

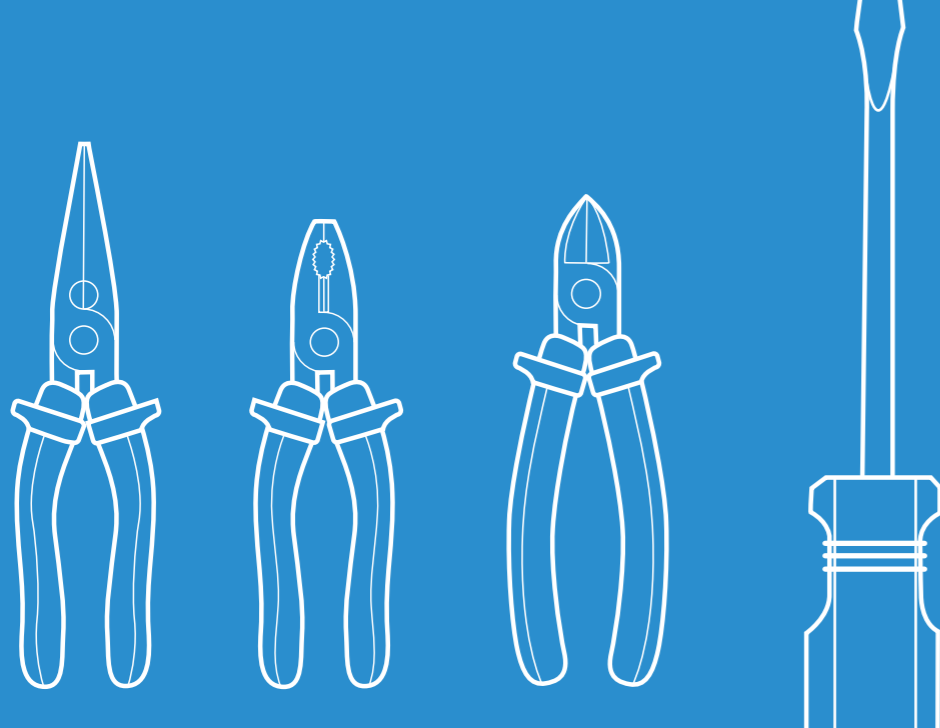


Trouve

8 exercices pour expliquer l'électricité dans le cadre des cours d'éducation par la technologie

la source d'électricité





Sommaire:

1. Introduction **p.3**
2. Principe du dossier éducatif **p.5**
 - 2.1. Objectif et structure **p.5**
 - 2.2. Utilisation **p.7**
3. Soutien permanent des enseignants **p.8**
4. Les exercices **p.9**
 1. Trouve la source de courant **p.10**
 2. Peut-on arrêter le courant? **p.19**
 3. Un circuit électrique en papier **p.24**
 4. Consommation d'énergie: des chiffres et des lettres **p.28**
 5. Trouve vite le spécialiste qu'il faut **p.34**
 6. Fuite de courant? Arrêtez le fugitif! **p.40**
 7. L'électricité sans danger **p.45**
 8. La boîte à outils de l'électricien **p.53**

1

Introduction

L'électricité est partout ... y compris dans les cours d'éducation par la technologie

Ces 50 dernières années, notre société a connu de nombreux et importants développements techniques et technologiques. A la base de ces développements, on retrouve l'utilisation et la transformation de l'électricité comme source d'énergie. Aujourd'hui, il est quasi impossible de s'imaginer vivre sans électricité. Nous débutons notre journée au son du radio-réveil qui nous susurre les infos du matin à l'oreille, nous allumons la lumière d'une pression sur l'interrupteur, nous mettons le percolateur en marche... et tous ces appareils sont alimentés par l'électricité. Ne parlons même pas de l'éclairage automatique et de la domotique!

L'électricité est devenue un élément de base de notre société. Il n'en reste pas moins indispensable de savoir comment la manipuler. C'est pourquoi il est si important que les jeunes en acquièrent les principes de base dès le plus jeune âge, car ceux-ci seront indispensables pour leur évolution future dans la société.

Cette tâche incombe aux parents et aux enseignants. Mais le secteur des électriciens souhaite aussi apporter sa pierre à l'édifice en aidant les élèves, les professeurs et les parents dans ce processus d'apprentissage. C'est dans cette optique que nous avons créé ce dossier éducatif.



2 Principe du dossier éducatif

2.1. Objectif et structure

Objectif

Ce dossier vise à familiariser les élèves, de manière attractive, ludique et didactique, avec les principes et applications de l'électricité, avec les outils et les matériaux, mais aussi avec les divers métiers du secteur des électriciens. Par ailleurs, les socles de compétences sont les fondations de ce dossier.

Il est essentiel de bien comprendre que ce dossier se présente comme une introduction et qu'il n'a nullement l'ambition de remplacer les manuels scolaires existants. L'objectif poursuivi n'est pas non plus de remplacer la partie théorique des cours, ni d'être exhaustif. Nous avons sélectionné quelques thèmes qui définissent les socles de compétences liés à l'électricité.

