'elle ne touche à la pile, allumez l'ampoule en utilisant les deux fils. Vous devez dénuder les extrémités de chaque fil d'environ cinq centimètres (figure 1.6). Réalisez, grâce aux outils d'annotation de dessin d'Adobe Reader, le schéma de votre montage dans l'espace ci-dessous en indiquant bien les points de connexion entre l'ampoule, la pile et les fils.

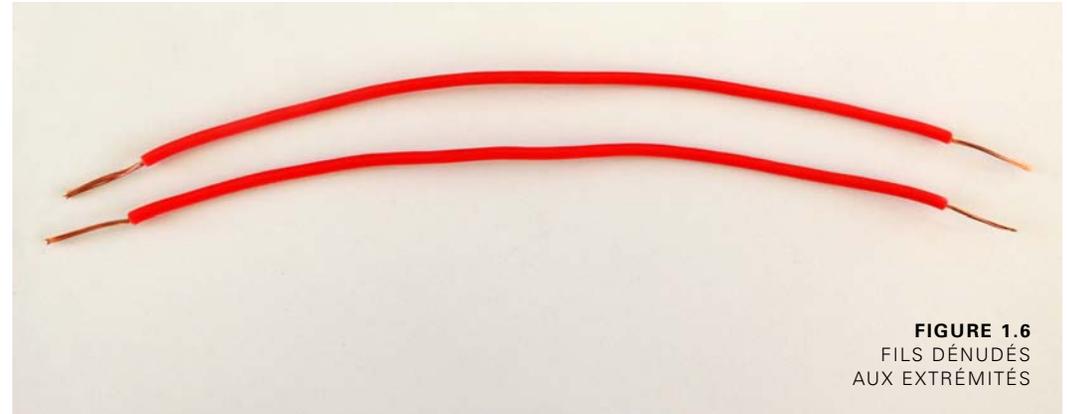


FIGURE 1.6
FILS DÉNUDÉS
AUX EXTRÉMITÉS

IMPORTANT

POUR GARDER LES CONTACTS TOUT EN LIBÉRANT VOS MAINS, IL SUFFIT D'UTILISER DU RUBAN ISOLANT OU DE DEMANDER À QUELQU'UN DE VOUS ASSISTER.

NOTEZ QU'IL N'Y A AUCUN DANGER À MANIPULER UNE PILE DE 1,5 V. D'AILLEURS, CERTAINS ENFANTS S'AMUSENT À METTRE LEUR LANGUE SUR UNE PARTIE DE LA PILE POUR RESSENTIR UN PICOTEMENT. LE DANGER D'ÉLECTROCUTION POUR LE CORPS HUMAIN EST À COMPTER DE 18 V.

votre schéma



Synthèse des observations

Expérimentation 1

Branchement d'une ampoule, d'une pile et de deux fils électriques

R12. Pour que l'ampoule fonctionne à l'aide de la pile et des deux fils dénudés, il faut mettre en contact une extrémité du fil avec un point quelconque de la partie métallique qui retient la cloche en verre que l'on désigne par le terme *culot de l'ampoule* (figure 1.7) et l'autre extrémité du fil en contact avec la borne \oplus ou \ominus de la pile.

Ensuite, il faudrait mettre en contact une extrémité du deuxième fil avec la partie métallique en bas de l'ampoule que l'on désigne par le terme *plot* et l'autre extrémité en contact avec l'autre borne de la pile (figure 1.8).

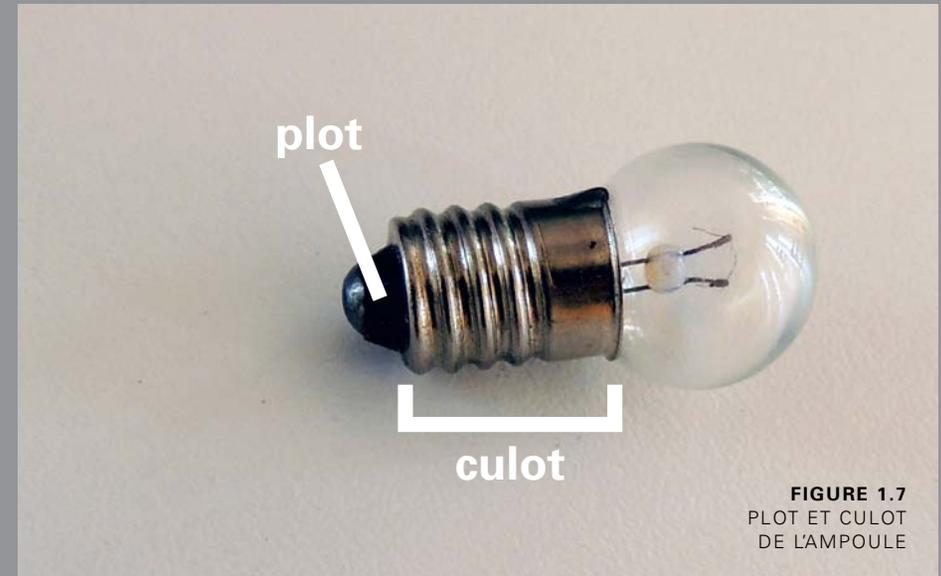


FIGURE 1.7
PLOT ET CULOT
DE L'AMPOULE

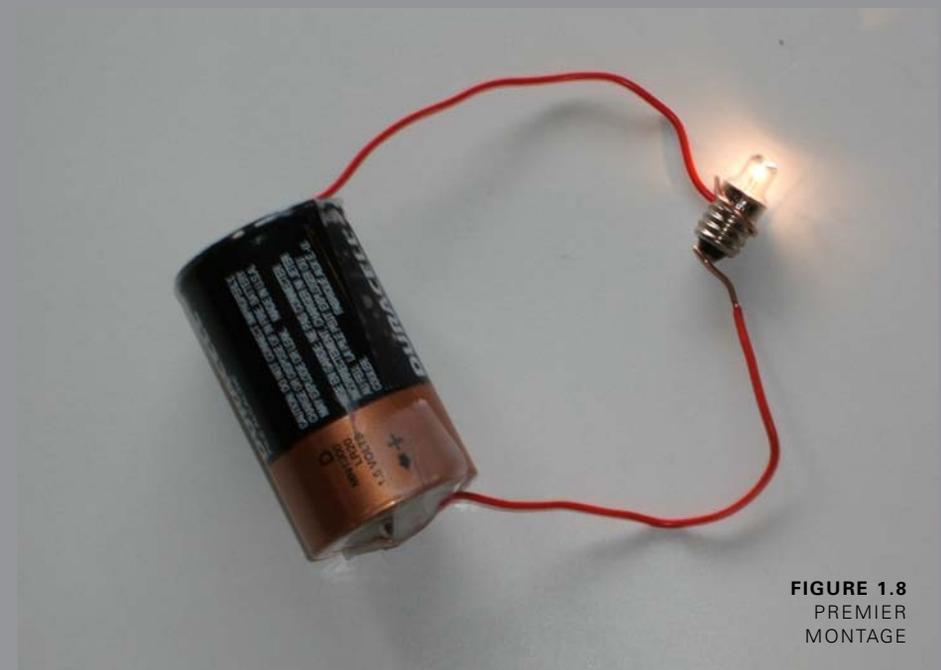


FIGURE 1.8
PREMIER
MONTAGE



Expérimentation 2

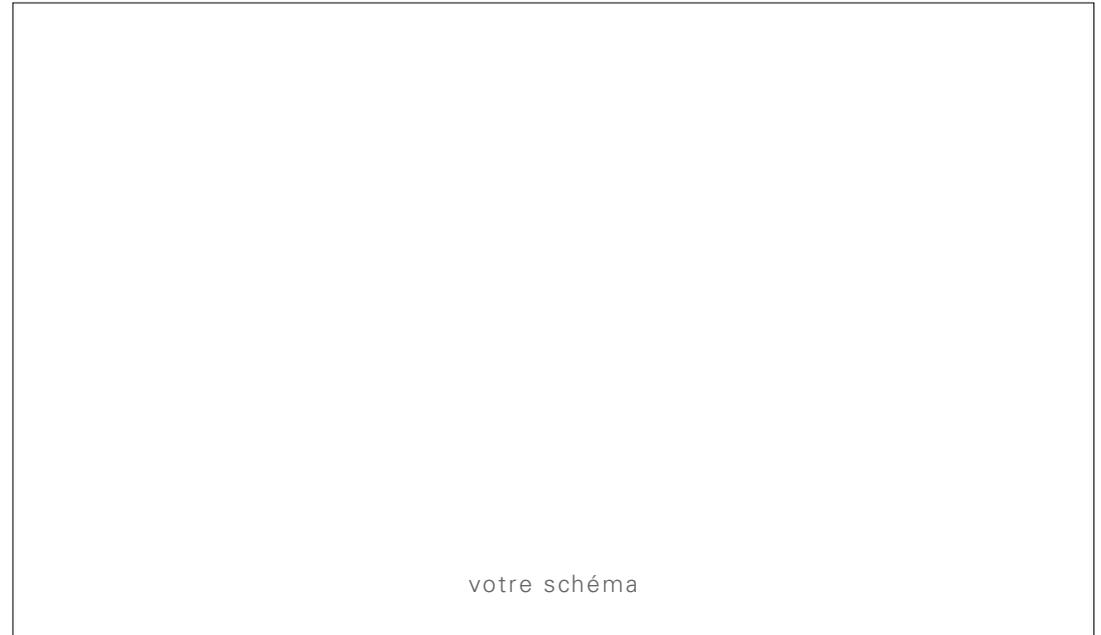
Branchement d'une ampoule, d'une pile et d'un fil électrique



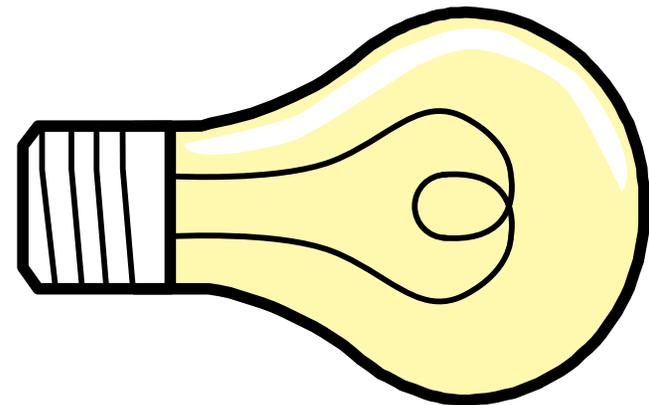
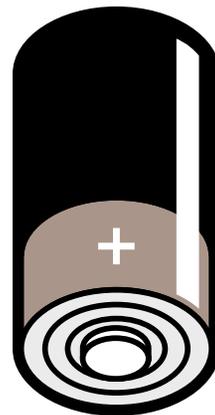
Matériel

Voir l'expérimentation 1

13. Comme dans le montage précédent, allumez l'ampoule, mais cette fois-ci à l'aide d'un seul fil électrique dénudé et dessinez le schéma du montage grâce aux outils d'annotation de dessin d'Adobe Reader en indiquant les points de connexion entre l'ampoule, la pile et le fil.
14. Indiquez les différences et les ressemblances entre le montage 1 (avec deux fils) et le montage 2 (avec un fil).



15. Complétez le schéma ci-dessous à l'aide de deux fils électriques, de telle sorte que l'ampoule s'allume.





Synthèse des observations

Expérimentation 2

Branchement d'une ampoule, d'une pile et d'un fil électrique

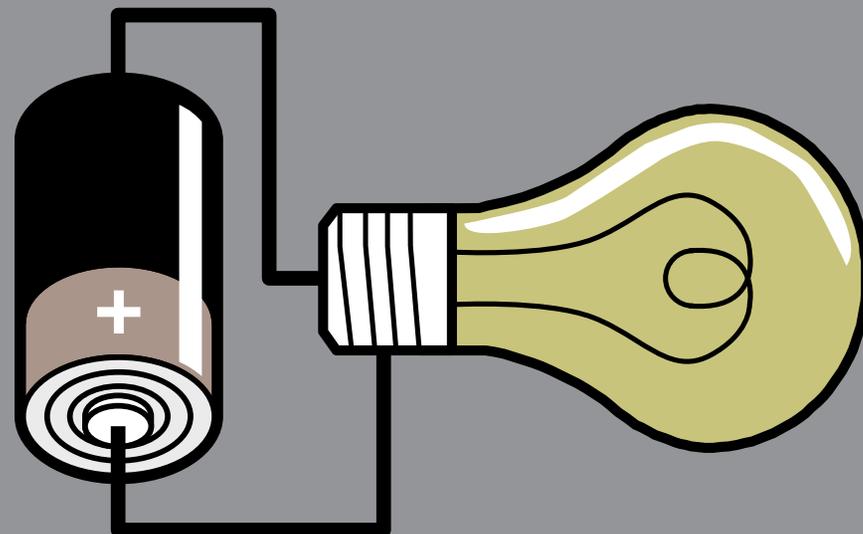
R13. Pour allumer l'ampoule à l'aide d'un seul fil électrique, mettre en contact le culot (ou le plot) de l'ampoule avec le pôle $+$ de la pile, une extrémité du fil avec le plot (ou le culot) de l'ampoule et l'autre extrémité avec le pôle $-$ de la pile. Pour garder l'ampoule allumée tout en libérant vos mains, il suffit d'utiliser du ruban adhésif ou du ruban isolant, comme celui utilisé par les électriciens (figure 1.9).

R14. Les points de connexion sont les mêmes dans les deux montages. Par contre, il n'y a pas de fil entre l'ampoule et la borne positive de la pile dans le cas du montage réalisé à l'aide d'un seul fil.



FIGURE 1.9
DEUXIÈME
MONTAGE

R15. Le schéma suivant est approprié.





Expérimentation 3

Branchement d'une pile (boîtier), d'un interrupteur, d'une ampoule et de fils électriques



Matériel

- 1 boîtier à pile D
- 1 pile D (1,5 V)
- 3 fils avec pinces alligators
- 1 ampoule miniature (1,2 V, 220 mA)
- 1 réceptacle à ampoule miniature
- 1 interrupteur

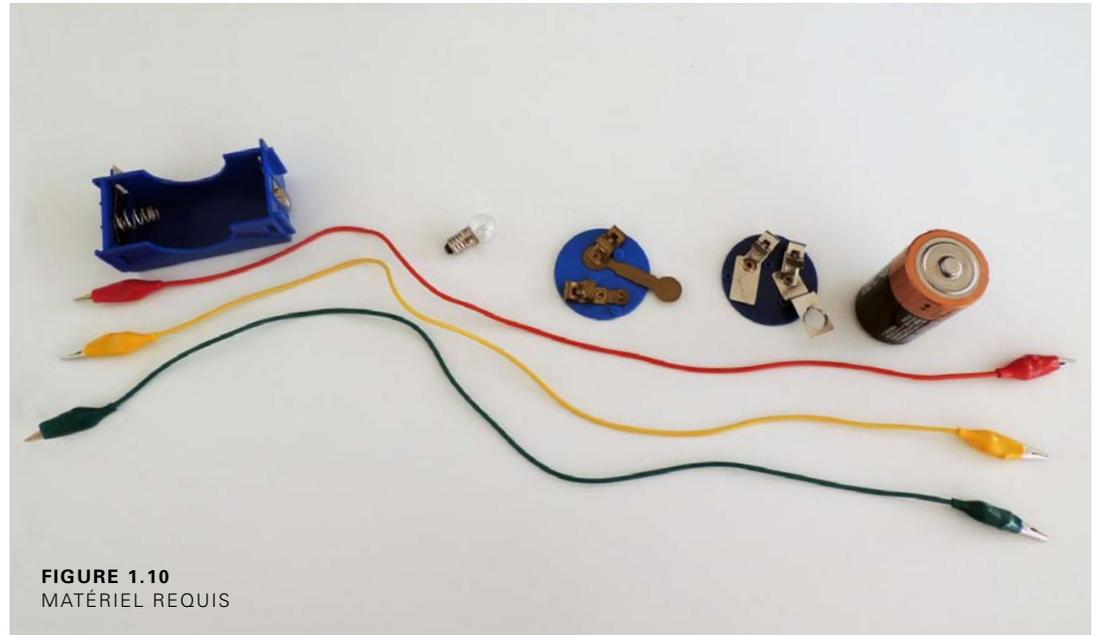


FIGURE 1.10
MATÉRIEL REQUIS

Il est possible de faire fonctionner une ampoule à l'aide d'une pile de façon beaucoup plus simple que précédemment, en plaçant l'ampoule dans un réceptacle et la pile dans un boîtier. Dans ce cas, pourquoi avons-nous fait fonctionner l'ampoule sans utiliser ces éléments ? Les manipulations effectuées servaient à découvrir les points de contact entre la pile et l'ampoule, moins évident à identifier dans les boîtiers.

D'où l'importance de bien serrer l'ampoule dans son réceptacle afin de s'assurer que le circuit est bien fermé.



Pour réaliser la prochaine expérimentation, placez l'ampoule dans son réceptacle et la pile dans son boîtier. Ensuite, utilisez les trois fils avec les pinces alligators pour réaliser le circuit constitué de la pile dans son boîtier, de l'ampoule dans son réceptacle et de l'interrupteur en position « **ouvert** ».

Une fois que vous aurez réalisé ces connexions, fermez l'interrupteur pour vérifier si l'ampoule s'allume.

CONSIGNE

AVANT DE RÉPONDRE À LA QUESTION SUIVANTE, OUVREZ L'INTERRUPTEUR POUR QUE L'AMPOULE S'ÉTEIGNE. VOUS ÉCONOMISEREZ AINSI VOTRE PILE. LAISSEZ VOTRE BRANCHEMENT TEL QUEL, CAR VOUS EN AUREZ BESOIN DANS UNE QUESTION SUBSÉQUENTE.

- 16.** Décrivez ce qui arrivera si vous interchangez les extrémités des deux fils en contact avec la pile, sans changer les extrémités des deux fils en contact avec l'ampoule du circuit que vous venez de réaliser. Testez expérimentalement votre hypothèse et expliquez.

Dans le langage courant, on dit « ouvrir la lumière ». On pense alors implicitement que le circuit est **ouvert**, ce qui n'est pas le cas. Dans les faits, pour ouvrir la lumière, on doit fermer l'interrupteur afin de fermer le circuit électrique et ainsi permettre au courant de circuler.



- 17.** Pour bien comprendre le rôle et le fonctionnement de chaque composant matériel du montage, représentez-les dans un schéma, grâce aux outils d'annotation de dessin d'Adobe Reader, en indiquant tous les points de connexion entre l'ampoule et les parties métalliques du réceptacle, entre le réceptacle et les fils, entre les fils et les parties métalliques de l'interrupteur, et entre les fils et la pile qui assurent que le filament brille.

votre schéma



Synthèse des observations

Expérimentation 3

Branchement d'une pile (boîtier), d'un interrupteur, d'une ampoule et de fils électriques

Dans un premier temps, il fallait réaliser le montage en insérant l'interrupteur en position « ouvert » (figure 1.11).

Ensuite, il fallait fermer l'interrupteur pour que l'ampoule fonctionne (figure 1.12).

R16. En interchangeant les extrémités des deux fils en contact avec la pile, sans changer les extrémités des deux fils en contact avec l'ampoule du circuit, on n'observe aucun changement.

De même, en interchangeant les extrémités des deux fils en contact avec l'ampoule sans changer les extrémités des deux fils en contact avec la pile, on n'observe aucun changement.

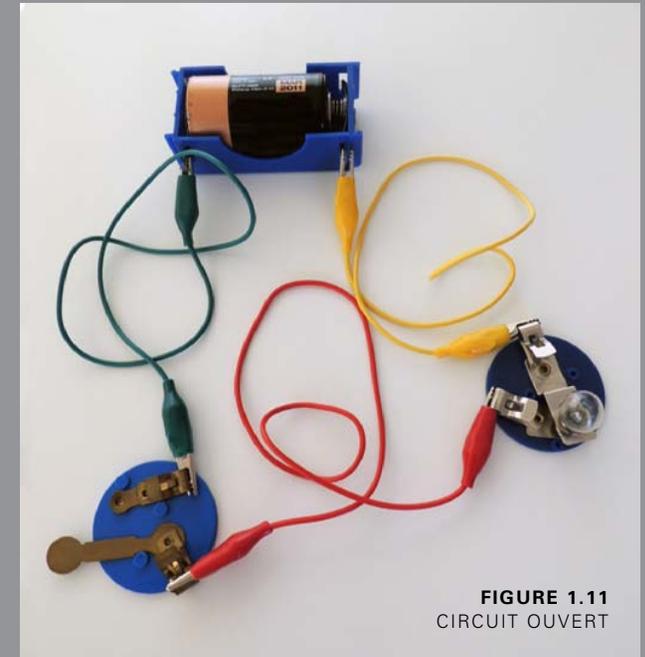


FIGURE 1.11
CIRCUIT OUVERT

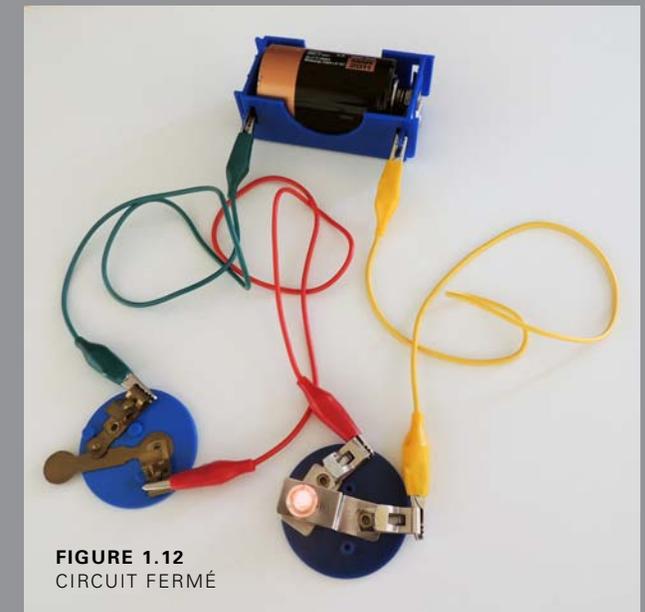
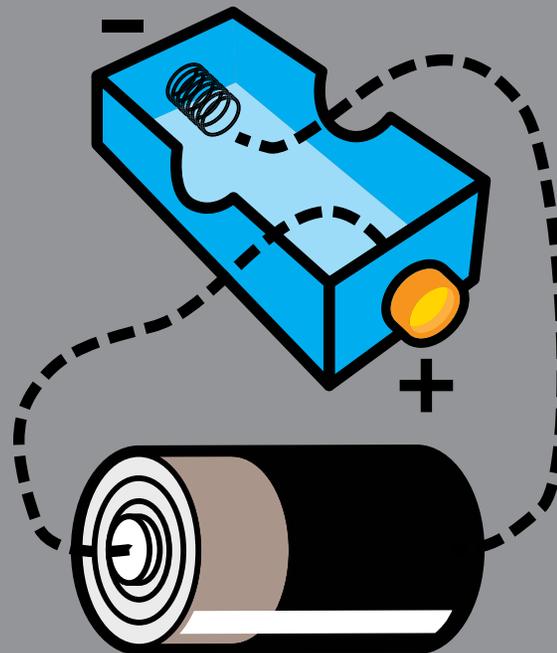
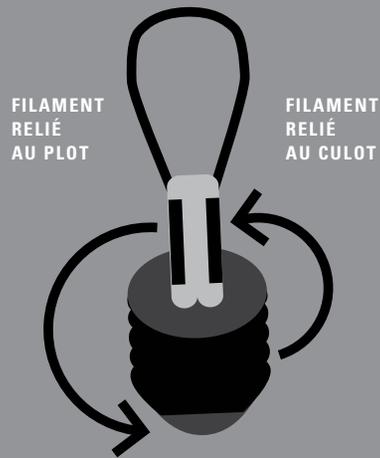
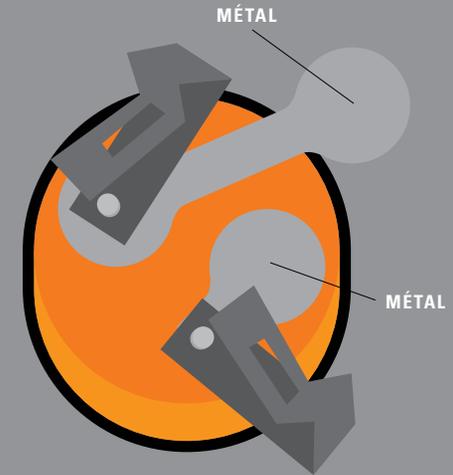
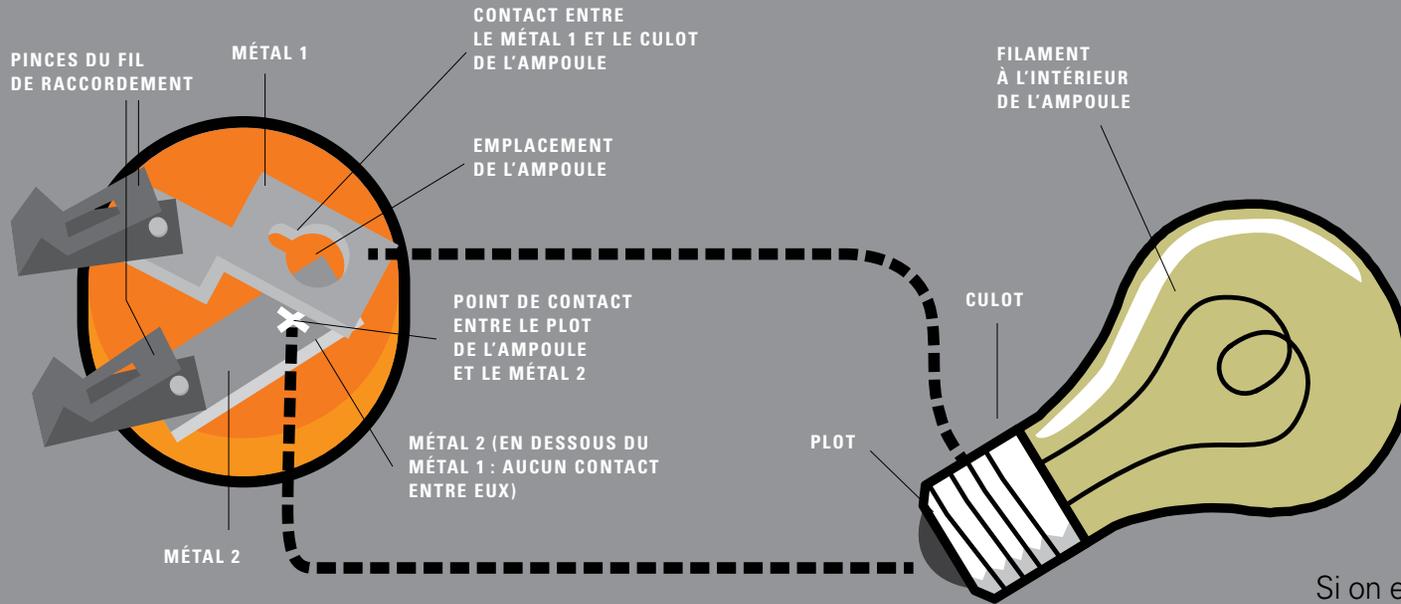


FIGURE 1.12
CIRCUIT FERMÉ



R17.



Si on enlève la cloche en verre en faisant attention pour éviter de se blesser (des lunettes de sécurité et des gants sont requis pour cette manipulation), on observera qu'une extrémité du filament de l'ampoule est soudée sur son socle (culot) et l'autre extrémité est soudée sur le plot.



Expérimentation 4

Branchement d'une pile (boîtier), d'un interrupteur, d'un moteur, d'une hélice et de fils électriques



Matériel

- 1 pile D (1,5 V)
- 1 boîtier à pile D
- 3 fils avec pinces alligators
- 1 hélice
- 1 moteur CC – 1,5 V à 3 V
- 1 interrupteur

Réalisez, à l'aide des trois fils avec pinces alligators, un montage constitué de la pile, de l'interrupteur en position « ouvert », du moteur et d'une hélice.

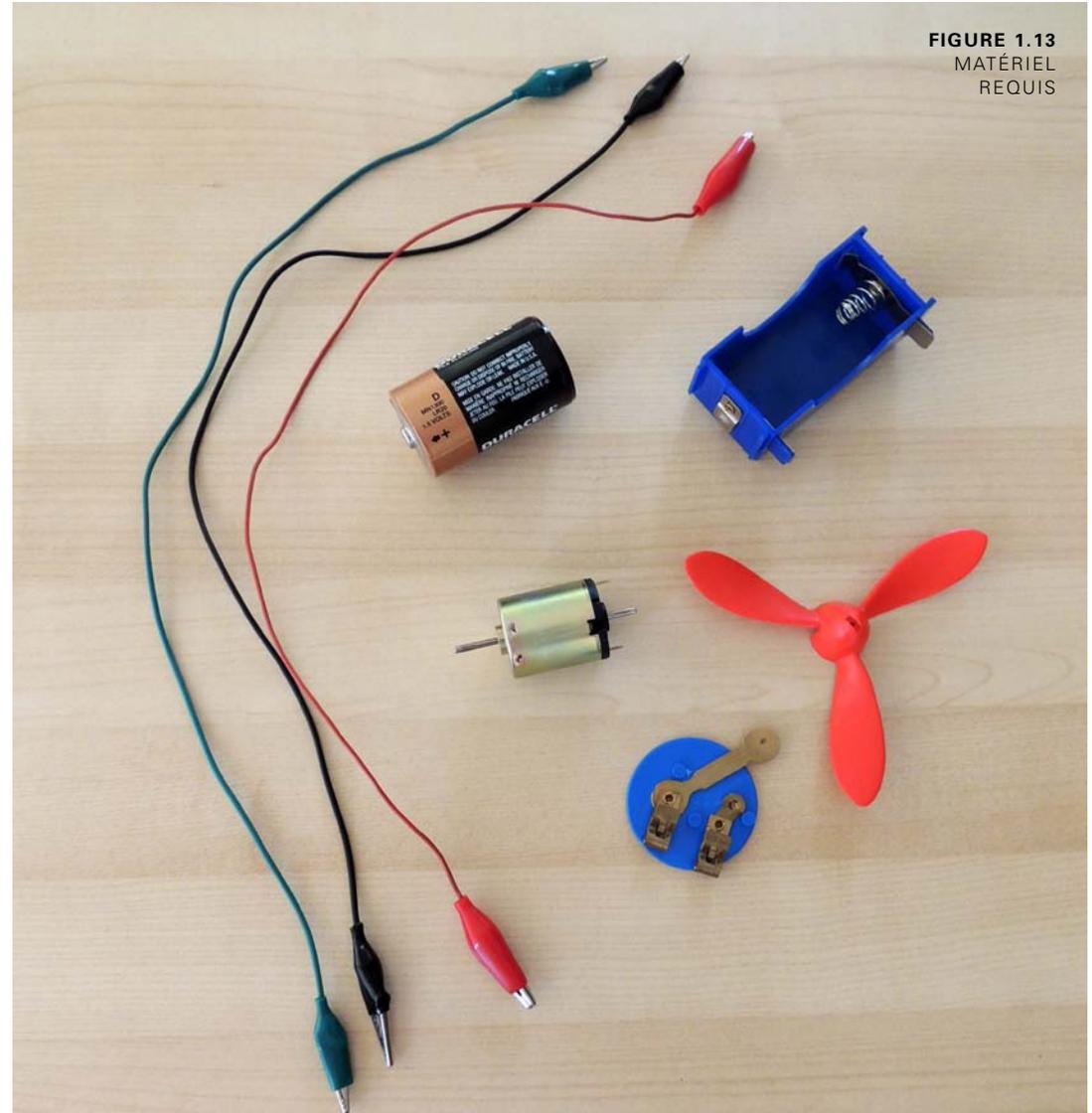


FIGURE 1.13
MATÉRIEL
REQUIS



18. Fermez le circuit en fermant l'interrupteur et notez le sens de rotation de l'hélice (sens des aiguilles d'une montre ou sens inverse – horaire ou antihoraire). Par la suite, ouvrez votre interrupteur mais gardez les connexions intactes.

sens horaire

sens antihoraire

19. Maintenant, anticipez le sens de rotation de l'hélice : **1.** si vous interchangez les extrémités des deux fils en contact avec les bornes du moteur ; et **2.** si les connexions aux bornes de la pile étaient inversées.

1. sens horaire
 sens antihoraire

2. sens horaire
 sens antihoraire

20. Vérifiez expérimentalement vos hypothèses et formulez une explication.

21. Que concluez-vous des activités que vous venez de réaliser ?

CONSIGNE

ÉVITEZ DE METTRE VOS DOIGTS DANS LES ENVIRONS IMMÉDIATS DU MOTEUR ET DE L'HÉLICE LORSQU'ILS FONCTIONNENT.

IMPORTANT

VOUS NE DEVEZ PAS LAISSER LE MONTAGE BRANCHÉ CONTINUÉMENT POUR ÉVITER L'USURE DE LA PILE.



Synthèse des observations

Expérimentation 4

Branchement d'une pile (boîtier), d'un interrupteur, d'un moteur d'une hélice et de fils électriques

Le montage réalisé à l'aide de la pile dans son boîtier, du moteur, de l'hélice et de l'interrupteur en position « ouvert » est illustré à la figure 1.14.

R18. Il se peut que, dans le cas de votre montage, l'hélice tourne dans le sens antihoraire.

R19. 1. L'hélice tournera dans le sens contraire
2. L'hélice tournera dans le sens contraire.

R20. En interchangeant les extrémités des deux fils en contact avec les bornes de la pile, le sens de rotation du moteur est affecté. De même, en interchangeant les extrémités des deux fils en contact avec le moteur, celui-ci tournera dans le sens contraire.

