

Auteurs : Equipe La main à la pâte (plus d'infos)

Résumé : L'électricité vous fait peur ? Le texte qui suit explicite les notions introduites au primaire ainsi que les mesures de sécurité à prendre. Auteur: Pierre-Bernard Fontes

Copyright : Creative Commons France. Certains droits réservés.



Généralités sur les circuits électriques

Sécurité

Les dangers sont nuls si vous utilisez uniquement des piles électriques du commerce de tension 1,5 V, 4,5 V ou 9 V. En revanche, il ne faut pas utiliser la tension du secteur (220 V) en classe, car les dangers sont réels si on ne prend pas des précautions.

Il est bon de mettre en garde les élèves contre ces dangers et de donner les consignes de sécurité élémentaires.

Que faut-il savoir sur les circuits électriques ?

a) Circuit fermé

Un circuit électrique est constitué d'une suite continue d'objets comprenant, par exemple, une pile (générateur), des fils électriques, un interrupteur, des ampoules, éventuellement un moteur. Ces objets, reliés entre eux, forment au moins une boucle fermée.

Dans une boucle fermée, la pile permet à l'électricité de circuler.

Cette circulation a lieu si :

- la pile est en bon état
- dans la boucle, les contacts entre objets différents sont de bonne qualité
- les objets sont suffisamment conducteurs, et permettent à l'électricité de circuler.

Si la boucle est coupée, le circuit est ouvert et la pile ne peut plus assurer la circulation de l'électricité. Un interrupteur permet de *fermer* ou d'*ouvrir* un circuit.

Il est instructif d'observer une ampoule dont le globe a été brisé afin de pouvoir repérer le trajet que suit l'électricité (figure 1).

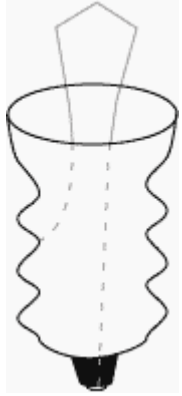


figure 1 : ampoule sans globe de verre. Les pointillés correspondent aux fils à l'intérieur du culot.
Attention, ne pas demander aux enfants de casser le globe des ampoules, car cela peut présenter des dangers.

b) Conducteurs et isolants

À l'école primaire, pour des raisons de sécurité, ne sont utilisées que des piles. Le détecteur de courant le plus simple est une ampoule électrique : pour savoir si un objet est bon conducteur ou non, on le place dans la boucle d'un circuit électrique et on regarde si l'ampoule brille bien ou pas. C'est évidemment une détection qualitative mais suffisante à l'école primaire. Il faut dire aux enfants de ne pas faire la même chose avec l'électricité domestique. En effet, le corps humain et l'eau risquent d'être classés comme mauvais conducteurs car l'ampoule ne brille pas. Cependant ces deux corps ne sont pas totalement isolants. Ils sont simplement moins bons conducteurs que le cuivre mais meilleurs conducteurs que la plupart des matières plastiques. Mais ils sont suffisamment conducteurs pour être à l'origine d'accidents par électrisation. Lorsqu'ils sont mortels, ces accidents sont appelés électrocutions. Il ne faut jamais utiliser un appareil électrique avec les pieds ou les mains dans l'eau ou même mouillés. L'électricité domestique est aussi utile que dangereuse. Dans les installations en bon état et aux normes actuelles, les prises électriques ont une sécurité à éclipses qui empêche d'introduire un objet métallique autre que la fiche d'un appareil électrique.

c) Circuit série, circuits dérivés

Un circuit série est un circuit électrique constitué d'une seule boucle. (figure 2).

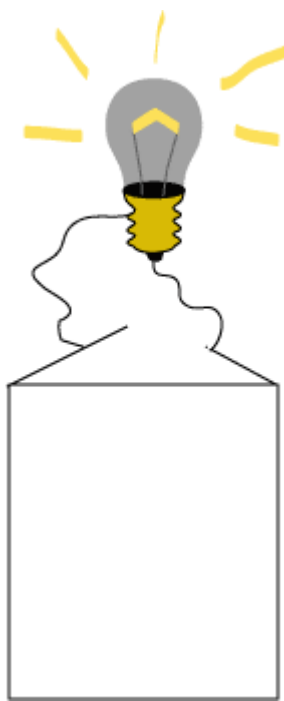


Figure 2 : circuit série simple

Sur cette figure on voit apparaître en rouge un trajet que peut suivre l'électricité. Cependant, si la partie du trajet extérieur à la pile est bien défini car suit les fils, le trajet intérieur à la pile n'est pas connu de façon précise, c'est pourquoi la partie intérieure de la pile a été "rougie". A ce niveau, tout trajet interne à la pile partant de l'une des bornes pour arriver à l'autre est acceptable.