Néanmoins, ce dossier éducatif peut être considéré comme un instrument pratique, à utiliser en complément ou en soutien aux différents sujets étudiés. L'introduction de ce dossier résume d'ailleurs les points de convergence avec le programme du cours.

Contenu

Ce dossier éducatif s'appuie sur les socles de compétences définis par la Communauté française et rencontre une série d'objectifs pédagogiques du cours d'éducation par la technologie. En intégrant les exercices de ce dossier dans vos cours, vous pouvez donc réaliser quelques-uns des objectifs pédagogiques.

Ce dossier traite les socles de compétences suivants:

(Domaine : Electronique – contrôle technologique; Contexte : domestique, scolaire)

Observer et identifier

Les élèves apprennent à:

- repérer, au moyen d'exemples, les différentes façons de générer, transformer et utiliser de l'énergie.
- reformuler, par des exemples simples, les causes des pertes d'énergie utile.
- donner et comparer des exemples d'effets sur l'environnement.
- illustrer l'importance du dessin technique et d'autres supports de données techniques.
- connaître les matériaux utilisés dans une application concrète.
- distinguer les activités de professionnels de la technique.

Restez branchés, il y a de l'électricité dans l'air

Fort de ses 4000 entreprises et 25 000 ouvriers, le secteur des électriciens peut se targuer d'être une branche florissante de l'économie de notre pays. Et l'avenir de notre secteur s'annonce également très prometteur au vu de l'automatisation croissante et de l'évolution permanente dans le domaine de l'électricité.

L'électricité est une chouette branche, qui attire beaucoup de jeunes férus de technologie. Malgré cela, trop peu de jeunes choisissent aujourd'hui d'étudier ou de travailler dans le secteur. La conséquence coule de source: un grand nombre de métiers de l'électricité font désormais partie des fonctions critiques. Formelec, le centre de formation du secteur des électriciens, veut changer les choses.

C'est pourquoi Formelec a lancé une campagne de promotion de l'enseignement et des métiers de l'électricité. Baptisée 'Restez branchés', cette campagne vise à sensibiliser les différents acteurs du secteur. Et donc aussi l'enseignement, comme en témoigne la mise à disposition de ce dossier éducatif.

Les élèves apprennent à:

- identifier les composants d'un système technique au moyen d'un schéma simple (inventaire et/ou symboles).
- distinguer diverses transmissions de puissance et de mouvement.
- utiliser les unités de tension, intensité du courant et puissance au moyen d'exemples simples.
- expliquer, par un exemple, la différence entre le courant continu et le courant alternatif.
- décrire en termes simples comment éviter la surcharge et l'électrocution.
- comparer la fonction et les caractéristiques d'un relais équipé d'un commutateur.
- reconnaître, dans une situation concrète, les symboles techniques et les conventions standard les plus fréquents.

Réaliser et manipuler, réguler et structurer

Les élèves apprennent à:

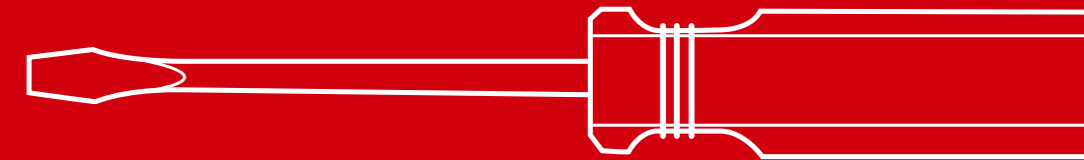
- ordonner chronologiquement les étapes à réaliser lors de l'exécution d'une tâche technique.
- manipuler les outils, les machines et les matériaux.
- reconnaître l'importance des métiers techniques et des compétences techniques dans la société.

Les élèves apprennent à:

- respecter des consignes de sécurité pour la manipulation des matériaux, outils et machines.
- lire un plan ou un schéma.
- vérifier le résultat de leur propre travail à chaque phase du processus technologique.

Les élèves apprennent à:

- utiliser l'outillage adapté pour un travail pratique simple.
- transcrire un dessin simple sur du matériel.
- appliquer les phases du processus technologique à divers travaux techniques simples.
- monter et démonter un assemblage simple à l'aide d'un schéma.
- faire des branchements électriques simples à l'aide d'un schéma.
- utiliser des instruments de détection simples pour déterminer les causes possibles du non-fonctionnement d'un circuit électrique élémentaire.
- faire le croquis d'un objet technique simple.
- expliquer une idée personnelle au moyen d'un croquis.



2.2. Utilisation

Mise en application flexible

Ce dossier éducatif est conçu de telle manière qu'il peut s'intégrer dans les cours de différentes façons, en fonction des possibilités spécifiques de la classe ou de l'école.

Le dossier peut être considéré comme:

- **un instrument de travail modulaire:** il est tout à fait possible de ne réaliser qu'un ou plusieurs des huit exercices proposés. En effet, les exercices sont totalement indépendants.
- **projet global:** si vous décidez de consacrer le temps nécessaire à l'ensemble du dossier, vos élèves peuvent exécuter tous les exercices de manière systématique.
- **astuce:** les fiches pratiques, très ludiques, peuvent être utilisées pour des devoirs à faire à domicile, pour préparer ou pour compléter les leçons.