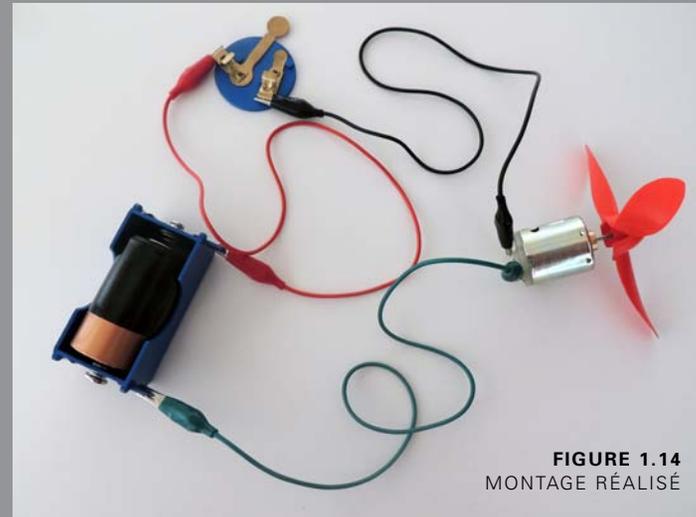


FIGURE 1.14
MONTAGE RÉALISÉ

R21. Ces expériences nous permettent de conclure que les bornes \oplus et \ominus de la pile affectent le sens de rotation du moteur. Aussi, on peut supposer que le courant électrique circule du \oplus vers le \ominus ou du \ominus vers le \oplus , ce qui explique le changement du sens de rotation de l'hélice. Cependant, ces expérimentations ne nous permettent pas de comprendre ce que représentent les pôles \oplus et \ominus . Nous reviendrons sur cette question un peu plus loin dans le module.



Notions scientifiques

Représentation schématique des éléments de circuits électroniques

Circuit fermé

Afin que le courant circule dans un circuit électrique, il faut absolument que le circuit forme une boucle fermée. Dans le cas d'un circuit simple, cette boucle comprend une pile, une ampoule, un interrupteur et des fils de raccordement électriques.

Nous verrons plus loin ce qu'on entend par *courant électrique*. Pour l'instant, notons que le courant électrique est invisible et qu'on ne voit que ses effets, comme l'éclairage de l'ampoule.

Circuit ouvert

Si la boucle du circuit n'est pas fermée, aucun courant ne pourra circuler. On dit alors que le circuit est ouvert. Cela se produit si le filament de l'ampoule brise ou encore si l'interrupteur est ouvert.



Interrupteur

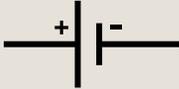
Un interrupteur est un objet qui permet d'ouvrir ou de fermer un circuit électrique.

Sens du courant

L'expérimentation que nous avons proposée précédemment, avec le moteur et l'hélice, démontre que le courant a un sens. Selon la convention, il circule du \oplus au \ominus de la pile. Lorsque nous étudierons la composition de la pile un peu plus loin, nous verrons ce que signifient les signes \oplus et \ominus indiqués sur les piles électriques.

Moteur électrique

Le moteur électrique est un dispositif qui permet de réaliser du travail, comme la rotation d'une hélice.

	COMPOSANTES MATÉRIELLES	REPÉRÉNTATIONS SCHÉMATIQUES
FILS À PINCES		
MOTEUR ÉLECTRIQUE		
INTERRUPTEUR OUVERT		
AMPOULE		
PILE		

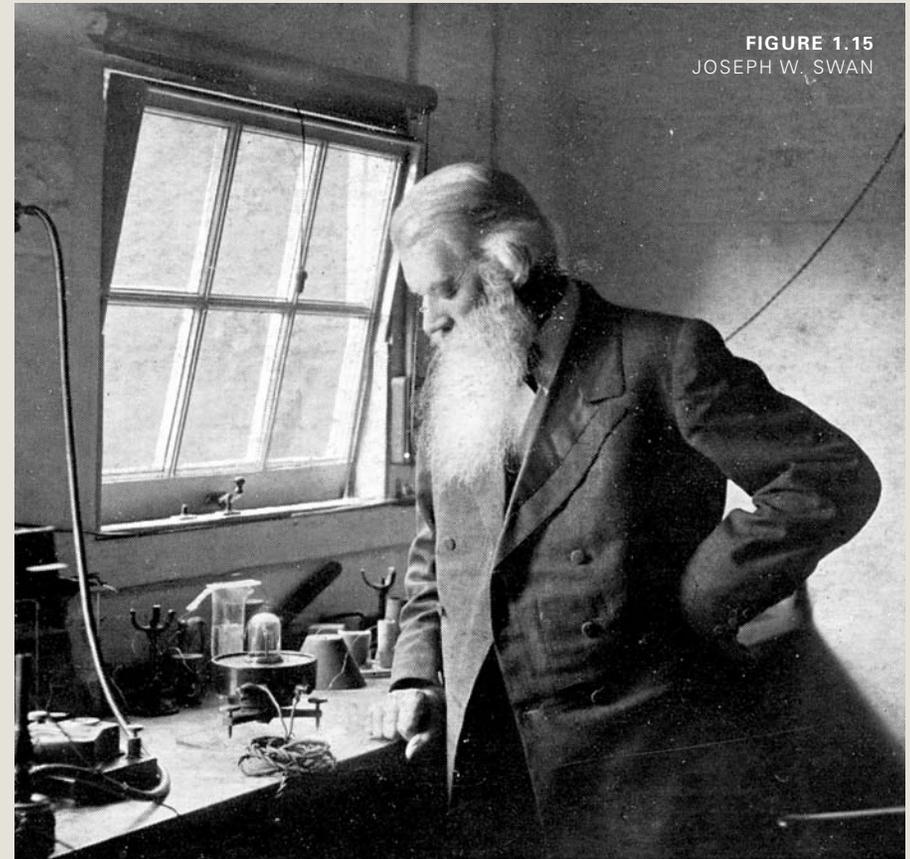


Lampe incandescente ou lampe électrique à filament

Lampe incandescente de l'anglais Joseph W. Swan (1828-1914)

Il revient au chimiste anglais Humphry Davy d'avoir réussi, en 1802, à produire une lumière continue, et ce, en faisant passer un courant électrique à travers des filaments de platine. Cette expérience sera à l'origine de la fin de l'éclairage aux bougies, aux lampes au pétrole et au gaz qui seront remplacés par des lampes à filament électrique. Ces lampes utilisent le principe de l'incandescence, c'est-à-dire de l'émission de rayons lumineux provenant de matière chauffée. La première lampe à incandescence fut inventée par l'anglais Frederick de Moleyns en 1841. Il s'agissait d'« une ampoule de verre contenant deux fils de platine réunis par du charbon en poudre. Lorsqu'on établissait le contact, le courant passait entre les filaments de platine à travers le charbon qu'il portait à incandescence. Le vide étant fait dans la sphère, le charbon chauffé sans se consumer ; cette lampe fut le prototype de plusieurs autres modèles¹ ».

1 Grolier (1964). *La science pour tous – Volume 7*, Montréal, Grolier limitée, p. 336.



La lampe de Frederick de Moleyns sera perfectionnée par son compatriote, le physicien Joseph W. Swan, qui réussit, en 1850, à préparer « des filaments de charbon avec du papier, puis à employer des fils de coton traités à l'acide sulfurique afin d'obtenir un filament de carbone aussi fin qu'un cheveu. La fibre carbonisée était fixée entre des fils métalliques dans une ampoule vide d'air² ».

2 *Idem.*



Lampe incandescente de l'américain Thomas A. Edison (1847-1931)

Durant cette même période, le célèbre homme d'affaires et inventeur américain Thomas A. Edison cherchait à fabriquer une lampe à incandescence beaucoup plus petite que celle de Swan, pour une utilisation domestique. Il voulait également trouver un filament qui pourrait supporter des températures beaucoup plus élevées. Pendant un an, il a réalisé plus de 1 000 expériences avec ses collaborateurs avant de parvenir à fabriquer une lampe à incandescence contenant un filament de cellulose carbonisée. Sa lampe brûla pendant 40 heures consécutives. Grâce à son ingéniosité, il conçut, en 1879, un système d'éclairage à incandescence pour les rues et les maisons de Menlo Park, au New Jersey³.

De nos jours, le filament que l'on retrouve à l'intérieur des lampes à incandescence est le tungstène (W), un métal gris qui ne fond qu'à très haute température (autour de 3 420 °C) et duquel on peut faire un filament très mince qui s'échauffe rapidement lorsque les électrons le traversent. Il revient au new-yorkais William Coolidge d'avoir mis au point une technique pour employer les filaments de tungstène dans les lampes électriques. En utilisant le filament de tungstène, on s'est vite aperçu qu'il s'usait rapidement, affectant ainsi le rendement lumineux de la lampe qui noircissait. Irving Langmuir se joignit à Coolidge pour tenter de résoudre ce problème. « Il en conclut que la cause du noircissement provenait de la sublimation du tungstène, puis de la condensation de sa vapeur sur l'ampoule

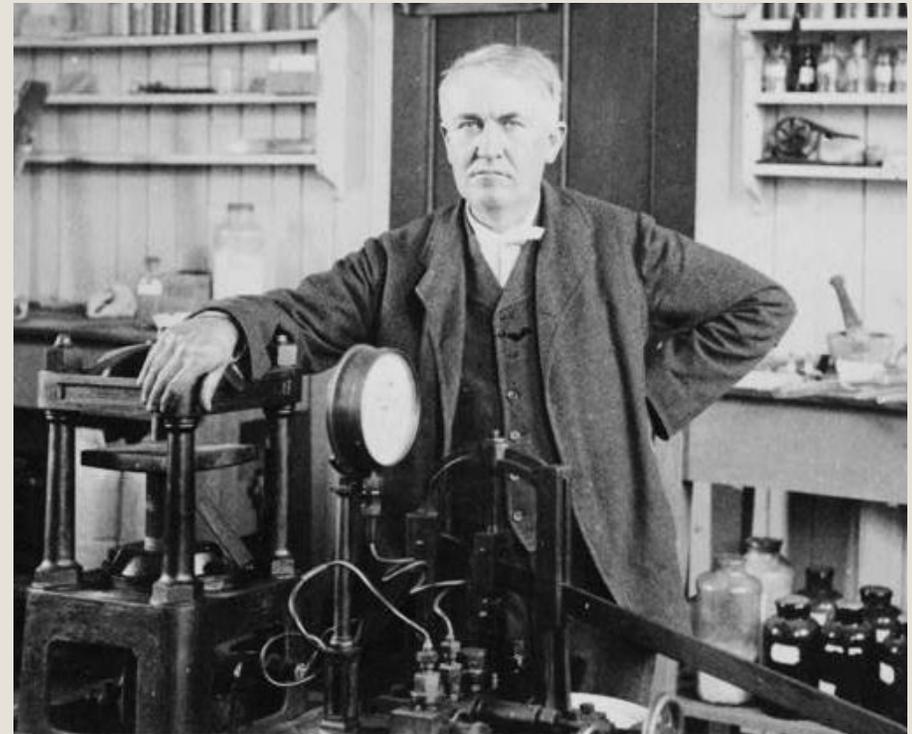


FIGURE 1.16
THOMAS A. EDISON

relativement froide, ce qui causait également l'usure rapide du filament⁴. » Pour éviter la sublimation, Langmuir remplit l'ampoule de gaz, plus précisément, d'argon.

L'introduction de l'argon causa toutefois un problème de perte de chaleur que Langmuir compensa en donnant au filament de la lampe « une forme hélicoïdale en bobinant un ruban de tungstène autour d'une tige qu'il retirait ensuite⁵ ». Ce type de filament est encore utilisé dans les lampes à incandescence.

3 *Ibid.*, p. 337.

4 *Ibid.*, p. 341.

5 *Idem.*



Activité 2

Une horloge à la tomate

Expérimentation 5

Branchement d'une tomate et d'une horloge numérique — circuit ouvert

Matériel

- 1 tomate
- 1 horloge numérique à cristaux liquides constituée d'un cadran et de deux plaques métalliques, une en cuivre et l'autre en zinc (couleur grise).

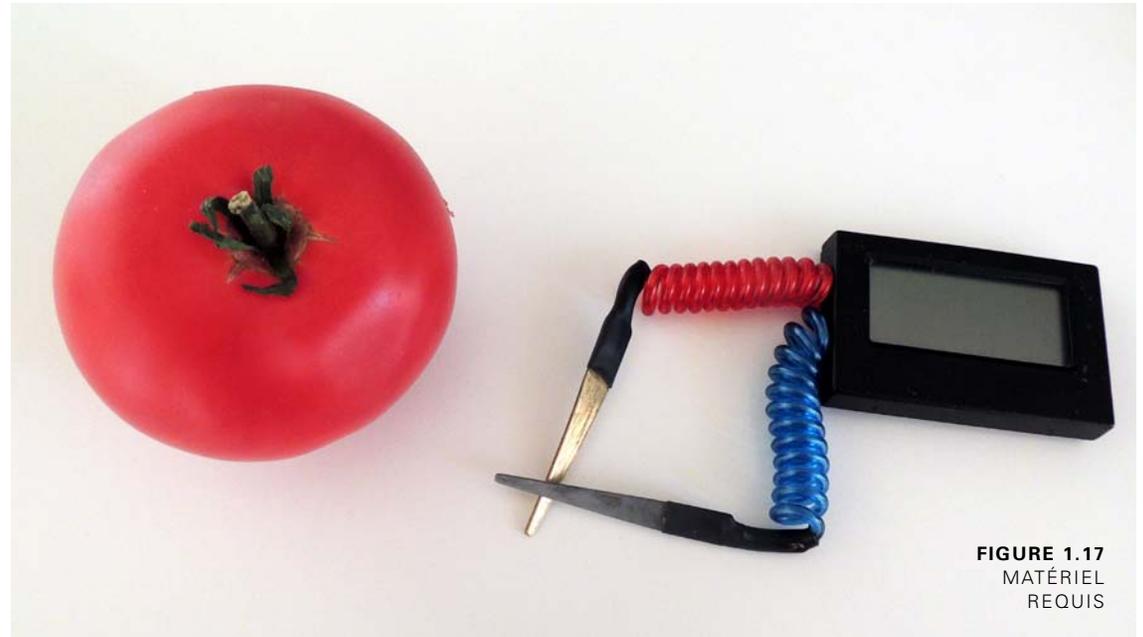


FIGURE 1.17
MATÉRIEL
REQUIS

- 22.** Enfoncez l'une des pointes métalliques (celle en cuivre ou celle en zinc) dans votre tomate et notez vos observations.



Synthèse des observations

Expérimentation 5

Branchement d'une tomate
et d'une horloge numérique
— circuit ouvert

R22. En enfonçant la plaque de cuivre ou la plaque de zinc dans la tomate, aucun phénomène ne se produit (figure 1.18).

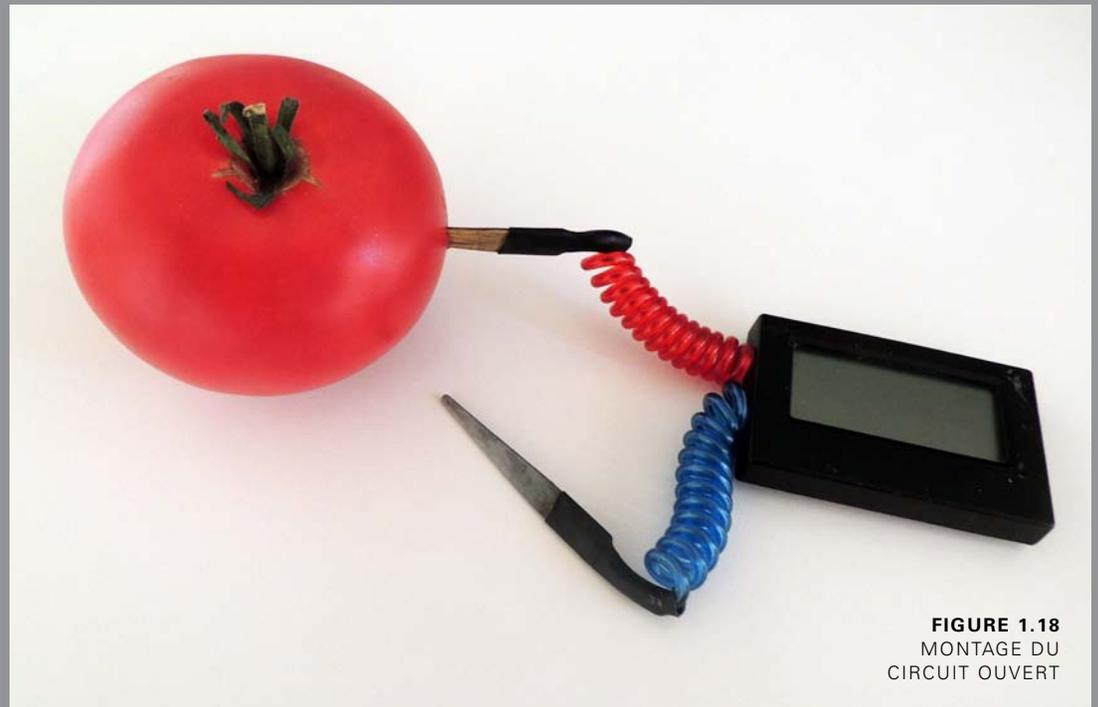


FIGURE 1.18
MONTAGE DU
CIRCUIT OUVERT



Expérimentation 6

Branchement d'une tomate
et d'une horloge numérique
— circuit fermé



Matériel

Voir l'expérimentation 5

- 23.** Tout en laissant l'une des plaques métalliques dans la tomate, enfoncez la pointe de la deuxième plaque et notez vos observations.

Influence de la distance
entre les deux plaques

- 24.** Selon vous, la distance entre la plaque de cuivre et celle en zinc influence-t-elle le phénomène observé ?

Oui

Non

- 25.** Expliquez votre hypothèse.

- 26.** Vérifiez expérimentalement votre réponse et notez votre explication.



Influence de la nature des fruits et des légumes sur le fonctionnement de l'horloge numérique

- 27.** Refaites les mêmes expériences avec un citron, une pomme, une pomme de terre et un pamplemousse puis notez vos observations, suivies de vos explications.

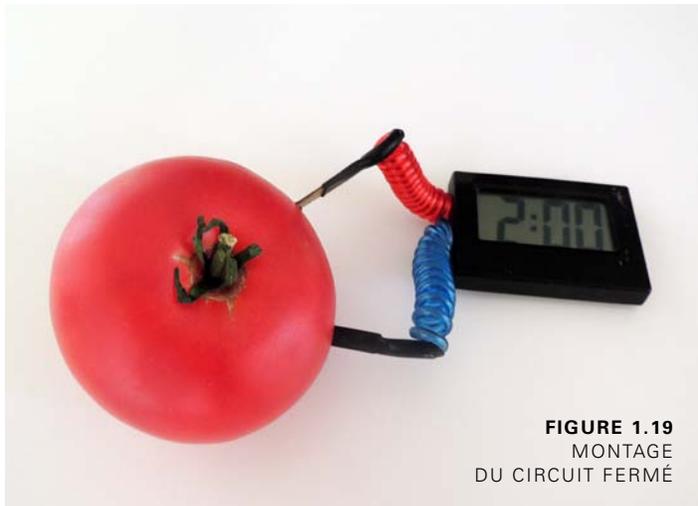


FIGURE 1.19
MONTAGE
DU CIRCUIT FERMÉ

Analogie entre une horloge à la tomate et un circuit constitué d'une pile, d'une ampoule et de deux fils

- 28.** En comparant les deux montages ci-dessous (figures 1.19 et 1.20), pouvez-vous déduire ce qu'il y a à l'intérieur d'une pile et ce que représentent les bornes \oplus et \ominus ?

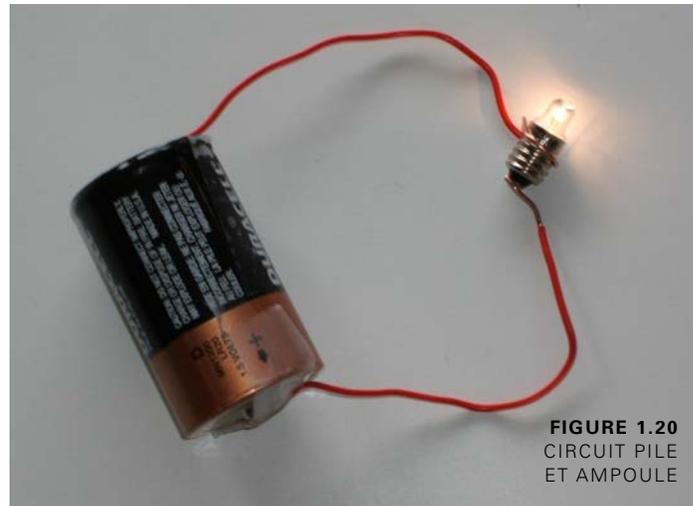


FIGURE 1.20
CIRCUIT PILE
ET AMPOULE

CONSIGNE

ENTRE CHAQUE EXPÉRIENCE, ESSUYEZ LES PLAQUES MÉTALLIQUES POUR ÉVITER DE FAUSSER LES RÉSULTATS DE VOS EXPÉRIMENTATIONS.



Synthèse des observations

Expérimentation 6

Branchement d'une tomate
et d'une horloge numérique
— circuit fermé

R23. En enfonçant la plaque de zinc, puis la plaque de cuivre (figure 1.21), on observe un faible éclairage du cadran. Idem, en enfonçant la plaque de cuivre, puis la plaque de zinc, on observe le même phénomène : l'horloge fonctionne.



FIGURE 1.21
L'HORLOGE
FONCTIONNE

Influence de la distance
entre les deux plaques

R24. La distance entre les métaux affecte l'éclairage du cadran.

R25. Plus les métaux sont loin l'un de l'autre, plus l'éclairage est faible (figure 1.22).

R26. Réponses variables.



FIGURE 1.22
MÉTAUX ÉLOIGNÉS
ET ÉCLAIRAGE FAIBLE



Influence de la nature des fruits et des légumes sur le fonctionnement de l'horloge numérique

R27. Les expérimentations réalisées avec d'autres fruits ne donnent pas les mêmes résultats. Les fruits possédant une plus grande acidité donnent de meilleurs résultats.

À titre d'illustration, le tableau ci-dessous présente le **pH** de quelques fruits et légumes.

Ainsi, avec des métaux identiques, une pile à la tomate serait moins performante qu'une pile au citron.

Aliment	pH
Pomme de terre	6,1
Citron	2,2-2,4
Pomme (McIntosh)	3,34
Banane	4,5-5,2
Tomate	4,2-4,9
Carotte	4,9-5,2
Concombre	5,1-5,7

Analogie entre une horloge à la tomate et un circuit constitué d'une pile, d'une ampoule et de deux fils

R28. En comparant les deux montages, on conclut que la pile doit être composée de deux métaux tels que le cuivre et le zinc et d'une solution acide ou d'une solution composée de sels minéraux.

Le **pH** (potentiel hydrogène) varie de 0 à 14. Les solutions acides ont un pH entre 0 (totalement acide) et 7 alors que les solutions basiques ont un pH entre 8 et 14 (totalement basique).



Notions scientifiques

La pile électrique

L'invention de la pile débuta dans le laboratoire du physiologiste italien Luigi Galvani, vers la fin du XVIII^e siècle. Ce dernier fit plusieurs expériences avec des cuisses de grenouilles mortes et observa la contraction de ses dernières lorsque de l'électricité était directement appliquée au nerf. Il observa le même phénomène lorsqu'un crochet de cuivre fixé dans la moelle épinière de la grenouille vint au contact des barreaux de fer du balcon où il avait installé son laboratoire.

Galvani formula alors l'hypothèse d'une « électricité animale », qui serait sécrétée par le cerveau et se déchargerait lorsque nerf et muscle sont reliés par les métaux.

Des chercheurs français du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) ont reproduit pour le site @.Ampère et l'histoire de l'électricité l'expérience de Galvani en montrant la contraction d'une cuisse d'une grenouille morte. D'ailleurs, on peut visionner leur expérience dans la vidéo [*Des expériences de Galvani à la pile de Volta.*](#)

Dans une vidéo produite par le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) pour le site @.Ampère et l'histoire de l'électricité, on retrouve, comme dans le cas de Galvani, une reproduction de la pile de Volta dans un laboratoire universitaire.

Même si les métaux étaient responsables des contractions des muscles de la grenouille, Galvani n'avait pas tout à fait tort lorsqu'il évoquait l'hypothèse d'une électricité animale, comme à toutes les espèces. Les cellules des tissus nerveux et musculaires, les neurones, se comportent comme de minuscules piles biologiques, qui délivrent des tensions électriques de quelques dizaines de millivolts, indétectables à [cette époque]⁶.

6

De La Souchère, Marie-Christine (2011). *Histoire de l'électricité*, Paris, Éditions Ellipses, p. 43.



Son compatriote Volta remis en question la manifestation de cette électricité « animale » en postulant l'existence d'une électricité de type « métallique ».

Il réussit à en observer la manifestation en assemblant plusieurs disques de cuivre et de zinc séparés par des morceaux de carton imbibés d'eau salée et empilés les uns au-dessus des autres.

Vous avez sûrement noté une certaine similitude entre votre expérience réalisée à l'aide des plaques de cuivre et de zinc, de l'afficheur numérique et celle des fruits comme la tomate (contenant des solutions acides de différentes concentrations) ou la pomme de terre (contenant des sels minéraux).

Notez que les sels minéraux sont en général solides à la température ambiante et qu'ils constituent les principaux constituants de la croûte terrestre. Le mot sel ne désigne pas seulement le sel de table, mais toute substance dérivant d'une réaction entre acides et bases, minéraux ou organiques.

Qu'ont en commun ces différentes solutions ? Les acides et les sels génèrent des ions en solution. Tout atome ou molécule qui gagne ou perd un ou plusieurs électrons se transforme en ion. Par exemple, le sel de table (NaCl), en présence de l'eau, se dissocie en ions Na^+ (des atomes de sodium ayant perdu chacun un électron deviennent chargés positivement) et en ions Cl^- (des atomes de chlore ayant chacun gagné un électron deviennent chargés négativement). La solution contenant ces atomes chargés est une solution ionique. De même,

l'acide chlorhydrique en solution génère des ions de chlorure (Cl^-) et des ions d'hydrogène (H^+).

Savez-vous que Volta n'a pas réussi à expliquer le mécanisme réactionnel entre les disques de cuivre et de zinc et les cartons imbibés d'eau salée (réaction d'oxydoréduction) ? Il s'est contenté d'énoncer la nécessité d'avoir deux métaux différents (cuivre et zinc) sans comprendre le rôle de l'eau salée sur ces métaux.

Malgré cette lacune ainsi que le manque d'étanchéité de sa pile, puisque la solution aqueuse de sel (saumure) dans laquelle étaient plongés les morceaux de carton coulait de la pile, son invention suscita un engouement chez les chercheurs pour fabriquer des piles de plus en plus puissantes.

Il revient à Volta d'avoir inventé l'eudiomètre, appareil servant à l'analyse volumétrique des mélanges de gaz, avec lequel il réalisa la première synthèse de l'eau.

Pour comprendre le mécanisme réactionnel entre les métaux de cuivre et de zinc et la solution acide, revenons sur quelques notions concernant la structure de la matière et les solutions ioniques.



Aspects atomique et moléculaire de la matière

La matière est composée d'atomes. Pour vous donner une idée de leur petitesse, notez qu'il y a $8,5 \times 10^{22}$ (85 suivi de 21 zéros !) atomes de cuivre dans 1 cm^3 de cuivre. Il existe [118 atomes](#) différents qui se combinent de différentes façons pour former des composés chimiques. Par exemple, la molécule d'eau est formée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène (H_2O).

Une centrale électrique aux bananes !

En 2004, un scientifique australien a réussi à créer un générateur électrique alimenté par des bananes en décomposition.

« Bill Clark, professeur en ingénierie à l'université de Queensland, a laissé les bananes se décomposer dans des cuves hermétiques et a utilisé le méthane produit par le pourrissement pour alimenter une turbine électrique⁷. »

7

Le Journal de Montréal. 24 août 2004.

La matière existe soit à l'état atomique, comme dans le cas des métaux (le cuivre [Cu], l'aluminium [Al], le fer [Fe], etc.) ou à l'état moléculaire, comme dans le cas de l'eau (H_2O).

Un atome est constitué d'un noyau central très dense, entouré d'un nuage d'électrons. Pour un atome donné, la masse du noyau occupe 99,97 % de sa masse. Par contre, il n'occupe qu'une fraction infime de son volume au centre (environ 0,00000000000001 ou $[10^{-14}]$).

Pour en savoir plus sur les atomes et les électrons de façon humoristique, nous vous proposons le visionnement des épisodes 22 et 23 de la série *EUREKA*, une production de la télévision ontarienne.

« [Les atomes](#) »

« [Les électrons](#) »

Pour en savoir plus sur le tableau périodique de Mendeleïev, vous pouvez visionner [la vidéo](#) produite par le Conseil national de Recherche Canada (CNRS).



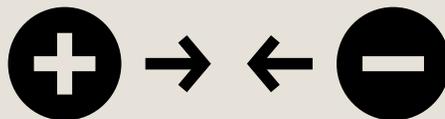
Charge électrique

Chaque noyau atomique possède une propriété importante, sa charge électrique. Une charge électrique est la propriété qui permet à une particule d'en attirer ou d'en repousser d'autres. Il est important de noter que l'électron possède une charge électrique élémentaire et que celle-ci est négative.

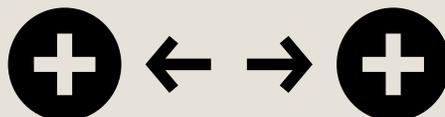
Cette force d'attraction ou de répulsion est appelée « force électrostatique » parce qu'elle est attribuable à la simple présence des charges, indépendamment de leur mouvement.

La charge électrique existe comme un multiple entier d'une charge élémentaire. Ainsi, la charge du noyau ne peut pas, par exemple, contenir 8,3 charges élémentaires. Le nombre de charges élémentaires que possède le noyau d'un atome donné est constant.

Attraction



Répulsion



Par exemple, le noyau d'un atome de cuivre possède 29 charges élémentaires, le noyau d'un atome d'hydrogène possède une charge élémentaire, le noyau d'un atome d'hélium possède deux charges élémentaires et ainsi de suite. Le [tableau périodique](#) donne le nombre atomique (ou numéro atomique), soit le nombre de protons (charges positives) contenus dans le noyau et le nombre d'électrons (charges négatives) d'un atome.

Unité de la charge électrique (C)

L'unité de la charge électrique est le coulomb (C), en hommage au physicien Charles de Coulomb (1736-1806). On la note par la lettre *C*.

Par définition, un coulomb équivaut à :
 $6,242 \times 10^{18}$ charges élémentaires.

Charge de l'électron = $-1,602 \times 10^{-19}$ C

Matière électriquement neutre

La charge totale d'un atome électriquement neutre est nulle. Ainsi, le noyau d'un atome de cuivre possède 29 charges élémentaires positives et 29 charges élémentaires négatives (ou encore 29 électrons) qui gravitent autour du noyau.



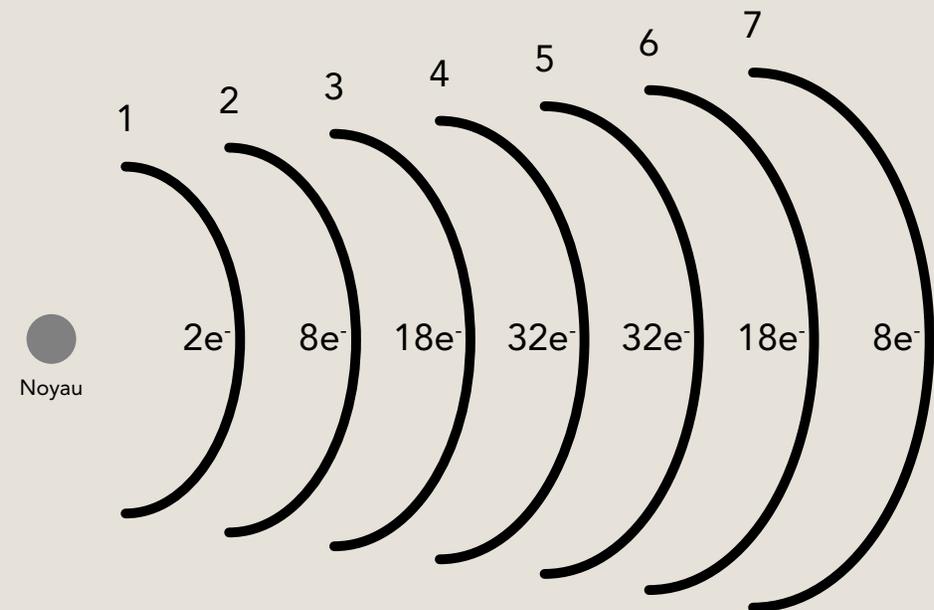
Force nucléaire

Le noyau est lui-même constitué de protons (charges positives) et de neutrons (charges neutres). Les forces qui empêchent les charges du noyau de s'éclater et qui les maintiennent ensemble sont des forces nucléaires.

Répartition des électrons autour du noyau

Les électrons sont chargés négativement et, en vertu de la loi des charges, ils doivent se repousser entre eux et s'éloigner du noyau. À cause de la charge positive du noyau central, ils ne s'en éloignent pas puisqu'ils sont attirés par le noyau plus qu'ils ne sont repoussés par les autres électrons. Les électrons gravitent autour du noyau grâce aux couches électroniques externes (ou niveaux énergétiques), un peu comme les planètes qui gravitent autour du Soleil.

Le nombre maximum d'électrons sur chaque couche électronique est donné par $2n^2$, n étant le numéro de la couche, d'où la configuration suivante.



COUCHES ÉLECTRONIQUES N



Conducteur et isolant

Nous savons que chaque atome de cuivre possède 29 électrons.

Ainsi,

la première couche ($n = 1$) en contient deux

$$(2 \times 1^2)$$

la deuxième ($n = 2$) en contient huit

$$(2 \times 2^2 = 2 \times 4 = 8)$$

et la troisième ($n = 3$) en contient

$$(2 \times 3^2 = 2 \times 9 = 18).$$

Finalement, la quatrième couche ($n = 4$) contient l'électron restant, d'où la configuration électronique suivante.

Dans le cuivre, il existe pour chaque atome un électron qui est libre de se déplacer et qui ne reste pas attaché à un atome en particulier. Ainsi, le cuivre est dit électriquement conducteur.

Isolant : tout matériau où chaque électron reste attaché à son atome. Il s'agit d'un matériau électriquement isolant, comme le plastique.

Conducteur : tout matériau qui possède des charges électriques mobiles est dit électriquement conducteur, comme le cuivre.

IMPORTANT

IL FAUT COMPRENDRE QUE MÊME SI CES ÉLECTRONS LIBRES NE SONT PAS LIÉS À UN ATOME EN PARTICULIER, ILS NE PEUVENT S'ÉCHAPPER, PAR EXEMPLE POUR ALLER DANS L'AIR ET PAR CONSÉQUENT, ILS RESTENT PRISONNIERS DU MÉTAL. NOTEZ CEPENDANT QU'IL EXISTE CERTAINES SITUATIONS OÙ CES ÉLECTRONS LIBRES PEUVENT QUITTER LE MÉTAL (DÉCHARGES ÉLECTRIQUES, PHOTO-ÉMISSION, ETC.). DANS LE CAS DES CONDUCTEURS QUI SERONT ÉTUDIÉS DANS LE PRÉSENT LABORATOIRE, DE TELS PHÉNOMÈNES NE SE MANIFESTERONT PAS.