Quand il y a, dans un circuit série, plusieurs ampoules identiques, elles brillent toutes de la même façon, quelle que soit leur place dans le circuit. Cependant, une ampoule unique d'un circuit série brille plus que chacune des ampoules d'un circuit série comprenant plusieurs ampoules. Dans certaines guirlandes de Noël, toutes les ampoules sont en série, il suffit que l'une d'elles grille pour que toutes les autres ampoules s'éteignent. Le circuit est alors ouvert.

Des circuits dérivés comportent plusieurs boucles (ici sur la figure 3, il y a deux boucles)



Figure 3 : circuits dérivés

Dans le cas de la figure 3 on voit comme pour la figure 2 le chemin suivi par l'électricité avec le même type de représentation que pour la figure 2. De plus, si toutes les ampoules sont identiques et en bon état, chacune brille autant que celle du circuit série de la figure 2.

d) Intensité du courant électrique, tension, énergie électrique

À l'école primaire, on ne définit ni la tension, ni le courant électrique, ni l'intensité du courant, ni l'énergie électrique. Cependant, il peut être utile à l'enseignant de distinguer ces grandeurs physiques. Dans la boucle fermée d'un circuit électrique série, il y a circulation d'électricité. À l'école primaire, il est inutile de chercher dans quel sens circule l'électricité. C'est sans intérêt et aucune expérience simple ne permet de le trouver. En revanche, il est intéressant de rechercher le chemin que peut suivre l'électricité, sans se préoccuper de son sens de déplacement. L'important est de savoir que l'électricité ne peut circuler que si ce circuit forme une boucle fermée.

Dans un circuit qui comporte une pile et des ampoules électriques, les lampes brillent de la même façon quel que soit le sens de connexion de la pile. Dans des circuits comportant des composants plus compliqués, le sens de connexion de la pile est toujours précisé, il a donc de l'importance. Voir, par exemple les postes à transistors, réveils, baladeurs. Quelque chose, qu'on appelle *électricité* circule dans ce circuit fermé. Rien ne circule lorsque le circuit est ouvert. L'intensité du courant électrique est mesurée par la quantité d'électricité qui passe par unité de temps en un point **quelconque** du circuit série. Quel que soit le point du circuit considéré dans un circuit série donné le courant a la même valeur partout. C'est très important. Prenons une analogie, celle d'un *petit train*, analogie un peu compliquée pour les élèves. Il n'est pas conseillé d'introduire tout ce qui suit aux élèves.