Ions

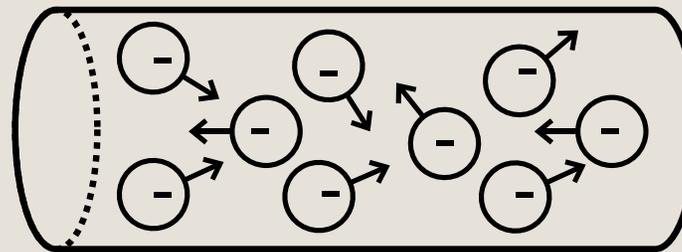
Un atome auquel il manque un ou plusieurs électrons est un ion positif qui transporte donc une charge électrique. Un atome qui gagne un ou plusieurs électrons, c'est-à-dire un atome sur lequel se sont collés des électrons supplémentaires est un ion négatif. Les ions positifs (cations) et négatifs (anions) se déplacent dans certaines solutions et jouent un rôle très important en chimie. Rappelons que les électrons ne se déplacent pas dans une solution.

Pour en savoir plus sur la structure de la matière, visionnez [C'est pas sorcier – Voyage au cœur de la matière](#), une coproduction France 3.

Intensité du courant électrique (A)

Dans un métal comme le cuivre, les électrons libres des atomes se déplacent dans toutes les directions à l'intérieur du métal.

Nous savons que dans 1 cm^3 de cuivre nous avons $8,5 \times 10^{22}$ électrons libres.



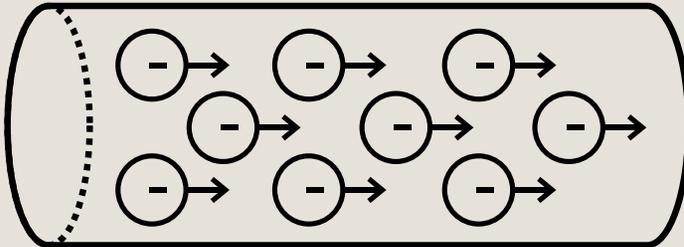
MOUVEMENT D'ENSEMBLE DÉSORDONNÉ

Soleil

Il ne s'agit que d'une analogie, car le modèle qui explique le mouvement des électrons qui gravitent autour du noyau n'est pas le même que celui qui explique le mouvement des planètes qui gravitent autour du Soleil.



Si on trouvait un moyen de les forcer à se déplacer selon un mouvement d'ensemble et ordonné comme illustré ci-dessous, on obtiendrait du courant électrique.



MOUVEMENT D'ENSEMBLE ORDONNÉ

Par définition, le courant électrique correspond au déplacement des charges électriques. Il est important de noter qu'il s'agit d'un déplacement de charges et non d'atomes, car ces derniers sont neutres.

Puisque le courant électrique est relié au déplacement des charges, on le définit comme étant la quantité de charges qui traverse une surface donnée d'un conducteur et le temps mis pour la parcourir.

Si on représente le courant électrique par la lettre I , la charge par la lettre q et le temps du parcours par la lettre t , on peut écrire :

$$I = q/t$$

Si la charge électrique est exprimée en coulomb (C) et le temps en seconde (t), le courant I sera exprimé en C/s.

Pour simplifier, on exprime le courant électrique en ampère (A). On peut écrire :

$$1 \text{ ampère} = 1 \text{ coulomb/seconde}$$

$$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$$

IMPORTANT

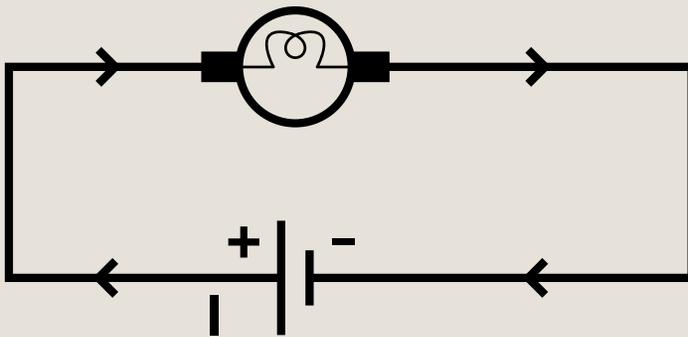
NOTEZ QUE LE COURANT NE SE DÉPLACE PAS DANS UN CONDUCTEUR ET QUE CE SONT LES CHARGES ÉLECTRIQUES QUI SE DÉPLACENT.



Courants continu et alternatif

Le courant continu (qu'on note « CC ») est un courant polarisé, c'est-à-dire que les charges partent d'un point pour en aller vers un autre, sans pouvoir faire le trajet inverse.

Ainsi, le déplacement des charges a un sens. Par définition, les charges dans un circuit simple (pile, ampoule et fils) partent de la borne positive vers la borne négative de la pile.



Si on permute les bornes \oplus et \ominus de la pile dans le circuit, on change le sens de déplacement des charges.

Par contre, le courant alternatif (CA) (en anglais, on utilise la notation AC pour *alternating current*) varie au cours du temps et change de sens plusieurs fois par seconde.

Dans le cas d'un courant qui change de sens 100 fois par seconde, il s'agit d'un courant ayant une fréquence d'oscillation de 50 hertz (50 Hz). C'est le cas du courant qui alimente votre chaîne stéréo ou votre réfrigérateur. À noter que certains appareils comme le réveille-matin peuvent fonctionner avec du courant continu et du courant alternatif.

IMPORTANT

DANS LE CAS D'UN COURANT ALTERNATIF, ON N'A PAS À SE SOUCIER DE LA POLARITÉ ALORS QUE DANS LE CAS DU COURANT CONTINU, IL EST IMPORTANT D'EN RESPECTER LE SENS. RAPPELONS QUE DANS LE CAS DE L'HÉLICE, LORSQUE NOUS AVONS INVERSÉ LA POLARITÉ DE LA PILE (LES BORNES \oplus ET \ominus DE LA PILE), CELA A EU POUR EFFET D'INVERSER LE SENS DE ROTATION DE L'HÉLICE. MALHEUREUSEMENT, LA MAJORITÉ DES APPAREILS ÉLECTRIQUES NE SE COMPORTE PAS COMME UN MOTEUR ET SI ON NE RESPECTE PAS LA POLARITÉ, CELA POURRAIT ENDOMMAGER CERTAINS APPAREILS.

POUR PLUS D'INFORMATION SUR LE COURANT ALTERNATIF ET LE COURANT CONTINU, VISITEZ LE [SITE D'INFORMATION D'HYDRO-QUÉBEC](#).



Différence de potentiel électrique (U)

Entre l'électrode de cuivre (que l'on désigne par le terme *anode*) et l'électrode de zinc (que l'on désigne par le terme *cathode*), il existe une différence de potentiel électrique. Dans le cas de la pile zinc-cuivre (Zn-Cu), les atomes de l'électrode en zinc cèdent des électrons et les ions de l'électrode en cuivre gagnent des électrons.

Cette différence de potentiel électrique, que l'on note par la lettre U , est appelée force électromotrice. Son unité de mesure est le volt que l'on note par la lettre V .

Dans le cas de la pile Cu-Zn sa valeur est égale à 1,10 V dans les conditions de température et de concentration bien définies appelées « standards » :

Réaction d'oxydation	U : Potentiel d'oxydation (qu'on exprime en volts – V)
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$	$U_1 = +0,342$
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}$	$U_2 = -0,762$
Différence de potentiel électrique V (engendrée par la pile Cu-Zn)	
$U = U_1 - U_2 = +0,342 \text{ V} - (-0,762 \text{ V}) = +1,10 \text{ V}$	



Selon la capacité du métal à donner ou à recevoir des électrons ainsi que les concentrations des solutions, nous avons des potentiels donnés. Ainsi, la pile nickel-cadmium a des potentiels électriques différents de la pile cuivre-zinc dans les mêmes conditions de concentration des solutions.

En ce qui concerne la tension électrique, il est important de noter que plus sa valeur est grande, plus les charges se déplaceront rapidement dans le circuit, donc plus l'intensité du courant sera grande.

En connaître davantage

Dans la section Pour en savoir plus, vous trouverez de l'information relative au mécanisme réactionnel d'une pile cuivre-zinc, un schéma de la pile de Daniell ainsi qu'un site qui simule son fonctionnement.

Principe de fonctionnement des piles rechargeables

Ces piles sont formées de matériaux différents des piles sèches (que l'on désigne aussi par le terme *pile au carbone*) que l'on vient d'étudier. En plaçant la pile usée dans un chargeur, l'électricité qui provient du chargeur passe dans la pile et produit une réaction chimique (inverse) permettant aux matériaux de reprendre leur état initial. Le processus de dégradation est aussi présent, mais à un niveau beaucoup plus faible. Ainsi, elles finissent tout de même par s'user et par devenir inutilisables avec le temps.

Dans les batteries d'automobiles, les matériaux sont différents, mais le processus est analogue. Dans une automobile, c'est la rotation du moteur qui fait tourner un alternateur (générateur d'électricité) permettant à la batterie de se charger. Cette dernière peut alors fournir suffisamment d'électricité au démarreur pour faire fonctionner le moteur.



Transformation de l'énergie thermique en énergie lumineuse

Nous savons maintenant qu'une pile permet de transformer de l'énergie chimique en énergie électrique. D'où provient alors l'énergie lumineuse produite par une ampoule dans un circuit ?

Le filament de l'ampoule, très mince et composé habituellement de tungstène, s'échauffe au passage des électrons. Cet échauffement est causé par les électrons qui passent dans le filament et qui entrent en collision avec ses ions fixes. Lorsqu'il y a beaucoup d'électrons, nombreuses sont les collisions, car les ions vibrent alors de plus en plus. Le filament s'échauffe et, lorsqu'il devient très chaud, il y a émission de photons (particules de lumière). Cela est comparable à l'élément de la cuisinière ou au filament à l'intérieur d'un grille-pain qui devient tellement chaud qu'il rougit (c'est le passage des électrons qui produit l'échauffement de l'élément).

Les appareils comme le grille-pain, la cuisinière, la bouilloire ou le chauffe-eau fonctionnent selon le même principe, c'est-à-dire qu'ils font passer des électrons dans un élément chauffant.

Les électrons traversent aussi les fils de raccordement du circuit constitué d'une ampoule et d'une pile. Si on enlève les gaines isolantes des fils, émettront-ils de la lumière comme le tungstène ? La réponse est non, pour la simple raison que le cuivre laisse facilement passer les électrons sans s'échauffer, ou très peu, alors que le filament de l'ampoule, tout en laissant passer les électrons, offre une certaine résistance à leur déplacement et s'échauffe.

Notions de circuits ouvert et fermé

Pour qu'un circuit électrique fonctionne correctement, il faut qu'il soit fermé, c'est-à-dire qu'il se doit de permettre le passage des électrons de manière continue grâce à un fil électrique. On dit alors que le circuit est en position « marche » ou « on ».

Si on ouvre une brèche dans le circuit, on brise la possibilité pour les électrons de se déplacer dans le métal de façon continue, on parle alors de circuit ouvert. Le circuit est alors en position « arrêt » ou « off ».



Notion de puissance électrique (P)

Dans le préambule, on a posé la question à savoir pourquoi, lorsqu'on achète une ampoule domestique, le fabricant nous fournit de l'information sur l'ampoule en watts (que l'on désigne par l'abréviation W, p. ex. 60 W) alors que lorsqu'on achète une ampoule miniature, il nous fournit de l'information sur ses caractéristiques en termes de courant (A) et de tension (V). Pour répondre à cette question, il faut d'abord comprendre la notion de puissance électrique.

La puissance électrique (P) (exprimée en watts) est égale au produit de la tension électrique (U) établie aux bornes (en volts) d'un composant (pile, ampoule, etc.) par l'intensité du courant électrique (I) qui la traverse (en ampères).

$$P = U \times I$$

Ainsi, la puissance électrique d'une ampoule de 1,5 V et 0,3 A est de 0,45 W (1,5 V x 0,3 A).

Lorsqu'on achète une ampoule domestique, on nous fournit de l'information en watts, c'est-à-dire en termes de puissance. Dans le cas d'une ampoule de 60 W, nous savons qu'elle nécessite une tension standard de 110 V (220 V en Europe). En appliquant notre définition de la puissance électrique, nous avons :

Si,

$$P = U \times I = 60 \text{ W}$$

Donc,

$$I = (60 \text{ W}) / (110 \text{ V}) = 0,54 \text{ A}$$

Ainsi, les caractéristiques de notre ampoule domestique et de l'ampoule miniature sont les suivantes.

- Ampoule domestique
60 W
(110 V, 0,54 A)
- Ampoule miniature
0,45 W
(1,5 V, 0,3 A)



Pour en savoir plus

Transformation de l'énergie chimique en énergie électrique – pile zinc-cuivre (Zn-Cu)

Dans une pile électrique (Zn-Cu), il y a une réaction d'oxydoréduction spontanée qui s'effectue de façon à ce que son énergie chimique se transforme en énergie électrique. La pile fait déplacer des charges grâce à une réaction chimique qui se produit et dans laquelle les électrons libérés par le zinc (réducteur) traversent un fil conducteur pour aller rejoindre le cuivre (oxydant) et compléter une réaction d'oxydoréduction. Pour que cette réaction d'oxydoréduction puisse se produire, on doit relier les deux électrodes (cuivre et zinc) par un fil électrique conducteur et les deux solutions par un pont électrolytique. Il revient à l'Anglais John Frederic Daniell (1790-1845) d'avoir inventé une pile électrique à deux solutions qui d'ailleurs porte son nom. Ci-contre, nous présentons son principe de fonctionnement en nous référant à la notion importante d'oxydoréduction.

Il est important de noter que la transformation des atomes de zinc en ions Zn^{2+} (solution 1 ; voir page suivante) ainsi que celle des ions Cu^{2+} en

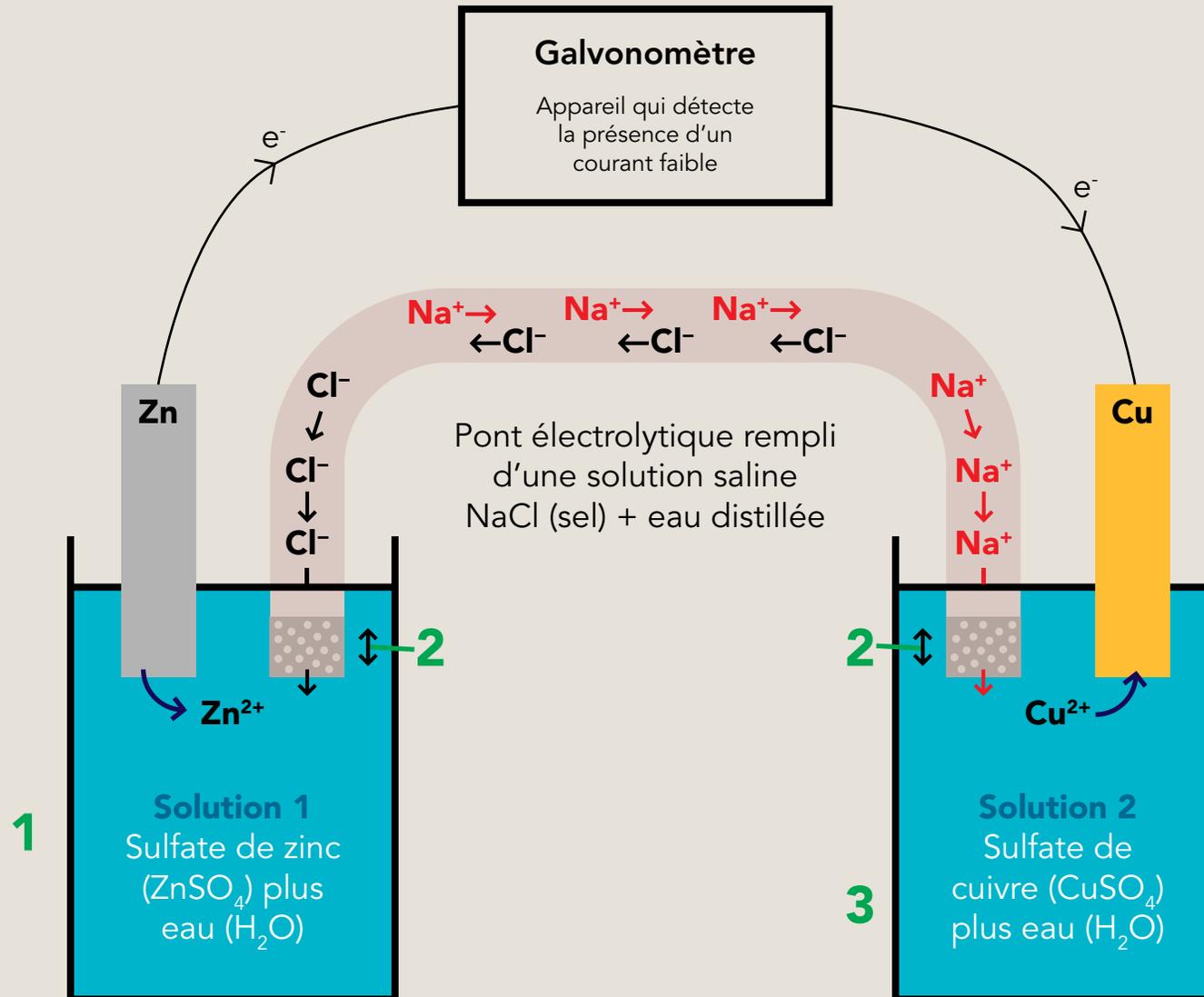
atome de cuivre (solution 2 ; voir page suivante) ne peuvent se réaliser que si les deux électrodes sont reliées par un fil électrique conducteur d'où se déplacent les électrons perdus par les atomes de l'électrode de zinc, pour se rendre à l'électrode de cuivre et réduire ainsi les ions Cu^{2+} de la solution contenant l'électrode de cuivre.

Aussi, il est important de noter que les électrons ne peuvent pas se déplacer dans une solution et que ce sont les ions qui se déplacent. Le rôle du pont électrolytique est important, car grâce à lui, le déséquilibre des charges ioniques des solutions est rétabli. En effet, nous avons vu qu'il y a une augmentation de la concentration des ions Zn^{2+} dans la solution 1 ($ZnSO_4 + H_2O$) et une diminution de la concentration des ions Cu^{2+} dans la solution 2 ($CuSO_4 + H_2O$), d'où le déséquilibre entre les charges. Ce déséquilibre est rétabli grâce à un apport d'ions du pont électrolytique (ainsi les solutions demeurent électriquement neutres).

La réaction d'oxydoréduction qui se produit à l'intérieur d'une pile électrique zinc-cuivre est :



Cette réaction est spontanée et libère de l'énergie chimique (formation et déplacement des ions dans les solutions) qui se transforme en énergie électrique (déplacement des électrons dans le fil métallique).



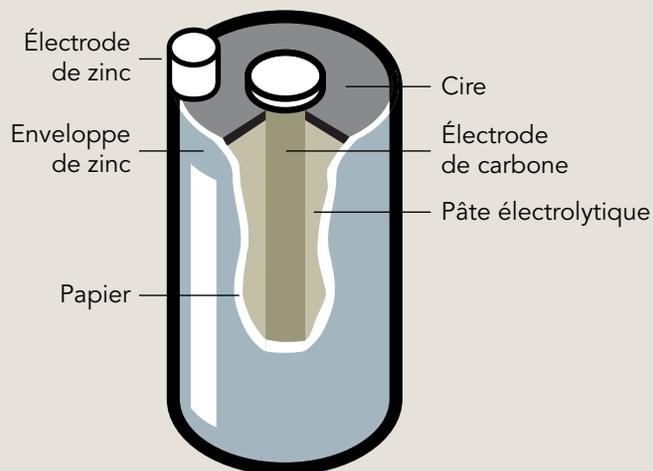
PILE ÉLECTRIQUE À DEUX SOLUTIONS DE DANIELL

Note : Le site suivant présente un schéma animé du fonctionnement de la pile de Daniell : [Université en ligne](#)

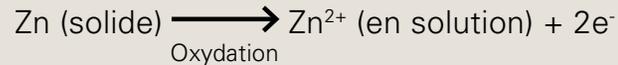


Pile sèche (pile de Leclanché)

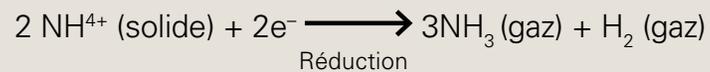
Il revient à l'ingénieur Français Georges Leclanché (1839-1882) d'avoir inventé cette pile dont dérivent les piles usuelles. C'est une pile sèche qui, sur le plan environnemental, a des avantages sur la pile de Daniell et est aussi plus économique. Comme le montre l'illustration ci-après, une pile sèche est constituée d'une électrode de carbone (graphite) enfouie dans une pâte électrolytique formée d'un mélange humide de chlorure d'ammonium (NH_4Cl) et de chlorure de zinc (ZnCl_2), de bioxyde de manganèse (MnO_2) et de matière poreuse comme la pulpe de papier ou la sciure de bois. Le tout est enfermé dans un cylindre de zinc (deuxième électrode). Comparativement à la pile cuivre-zinc de Daniell, la réaction d'oxydoréduction sera lente à cause du milieu électrolytique qui est solide et le rendement d'une telle pile est faible.



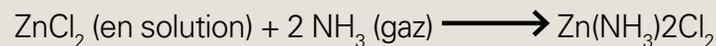
Les réactions d'oxydoréduction mises en jeu dans la pile ci-dessus sont :



Les ions Zn^{2+} formés migrent vers la pâte de chlorure d'ammonium (NH_4Cl) et les électrons libérés se déplacent dans le circuit extérieur du zinc vers le graphite (dans le cas de pile de Daniell ci-dessus, les électrons se déplaçaient du zinc vers le cuivre par l'entremise du fil électrique) et réduisent les ions ammonium selon la réaction suivante :



Les gaz formés (l'ammonium et l'hydrogène) réagiront avec le chlorure de zinc en solution (ZnCl_2) et le dioxyde de manganèse solide, ce qui évitera à la pile d'exploser. Ainsi, le gaz ammonium (NH_3) réagira avec la solution du bichlorure de zinc (ZnCl_2) et formera le chlorure d'ammonium de zinc solide ($\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$), d'où la réaction chimique suivante :





Quant à l'hydrogène (H_2), il réagit avec le dioxyde de manganèse solide (MnO_2) pour former de l'eau et de l'oxyde de manganèse, d'où la réaction chimique suivante :

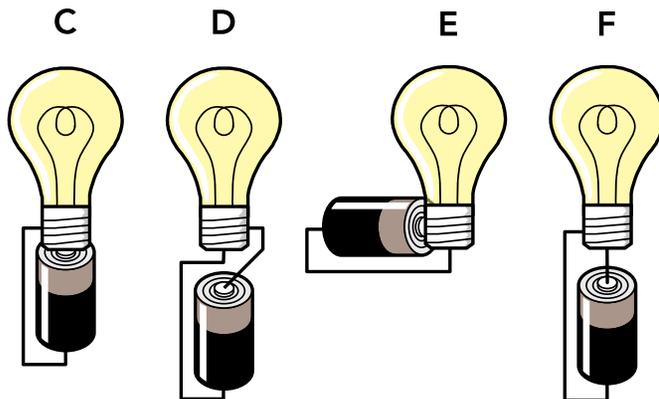


Il est important de noter que même lorsqu'on n'utilise pas la pile, le zinc réagit avec les ions ammoniums (NH_4^+) et détériore la pile. C'est pour cette raison que l'on recommande de retirer les piles des appareils dont on ne se sert pas et idéalement de les laisser au réfrigérateur afin de réduire l'action des ions ammoniums avec le cuivre.



Retour sur l'évaluation des conceptions initiales

R1. Les montages C, D, E et F sont des circuits fermés et par conséquent, leur ampoule s'allumera. Dans chacun de ces montages, il y a un contact entre les deux extrémités de l'ampoule qui sont reliées à son filament (le plot et le culot) et les deux bornes $+$ et $-$ de la pile.



R2. La réponse avancée par Nathalie est erronée. En effet, si le filament de l'ampoule est grillé, cela veut dire que le circuit est ouvert et qu'il n'y a aucun courant. Par contre, si elle remplace l'ampoule grillée par une autre, tout en gardant l'interrupteur en position « marche », la nouvelle ampoule éclairera, car cette fois-ci le circuit sera fermé. C'est donc pour cette raison qu'il faut toujours mettre l'interrupteur en position « off » lorsque l'on change une ampoule, car il y a des risques d'électrocution.



R3. et R4. Le corps humain est un conducteur. Si l'on touche aux bornes \oplus et \ominus de la pile, on se retrouve donc avec un circuit fermé constitué par la pile (la source de tension) et notre corps qui raccorde les bornes \oplus et \ominus de la pile. C'est le même phénomène que lorsque l'on met notre langue sur une des bornes d'une pile 1,5 V et notre doigt sur l'autre. On sent alors un picotement dû au passage du courant électrique. Bien entendu, si on fait cette expérience avec une pile de 1 000 V, on mourra !

R6. La tension est reliée à la force de la pile qui fait circuler les électrons dans un conducteur donné, par exemple le filament d'une ampoule.

R7. Les ampoules domestiques fonctionnent avec la tension du secteur (120 V ou 220 V, selon les pays), alors que les ampoules miniatures fonctionnent avec des tensions qui dépendent de leurs caractéristiques. Par exemple, des ampoules fonctionnent avec des piles de 1,5 V et d'autres avec des batteries de piles de 6 V.

R8. Plusieurs facteurs entrent en jeu, comme l'usure ou la qualité du filament.

R5. Réponses variables.



R9. Leurs compositions ne sont pas les mêmes.

R10. On utilise l'énergie électrique pour régénérer les matériaux usés.

R11. Pour éviter son réchauffement. Ainsi, ne pas laisser une pile dans un endroit humide.



Évaluation des savoirs

29. Une pile produit des charges électriques.

Vrai Faux

Expliquez votre choix.

31. Dans le filament incandescent d'une ampoule, d'où provient la chaleur ?

Expliquez votre réponse.

30. Dans une pile, il y a une circulation des électrons dans les fils métalliques et dans la solution.

Vrai Faux

Expliquez votre choix.

32. Pourquoi ne trouve-t-on pas de lampes avec des filaments en cuivre ?

Expliquez votre réponse.



33. D'où provient l'électricité dans une pile sèche ?
Expliquez votre réponse.

35. Pourquoi, en portant le filament d'une ampoule à très haute température, il ne brûle pas ?
Expliquez votre réponse.

34. Dans un circuit fermé, le courant se déplace tout au long du circuit.
Vrai Faux
Expliquez votre choix.

36. Lorsqu'on achète une ampoule domestique, le fabricant indique sa durée de vie (exemple : 1 000 heures). Pourquoi une ampoule a-t-elle une durée de vie limitée ?
Expliquez votre réponse.



37. Quel est le principe de l'ampoule incandescente ?
Expliquez votre réponse.

38. Lorsqu'on parle d'une ampoule brulée, à quoi réfère-t-on ?

Expliquez votre réponse.



Retour sur l'évaluation des savoirs

R29. Faux. Une pile ne produit pas de charges électriques. Elle fait circuler des charges en reprenant au fur et à mesure, par sa borne positive, un nombre d'électrons égal au nombre d'électrons fournis par sa borne négative. La pile a deux fonctions : elle fournit de l'énergie électrique et elle agit comme une source de tension.

R30. Faux. Dans une pile, il y a circulation d'électrons uniquement dans le circuit extérieur. Par contre, dans les solutions à l'intérieur, ce sont les ions qui se déplacent et non des électrons.

R31. Dans le filament incandescent d'une ampoule, la chaleur provient de la résistance offerte par le filament au passage du courant électrique. Comme cela se produit dans plusieurs grille-pains.

R32. Le cuivre offrant peu de résistance au passage du courant électrique, c'est pourquoi on ne peut l'employer comme filament d'une lampe.



R33. Dans une pile sèche, l'électricité provient de la transformation de l'énergie chimique. Cette réaction résulte de l'action des métaux avec les solutions.

R35. À l'intérieur d'une ampoule, nous avons soit du vide, soit un gaz autre que l'oxygène (par exemple, le néon) pour empêcher la combustion qui brûlera le filament.

R34. Faux. Dans un circuit électrique, ce sont les charges électriques qui se déplacent. Le courant reste immobile.

R36. Tout simplement à cause de l'usure de son filament.



R37. Le principe est fort simple : faire passer un courant électrique dans un fil fin afin que ce dernier surchauffe à un tel point qu'il émette de la lumière, comme dans le cas des éléments chauffants d'une cuisinière, d'une sècheuse, d'un réservoir à eau chaude ou d'un grille-pain. Ils émettent une couleur rouge lorsqu'ils sont au maximum de leur capacité.

R38. On fait référence au fait que les premières ampoules électriques étaient faites d'un filament de carbone qui pouvait littéralement prendre feu à partir du moment où la fiole protectrice de verre était brisée. De nos jours, les filaments sont fabriqués avec du tungstène et ne brûlent plus de la même manière (combustion carbone-oxygène), mais ces nouveaux filaments sont tout autant affectés par une exposition à l'air libre.



Atelier B

Distribution du courant et de la tension dans un circuit en série et un circuit en parallèle

Objectifs

- Acquérir des habiletés en sciences et technologies par l'étude de l'électricité.
- Développer sa curiosité pour les phénomènes électriques présents dans notre environnement.
- Apprendre à communiquer par écrit de façon appropriée.
- Découvrir des propriétés d'objets technologiques utilisés en électricité.
- Faire des liens entre l'électricité et les dangers qui lui sont associés.
- Analyser quantitativement les résultats expérimentaux.
- Développer des habiletés à utiliser un instrument de mesure comme le multimètre.
- Concevoir un circuit en série et l'analyser en termes de courant et de tension.
- Analyser un circuit électrique en série à l'aide de schémas.
- Concevoir un circuit en parallèle et l'analyser en termes de courant et de tension.
- Analyser un circuit électrique en parallèle à l'aide de schémas.





Matériel

- Une pile D (1,5 V)
- Un boîtier à pile D
- Deux batteries de piles de 6 V
- Douze fils avec pinces alligators
- Trois ampoules miniatures (6,3 V / 150 mA)
- Trois interrupteurs
- Deux diodes électroluminescentes (DEL), tension directe de 2,2 V
- Un ciseau
- Un ruban isolant
- Un multimètre
- Deux fils électriques dénudés d'une longueur de 30 cm
- Une ampoule domestique de 100 watts
- Une ampoule domestique de 40 watts
- Trois réceptacles à ampoule miniature





Évaluation des conceptions initiales

39. Parmi les affirmations suivantes, laquelle vous paraît la plus appropriée pour expliquer l'éclairage de l'ampoule du circuit électrique ci-contre (figure 1.23).

Un courant circule de la borne \oplus de la batterie de piles vers l'ampoule.

Un courant circule de la borne \oplus de la batterie de piles vers la borne \ominus en passant par l'ampoule, diminue et continue à circuler.

Deux courants circulent en partant, l'un de la borne \oplus , l'autre de la borne \ominus de la batterie de piles, et se rencontrent dans l'ampoule.

Le courant, en un temps donné, est le même partout et circule de la borne \oplus de la batterie de piles vers la borne \ominus en passant par l'ampoule.



FIGURE 1.23
CIRCUIT ÉLECTRIQUE

40. Justifiez votre choix.

IMPORTANT

NOUS VOUS RECOMMANDONS, UNE FOIS QUE VOUS AUREZ REMPLI LE PRÉSENT QUESTIONNAIRE, DE NE PAS CONSULTER IMMÉDIATEMENT LES SOLUTIONS PRÉSENTÉES À LA FIN DU PRÉSENT ATELIER, L'OBJECTIF ÉTANT DE VOUS AUTOCORRIGER SUITE AUX ACTIVITÉS D'EXPÉRIMENTATION ET À L'INFORMATION SCIENTIFIQUE QUI VOUS SERA PRÉSENTÉE.



- 41.** Dans le circuit électrique ci-contre (figure 1.24), une ampoule est allumée et l'autre est éteinte. On demande à une enseignante en formation d'expliquer pourquoi l'ampoule ne s'allume pas. Elle avance la réponse suivante : « L'ampoule allumée est au début du circuit (en supposant que le courant se déplace du \oplus vers le \ominus), elle reçoit tout le courant que ça lui prend pour fonctionner et il ne reste pas assez de courant dans la batterie de piles pour l'autre ampoule. »

Selon vous, son raisonnement est :

Vrai Faux

Justifiez votre choix.

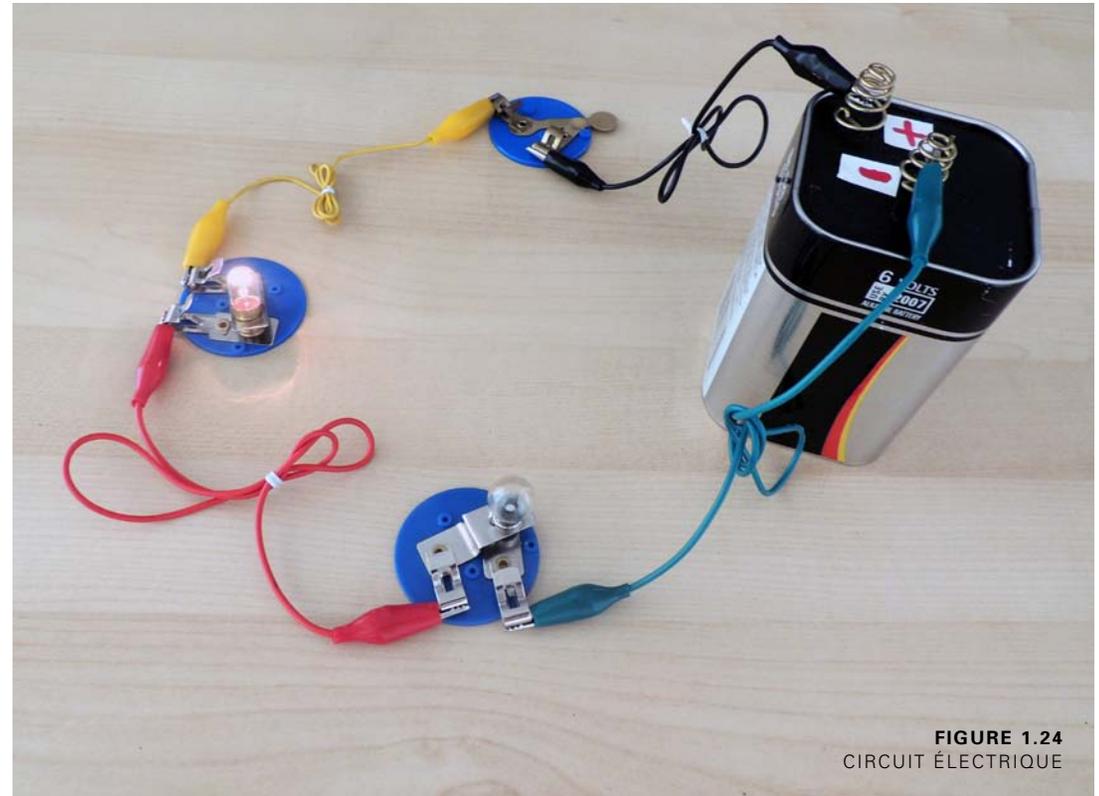


FIGURE 1.24
CIRCUIT ÉLECTRIQUE



- 42.** Dans le montage de gauche ci-contre (figure 1.25), l'ampoule s'allume normalement. Dans celui de droite (figure 1.26), les deux ampoules s'allument faiblement. Pourtant, dans les deux montages, les deux batteries de piles ont le même voltage, les trois ampoules sont identiques et n'ont pas été utilisées auparavant. Comment expliquez-vous la différence d'éclairage dans les deux montages ?



FIGURE 1.25
CIRCUIT ÉLECTRIQUE

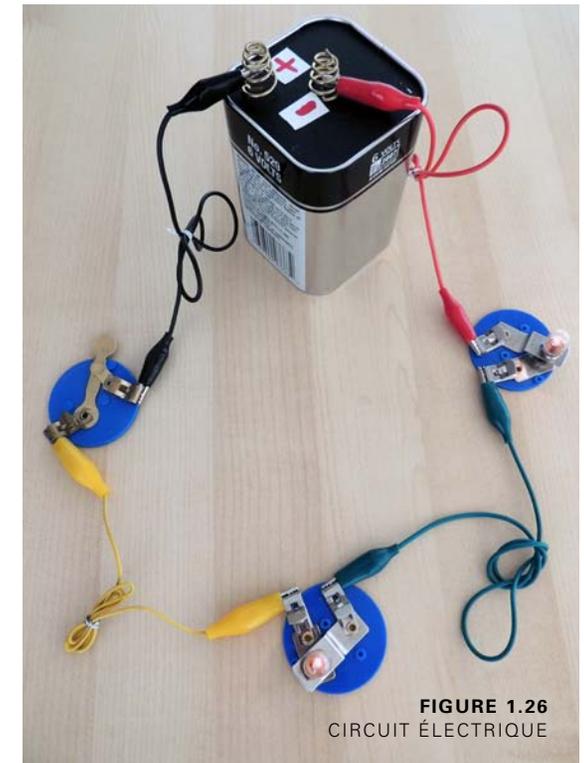


FIGURE 1.26
CIRCUIT ÉLECTRIQUE



43. Pendant la période de Noël, vous achetez un ensemble de lumières afin de décorer votre sapin. Pendant la soirée, vous remarquez qu'une des ampoules brille plus intensément, comparativement aux autres et quelques secondes plus tard, toutes les ampoules sont éteintes.

Comment expliquez-vous ce phénomène ?

Illustrez votre réponse à l'aide d'un schéma.

vous schéma

44. Pendant la période de Noël, chez le voisin, le même phénomène se produit, sauf que cette fois-ci, les autres ampoules continuent d'éclairer normalement, contrairement au phénomène qui s'est produit chez vous.

Comment expliquez-vous cela ?

Illustrez votre réponse à l'aide d'un schéma.

vous schéma



Activité 3

Analyse de diodes électroluminescentes dans un circuit simple

Expérimentation 7

Fonctionnement d'une diode

Matériel

- 1 batterie de piles 6 V
- 1 interrupteur
- 1 diode électroluminescente (DEL) (tension directe de 2,2 V)
- 3 fils avec pinces alligators
- 1 ciseau
- 1 ruban isolant



FIGURE 1.27
MONTAGE RÉALISÉ



FIGURE 1.28
MATÉRIEL
REQUIS

Réalisez le montage (figure 1.27) tout en plaçant l'interrupteur en position « ouvert ». Ne pas oublier de connecter à la borne négative de la batterie de piles l'extrémité la plus courte de la diode (figure 1.28). Une fois votre montage terminé, fermez l'interrupteur et notez votre observation.

CONSIGNE

PENDANT CE TEMPS, OUVREZ L'INTERRUPTEUR SANS DÉFAIRE VOTRE MONTAGE. CELA VOUS PERMETTRA D'ÉCONOMISER LA BATTERIE DE PILES AINSI QUE LA DURÉE DE VOTRE DIODE.

IMPORTANT

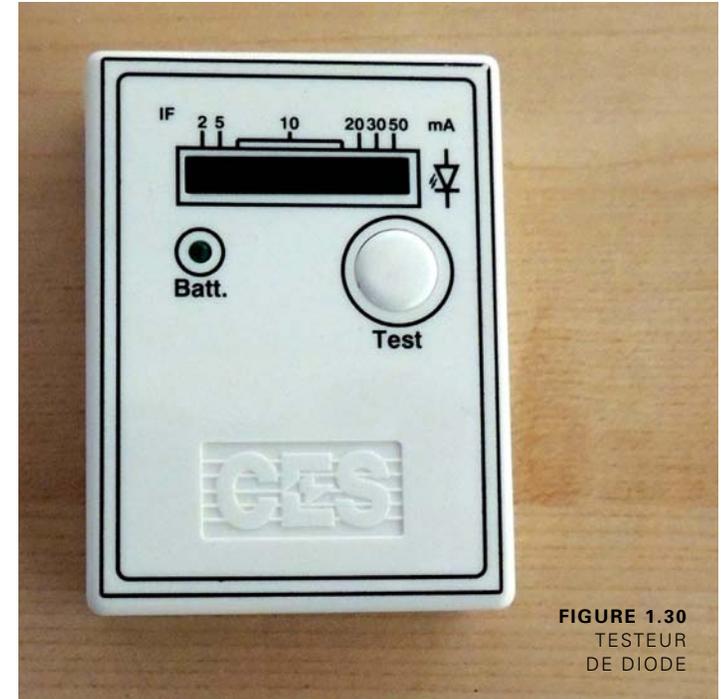
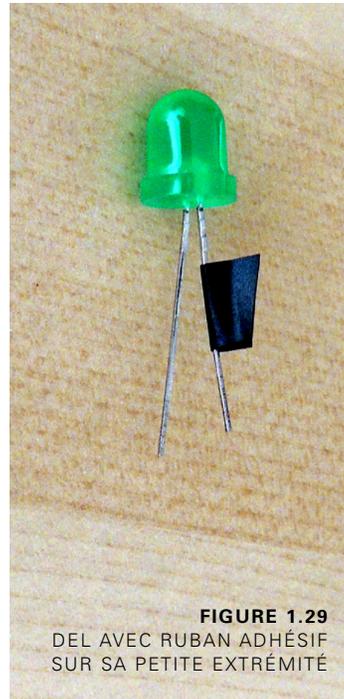
NOTEZ QU'UNE DES EXTRÉMITÉS DE LA DEL EST UN PEU PLUS LONGUE QUE L'AUTRE.



45. Notez votre observation.

46. Si vous intervertissez les fils aux bornes de la batterie, qu'observerez-vous ?

47. Vérifiez expérimentalement votre hypothèse.
Que concluez-vous ?



Savez-vous qu'il existe un appareil (figure 1.30) qui permet de vérifier si votre diode n'est pas brisée ?

CONSIGNE

APRÈS AVOIR VÉRIFIÉ VOTRE RÉPONSE EXPÉRIMENTALEMENT, OUVREZ L'INTERRUPTEUR ET DÉBRANCHEZ VOTRE MONTAGE. ENTOUREZ LA PETITE EXTRÉMITÉ DE LA DIODE À L'AIDE D'UN MORCEAU DE RUBAN ADHÉSIF (FIGURE 1.29).



Synthèse des observations

Expérimentation 7

Fonctionnement d'une diode

R45. et R46. En fermant l'interrupteur, vous avez observé que la diode s'est allumée, (figure 1.31). Par contre, lorsque vous avez interchangé les deux fils aux bornes de la batterie de piles, vous avez observé qu'elle s'est éteinte (figure 1.32).

R47. Nous avons constaté que lorsqu'une borne de la diode (tige la plus courte) est du côté de la borne négative de la batterie de piles, elle s'allume et lorsque l'autre borne (tige la plus longue) est du côté de la borne négative, elle ne s'allume pas. Certains fabricants donnent l'information suivante au sujet de cette extrémité métallique : « Le fil court est cathode négatif \ominus . »

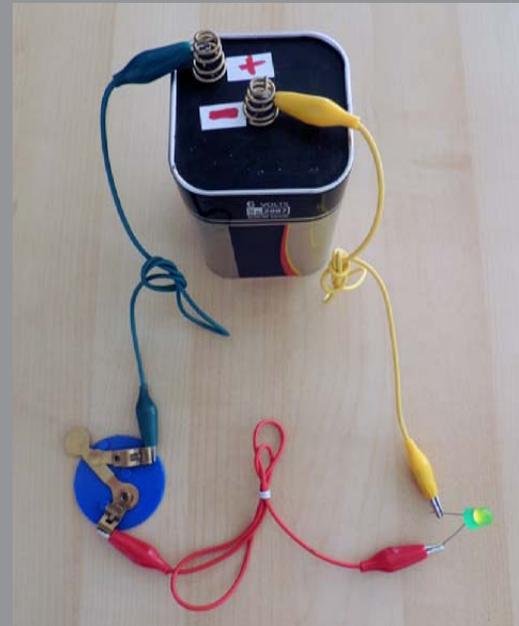


FIGURE 1.31
INTERRUPTEUR FERMÉ
ET DIODE ALLUMÉE



FIGURE 1.32
FILS INTERCHANGÉS
ET DIODE ÉTEINTE



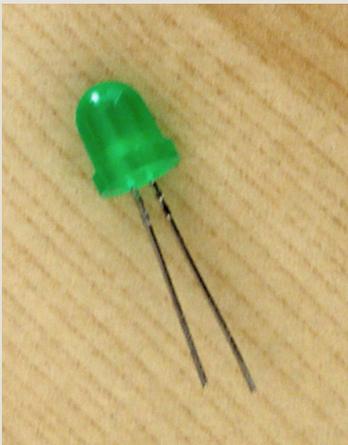
Notions scientifiques

La diode

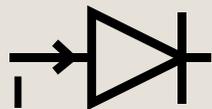
La diode est un composant électronique qui ne laisse passer les charges électriques (le courant) que dans un sens. Ainsi, elle se comporte comme un fil de résistance nulle si le courant passe dans le sens de sa flèche (diode passante), et comme un circuit ouvert s'il est du sens opposé à sa flèche (diode bloquante).

La diode est une composante électronique qu'on représente par les symboles suivants :

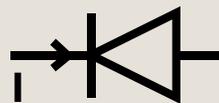
**COMPOSANTE
MATÉRIELLE -
DIODE**



**REPRÉSENTATIONS
SCHÉMATIQUES**



DIODE
PASSANTE



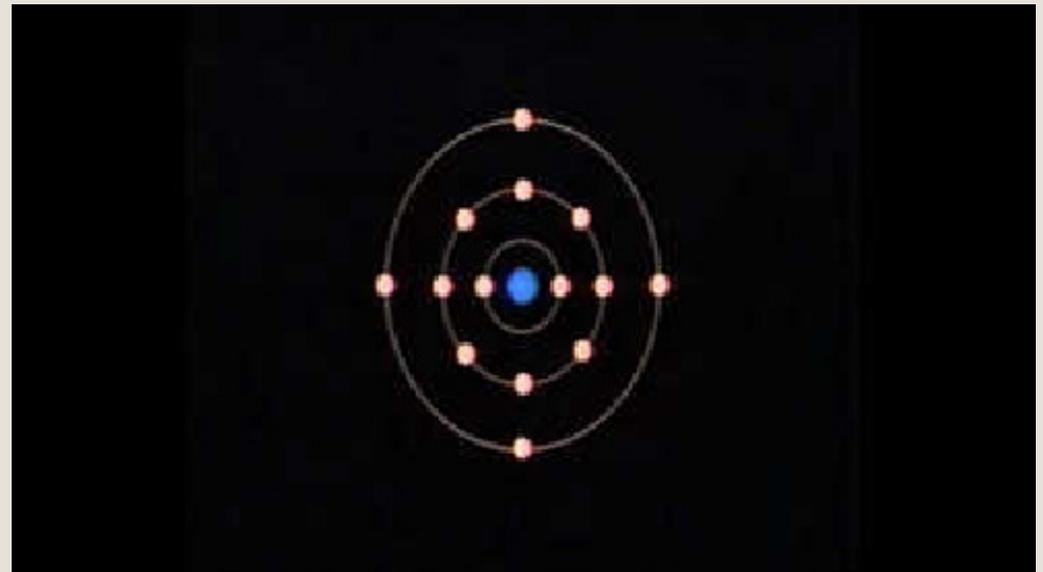
DIODE
BLOQUANTE

Le semi-conducteur

Une diode est composée de deux semi-conducteurs de types N et P.

Le semi-conducteur est un matériau dont les propriétés se situent entre celles des isolants et celles des conducteurs.

Pour en savoir plus sur les semi-conducteurs, vous pouvez visionner la vidéo ci-dessous.





Expérimentation 8

Avec deux diodes

Matériel

- 1 batterie de piles 6 V
- 1 interrupteur
- 2 diodes électroluminescentes (DEL) (tension directe de 2,2 V)
- 4 fils avec pinces alligators
- 1 ciseau
- 1 ruban isolant

Dans le circuit illustré ci-contre (figure 1.33), l'interrupteur est en position « ouvert » et les deux diodes dont les tiges les plus courtes sont couvertes d'un ruban adhésif sont branchées du côté de la borne négative de la batterie de piles.

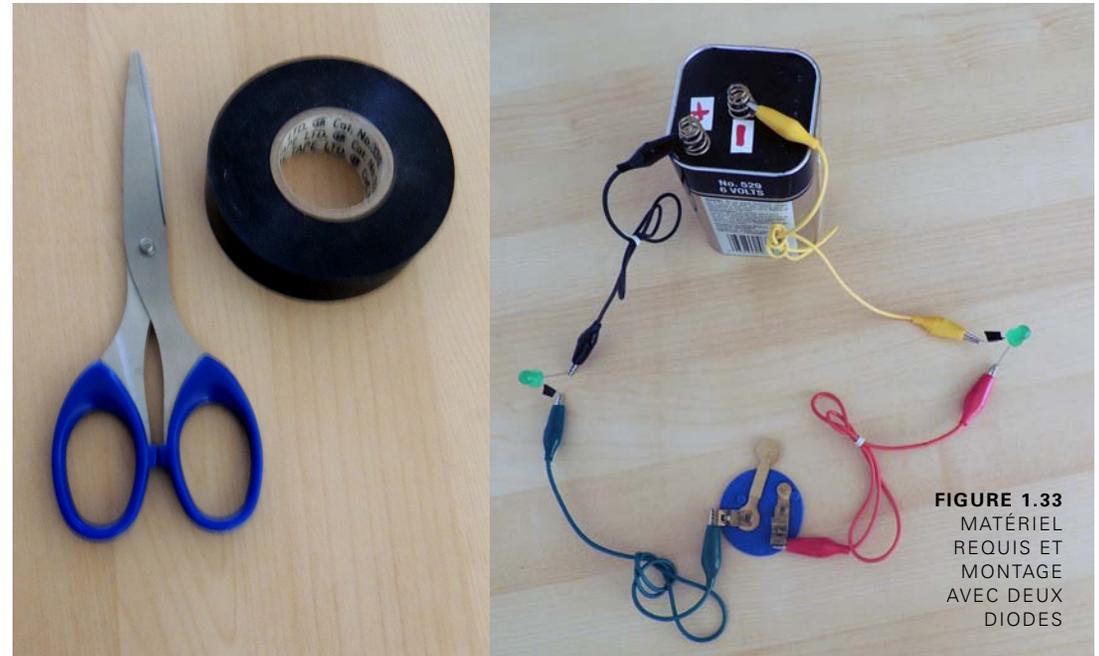


FIGURE 1.33
MATÉRIEL
REQUIS ET
MONTAGE
AVEC DEUX
DIODES

- 48.** Question d'anticipation : Si on ferme l'interrupteur, qu'observera-t-on ? Expliquez votre réponse.



49. Réalisez le montage tel quel (interrupteur ouvert) et fermez l'interrupteur pour vérifier votre réponse anticipée. Notez vos observations.

50. Dessinez le schéma électrique de ce circuit grâce aux outils d'annotation de dessin d'Adobe Reader.

Note : Gardez vos deux diodes couvertes de ruban adhésif, car vous les utiliserez dans la prochaine expérimentation.

votre schéma



Synthèse des observations

Expérimentation 8 Avec deux diodes

R48. Si l'on ferme l'interrupteur, les deux diodes s'allumeront puisque leurs tiges métalliques les plus courtes sont placées du côté de la borne négative de la batterie de piles. Effectivement, en fermant l'interrupteur, les diodes s'allument comme illustré ci-contre (figure 1.34).

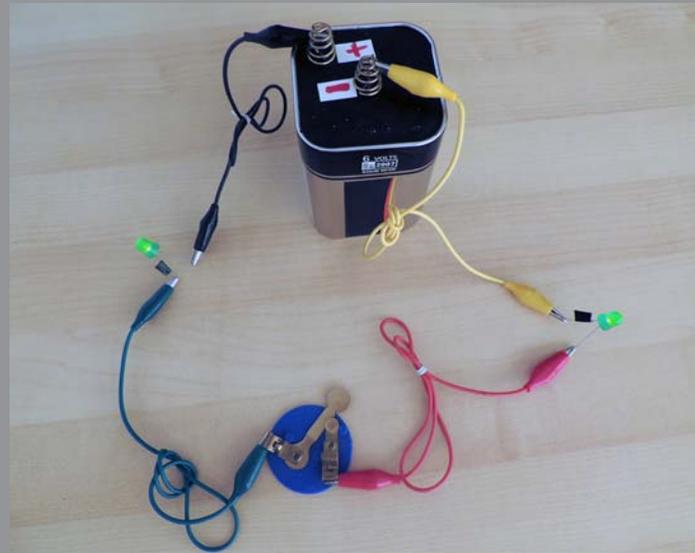
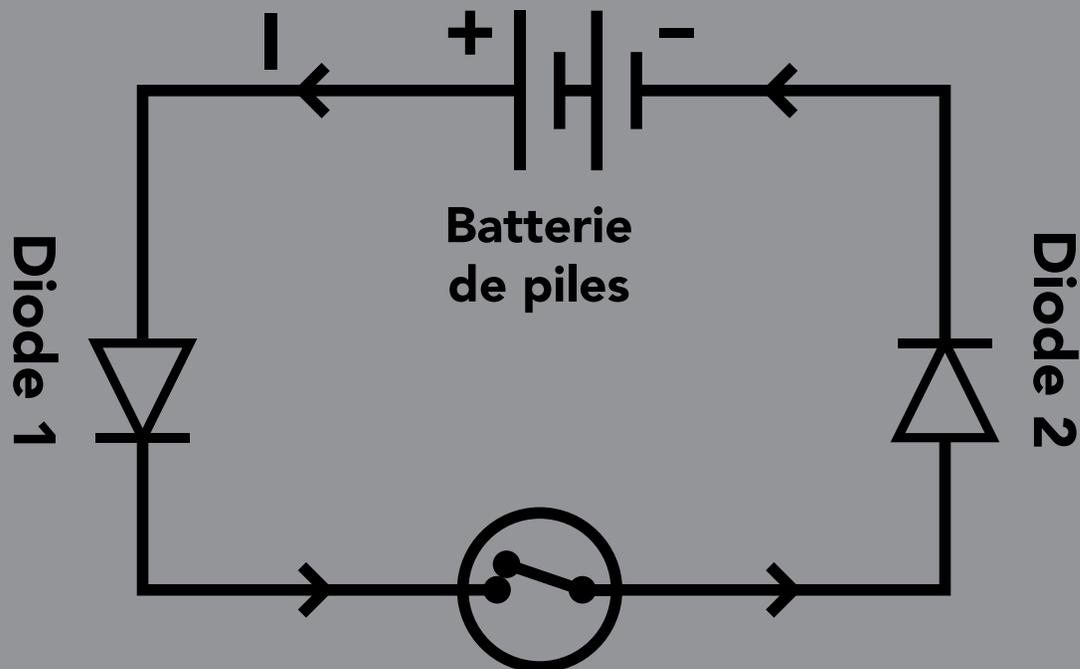


FIGURE 1.34
INTERRUPTEUR FERMÉ
ET LES DEUX DIODES
ALLUMÉES



R49. Réponses variables.

R50. Le schéma électrique du montage de la figure 1.34 est :





Expérimentation 9

Avec deux diodes
et une ampoule



Matériel

- 1 ampoule (6,3 V/150 mA)
- 1 réceptacle à ampoule
- 2 batteries de piles 6 V
- 1 interrupteur
- 2 diodes couvertes de ruban adhésif
- 6 fils avec pinces alligators

51. Si on ferme l'interrupteur dans le montage (figure 1.35), qu'observerez-vous ? Justifiez votre réponse.

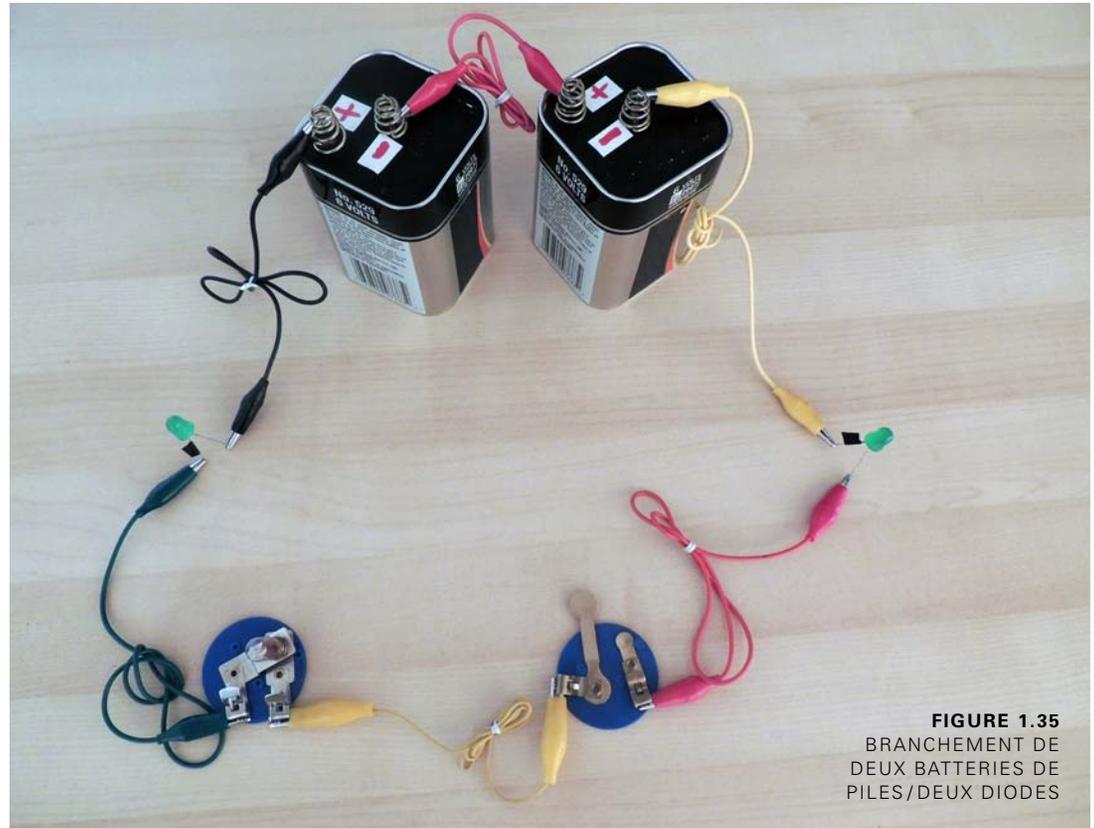


FIGURE 1.35
BRANCHEMENT DE
DEUX BATTERIES DE
PILES/DEUX DIODES



52. Réalisez le montage (voir la figure 1.35) à l'aide de deux batteries de piles de 6 V chacune, de deux diodes avec leurs courtes extrémités identifiées avec un morceau de ruban noir, une ampoule (6,3 V, 150 mA), le réceptacle de l'ampoule, six fils de raccordement et un interrupteur. Vérifiez expérimentalement votre hypothèse et notez vos observations.

53. Dessinez le schéma électrique du montage réalisé.

votre schéma



Synthèse des observations

Expérimentation 9

Avec deux diodes
et une ampoule

R51. Si on ferme l'interrupteur dans le montage (figure 1.36), l'ampoule et les deux DEL s'allumeront puisque l'extrémité couverte de noir d'une DEL est placée du côté de la borne négative de la batterie de piles de droite et l'extrémité la plus longue de la deuxième DEL est placée du côté de la borne positive de la batterie de pile de gauche (figure 1.36).

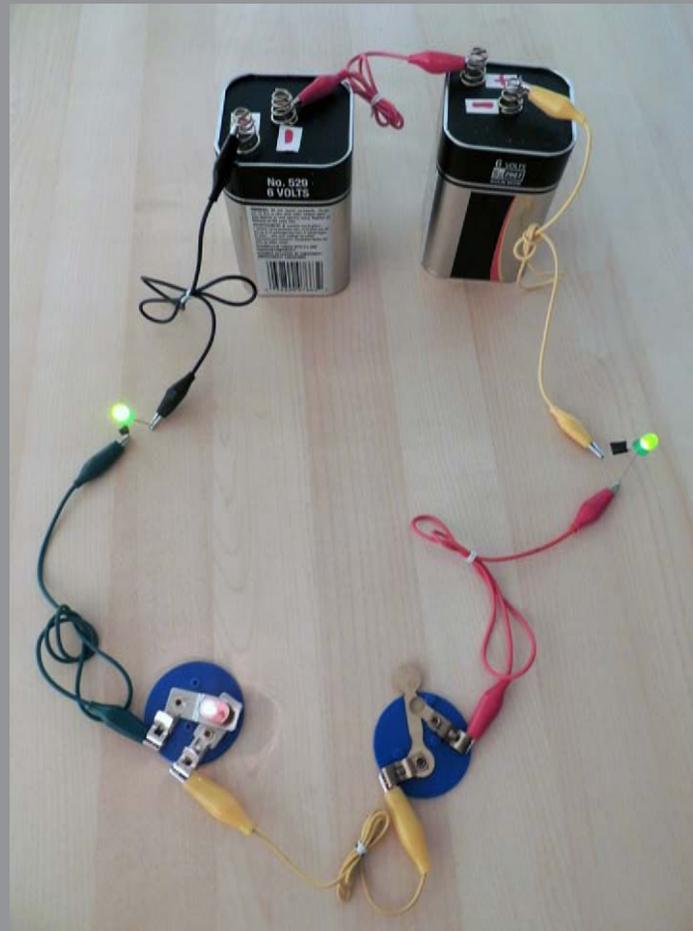
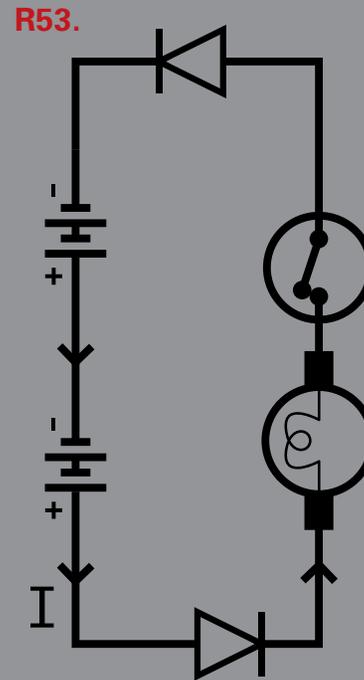


FIGURE 1.36
INTERRUPTEUR
FERMÉ ET L'AMPOULE
ET LES DEUX DIODES
ALLUMÉS



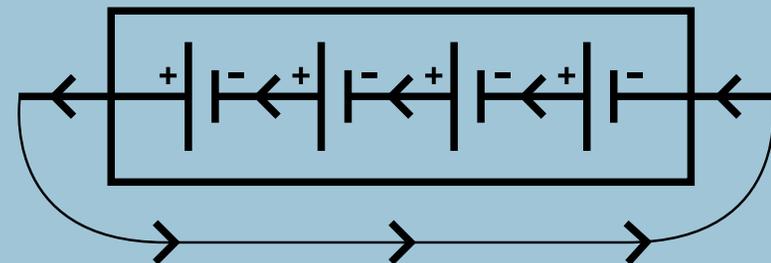
R52. Réponses variables.



Note sur le branchement des batteries de piles

Lorsque vient le temps de remplacer nos piles usées dans nos appareils, on suit les instructions du fabricant à l'effet que le \oplus d'une pile soit en contact avec le \ominus de l'autre pile et ainsi de suite. Nous savons qu'une batterie de piles de 6 V est constituée de quatre piles chacune de 1,5 V. Nous savons aussi que par convention le courant circule de la borne positive de la pile à la borne négative.

Batterie de piles





Activité 4

Mesure des grandeurs électriques : courant, tension et résistance

Préambule

Dans la première partie de cet atelier, nous avons défini trois grandeurs physiques qui sous-tendent le fonctionnement de circuits électriques simples : le courant électrique, la tension électrique et la résistance électrique que nous rappelons dans le tableau suivant.

Le courant électrique

A

Il est relié au déplacement des électrons dans un conducteur, comme le filament d'une ampoule ou les fils de raccordement électriques. Nous avons souligné que dans le cas d'une solution, ce sont les ions qui se déplacent et non les électrons (voir le fonctionnement de la pile). L'intensité du courant électrique est exprimée en ampère (A).

La tension électrique

V

C'est la différence de potentiel électrique entre deux bornes d'un composant (entre les deux électrodes d'une pile, entre le plot et le culot d'une ampoule, entre les deux bornes d'un moteur ou d'une diode électroluminescente). Elle représente en quelque sorte la force d'une pile à pousser les électrons entre le plot et le culot d'une ampoule. La tension électrique est exprimée en volt (V).

La résistance électrique

Ω

L'intensité de cette force dépend de la résistance qu'offre le conducteur au passage des charges électriques. À ce sujet, nous avons souligné que le cuivre offre beaucoup moins de résistance au passage des électrons que le tungstène. La résistance électrique s'exprime en ohm (Ω).



Dans les activités suivantes, nous allons étudier le mode de fonctionnement de trois appareils capables de mesurer les trois grandeurs électriques : l'ampèremètre qui mesure l'intensité du courant, le voltmètre qui mesure la tension électrique (le voltage) et l'ohmmètre qui mesure la résistance électrique. Nous allons voir que l'utilisation de l'ampèremètre et du voltmètre est indispensable pour expliquer l'éclairage des ampoules dans les situations problèmes du questionnaire d'introduction que nous étudierons plus loin.

Ainsi, ces appareils seront en quelque sorte l'extension de nos sens puisqu'on ne peut pas voir des électrons qui se déplacent dans un circuit électrique et compter le nombre qui traverse une section donnée du circuit, sans parler du danger d'électrocution qui pourrait en résulter si on ne faisait pas attention. À ce sujet, rassurez-vous puisque, comme nous l'avons précisé dans la première partie, le danger d'électrocution du corps humain est à compter de 18 volts.

Utilisation d'un multimètre en modes ampèremètre, voltmètre et ohmmètre

Sur le marché, on retrouve plusieurs catégories de multimètre, un appareil multifonctionnel qu'on peut utiliser soit en ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant électrique, soit en voltmètre pour mesurer la tension électrique, soit en ohmmètre pour mesurer la résistance d'un composant électrique. Nous allons présenter aux pages suivantes les schémas de deux types de multimètres les plus utilisés (figures 1.37 et 1.38).



voltmètre

MESURE DE LA TENSION ÉLECTRIQUE QU'ON EXPRIME EN VOLT (V) EN COURANT CONTINU

voltmètre

MESURE DE LA TENSION ÉLECTRIQUE QU'ON EXPRIME EN VOLT (V) EN COURANT ALTERNATIF

ampèremètre

MESURE DE L'INTENSITÉ DU COURANT ÉLECTRIQUE QU'ON EXPRIME EN AMPÈRE (A)

ohmmètre

MESURE DE LA RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE D'UN CONDUCTEUR DONNÉ QU'ON EXPRIME EN OHM (Ω)

POUR MESURER L'INTENSITÉ DU COURANT ÉLECTRIQUE DE L'ORDRE DE 1/10 À 10 A, ON DOIT BRANCHER LA SONDE ROUGE DANS CE BOUTON

POUR MESURER LA TENSION (V) OU LA RÉSISTANCE (Ω), ON DOIT BRANCHER LA SONDE ROUGE DANS CE BOUTON



POUR MESURER L'INTENSITÉ DU COURANT ÉLECTRIQUE DE L'ORDRE DU MILLIÈME D'AMPÈRE, ON DOIT BRANCHER LA SONDE ROUGE DANS CE BOUTON

QUEL QUE SOIT LE MODE D'UTILISATION DU MULTIMÈTRE, ON DOIT TOUJOURS BRANCHER LA SONDE NOIRE DANS CE BOUTON



- 1. sonde rouge
- 2. sonde noire
- 3. métal
- 4. gaines isolantes

IMPORTANT

LES SONDES DOIVENT ÊTRE BIEN ENFONCÉES DANS LEUR PRISE.

ON NE DOIT JAMAIS TOUCHER À LA PARTIE MÉTALLIQUE DES SONDES POUR ÉVITER LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES ET INFLUENCER LA MESURE.

FIGURE 1.37
MULTIMÈTRE
À QUATRE PRISES



Multimètre à trois prises

Il existe des multimètres qui possèdent quelques différences avec celui présenté précédemment. Par exemple, certains ont trois prises et non quatre (figure 1.38).

Vous remarquerez que l'échelle de tension de 2 pour l'appareil précédant est présentée ici par 2 000 m, ce qui revient au même puisque :

$$2\ 000\ \text{m} = 2\ 000 \times 0,001 = 2$$

En bas à droite du schéma ci-contre, on utilise la prise du milieu ($V\Omega\ \text{mA}$) pour mesurer la tension électrique en volt (V), la résistance électrique en ohm (Ω) ou de faible courant de l'ordre du millième en milliampères (mA).