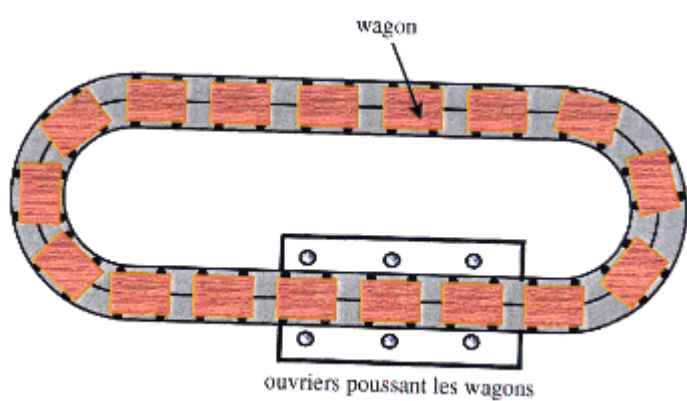


Figure 4

Des rails reliés entre eux forment une boucle. Sur ces rails sont placés des wagons, reliés les uns aux autres, le tout formant une chaîne continue de wagons. C'est l'analogue du circuit électrique. Imaginons maintenant qu'il y a des ouvriers (placés à un endroit du circuit) qui poussent **ensemble et de façon continue** les wagons. Ils sont l'analogue de la pile électrique, caractérisée par sa tension : 1,5 V ou 4,5 V. Dès que les ouvriers commencent à pousser, tous les wagons se mettent à bouger en même temps. Si on place des observateurs en différents endroits de ce circuit et que chacun de ces observateurs compte le nombre de wagons qui passent devant lui pendant la même durée, chacun trouvera la même valeur : c'est l'analogue de l'*intensité* du courant électrique. L'énergie, elle, est représentée par le travail fourni par les ouvriers.

On voit bien que l'*intensité* du courant électrique et l'énergie sont liées. En effet, si les ouvriers poussent moins fort, le nombre de wagons qui passent par unité de temps en un point est plus petit. Si les ouvriers sont fatigués (la pile est usée), ils poussent avec beaucoup moins d'énergie les wagons, ce qui les fait aller moins vite : ainsi, le nombre de wagons qui passent par unité de temps en un point diminue (la valeur de l'intensité du courant diminue). C'est aussi ce qui se produit si, dans un circuit donné, on remplace une pile 4,5 V par une pile 1,5 V.

Par ailleurs, si les freins d'un wagon sont serrés, il y a une plus grande résistance au mouvement et, en fournissant le même effort que lorsque aucun frein n'était serré, les wagons se déplaceront moins vite : la valeur de l'intensité est plus faible.

Raisonnements des élèves

Lorsqu'on demande à un élève d'allumer une ampoule avec une pile, il met parfois l'ampoule en contact avec une seule lame de la pile (pile plate) et constate alors que l'ampoule ne s'allume pas. Par hasard ou par tâtonnement, il finit par la faire briller. Mais ceci ne signifie pas pour autant que l'élève a assimilé le fait qu'il doit y avoir un circuit fermé.

Ensuite, lorsque l'élève sait réaliser un circuit fermé et qu'on lui demande d'expliquer ce que fait l'électricité (ou pourquoi l'ampoule brille),

a) les enfants commencent souvent par raisonner (de façon incorrecte) en termes de courants " antagonistes " :

De l'électricité quitte chaque borne de la pile pour se rencontrer dans l'ampoule (pour certains élèves, c'est cette rencontre qui explique que l'ampoule brille). Certains enseignants pensent qu'en introduisant un moteur, cela fera prendre conscience aux enfants que cela ne se passe pas ainsi. Bien souvent il n'en est rien, beaucoup d'enfants continuant à penser en termes de courants antagonistes : dans le cas du moteur, ils expliquent que ce qui quitte l'une des bornes est plus fort que ce qui quitte l'autre, d'où le sens de rotation du moteur.

Il est difficile d'aller à l'encontre de cette explication au cycle 2. Faire dessiner le chemin suivi (il faut que ce chemin forme une boucle fermée) par l'électricité est un premier pas, mais nettement insuffisant.

Ensuite, on peut essayer de proposer aux enfants des situations physiques qu'il est quasi impossible d'expliquer en termes de courants antagonistes, comme par exemple un circuit série avec trois ampoules identiques. Un moyen efficace serait de faire l'expérience historique réalisée par Oersted en 1820, qui est à l'origine de l'unification de l'électricité et du magnétisme, c'est à dire d'utiliser une boussole comme détecteur de courant. (un lien existera ultérieurement vers l'expérience d'Oersted) Cette expérience n'est pas conseillée à l'école primaire car assez délicate : il faut une intensité de courant électrique suffisante et placer les boussoles très près du circuit sans qu'elles ne puissent s'influencer l'une l'autre.

b) les enfants pensent plus tard que l'électricité va bien d'une borne de la pile à l'autre mais pensent qu'il y a moins d'électricité après l'ampoule qu'avant, car l'ampoule consomme de l'énergie. Demander aux enfants de réaliser un circuit série comprenant plusieurs ampoules identiques permet de leur faire constater que les ampoules brillent toutes de la même façon. Les enfants vont vite s'apercevoir qu'une explication en termes de courant qui diminue après le passage dans une ampoule est incompatible avec le résultat observé.