FIGURE 1.38
MULTIMÈTRE
À TROIS PRISES

NOTE IMPORTANTE

TOUT AU LONG DES EXPÉRIMENTATIONS QUI SUIVENT, VOUS AUREZ À MESURER L'INTENSITÉ DU COURANT AINSI QUE LA DIFFÉRENCE DE POTENTIEL ÉLECTRIQUE (VOLTAGE). NE SOYEZ PAS SURPRIS SI VOS MESURES SONT DIFFÉRENTES DES NÔTRES. LES RAISONS PEUVENT ÊTRE QUE NOS PILES (OU BATTERIES DE PILES) AINSI QUE NOS AMPOULES ONT UN DEGRÉ D'USURE DIFFÉRENT DES VÔTRES.



Expérimentation 10

Mesure des tensions d'une batterie de piles et d'une pile D



Matériel

- 1 batterie de piles de 6 V
- 1 pile D (1,5 V)
- 1 boîtier à pile D
- 1 multimètre

Réalisez le montage ci-contre (figure 1.39) à l'aide d'une batterie de piles et d'un multimètre.

Notez que la partie métallique de la sonde noire est en contact avec la borne négative \ominus de la batterie de piles.

Maintenant, fermez votre circuit en mettant en contact la partie métallique de la sonde rouge avec la borne positive de la batterie de piles. Placez ensuite le bouton du multimètre dans l'échelle de tension (volts).



FIGURE 1.39
MATÉRIEL REQUIS
ET MONTAGE RÉALISÉ



- 54.** Notez la valeur de la tension U de votre batterie de piles en volts.
- 55.** Selon vous, quelle valeur de tension affichera votre multimètre si vous utilisez l'échelle 2 des volts ? Vérifiez expérimentalement votre hypothèse et notez vos observations.
- 56.** Selon vous, quelle valeur affichera le multimètre si vous utilisez l'échelle 20 des volts et intervertissez les sondes noire et rouge ? Vérifiez expérimentalement votre hypothèse et notez vos observations.
- 57.** À l'aide du multimètre, mesurez la tension aux bornes de la pile D dans son boîtier en utilisant l'échelle 20 des volts.
- 58.** À l'aide du multimètre, mesurez la tension aux bornes de la pile D dans son boîtier en utilisant l'échelle 200 des volts.



Synthèse des observations

Expérimentation 10

Mesure des tensions d'une batterie de piles et d'une pile D

R54. Lorsque la partie métallique de la sonde noire est en contact avec la borne négative de la batterie de piles et la partie métallique de la sonde rouge en contact avec la borne positive de la batterie de piles et en choisissant l'échelle 20 des volts, le multimètre affichera le chiffre 6,52 comme illustré ci-contre (figure 1.40).

Il se peut que votre valeur soit différente, car cela dépend de l'usure de votre batterie.



FIGURE 1.40
CIRCUIT ÉLECTRIQUE,
TENSION DE 6,52 V



R55. L'échelle 2 des volts est appropriée pour des tensions variant entre 0 et 2 volts. Comme la tension de la batterie de piles est de six volts, aucune valeur ne sera affichée (figure 1.41), d'où l'importance d'utiliser la bonne échelle.

R56. La valeur affichée sera la même que précédemment, c'est-à-dire $-6,53$ (mais en valeur inversée). La valeur affichée ci-contre est légèrement différente à cause des fluctuations de l'appareil (figure 1.42).

Notez que la différence est minimale, car les valeurs affichées peuvent fluctuer au centième, ce qui demeure une bonne mesure relativement à notre besoin. Il existe bien sûr sur le marché des multimètres plus précis.

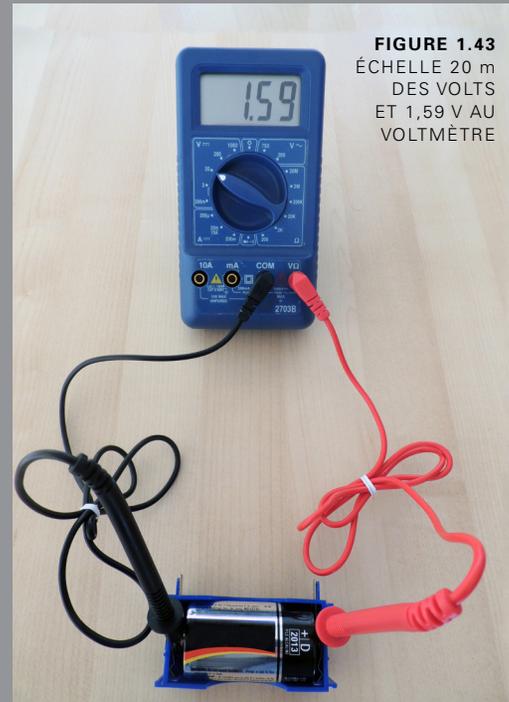


IMPORTANT

SI ON NE CONNAÎT PAS L'ORDRE DE GRANDEUR, IL FAUT ESSAYER TOUTES LES ÉCHELLES EN DÉBUTANT PAR LA PLUS GRANDE.



R57. En utilisant l'échelle 20 m des volts, le voltmètre affiche une valeur de 1,59 V (figure 1.43).



R58. À l'échelle 200 m des volts, il n'affiche aucune valeur, car cette échelle détecte des valeurs de l'ordre du millièème (figure 1.44).





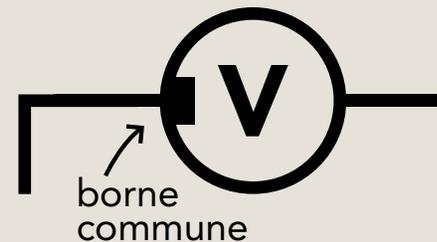
Notions scientifiques

Principe de fonctionnement d'un voltmètre

Le multimètre utilisé en voltmètre ne doit pas se placer dans le circuit, mais plutôt en surplus du circuit existant, c'est-à-dire comme si on voulait court-circuiter un composant du circuit. La particularité du voltmètre est qu'il est destiné à évaluer la différence de potentiel électrique (aussi appelée « tension ») dans une section du circuit électrique. Contrairement à l'ampèremètre qui témoigne de la quantité de charges qui passent à travers le circuit et doivent s'y trouver incrustées, le voltmètre doit avoir une perspective du potentiel avant et après un composant du circuit, un peu à la manière d'une personne qui examinerait le potentiel de l'eau avant et après une chute. Voilà donc pourquoi il n'est pas directement dans le circuit principal.

Unité de la tension électrique (V)

En l'honneur du physicien italien Volta, inventeur de la pile électrique, le volt (V) est l'unité de mesure de la tension électrique. Rappelons que la tension correspond à la force à laquelle les électrons sont soumis dans un circuit électrique.





Expérimentation 11

Mesure de l'intensité du courant dans un circuit simple : pile, ampoule et interrupteur



Matériel

- 1 réceptacle à ampoule
- 1 batterie de pile 6 V
- 1 ampoule miniature (6,3 V/150 mA)
- 1 interrupteur
- 4 fils avec des pinces alligators
- 1 multimètre

Réalisez le montage suivant (figure 1.45).

- 59.** Placez la sonde rouge du multimètre dans la prise 10 A et fermez l'interrupteur. Notez dans le tableau de la page suivante l'affichage numérique du multimètre et l'intensité du courant en ampères pour chacune des échelles (10 A, 200 m, 20 m, 2000 μ). Faites de même en plaçant cette fois-ci la sonde rouge dans la prise mA et pour chacune des échelles (10 A, 200 m, 20 m, 2000 μ).

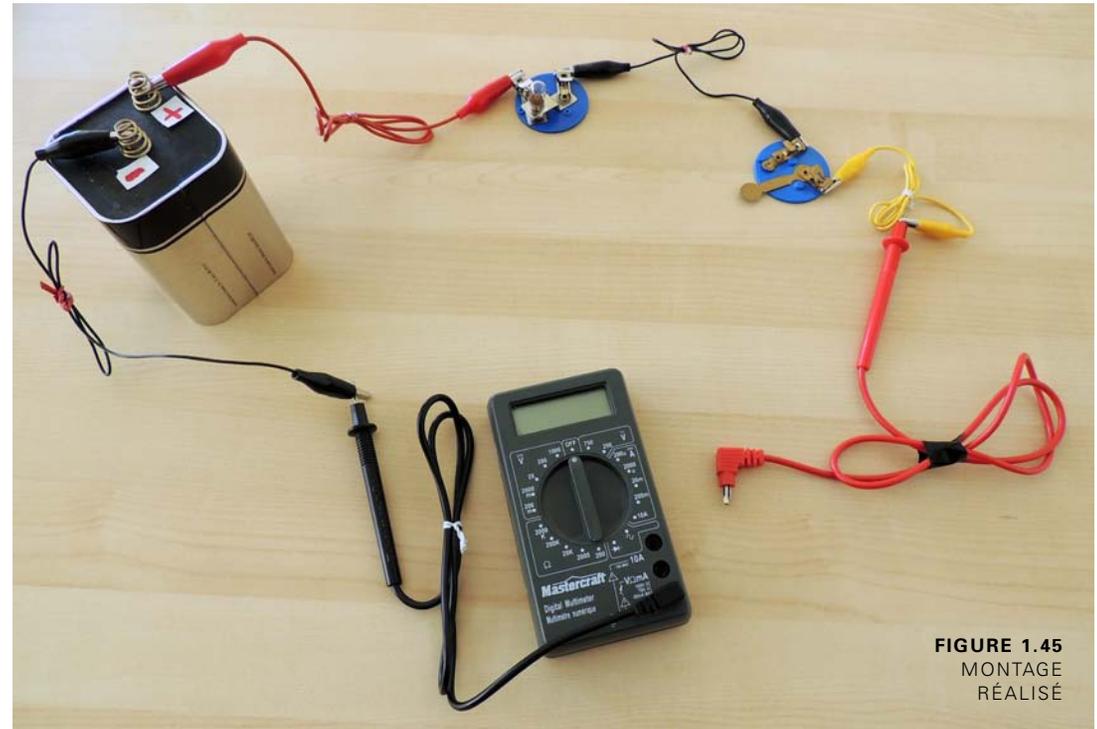


FIGURE 1.45
MONTAGE
RÉALISÉ



Prise du multimètre	Échelle pour l'affichage de l'intensité du courant	Affichage numérique	Valeur de l'intensité dans le circuit
10 A	10 A		
10 A	200 m		
10 A	20 m		
10 A	2 000 μ		
mA	10 A		
mA	200 m		
mA	20 m		
mA	2 000 μ		



Synthèse des observations

Expérimentation 11

Mesure de l'intensité du courant dans un circuit simple : pile, ampoule et interrupteur

Note : La valeur de l'intensité du courant dans le circuit est toujours la même, quelles que soient les échelles utilisées. Dans cette expérimentation, l'intensité du courant est de 0,12 A. Ainsi, si on trouve une valeur, par exemple 127,8, on doit ramener cette valeur à 0,12, et ce, en divisant par 1000.

R59.

Prise du multimètre	Échelle pour l'affichage de l'intensité du courant	Affichage numérique	Valeur de l'intensité dans le circuit
10 A	10 A	0,12 (ampoule allumée)	0,12 A
10 A	200 m	1,2 (ampoule allumée)	$(1,2 / 10) \text{ A} = 0,12 \text{ A}$
10 A	20 m	0,12 (ampoule allumée)	0,12 A
10 A	2 000 μ	012 (ampoule allumée)	$(12 / 100) = 0,12 \text{ A}$
mA	10 A	I . (ampoule éteinte)	Aucune valeur affichée (échelles non compatibles)
mA	200 m	127,8 (ampoule allumée)	$127,8 / 1000 = 0,1278 \text{ A}$
mA	20 m	I . (ampoule allumée)	Aucune valeur affichée (échelles non compatibles)
mA	2 000 μ	I . (ampoule éteinte)	Aucune valeur affichée (échelles non compatibles)



Notions scientifiques

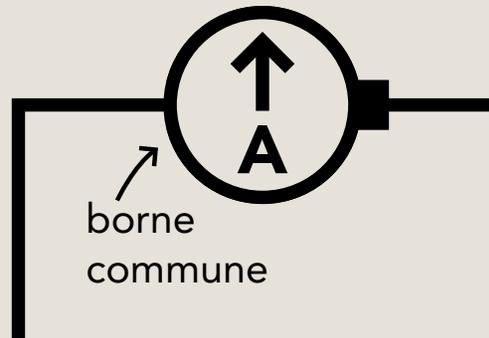
Principe de fonctionnement d'un ampèremètre

Le multimètre utilisé en ampèremètre est très utile en électricité puisqu'il est capable de rendre compte de la quantité d'électrons qui circulent dans un circuit. Ainsi, il sert à mesurer l'intensité du courant électrique, c'est-à-dire la quantité de charges électriques qui circulent dans un conducteur donné.

Unité de l'intensité du courant électrique (A)

Plutôt que de compter individuellement les électrons qui passent par l'ampèremètre, une unité, l'ampère, a été associée à cette mesure et son symbole est A.

$1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$



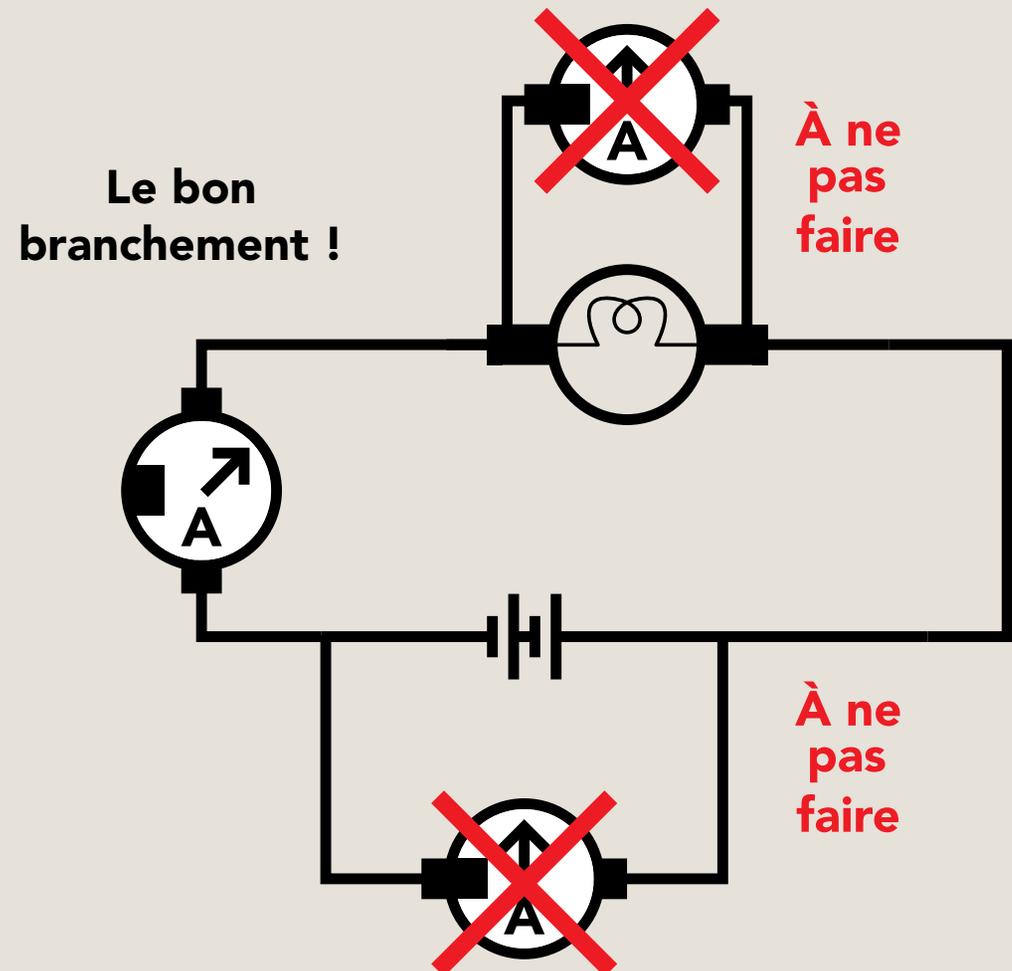


Note sur le mode de branchement d'un ampèremètre

Il est important de noter que l'ampèremètre doit être très conducteur pour que tout le courant à mesurer passe à travers l'appareil. Il doit toujours être inséré dans le circuit, c'est-à-dire qu'il faut l'utiliser de façon à ce que les charges électriques passent obligatoirement par l'appareil pour continuer le circuit.

Ainsi, on ne doit jamais le brancher aux bornes d'une ampoule allumée, non plus aux bornes d'une pile comme illustré ci-contre.

Si on le faisait, cela présenterait un certain danger, même s'il y a un fusible à l'intérieur de l'appareil qui le protège normalement et qui brûlera selon la quantité de charges électriques qui le traversera.





Expérimentation 12

Mesure de la résistance électrique

Matériel

- 1 multimètre
- 1 ampoule miniature (6,3 V / 150 mA)
- 2 ampoules domestiques (40 W / 120 V et 100 W / 120 V)

Mesurez à l'aide du multimètre la résistance de l'ampoule miniature (6,3 V / 150 mA) (figure 1.46) et celles de deux ampoules domestiques (40 W / 120 V) et (100 W / 120 V) (figure 1.47) en Ω .

60. À la suite de ces mesures, que concluez-vous ?



FIGURE 1.46
AMPOULE
MINIATURE
(100 W / 120 V)
ET AMPOULES
DOMESTIQUES
(100W ET 40 W)



FIGURE 1.47
MULTIMÈTRE



Synthèse des observations

Expérimentation 12

Mesure de la résistance électrique

R60. Le multimètre indiquera une valeur de $4,2 \Omega$ en utilisant l'échelle de résistance 200 (rappelons que cette échelle mesure des résistances ne dépassant pas 200Ω) pour l'ampoule miniature (figure 1.48). Dans le cas des ampoules domestiques, la valeur de la résistance est égale à $41,7 \Omega$ (40 W) (figure 1.49) et $10,5 \Omega$ (100 W) (figure 1.50).

D'ailleurs, si vous avez essayé d'utiliser les autres échelles de résistance (2000, 20 K, 200 K, 2000 K), le multimètre a dû afficher la valeur 0,00, ce qui ne signifie toutefois pas que la résistance est nulle. Notez qu'on doit placer les parties métalliques des sondes rouge et noire au plot et au culot de l'ampoule.



FIGURE 1.48
 $4,2 \Omega$ POUR
L'AMPOULE
MINIATURE

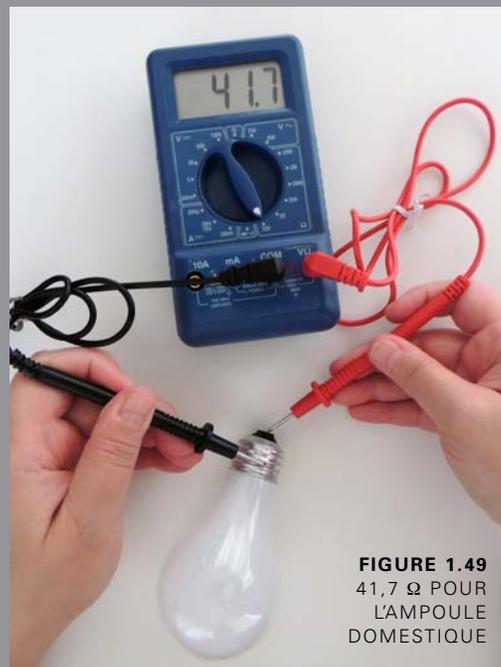


FIGURE 1.49
 $41,7 \Omega$ POUR
L'AMPOULE
DOMESTIQUE

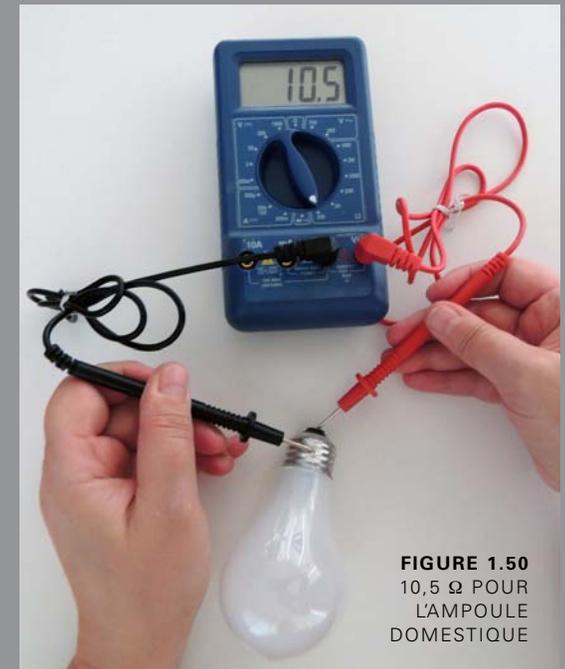


FIGURE 1.50
 $10,5 \Omega$ POUR
L'AMPOULE
DOMESTIQUE



Notions scientifiques

Principe de fonctionnement d'un ohmmètre

Vous aurez noté que l'on a mesuré la tension et le courant dans un circuit sous tension (le voltmètre aux bornes de la batterie de piles et l'ampoule dans un circuit avec la batterie de piles) alors que l'on a mesuré la résistance de l'ampoule hors tension.

On ne mesure jamais la résistance sur un circuit sous tension. « Pour qu'une mesure à l'ohmmètre soit fiable, il faut que d'un côté au moins, la sonde soit la résistance qui fait contact, ne touche à rien d'autre qui soit conducteur. En particulier, vos doigts peuvent fausser la mesure ; de plus, on ne peut utiliser l'ohmmètre pour mesurer une résistance qui est déjà branchée dans un circuit¹. »

Unité de la résistance électrique (Ω)

En l'honneur du physicien allemand Ohm, célèbre entre autres par ses travaux sur les lois fondamentales des courants électriques, l'ohm (Ω) est l'unité de la résistance électrique.



¹ Brassard, C., Levasseur, J et Métioui, A. (1996). *Technologie de l'électricité*, Chenelière/McGraw-Hill, p. 43.



Activité 5

Répartition du courant et de la tension dans un circuit en série et étude du court-circuit

Expérimentation 13

Mesures du courant et de la tension dans un circuit simple (batterie de piles, ampoule et interrupteur)

Matériel

- 4 fils avec pinces alligators
- 1 batterie de piles de 6 V
- 1 ampoule miniature (6,3 V / 150 mA) dans son réceptacle
- 1 interrupteur
- 3 multimètres (on peut faire cette expérimentation avec un seul multimètre en faisant les mesures une à la fois)

Réalisez le montage illustré ci-contre (figure 1.51) à l'aide de quatre cordons de raccordement à pinces alligators, d'une batterie de piles de 6 V, d'une ampoule dans son réceptacle, d'un interrupteur ouvert et d'un multimètre.

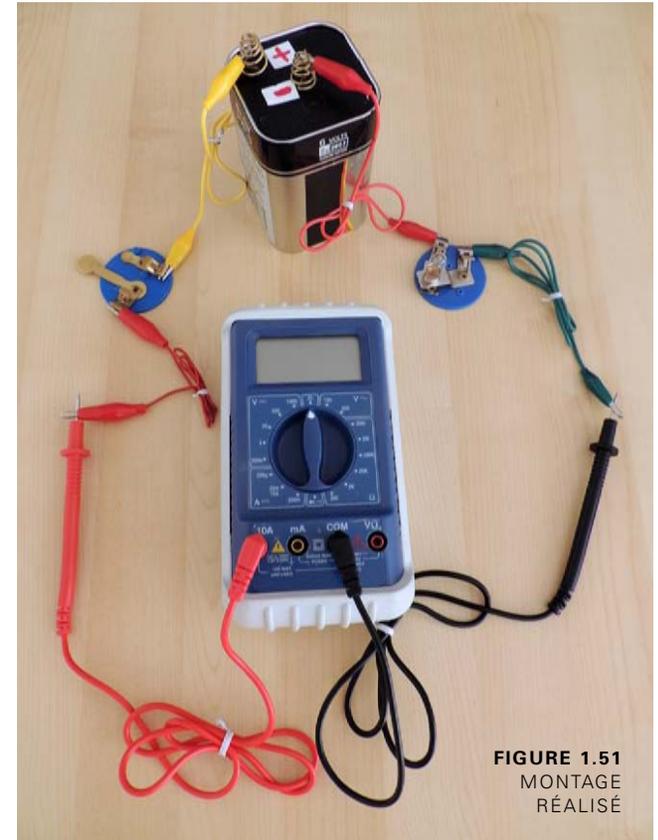


FIGURE 1.51
MONTAGE
RÉALISÉ

- 61.** Dans le montage, la sonde noire du multimètre est placée du côté de la borne négative de la batterie de piles. Selon vous, si on l'avait placée du côté de la borne positive de la batterie de piles, y aurait-il une différence ? Expliquez.



62. Fermez l'interrupteur et mesurez l'intensité de courant I entre l'ampoule et l'interrupteur.

$I =$

63. Selon vous, quelle serait l'intensité du courant entre :

la batterie de piles et l'ampoule ;

la batterie de piles et l'interrupteur.

Expliquez.

65. Mesurez la tension de la batterie de piles, de l'ampoule et de l'interrupteur.

U ampoule =

U batterie =

U interrupteur =

66. Que concluez-vous ?

IMPORTANT

POUR MESURER LA TENSION, IL FAUT PLACER LE MULTIMÈTRE AUX BORNES DU COMPOSANT ET NON DANS LE CIRCUIT. UTILISEZ LA PRISE V_{Ω} ET L'ÉCHELLE APPROPRIÉE.

64. Vérifiez vos hypothèses. Que concluez-vous ?



Synthèse des observations

Expérimentation 13

Mesures du courant et de la tension dans un circuit simple (batterie de piles, ampoule et interrupteur)

R61. Le multimètre affichera une valeur précédée du signe \ominus , car la sonde noire est placée du côté de la borne positive de la batterie de piles.

R62. En fermant l'interrupteur dans le circuit ci-contre, l'intensité du courant est égale à 0,14 A.

R63. Puisque l'ampoule, la batterie de piles, l'interrupteur et le multimètre se retrouvent dans la même boucle, l'intensité du courant sera la même en tout point du circuit en un temps donné.

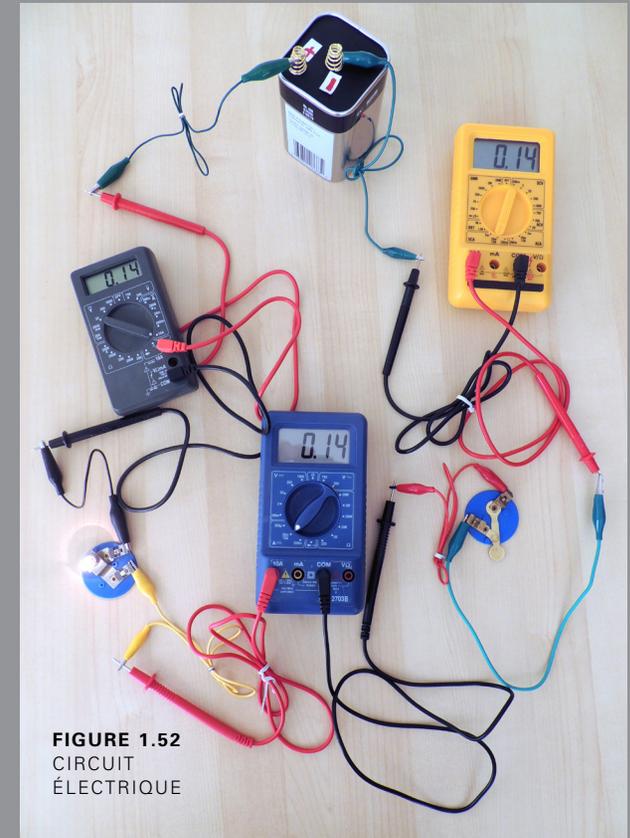


FIGURE 1.52
CIRCUIT
ÉLECTRIQUE

R64. Comme illustré ci-dessus (figure 1.52), l'intensité du courant indiquée est la même.



R65. Les valeurs des tensions (figure 1.53) aux bornes de la batterie de piles, de l'ampoule et de l'interrupteur sont :

$U_{\text{ampoule}} = 6,13 \text{ V}$
échelle : 20

$U_{\text{batterie de piles}} = 6,32 \text{ V}$
échelle : 20

$U_{\text{interrupteur}} = 0,082 \text{ V}$
la valeur affichée est de 8,2 dans l'échelle 200 m

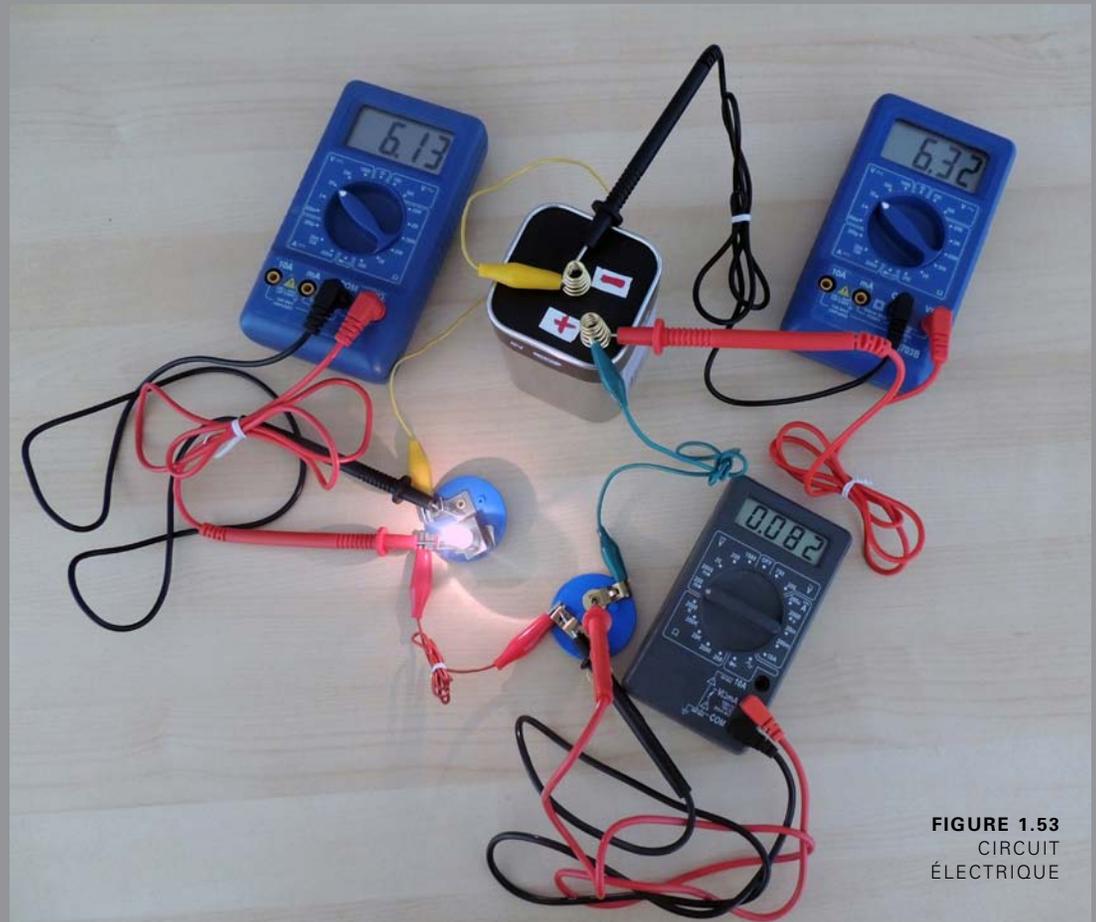


FIGURE 1.53
CIRCUIT
ÉLECTRIQUE

R66. Cette tension est presque nulle car l'interrupteur offre très peu de résistance au passage des électrons, comparativement à l'ampoule.

On constate que la somme des tensions aux bornes de l'ampoule et de l'interrupteur est presque égale à celle aux bornes de la batterie.



Expérimentation 14

Sources de courant et de tension

Matériel

- 4 fils avec pinces alligators
- 1 batterie de piles de 6 V
- 2 ampoules miniatures (6,3 V, 150 mA) chacune dans son réceptacle
- 1 interrupteur
- 2 multimètres (on peut faire cette expérimentation avec un seul multimètre en faisant les mesures une à la fois)

Dans le circuit ci-contre (figure 1.54), le voltmètre placé aux bornes de la batterie de piles affiche une tension de 6,38 V. Quant à l'ampèremètre, il affiche un courant de 0,14 A dans le circuit formé par l'ampoule (6,3 V, 150 mA), l'interrupteur et la batterie de piles.

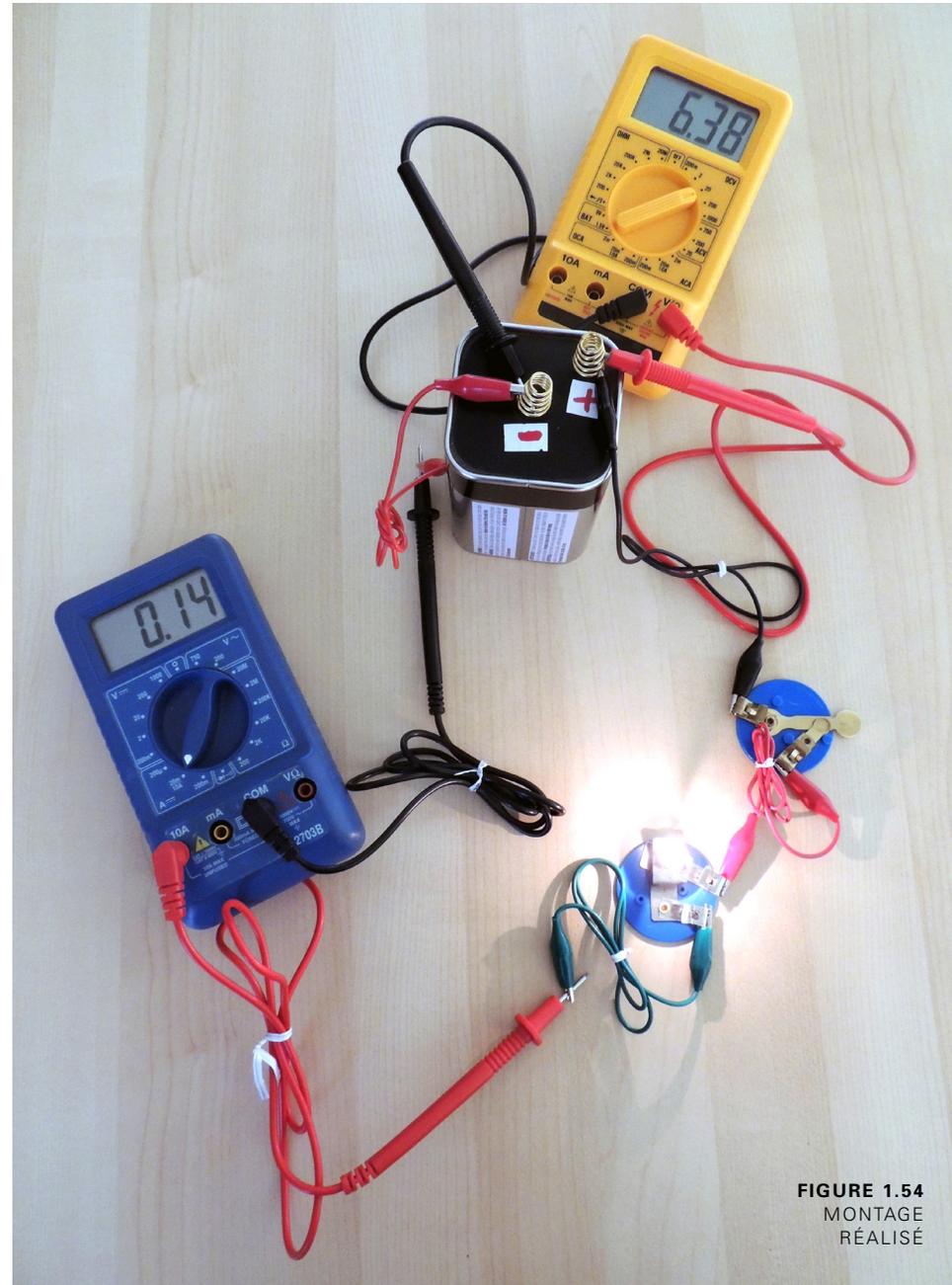


FIGURE 1.54
MONTAGE
RÉALISÉ



67. Question d'anticipation : Si on insère une deuxième ampoule identique à celle illustrée à la figure 1.54, quel sera le courant électrique affiché par l'ampèremètre ? Justifiez votre choix.

supérieur à 0,14 A

égal à 0,14 A

inférieur à 0,14 A

68. Question d'anticipation : Quelle sera la tension affichée par le voltmètre aux bornes de la batterie de piles ? Justifiez votre choix.

supérieure à 6,35 V

égale à 6,35 V

inférieure à 6,35 V

69. Vérifiez expérimentalement vos réponses anticipées et notez votre synthèse. Pour cela, il vous faudra dans un premier temps monter votre circuit (voir la figure 1.54) à l'aide d'une ampoule et mesurer la tension aux bornes de votre batterie de piles à l'aide de votre voltmètre. Ensuite, vous devrez insérer votre ampèremètre dans le circuit pour mesurer le courant. Finalement, refaire la même procédure mais avec deux ampoules.



Synthèse des observations

Expérimentation 14

Sources de courant et de tension

R67. Si votre réponse anticipée est que l'intensité du courant serait inférieure à $0,14\text{ A}$, vous avez vu juste. Vous l'aurez d'ailleurs observé lors de votre expérimentation. Cette diminution de l'intensité s'explique par le fait que la batterie de piles débite un courant selon les composants contenus dans le circuit. On dit alors que la batterie de piles est une source de courant variable.

R68. Si votre réponse anticipée est que la tension qui serait affichée par le voltmètre, aux bornes de la batterie de piles, serait de $6,35\text{ V}$, vous avez vu juste. Vous l'aurez d'ailleurs observé lors de votre expérimentation.

R69. Réponses variables.



Notions scientifiques

Source de tension

Une batterie de piles est une source de tension constante. En variant la résistance dans un circuit, la batterie de piles débitera la même tension. Nous savons que la tension est reliée à la force qui fait circuler les électrons et cette force dépend des éléments qui constituent la batterie de piles, un peu comme un portefeuille contenant une somme d'argent donnée qu'on dépensera selon le prix des éléments achetés. Il est important de noter qu'il ne s'agit que d'une analogie qui, bien entendu, a ses limites. À cet effet, Brassard, Levasseur et Métioui notent que « les piles ne font pas que se décharger ; elles ont un comportement très complexe. Par exemple, la tension à ses bornes diminue pendant la décharge, et elle remonte légèrement lorsqu'on lui laisse un peu de répit [vous avez sûrement observé ce type de comportement dans vos expérimentations]. De ce point de vue, la pile NiCd [nickel- cadmium] se comporte mieux que la pile alcaline : elle réussit à conserver presque sa pleine tension pendant tout un cycle de décharge. La tension d'une pile dépend également de sa température² ».

2 Brassard, C., Levasseur, J. et Métioui, A. (1996). *Technologie de l'électricité*, Chenelière/McGraw-Hill, p. 43.

Source de courant

Une batterie de piles est une source de courant variable. L'intensité débitée par une batterie de piles dépend des composants matériels qui sont dans son circuit. En effet, l'intensité du courant est plus grande dans le cas d'un circuit avec une ampoule que dans le cas d'un circuit avec deux ampoules. Dans ce dernier cas, nous avons une plus grande résistance (deux ampoules), ce qui explique pourquoi le débit des charges (l'intensité du courant) est plus faible. C'est un peu comme dans une course, le long d'un trajet donné, plus le nombre d'obstacles est grand, moins il y a d'athlètes le long d'un trajet donné, moins d'athlètes le parcourt.



Expérimentation 15

Court-circuit



Matériel

- 2 fils électriques dénudés
- 5 fils avec pinces alligators
- 1 batterie de piles de 6 V
- 1 ampoule miniature (6,3 V, 150 mA) dans son réceptacle
- 1 interrupteur
- 3 multimètres (on peut faire cette expérimentation avec un seul multimètre en faisant les mesures une à la fois)

Dans le montage ci-contre (figure 1.55), la tension aux bornes de la batterie de piles est égale à 6,10 V et l'intensité du courant électrique est égale à 0,10 A.

- 70.** Selon vous, si vous placez aux bornes d'une des deux ampoules dans le montage de la figure 1.55 un fil électrique dénudé (la figure 1.56 illustre le placement d'un fil électrique dénudé aux bornes d'une ampoule, c'est-à-dire aux bornes de son plot et de son culot), le courant de 0,10 A changera-t-il ? Justifiez votre réponse.

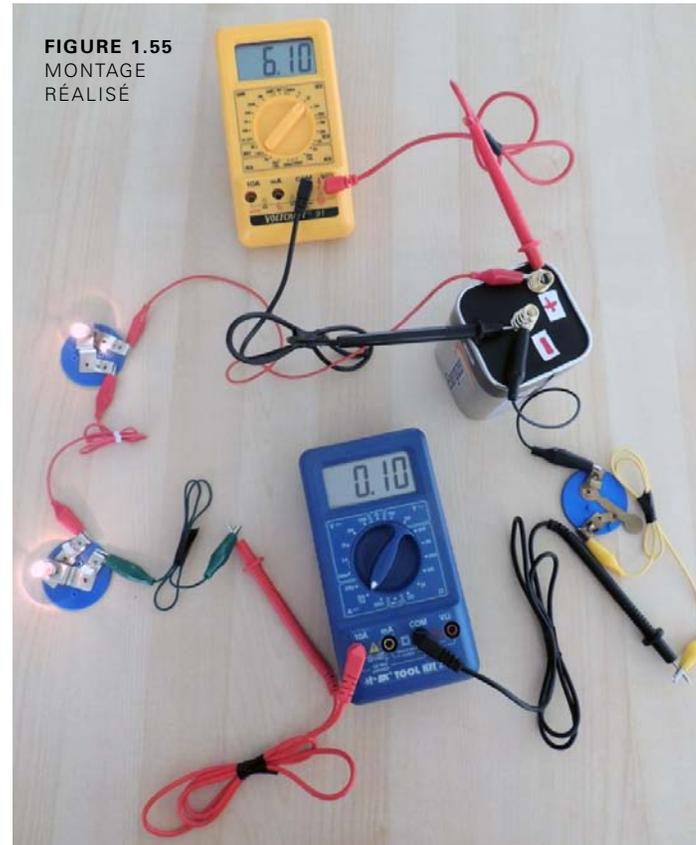


FIGURE 1.55
MONTAGE
RÉALISÉ

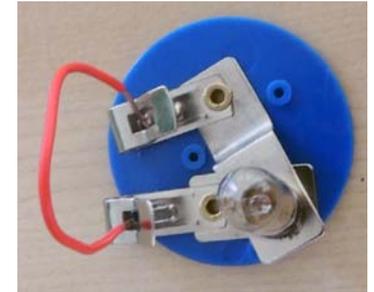


FIGURE 1.56
MONTAGE AVEC FIL
ÉLECTRIQUE DÉNUDÉ
AUX BORNES
D'UNE AMPOULE



71. La tension de 6,39 V changera-t-elle ? Justifiez votre réponse.

73. La tension de la batterie de piles changera-t-elle ? Justifiez votre hypothèse.

72. Si on branche un deuxième fil dénudé aux bornes de la deuxième ampoule. Le courant changera-t-il ? Justifiez votre hypothèse.

74. Vérifiez expérimentalement vos hypothèses et notez votre synthèse.



Synthèse des observations

Expérimentation 15 Court-circuit

R70. En plaçant le fil dénudé aux bornes d'une des deux ampoules, l'ampoule s'est éteinte (figure 1.57).

R71. L'intensité du courant indiquée par l'ampèremètre est égale à 0,14 A. Elle a augmenté de 0,04 A (0,14 A-0,10 A). Quant à la tension débitée par la batterie de piles (6,10 V), elle a diminué légèrement de 0,07 V (6,10 V-6,03 V) (figure 1.57).

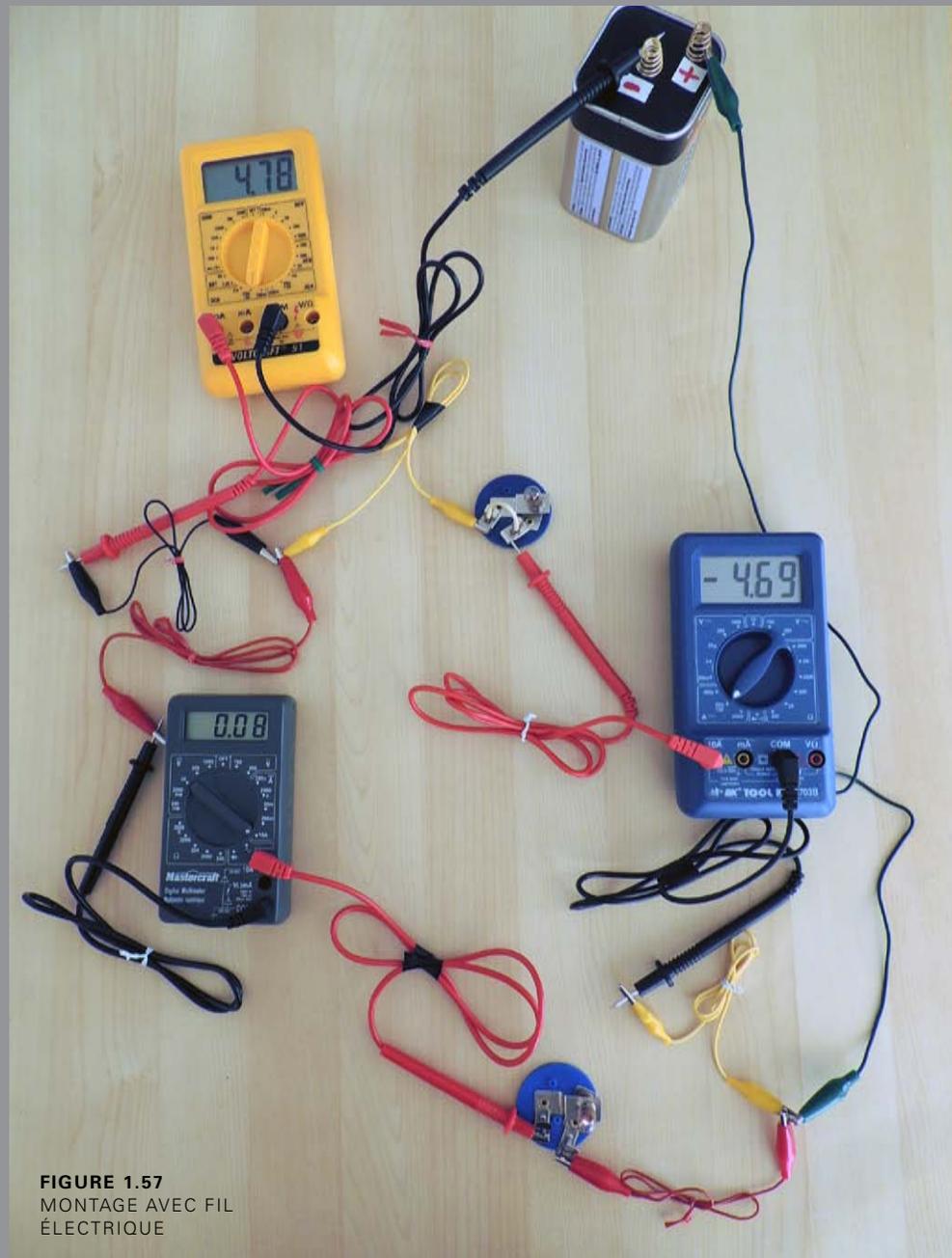


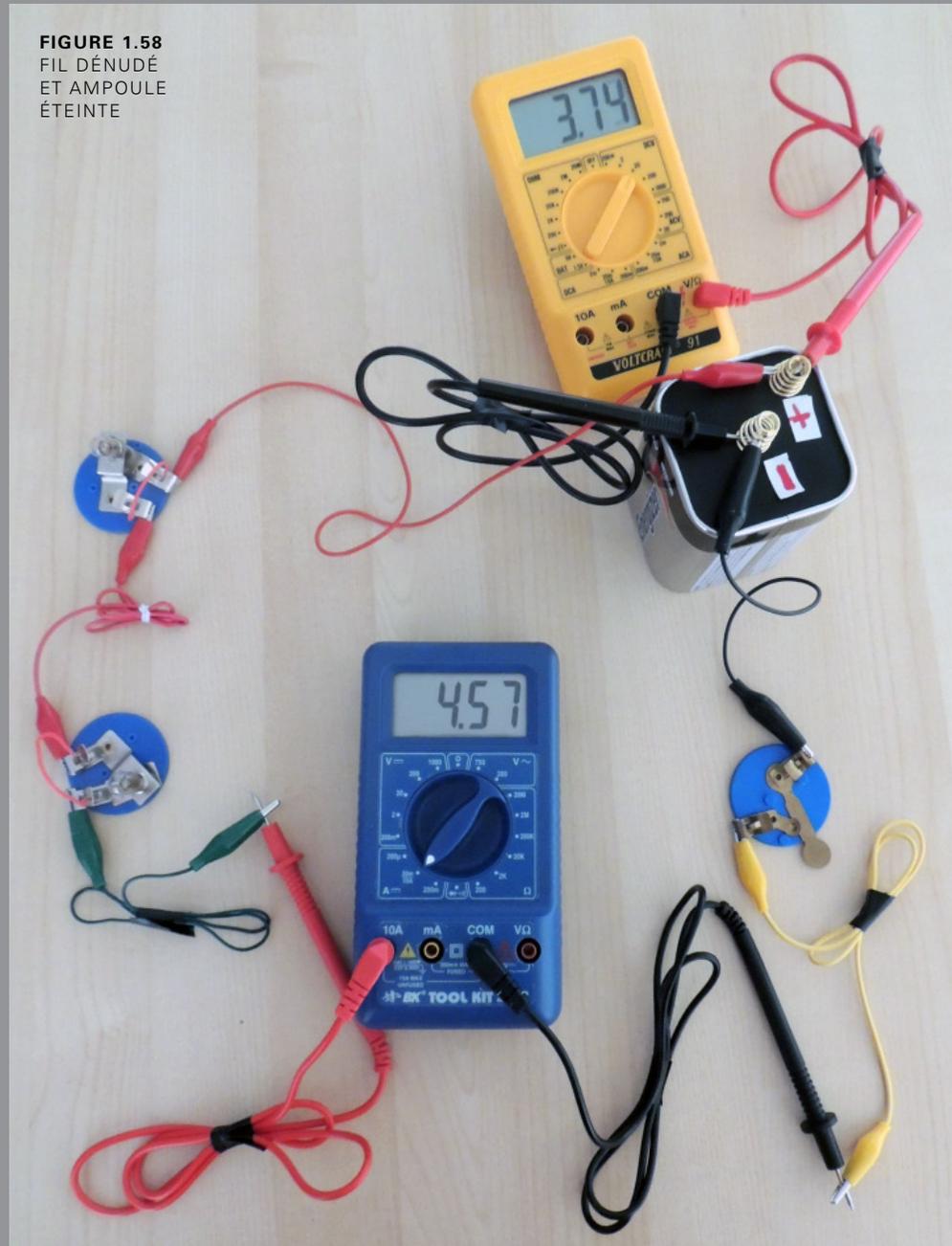
FIGURE 1.57
MONTAGE AVEC FIL
ÉLECTRIQUE



R72. De même, en plaçant les deux fils dénudés, chacun aux bornes de chaque ampoule, les deux ampoules se sont éteintes (figure 1.58).

R73. L'intensité du courant indiquée par l'ampèremètre est égale à 4,57 A. Elle a augmenté considérablement de 4,47 A (4,57 A-0,10 A), ce qui explique le réchauffement des deux fils aux bornes de chaque ampoule. On peut également observer un réchauffement de la batterie de piles. Quant à la tension débitée par la batterie de piles (6,10 V), elle a diminué de 1,53 V (6,10 V-4,57 V) (figure 1.58).

R74. Réponses variables.





Notions scientifiques

Court-circuit

Courant électrique

Un court-circuit consiste à offrir aux électrons une sortie qui est moins résistante. Lors d'un court-circuit, l'intensité du courant augmente puisqu'on diminue la résistance dans le circuit. Un court-circuit causera le réchauffement de certains composants et l'usure du générateur de courant (la batterie de piles).

Tension électrique

Un court-circuit crée un problème de surtension. Dans un court-circuit, certains composants seront brisés, par exemple une ampoule qui brûlera.



Expérimentation 16

Mesure des tensions dans un circuit avec deux ampoules

Matériel

- 4 fils avec pinces alligators
- 1 batterie de piles de 6 V
- 1 ampoule dans son réceptacle
- 1 interrupteur
- 3 multimètres (on peut faire cette expérimentation avec un seul multimètre en faisant les mesures une à la fois)

Dans le montage (figure 1.59), l'ampoule éclaire normalement et l'intensité du courant dans le circuit est égale à 0,14 A. La tension aux bornes de la batterie de piles est égale à 6,03 V et celle aux bornes de l'ampoule est égale à 5,90 V.

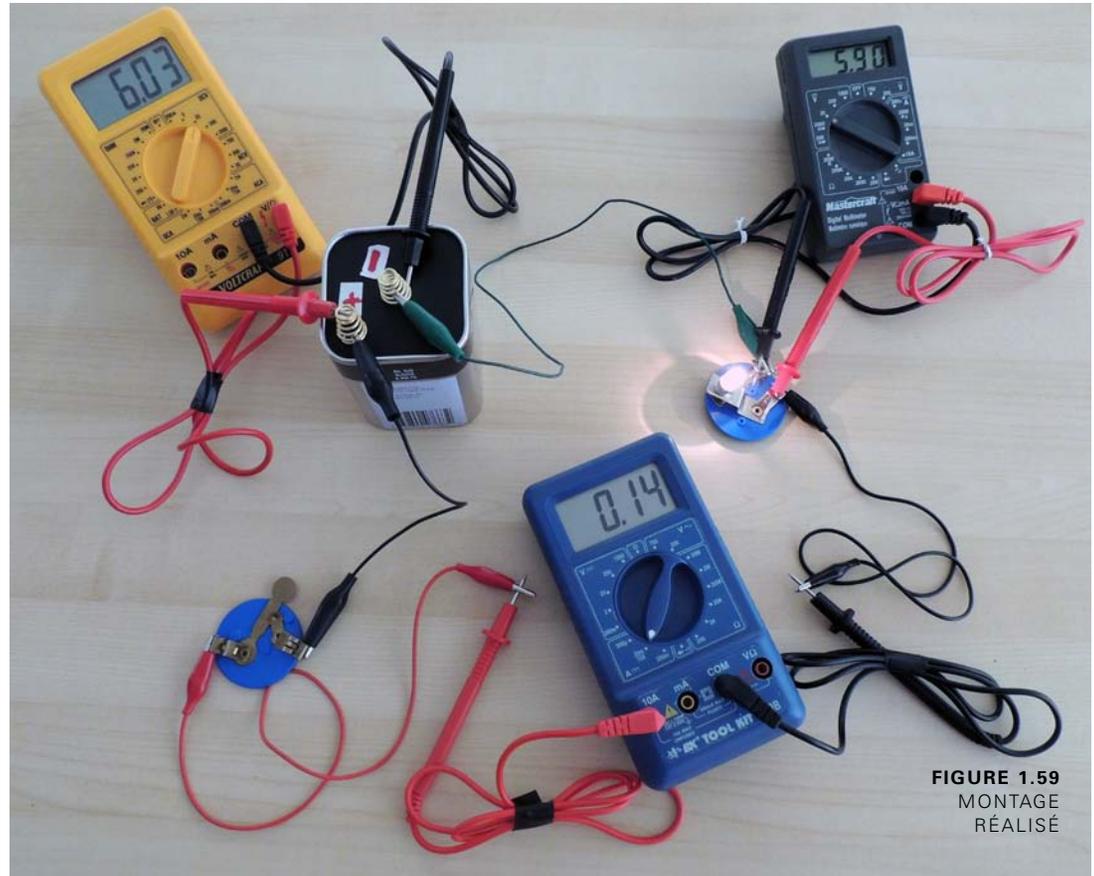


FIGURE 1.59
MONTAGE
RÉALISÉ

75. Comment expliquez-vous que la tension aux bornes de l'ampoule ne soit pas égale à celle débitée par la batterie de piles ?



- 76.** Si on insère une autre ampoule identique (ampoule 2), les tensions aux bornes de la batterie de piles et de chacune des deux ampoules seront de quels ordres ?

U batterie de piles =

U ampoule 1 =

U ampoule 2 =

- 77.** Vérifiez expérimentalement vos réponses et notez votre synthèse.



Synthèse des observations

Expérimentation 16

Mesure des tensions dans un circuit avec deux ampoules

R75. La tension aux bornes de l'ampoule n'est pas égale à celle de la batterie de piles à cause de l'interrupteur qui, lui aussi, offre une résistance au déplacement des électrons, même si cette résistance est très faible comparativement au filament de l'ampoule.

R76. La tension aux bornes de la batterie de piles (6,04 V) (figure 1.60) est presque égale à celle du circuit avec une seule ampoule (6,03 V). On note une différence presque négligeable qui est due à l'instabilité de la batterie de piles reliée à la réaction chimique. Quant à l'intensité du courant, elle a diminué puisque nous avons transformé le circuit en ajoutant une autre ampoule c'est-à-dire une autre résistance.

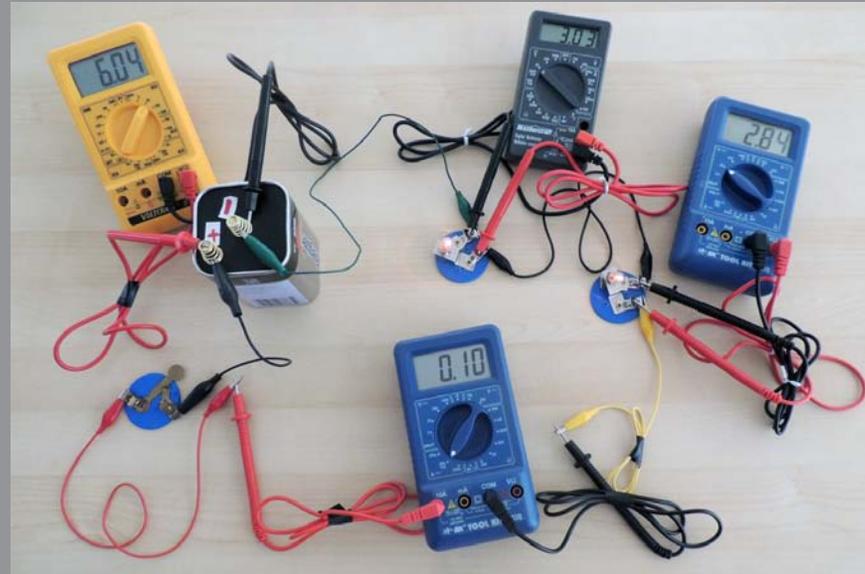


FIGURE 1.60
DEUXIÈME
AMPOULE
AJOUTÉE
ET MODIFICATION
DE L'INTENSITÉ

Quant aux tensions aux bornes de chaque ampoule elles sont presque égales et leur somme (5,87 V) est légèrement différente de celle de la batterie à cause de l'interrupteur.

Si dans votre expérimentation, vous avez obtenu les mêmes tensions aux bornes de vos ampoules, cela veut dire qu'elles sont identiques.

U batterie de piles = 6,04 V

U ampoule 1 = 3,03 V

U ampoule 2 = 2,84 V

R77. Réponses variables.



Notions scientifiques

Circuit en série

Courant électrique

Dans le circuit précédent (voir la figure 1.60), l'ampoule, l'interrupteur et la batterie de piles sont dans une même boucle. On nomme ce type de circuit : circuit en série.

Dans un circuit en série, l'intensité du courant est la même, en tout point du circuit, en un temps donné.

Tension électrique

Quant à la tension, elle se divise entre les composantes du circuit selon leurs caractéristiques. Dans le cas du circuit étudié précédemment (voir la figure 1.60), la tension aux bornes de l'ampoule est beaucoup plus grande que celle aux bornes de l'interrupteur. Cela s'explique tout simplement par le fait que l'interrupteur offre moins de résistance au déplacement des électrons, contrairement au filament de l'ampoule. Dans le cas de composants identiques, elle se divise de façon égale entre eux.



Activité 6

Répartition du courant et de la tension dans un circuit parallèle et étude du court-circuit

Expérimentation 17

Conception de schémas électriques

Nous savons qu'il est possible que les deux ampoules étudiées précédemment éclairent plus intensément et indépendamment l'une de l'autre, et ce, avec la même batterie de piles.

78. Dessinez ci-contre, grâce aux outils d'annotation de dessin d'Adobe Reader, trois schémas électriques équivalents qui, selon vous, permettront de réussir un tel exploit.
79. Réalisez les montages correspondant à chacun de vos schémas (A à C).



votre schéma A



votre schéma B



votre schéma C

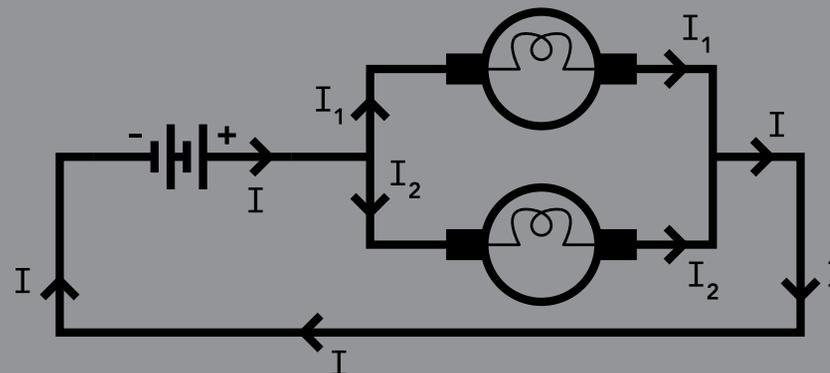
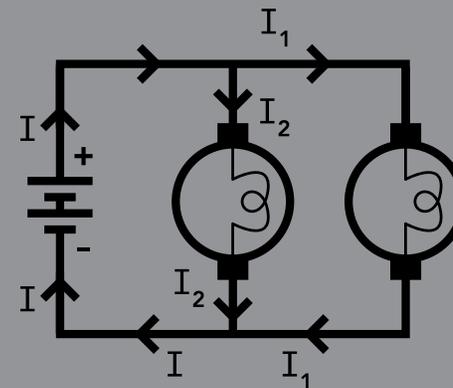
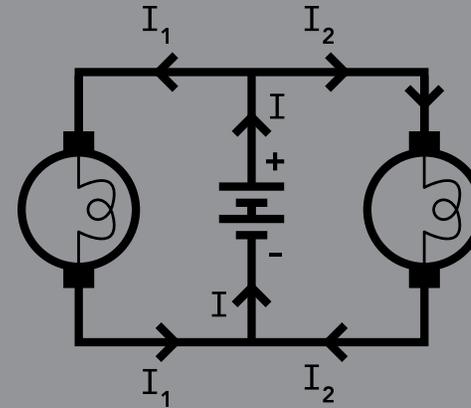


Synthèse des observations

Expérimentation 17

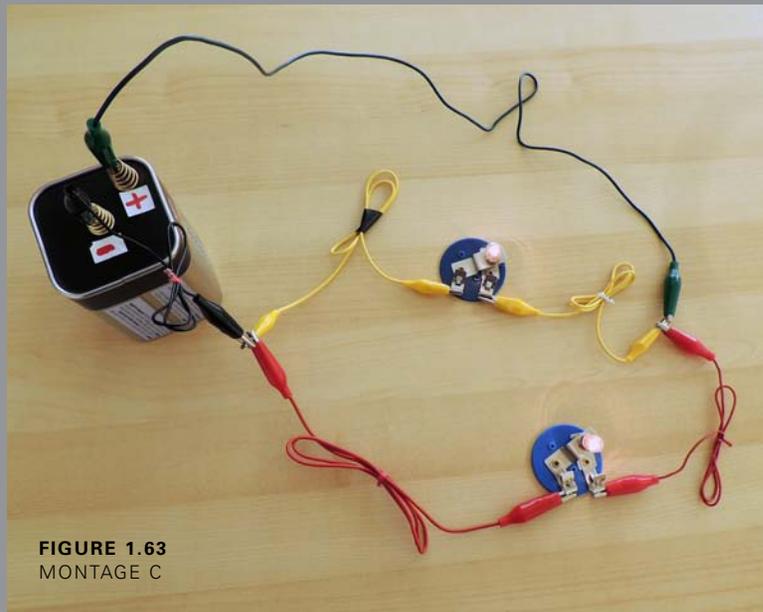
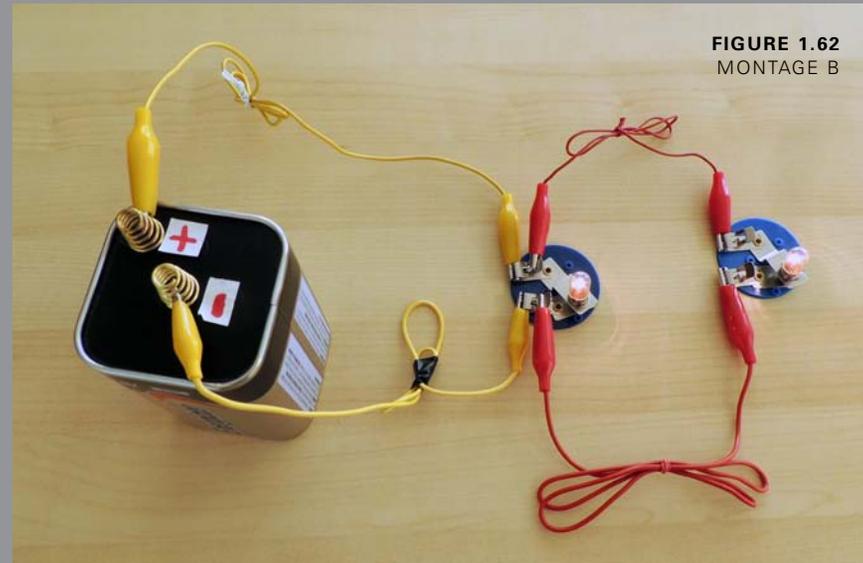
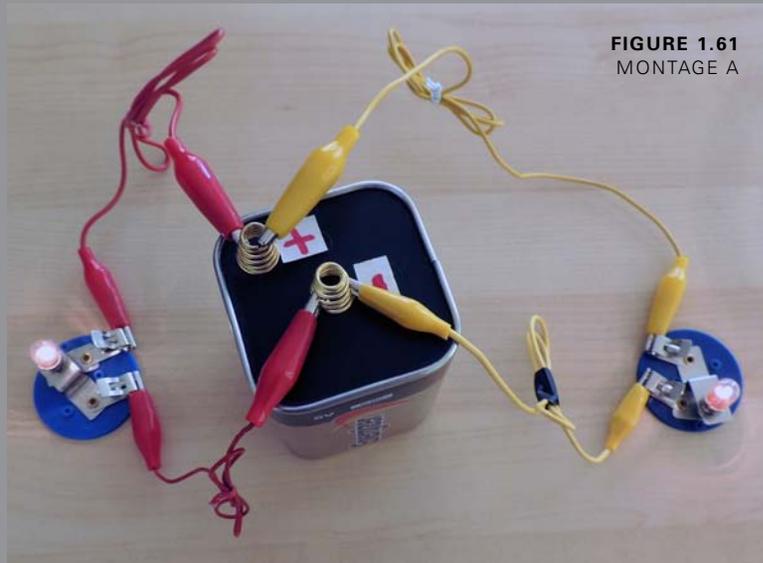
Conception de schémas électriques

R78. Dans les schémas suivants, chaque ampoule est branchée aux bornes de la batterie de piles indépendamment l'une de l'autre, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas dans une même boucle.





R79. Voici les montages pour chacun des schémas.





Notions scientifiques

Circuit parallèle

Par définition, les ampoules des figures précédentes sont montées en parallèle. Contrairement au circuit en série, les ampoules ne sont pas placées dans une même boucle. Dans ce type de circuit, la batterie de piles alimente les ampoules, indépendamment les unes des autres, ce qui explique leur éclairage normal, comparativement à des ampoules montées en série (voir la figure 1.62). Nous étudierons dans les prochaines expérimentations les propriétés du circuit parallèle.

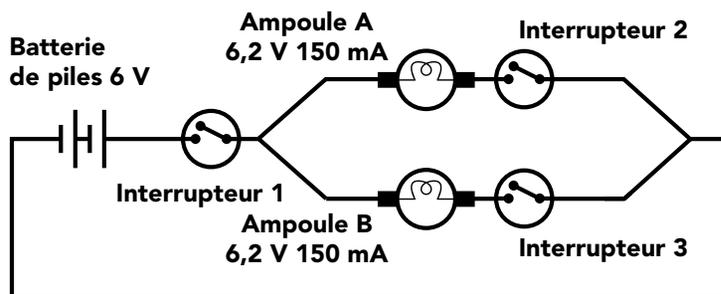


Expérimentation 18

Analyse d'un schéma électrique en termes de courant et de tension

Dans un premier temps, complétez au mieux de vos connaissances les questions suivantes. Ensuite, vous pourrez vérifier vos réponses en recourant à l'expérimentation.

Considérons le schéma électrique ci-dessous ainsi que deux ampèremètres et deux voltmètres :



Voltmètre 1



Voltmètre 2



Ampèremètre 1



Ampèremètre 2

80. Si on ferme l'interrupteur 1 tout en laissant les autres ouverts, qu'arrivera-t-il aux luminosités des ampoules A et B? Expliquez.

81. Si on ferme l'interrupteur 2 tout en laissant les autres ouverts, qu'arrivera-t-il aux luminosités des ampoules A et B? Expliquez.



- 82.** Si l'on ferme l'interrupteur 3 tout en laissant les autres ouverts, qu'arrivera-t-il aux luminosités des ampoules A et B? Expliquez.
- 83.** Si on laisse l'interrupteur 2 ouvert et que l'on ferme les interrupteurs 1 et 3, qu'arrivera-t-il aux luminosités des ampoules A et B? Expliquez.
- 84.** Placez le voltmètre 1 dans le circuit pour mesurer la tension de la batterie de piles et le voltmètre 2 pour mesurer la tension de l'ampoule B. Toujours dans le même circuit, placez l'ampèremètre 1 pour mesurer le courant débité par la batterie de piles et l'ampèremètre 2 pour mesurer le courant traversant l'ampoule A.



- 85.** Supposons que l'ampèremètre 2 (mesure du courant traversant l'ampoule A) indique un courant de 0,2 A. Selon vous, peut-on déduire quel courant indiquera un ampèremètre pour mesurer le courant traversant l'ampoule B? Expliquez votre réponse.
- 86.** Peut-on déduire quel courant indiquera un autre ampèremètre si on le place dans la branche contenant la batterie de piles? Expliquez votre réponse.
- 87.** Si les trois interrupteurs sont fermés et qu'on place un fil dénudé aux bornes de l'ampoule A (on la court-circuite), qu'arrivera-t-il à son éclairage et à celui de l'ampoule B? Expliquez votre réponse.
- 88.** Si on place un fil dénudé aux bornes de la batterie de piles, qu'arrivera-t-il aux éclairages des ampoules A et B? Expliquez votre réponse.
- 89.** Ces courts-circuits peuvent-ils présenter un danger? Expliquez votre réponse.



Synthèse des observations

Expérimentation 18

Analyse d'un schéma
électrique en termes
de courant et de tension

R80. Si l'on ferme l'interrupteur 1 tout en laissant les autres ouverts, aucune ampoule n'allumera car le circuit est ouvert.

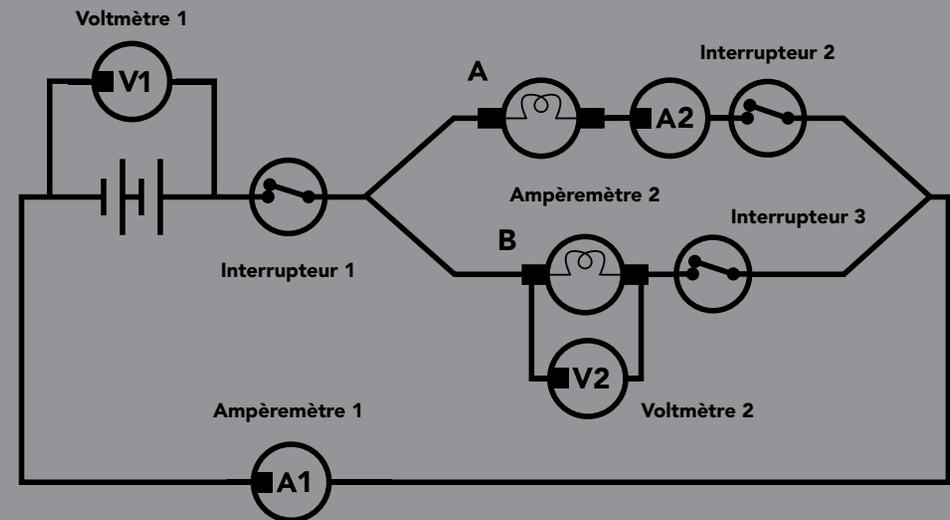
R81. Si l'on ferme l'interrupteur 2 tout en laissant les autres ouverts, le circuit sera ouvert et aucune ampoule n'allumera.



R82. Les ampoules n'allumeront pas puisque le circuit est ouvert.

R83. Si on laisse l'interrupteur 2 ouvert et que l'on ferme les interrupteurs 1 et 3, l'ampoule A n'allumera pas à cause de l'interrupteur ouvert placé à côté d'elle (en série). Par contre, l'ampoule B allumera car elle se trouve dans un circuit fermé, composé de la batterie de piles, de l'interrupteur 3 fermé et de l'interrupteur 1 fermé.

R84.



R85. Il indiquera 0,2 A puisque les ampoules ont les mêmes caractéristiques. Par contre, si les ampoules ne sont pas identiques, on ne peut pas déduire l'intensité du courant traversant l'ampoule B.



R86. Il indiquera 0,4 A car chaque ampoule est parcourue par un courant de 0,2 A et comme elles ne sont pas placées en série avec la batterie de piles, le courant débité par cette dernière doit être la somme de ces deux courants.

R87. Si on place un fil dénudé aux bornes de l'ampoule A, les deux n'éclaireront pas puisque tout le courant passera par le fil qui offre une faible résistance au passage des charges. Il se peut que l'ampoule B éclairera très faiblement à cause de la qualité des fils de connexions.

R88. Si on place un fil dénudé aux bornes de la batterie de piles, les deux ampoules n'éclaireront pas pour les mêmes raisons indiquées précédemment.

R89. Ces courts-circuits vont simplement détériorer la batterie de piles en se réchauffant. Aussi, les fils du court-circuit vont réchauffer. Selon l'environnement dans lequel se trouve le circuit et aussi si le voltage est beaucoup plus grand, cela pourrait provoquer des risques d'incendie et de brûlure si on touche le fil du court-circuit.



Notions scientifiques

Lois de la conservation du courant

Dans l'étude des circuits électriques, on désigne les sorties 1, 2 et 3 illustrées ci-dessous, par le terme *embranchement*. Dans un embranchement, le courant ne peut pas bifurquer et il est le même tout au long de la branche.

Le circuit ci-dessous représente un circuit parallèle. Chaque embranchement d'un circuit parallèle contient un certain nombre de composants.

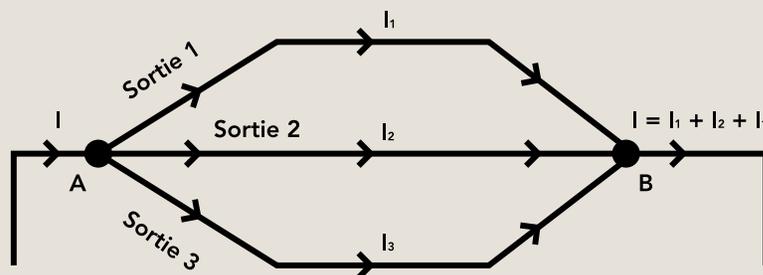
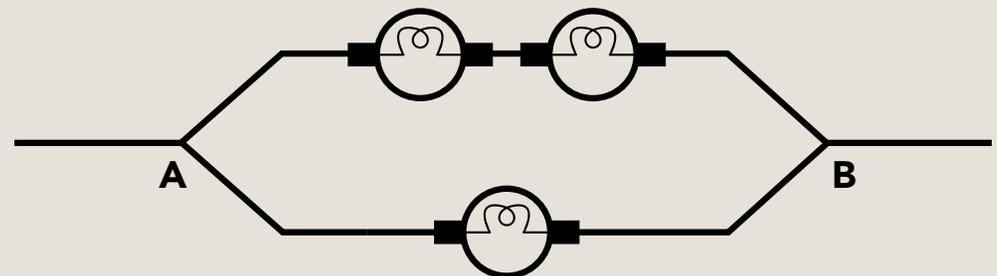


Schéma 20

CIRCUIT PARALLÈLE

Dans un circuit parallèle, le courant se divise également entre les embranchements uniquement lorsqu'ils contiennent des composants qui offrent la même résistance au passage du courant. Ainsi, si les trois ampoules sont identiques, l'embranchement contenant le moins de résistance (l'embranchement 2) sera parcouru par un plus grand courant comparativement à l'autre (l'embranchement 1), de telle sorte bien entendu que la somme des deux courants soit égale au courant débité par la batterie de piles.

Embranchement 1 : contient deux ampoules



Embranchement 2 : contient une ampoule

CIRCUIT MIXTE



Dans un circuit composé d'ampoules montées en parallèle (chaque ampoule se trouve dans un embranchement donné), la batterie de piles alimente chaque ampoule, indépendamment l'une de l'autre (contrairement au circuit en série). Ainsi, aux bornes de chaque embranchement, nous avons la tension de la batterie de piles. C'est pour cette raison que les ampoules éclairent fortement, contrairement au circuit en série. C'est aussi pour cette raison que la batterie de piles s'usera plus rapidement que dans un circuit en série.

Court-circuit

Un court-circuit dans un circuit parallèle crée un problème de sous-tension. Ainsi, contrairement au circuit série, aucun composant ne sera brisé sauf le générateur de courant (la batterie de piles va s'user).



Retour sur l'évaluation des conceptions initiales

R39. En vertu du principe de la conservation de la charge totale, l'intensité du courant, en un temps donné, est la même partout et les charges circulent de la borne \oplus de la batterie de piles vers la borne \ominus en passant par l'ampoule.

R40. Réponses variables.

R41. Le raisonnement de l'étudiante est erroné, car si une ampoule éclaire et l'autre non, c'est parce que les deux n'ont pas les mêmes caractéristiques et ne sont donc pas identiques et non parce que celle qui éclaire reçoit plus de courant que l'autre. Dans un circuit en série, l'intensité du courant est la même en tout point du circuit en un temps donné.

R42. Dans le cas du circuit contenant une seule ampoule, presque tout le voltage de la batterie de piles s'établira à ses bornes. Par contre, dans le circuit contenant les deux, le voltage de la batterie de piles se divisera également entre elles, d'où leur même intensité mais qui est plus faible que dans l'autre circuit.



R43. L'ampoule qui a brillé plus intensément a brûlé puisque les autres se sont éteintes et ce type de problème se produit dans un circuit série.

R44. Les autres ampoules continuaient à éclairer normalement, même si l'ampoule a brûlé, parce que c'est un circuit parallèle. Dans ce type de circuit, si une ampoule brûle, les autres ampoules fonctionneront normalement.

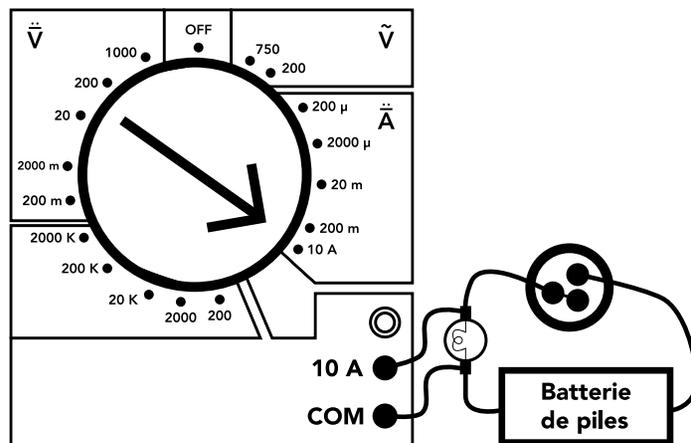


Évaluation des savoirs

90. Supposons que vous avez acheté une pile et que ses bornes positive \oplus et négative \ominus n'ont pas été identifiées par le fabricant. Comment procéderez-vous pour les identifier? Expliquez.

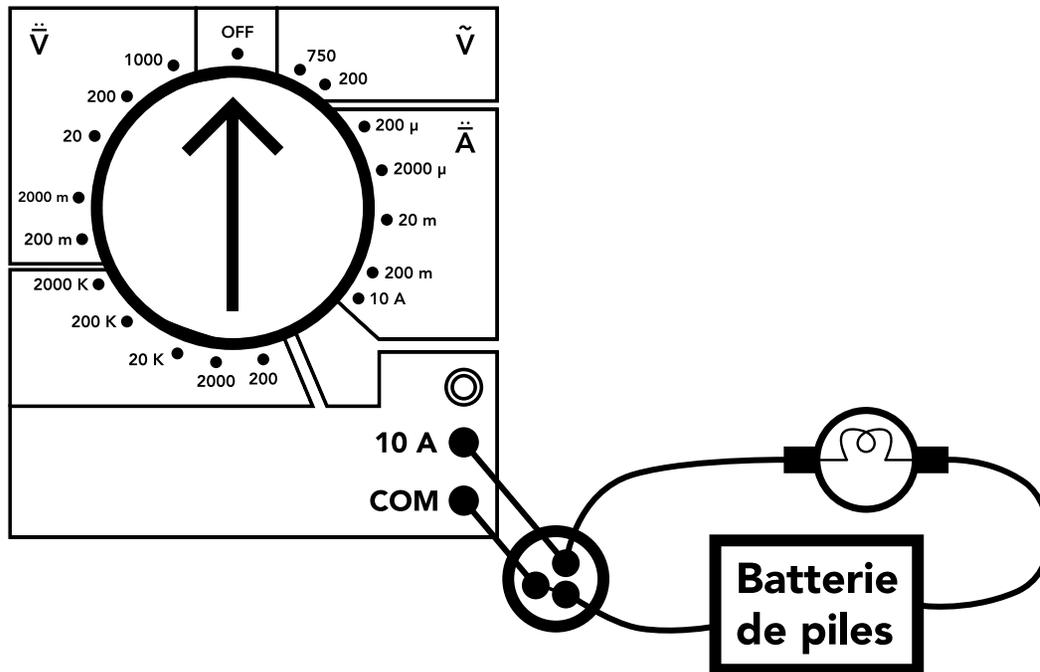
91. Lors d'une séance de laboratoire portant sur l'utilisation d'un multimètre pour mesurer l'intensité du courant électrique traversant une ampoule dans un circuit constitué par une pile, un interrupteur et des fils de raccordement, vous avez donné la consigne à vos élèves de ne pas fermer l'interrupteur tant que vous n'aurez pas vérifié leur montage. Un des élèves vous demande de vérifier si son montage illustré ci-contre est réussi.

Identifiez les éléments de connexion qui sont justes et ceux qui sont erronés. Dans le cas des connexions erronées, quelles peuvent être les conséquences? Justifiez votre réponse.

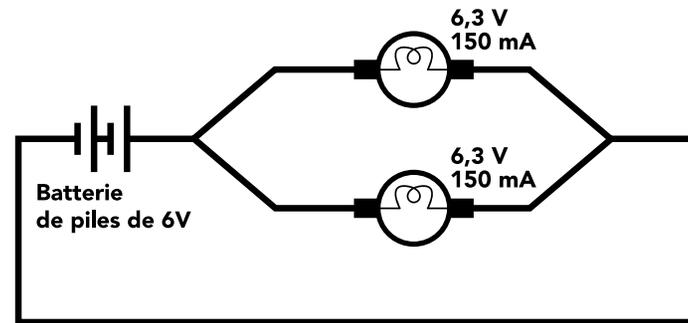




92. Lors d'une séance de laboratoire portant sur l'utilisation d'un multimètre pour mesurer l'intensité du courant électrique traversant une ampoule dans un circuit constitué par une batterie de piles, un interrupteur et des fils de raccordement, comme illustré ci-dessous, un des élèves vous demande de vérifier si son montage est réussi en plaçant le bouton du multimètre dans l'échelle 10 A.



93. Dans le circuit ci-dessous, les deux ampoules ont la même luminosité. Que doit-on faire pour diminuer leur éclairement tout en les gardant dans leur emplacement et avec la même batterie de piles? Vérifiez expérimentalement votre réponse.





94. Comment expliquez que des oiseaux perchés ou les écureuils courant sur des fils électriques ne s'électrocutent pas (figure 1.64) ?
95. Dans le cas où l'on vous raconte qu'un oiseau s'est électrocuté, comment expliquer cette électrocution ?

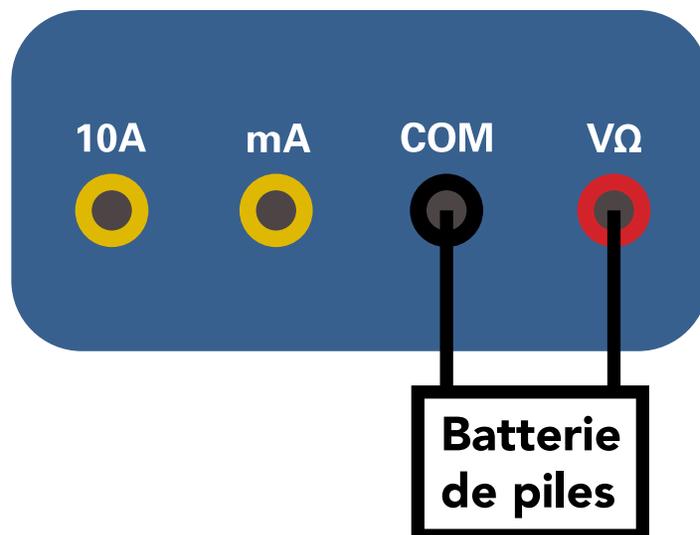




Retour sur l'évaluation des savoirs

R90. Il suffit qu'il branche la fiche dans la borne commune (COM) et l'autre dans la borne $V\Omega$ comme illustré ci-dessous. Si la valeur de tension affichée est précédée d'un signe négatif, cela veut dire que sa borne positive est du côté de la borne commune (COM).

R91. Le montage réalisé par l'élève n'est pas adéquat puisqu'il a branché l'ampèremètre aux bornes de l'ampoule, ce qui peut l'endommager. L'appareil doit toujours être inséré dans le circuit. Par contre, l'élève a choisi correctement la prise (10 A) ainsi que l'échelle correspondante (10 A). S'il avait placé son appareil dans le circuit, l'intensité affichée serait précédée d'un signe puisqu'il a branché la borne commune (COM) du côté de la borne positive de la batterie de piles.

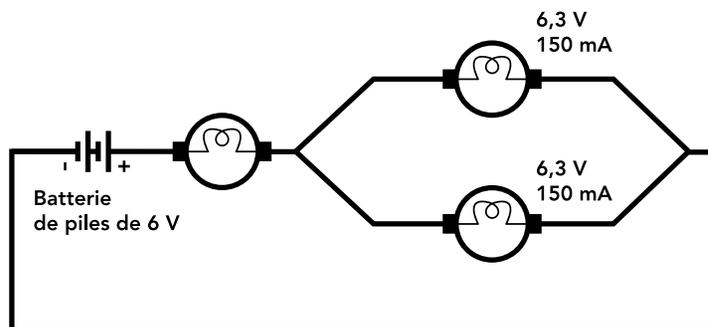




R92. Le montage réalisé par l'élève est correct et l'interrupteur en position « ouvert » joue le rôle d'un simple conducteur. De même, son choix d'utiliser l'échelle de 10 A est approprié. Pour s'assurer que cet élève comprenne que son interrupteur agira comme un conducteur, il faudrait lui poser la question à savoir pourquoi son interrupteur n'est pas en position « fermé ».

R94. Pourquoi l'oiseau ou l'écureuil ne s'électrocute-t-il pas lorsqu'il est perché sur le fil électrique ? Nous avons vu que lorsqu'on court-circuite une ampoule avec un fil électrique, elle s'éteint (expérimentation « Court-circuit » effectuée plus tôt) car la majorité des charges passe à travers le fil électrique, qui offre très peu de résistance contrairement au filament de l'ampoule.

R93. Il suffit de placer une résistance après la batterie de piles (par exemple une ampoule). Généralement, on met différentes résistances pour avoir différentes intensités de lumière, ce qu'on nomme un rhéostat (en anglais le mot employé est *dimmer*).





R95. Dans le cas de l'oiseau, nous avons la même situation. Son corps offre une énorme résistance comparative- ment au segment de fil (AB) entre ses pattes. Ainsi, la majorité des charges, rendues à l'embranchement A, prennent la sortie 1 (I_1) et très peu prennent les sorties 2 (I_2) et 3 (I_3) tel qu'illustré à la figure 1.65. Les charges qui passent à travers le corps de l'oiseau sont minimales, ce qui fait qu'elles sont inoffensives.

Par ailleurs, l'oiseau s'électrocutera si une de ses ailes touche un deuxième fil électrique (cela se produit malheureusement chez les oiseaux ayant de longues ailes) car les charges électriques, en passant de son corps vers la terre, le tuent instantanément. Pourquoi dans ce cas précis les charges passent-elles par son corps ? Ici, le courant I peut passer soit dans l'air entre les deux fils ou dans le corps de l'oiseau. Comme l'air est un isolant, les charges vont préférer passer à travers le corps de l'oiseau qui offre très peu de résistance comparativement à l'air. Ainsi, le courant électrique traverse le corps de l'oiseau pour circuler d'un fil à un autre.

Il arrive aussi que l'oiseau s'électrocute si son aile, sa queue ou son bec touche le poteau ou encore lorsqu'il est perché sur un seul fil et que ce dernier se brise et touche le sol. Dans ce dernier cas, son corps servira de pont entre le fil et la terre.

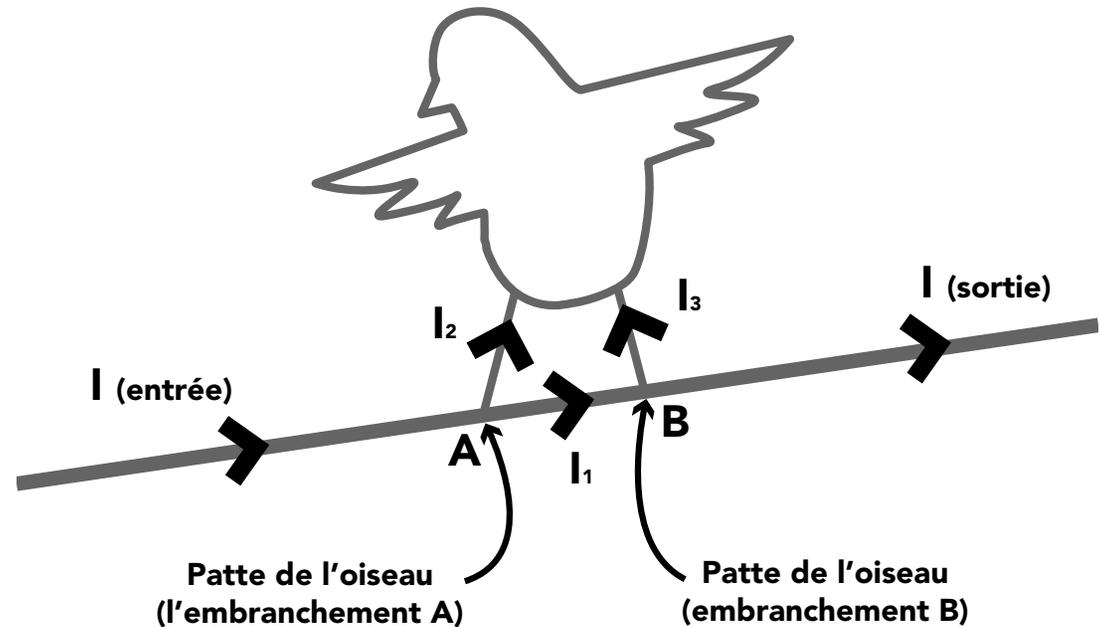


FIGURE 1.65
LES COURANTS I_1 ET I_2
QUI TRAVERSENT
LE CORPS DE L'OISEAU
SONT TRÈS FAIBLES

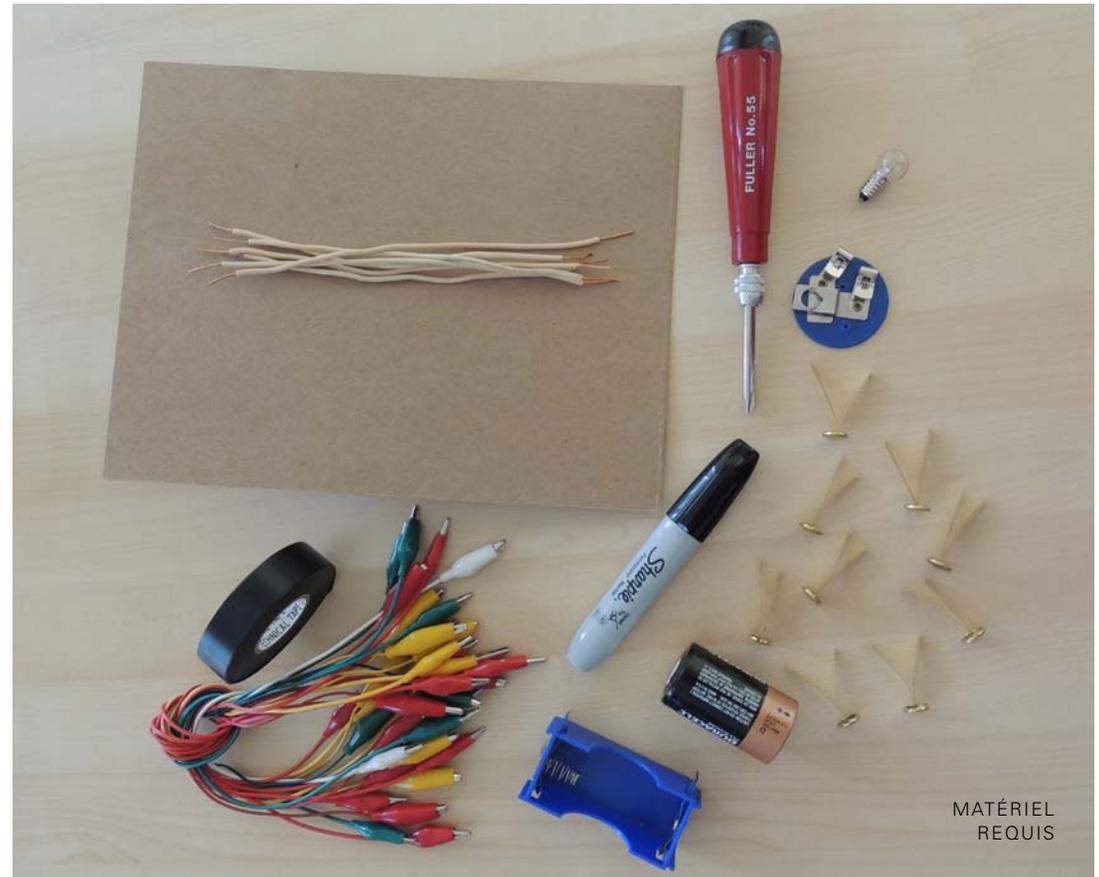


Expériences suggérées

Conception d'un électro-quiz

Matériel

- 1 plaque de carton
- 1 tournevis
- Des attaches parisiennes
- Des fils avec pinces alligators
- Des fils électriques dénudés
- 1 pile D (1,5 V)
- 1 boîtier pour pile D
- 1 ampoule miniature (1,5 V / 0,3 A)
- 1 réceptacle pour ampoule miniature
- 1 crayon feutre
- Du ruban adhésif

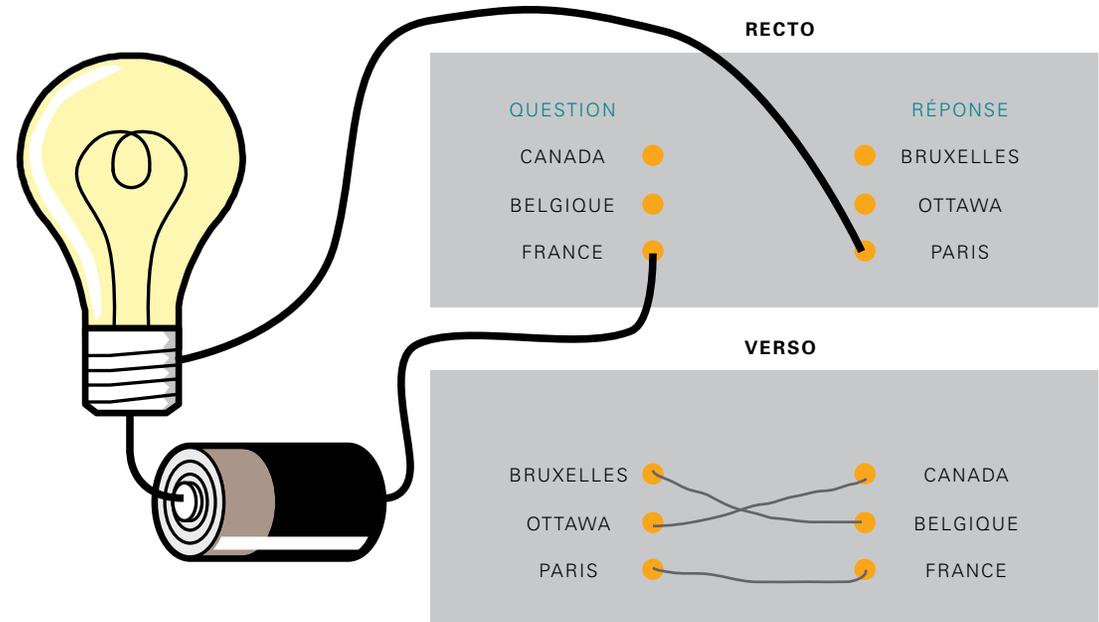


MATÉRIEL
REQUIS



Les élèves, en groupes de trois, fabriqueront un montage électrique pour vérifier si la réponse qu'on avance par rapport à un thème donné est juste ou non. Lorsqu'une ampoule s'allume, la réponse est juste

Le montage que les enfants doivent concevoir est illustré ci-contre (exemple d'un électro-quiz sur les capitales). Bien entendu, s'ils ne réussissent pas à le faire, ce n'est pas grave car le plus important est qu'ils réfléchissent à sa conception en référant à ce qu'ils ont appris et il faudrait leur expliquer comment le faire. Ils auront tout de même un défi à relever pour sa réalisation pratique.





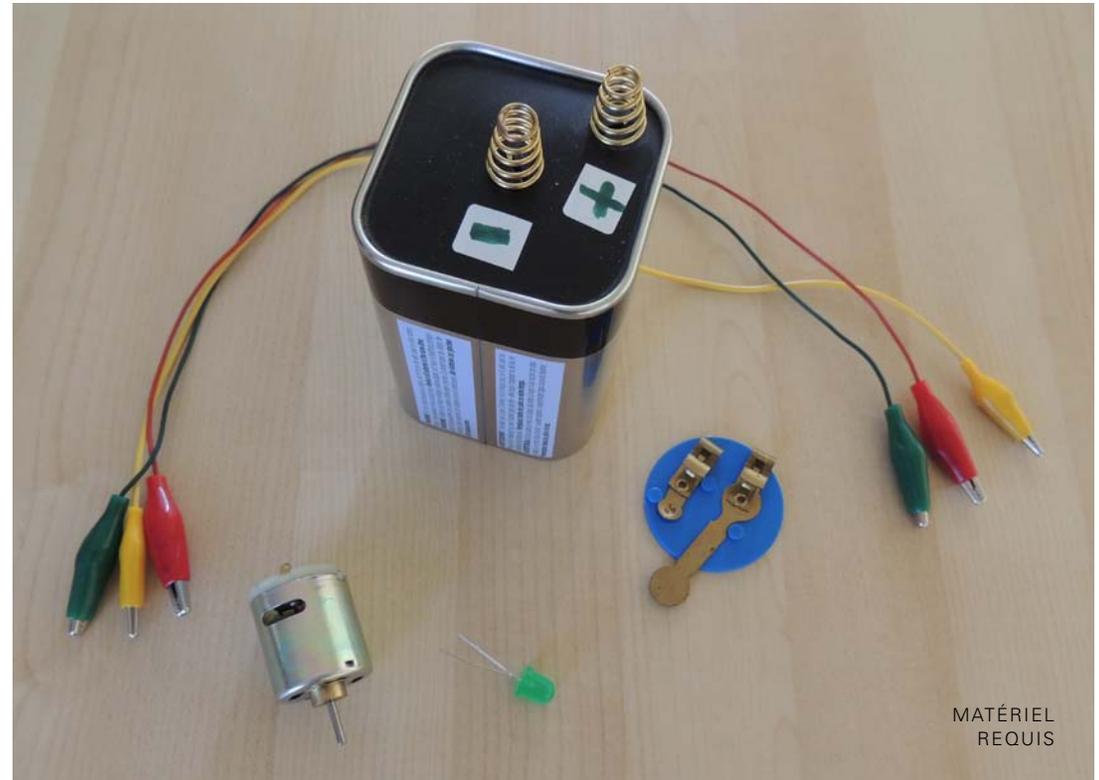
Analogie entre diode et interrupteur



Matériel

- 1 batterie de piles
- 1 diode
- 1 moteur
- 3 fils avec pinces alligators
- 1 interrupteur

Pour amener les élèves à établir une analogie entre une diode et un interrupteur, ils réaliseront cette expérimentation en 4 étapes.

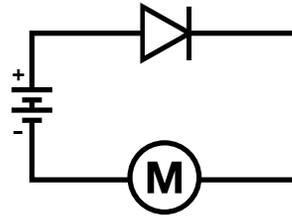


MATÉRIEL
REQUIS



Étape 1

Ils réaliseront le montage électrique ci-contre tout en notant leurs observations.

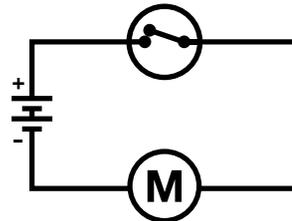


Étape 2

Ils réaliseront le montage électrique ci-contre tout en notant leurs observations.

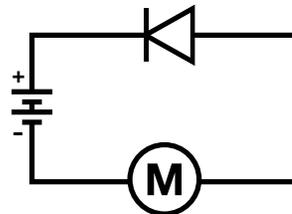
On leur demandera de comparer les observations qu'ils ont notées.

Après ils réaliseront les étapes 3 et 4.



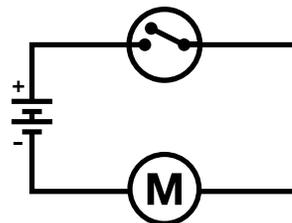
Étape 3

Ils réaliseront le montage électrique ci-contre tout en notant leurs observations.



Étape 4

Ils réaliseront le montage électrique ci-contre tout en notant leurs observations.





Circulation du courant électrique



Matériel

- 1 batterie de piles
- 4 diodes
- 1 moteur
- 12 fils avec pinces alligators
- 4 interrupteurs

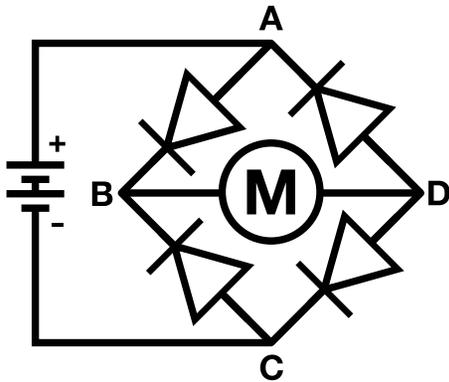
Cette expérimentation sera réalisée en trois étapes et a pour objet de renforcer chez les élèves la notion de circulation du courant électrique. De plus, ils auront l'opportunité d'appliquer ce qu'ils ont appris précédemment sur le principe de fonctionnement d'un interrupteur, d'une diode et d'un moteur.



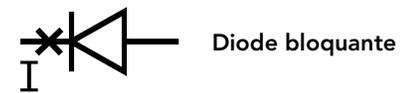
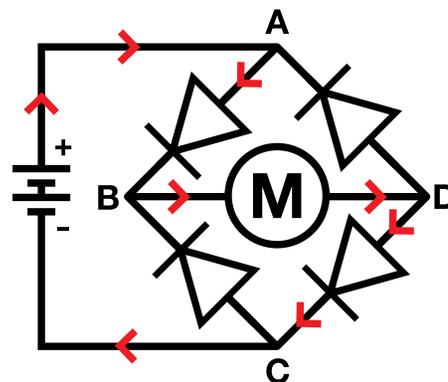


Étape 1

Dans cette expérimentation, on leur demandera d'abord d'anticiper le sens de rotation du moteur (sens des aiguilles d'une montre/sens contraire) du circuit ci-dessous. Ensuite, ils devront réaliser le montage pour vérifier leur réponse et noter leur synthèse.



Normalement, les élèves sont supposés réaliser le schéma suivant :

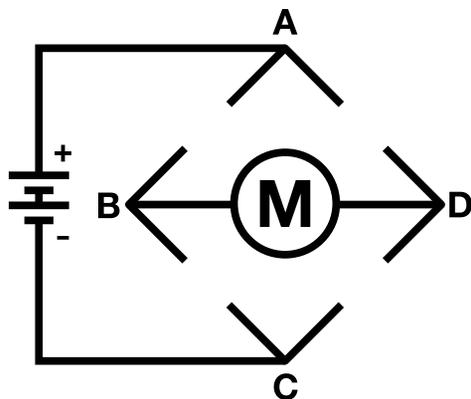




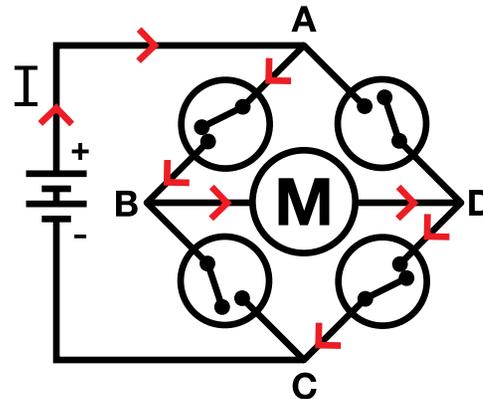
Étape 2

Dans cette étape, les élèves auront à dessiner le schéma électrique qui permet au moteur de tourner, comme dans l'étape 1, et ce, en plaçant à la place de chaque diode un interrupteur.

Il faudrait leur rappeler les symboles des interrupteurs ouvert et fermé, comme illustrés ci-dessous.



Normalement, les élèves sont supposés réaliser le schéma suivant :





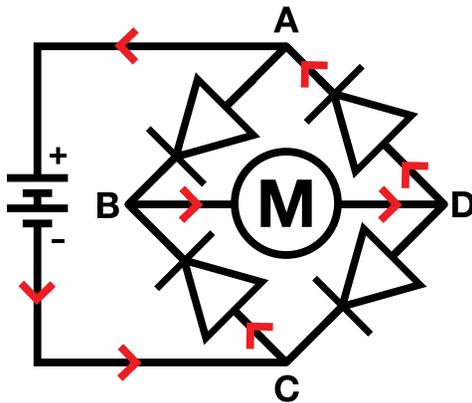
Étape 3

Le questionnaire suivant a pour objet de permettre aux élèves de vérifier ce qu'ils ont appris précédemment. Il est important de leur demander d'expliquer leur choix.

Si on retourne la batterie de piles, le moteur tournera dans le sens contraire.

Vrai Faux Autre réponse

Normalement les élèves sont supposés donner la réponse suivante: « Si on retourne la batterie de piles, le moteur tournera dans le même sens », comme illustré ci-dessous :



Dans les expériences précédentes (étapes 1 et 2), la batterie de piles débite un courant partant de sa borne positive \oplus et un courant partant de sa borne négative \ominus .

Vrai Faux Autre réponse

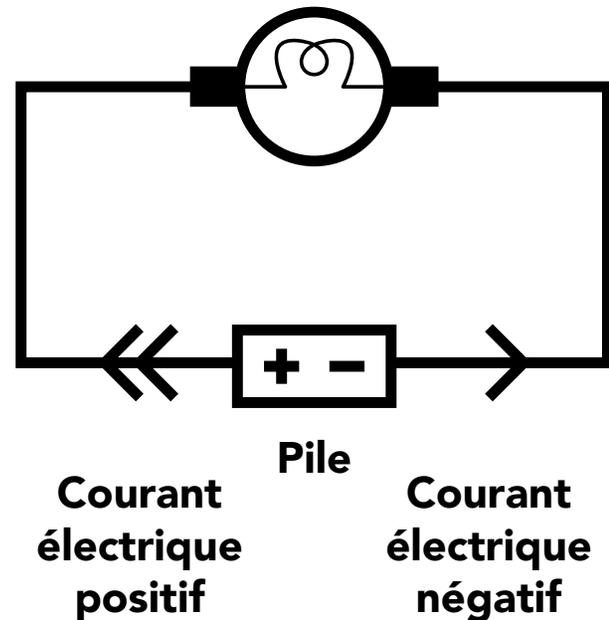
Normalement les élèves sont supposés donner la réponse suivante : « Le courant circule d'une borne de la batterie de piles à une autre ». Dans le cas des élèves qui continuent à croire que la batterie de piles débite un courant positif partant de sa borne \oplus et un courant négatif partant de sa borne \ominus , l'expérimentation les aidera probablement à abandonner ce modèle erroné.



Étude du modèle à deux courants

Selon plusieurs recherches réalisées avec des enfants âgés de 7 à 12 ans au sujet de l'éclairage d'une ampoule avec une pile et deux fils, pour leur majorité, la luminosité de l'ampoule résulte de la rencontre dans l'ampoule de deux courants, positif et négatif, provenant des bornes de la pile, comme illustré ci-contre. Ces chercheurs associent ce raisonnement au modèle des courants antagonistes. Pour certains élèves, le courant partant du \oplus est plus fort que celui partant du \ominus , parce que selon leur logique, le \oplus est plus grand que le \ominus .

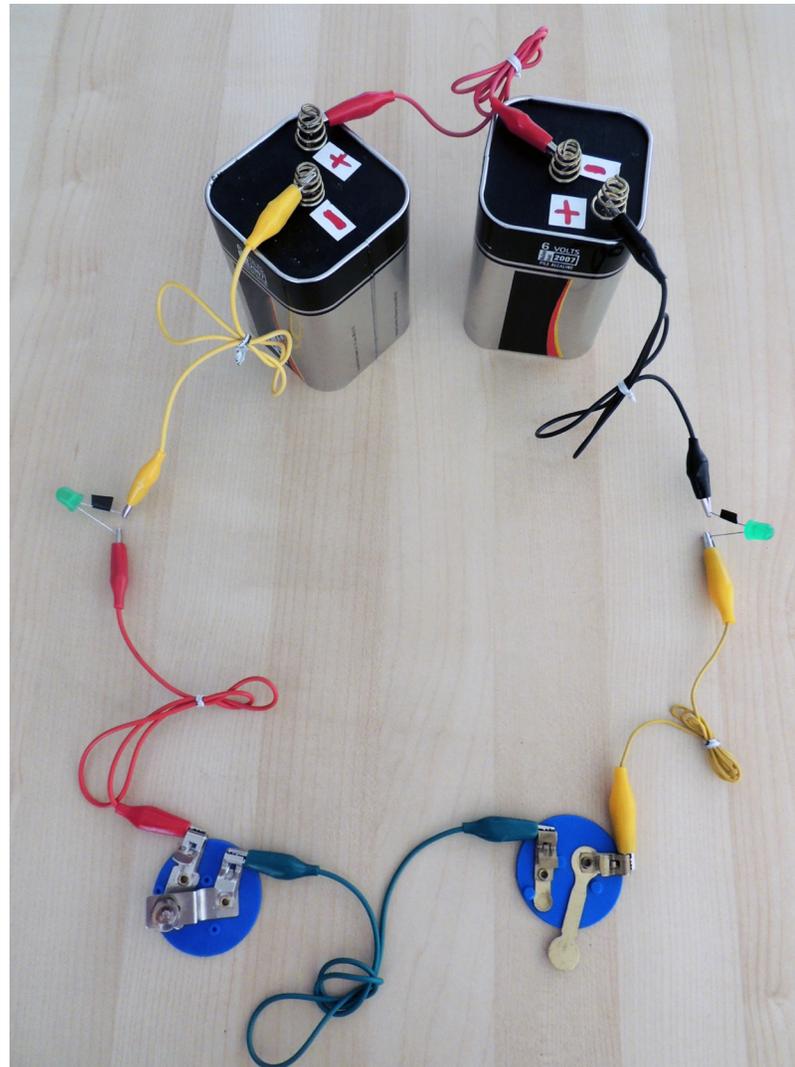
Cette explication est erronée puisque dans le précédent atelier, nous avons montré que dans un tel circuit, le courant électrique résulte d'une transformation chimique qui se produit dans la pile. Il se crée à la suite d'un déplacement d'électrons dans la partie extérieure du circuit (les deux électrodes de la pile reliées à l'ampoule par des fils électriques) et d'un déplacement des ions dans les solutions électrolytiques.





Pour amener les élèves à remettre en question ce modèle erroné, il faudrait dans un premier temps qu'ils aient bien compris le fonctionnement de la diode dans un circuit simple. Ensuite, on leur demandera d'expliquer les luminosités des deux diodes dans le circuit ci-contre.

Les élèves qui recourent au modèle des courants antagonistes pour expliquer la luminosité d'une ampoule dans un circuit simple auront probablement des difficultés à expliquer les luminosités des deux diodes puisque selon leur modèle, il faudrait que chacune soit parcourue d'un courant positif et d'un autre négatif provenant de la même batterie de piles. Comme nous avons introduit de nouveaux composants, il se peut que ces élèves n'abandonnent pas forcément leur modèle en avançant une autre explication dans le cas de ce nouveau circuit. Par contre, il y a fort à parier que certains élèves abandonneront leur modèle erroné.



CIRCUIT ÉLECTRIQUE



Branchement de piles en série et en parallèle



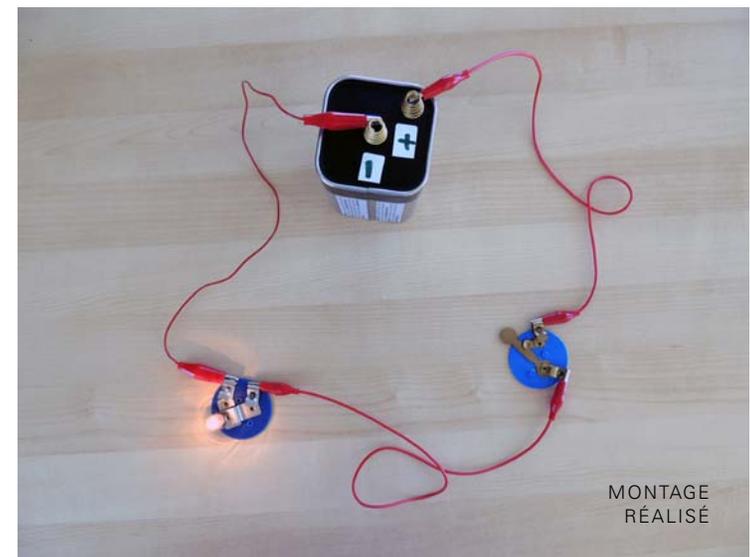
Matériel

- 2 batteries de piles (6 V chacune)
- 1 ampoule miniature (14 V / 200 mA)
- 1 réceptacle à ampoule
- 5 fils avec pinces alligators
- 1 interrupteur

Dans cette expérimentation, présentez d'abord aux élèves le montage électrique illustré ci-contre en leur demandant de noter l'intensité de la luminosité de l'ampoule (fort/faible). Ensuite, vous leur demandez d'anticiper leur réponse à la question ci-après.

IMPORTANT

NE PAS UTILISER UNE AMPOULE DE 6 V / 150 mA.





Si on ajoute une autre batterie de piles, comme illustré dans la figure de gauche, comment l'ampoule se comportera ?

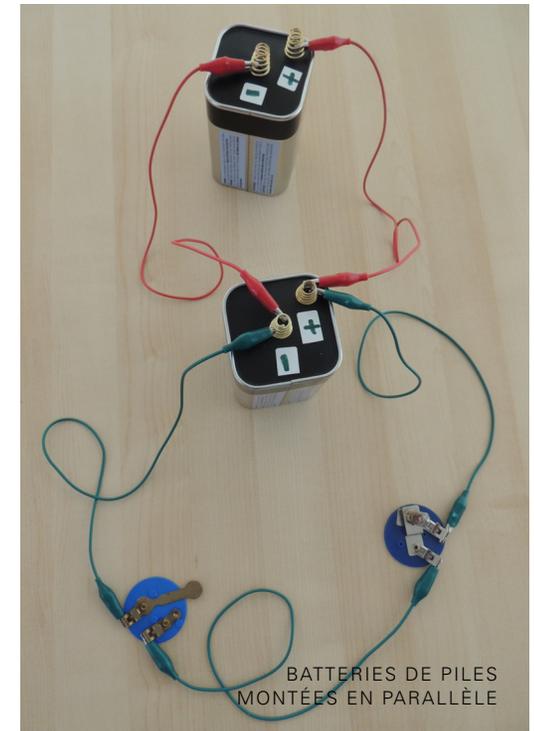
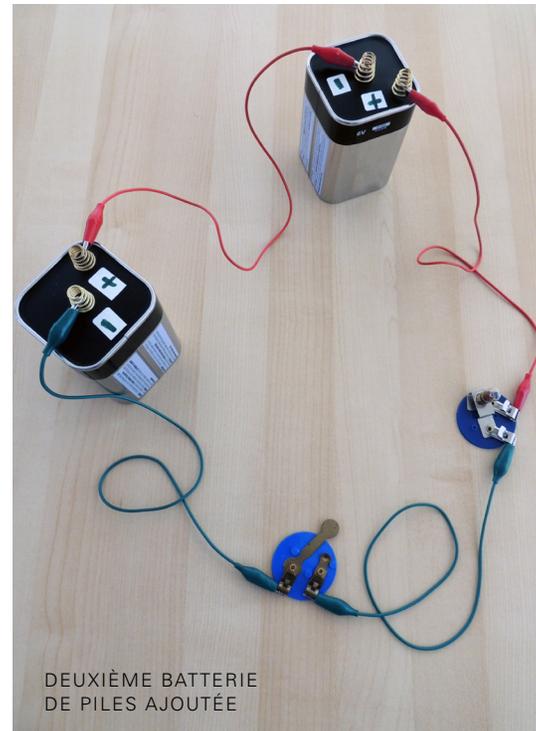
L'éclairage de l'ampoule sera le même

L'éclairage de l'ampoule sera plus fort

L'ampoule brûlera

Ensuite, vous leur demandez de vérifier expérimentalement leur réponse anticipée et de noter leur synthèse.

Finalement, vous proposerez aux élèves de faire la même démarche en étudiant cette fois-ci l'éclairage de l'ampoule lorsque les deux batteries de piles sont montées en parallèle comme illustré dans la figure de droite.





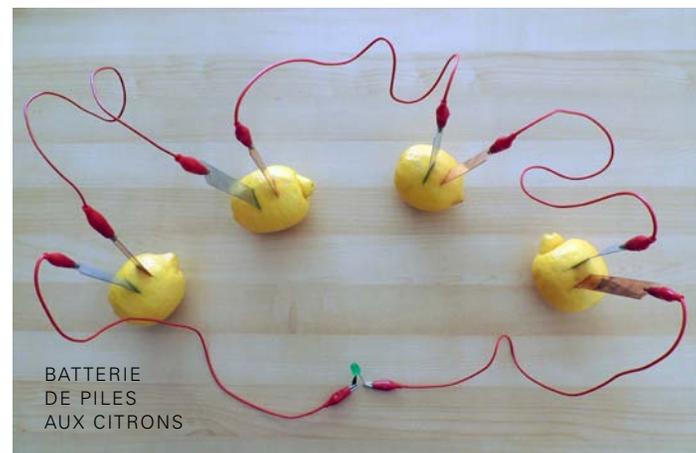
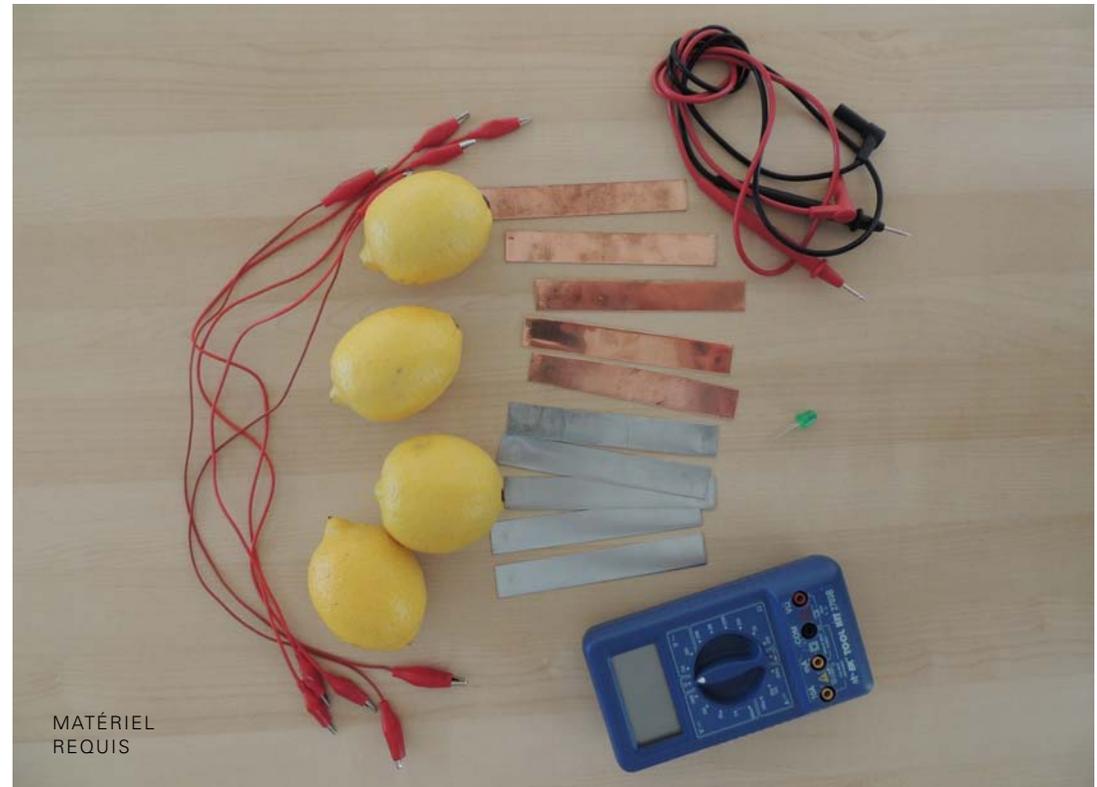
Batterie de piles aux citrons

Matériel

- 1 diode électroluminescente (DEL)
- 4 citrons
- 5 fils avec pinces alligators
- 5 lames de cuivre
- 5 lames de zinc
- 1 multimètre

Demandez aux élèves de réaliser l'expérience illustrée ci-contre.

Suite à cette expérimentation, ils seront déçus de s'apercevoir que la diode ne s'allume pas. Pour comprendre ce qui se passe, il faudrait leur demander de vérifier avec le multimètre si du courant circule. Finalement, ils seront amenés à comprendre que leur batterie de piles, constituée de quatre citrons et de lames de zinc et de cuivre, ne débite pas suffisamment de courant pour les caractéristiques de la diode. Vous trouverez ci-après l'intensité du courant débitée par notre pile constituée des quatre citrons.

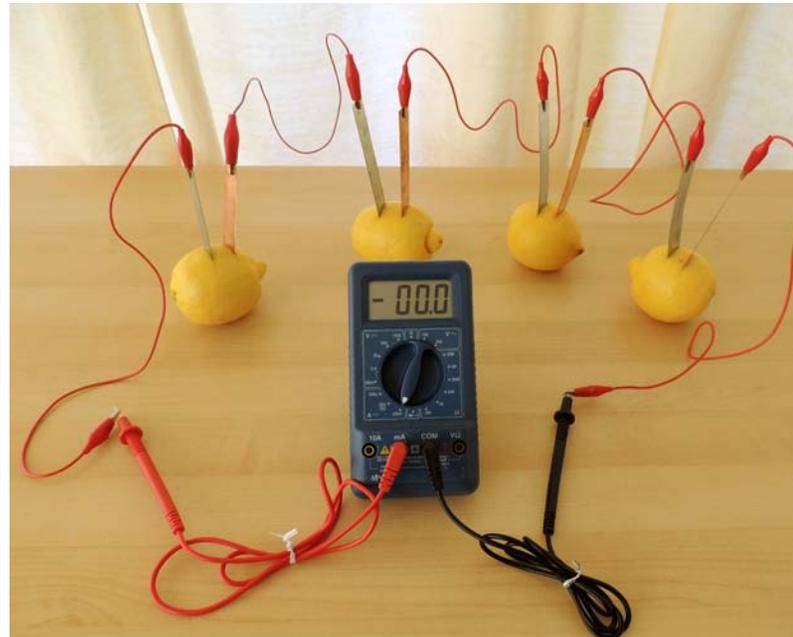


IMPORTANT

LES CITRONS DOIVENT ÊTRE MONTÉS EN SÉRIE.

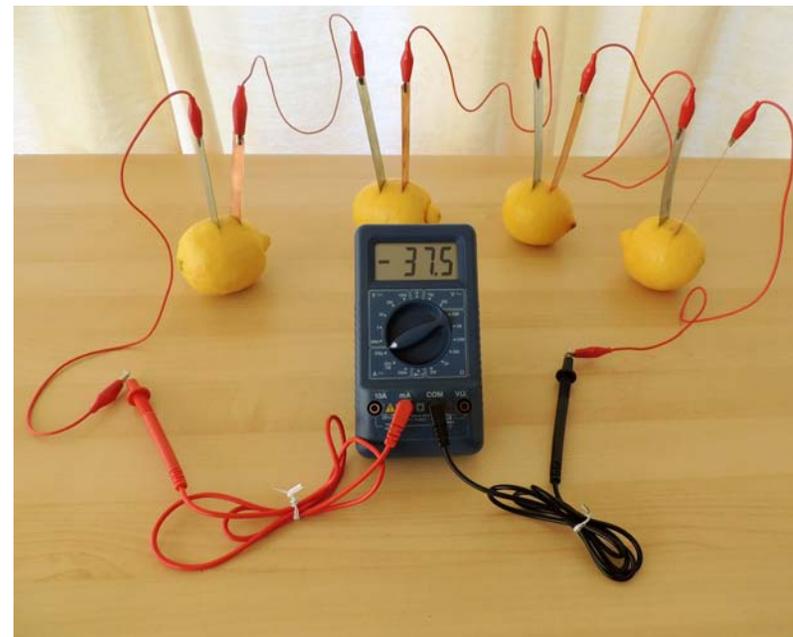


Il serait intéressant qu'on leur présente le montage qui permet effectivement à la diode de fonctionner avec une batterie citron-cuivre-zinc. Notez que dans cette expérience, nous avons utilisé des fils avec pinces alligators, chacun d'une longueur de 40 cm, ce qui n'est pas une bonne idée puisque de tels fils engendrent beaucoup de perte d'énergie électrique. Par conséquent, il y a fort à parier que la diode s'allumera si on utilise des fils d'une dizaine de centimètres au maximum. Il serait intéressant que les élèves refassent la même expérience avec des fils de cette longueur pour réaliser l'importance des fils de connections électriques qu'ils voient régulièrement dans les branchements de différents appareils chez-eux.



BATTERIE DE PILES
AUX CITRONS
AVEC FILS DE 40 cm

mA, 200 m
AFFICHAGE : -00,0



BATTERIE DE PILES
AUX CITRONS
AVEC FILS DE 10 cm

mA, 200 μ
AFFICHAGE :
-37,5 \rightarrow I=0,00357 A

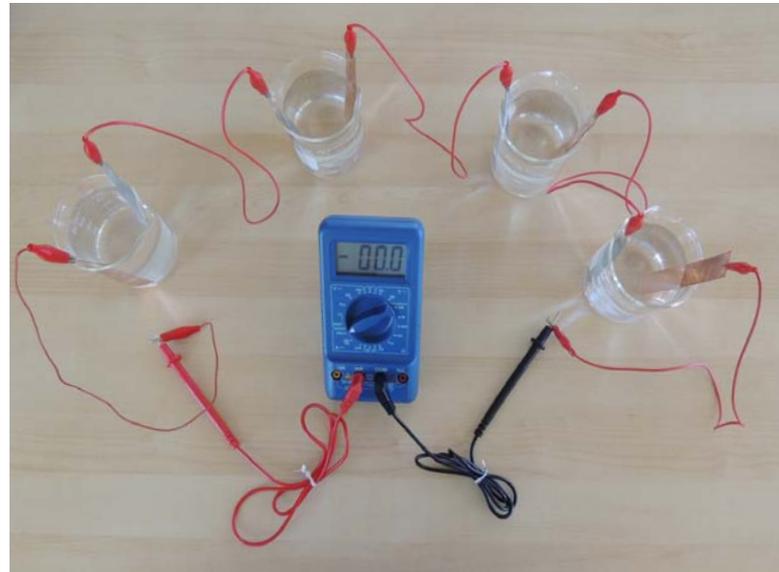


Batterie de piles cuivre-zinc-vinaigre

Contrairement aux citrons, en plongeant les lames de cuivre et de zinc dans des verres remplis de vinaigre blanc pur (5 % d'acide acétique par volume), le multimètre ne réussit pas à indiquer le courant débité par notre nouvelle batterie de piles en utilisant les mêmes échelles que précédemment.

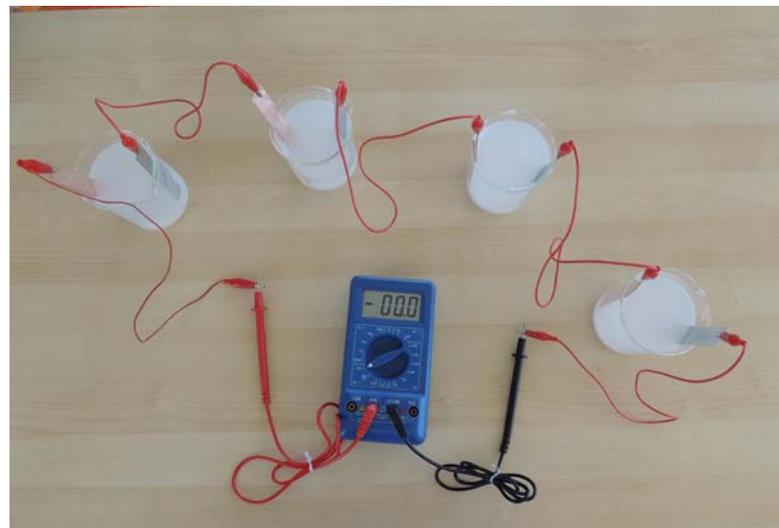
IMPORTANT

IL FAUDRAIT QUE LES TROIS QUARTS DE LA TIGE MÉTALLIQUE SOIENT DANS LE LIQUIDE.



BATTERIE DE PILES
CUIVRE-ZINC-VINAIGRE

mA, 200 μ
AFFICHAGE: -00,0



BATTERIE DE PILES
CUIVRE-ZINC-EAU
+ SEL DE TABLE
(SODIUM 590 mg - 25%)



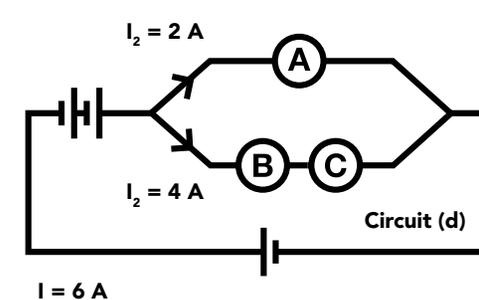
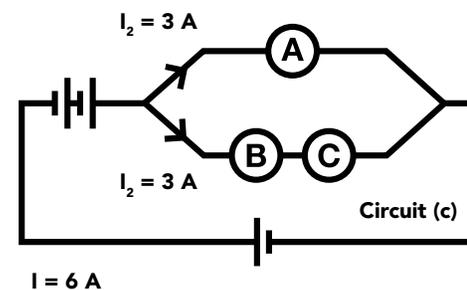
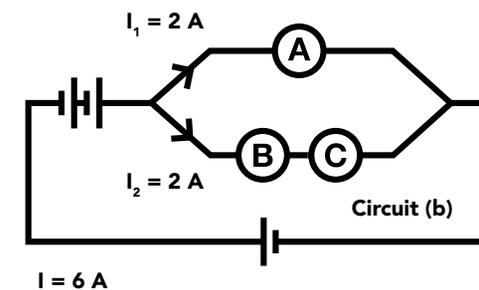
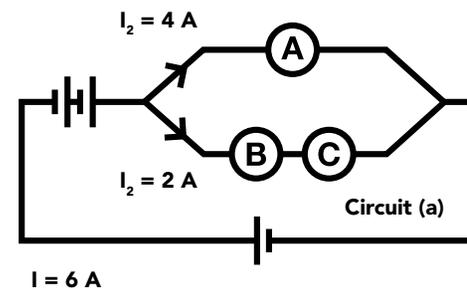
Distribution du courant dans un circuit simple

Matériel

- 1 batterie de piles de 6 V
- 3 ampoules miniatures (6 V/120 mA)
- 3 interrupteurs
- 12 fils avec pinces alligators
- 1 multimètre
- 3 réceptacles à ampoules

Cette expérimentation suppose que les élèves aient déjà étudié la distribution du courant dans un circuit composé de deux ampoules montées en parallèle.

Dans les circuits ci-contre, les ampoules A, B et C sont identiques et chaque batterie de piles débite un courant de 6 A.





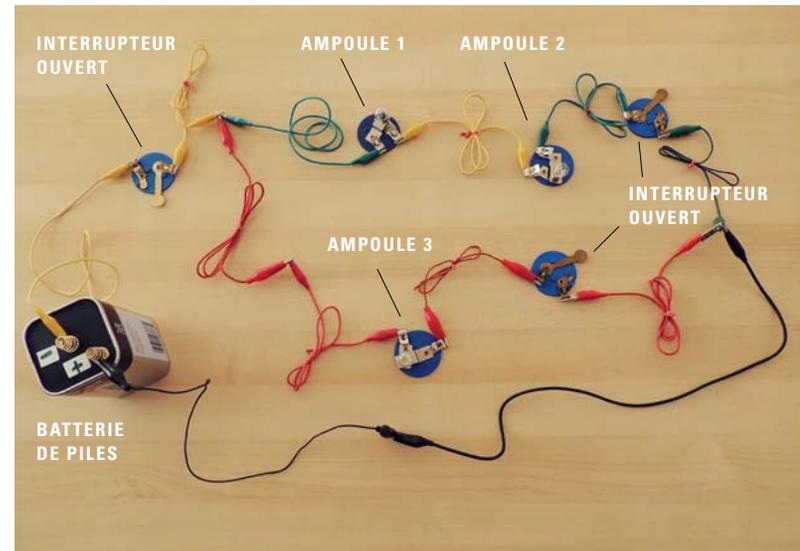
Quel circuit illustre correctement la distribution des courants traversant les ampoules ?

- a
- b
- c
- d

Aucun de ces circuits

Expliquez votre choix.

Maintenant, à l'aide du matériel proposé, réalisez le montage électrique suivant et vérifiez votre réponse précédente à l'aide d'un multimètre.



MONTAGE ÉLECTRIQUE

Notez votre synthèse.



Fusible

Demandez aux élèves de faire, en groupes de deux, la conception d'un circuit simple illustrant le fonctionnement d'un fusible. Dans un premier temps, demandez-leur de vous expliquer dans leurs mots ce qu'est un fusible. Ensuite, visionnez avec eux [cette vidéo](#) sur le fusible, réalisée par la Cité des sciences et de l'industrie en France.



Conception technologique d'un réseau électrique



Matériel

- 1 batterie de piles
- 5 ampoules identiques
- Des fils en quantité suffisante
- 5 maisonnettes

Durant la période de Noël, vous voulez construire un village au pied du sapin qui décore votre salon. Vous aimeriez que l'éclairage de vos cinq maisonnettes soit d'intensité différente. Proposez d'abord un schéma de circuit qui vous permettra de construire ce village. Ensuite, réalisez-le avec le matériel proposé. Cette activité pourrait être intégrée aux arts plastiques.

DANS LA MÊME SÉRIE
L'APPRENTISSAGE
DES SCIENCES
ET DES TECHNOLOGIES
PAR L'EXPÉRIMENTATION



MODULE 1
LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE



MODULE 2
L'ASTRONOMIE



MODULE 3
LA PHOTOSYNTHÈSE



MODULE 4
LE MAGNÉTISME



MODULE 5
LE BIOMIMÉTISME



MODULE 6
L'ÉLECTROSTATIQUE

PUQ | NUMÉRIQUE 