Il va de soi que vous pouvez vous servir de ce matériel **à tout moment** durant vos cours d'éducation par la technologie. Comme le dossier est fait sur mesure pour les jeunes de 11 à 14 ans, vos élèves peuvent aussi réaliser certains exercices à la maison. Ceci s'applique tout particulièrement à 'Sauve la ville', le module d'e-learning spécialement développé dans le cadre de ce programme, dont vous trouverez les détails ci-après.

Au travail

Ce dossier éducatif s'accompagne d'une série de fiches pratiques pour les élèves. Chaque partie aborde un aspect spécifique de l'électricité et propose un ou plusieurs exercices ciblés.

Le chapitre suivant rassemble, pour chaque partie:

- introduction et information de base: cette partie vous aide à situer, à introduire et à préciser les pré-requis dont les élèves ont besoin pour mener à bien l'exercice;
- mise en place de l'exercice: cette partie vous propose quelques pistes didactiques utiles;
- réalisation de l'exercice: cette partie vous propose quelques conseils sur la manière d'utiliser l'exercice;
- évaluation de l'exercice: cette partie vous sert de fil rouge, en insistant sur certains points pour la présentation des résultats et la formulation des conclusions;
- solutions: cette partie reprend les solutions des exercices.

Toutes les fiches pratiques sont jointes à ce dossier. Vous pouvez ainsi les photocopier à votre guise pour vos élèves. Par ailleurs, vous pouvez toujours télécharger le manuel de l'enseignant et les fiches sur www.restezbranches.be/ecoles

Sauve la ville

'Sauve la ville', le module d'e-learning pour les élèves

Nous avons développé un module d'e-learning dans le cadre du programme 'Trouve la source d'électricité'. Baptisé 'Sauve la ville', ce module se présente comme un jeu éducatif et compte dix exercices, que les élèves peuvent réaliser entièrement seuls. Le jeu se joue en ligne, sur le site www.restezbranches.be. Les exercices peuvent donc être résolus à l'école ou à la maison. Le module permet aussi d'imprimer les résultats de chaque élève sous la forme d'un devoir. 'Sauve la ville' est donc parfaitement adapté pour un travail à domicile.

Qu'est-ce que 'Sauve la ville'?

Une ville (virtuelle) est plongée dans le noir suite à une panne d'électricité. De grandes menaces pèsent sur la ville. Les élèves sont les seuls à pouvoir la sauver. Pour y parvenir, ils doivent d'abord rassembler toutes sortes d'outils et de machines. Chaque exercice réussi leur donne droit à une pièce du puzzle. Il y a dix exercices en tout. Une fois que les élèves ont réuni tout le matériel nécessaire, ils peuvent passer aux choses sérieuses et sauver la ville. Car telle est l'épreuve finale.

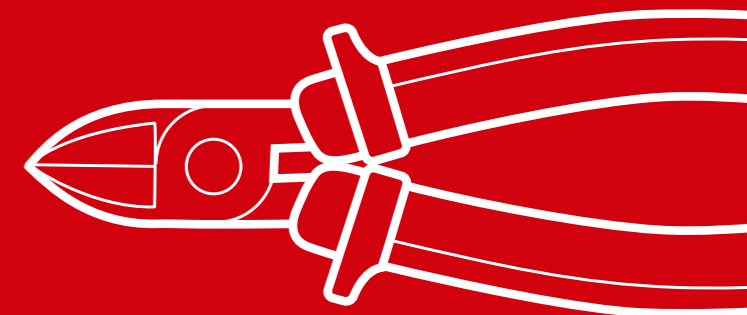
Rendez-vous à la rubrique 1^{er} degré du site web www.restezbranches.be/ecoles pour consulter toutes les informations complémentaires sur ce module d'e-learning. Vous y découvrirez tout ce qu'il faut savoir sur le jeu Sauve la ville, un aperçu des exercices et des solutions correspondantes, ainsi qu'un exemple de devoir.

3 Soutien permanent des enseignants

Les efforts de Formelec ne se bornent pas à ce dossier éducatif. D'autres actions et publications suivront. Rendez-vous sur www.restezbranches.be pour en savoir plus et pour rester informé de nos dernières activités.

En outre, le site propose une section distincte pour les enseignants. Une section où vous trouverez gratuitement toutes les dernières infos en matière d'éducation. Pour accéder à cette section du site, il suffit de vous inscrire.

Les exercices



1 Trouve la source de courant

1. Introduction

L'électricité sort d'une prise de courant, en abondance et sans discontinuer. Et cela nous paraît tout à fait normal. C'est pourtant un véritable tour de force que de mettre l'électricité à notre disposition avec une telle facilité.

Avant de pouvoir utiliser le courant sans limite, deux conditions essentielles doivent être réunies: générer l'électricité et la transporter jusqu'au consommateur, par exemple dans une maison. Attardons-nous un peu sur la première condition: comment génère-t-on de l'électricité?

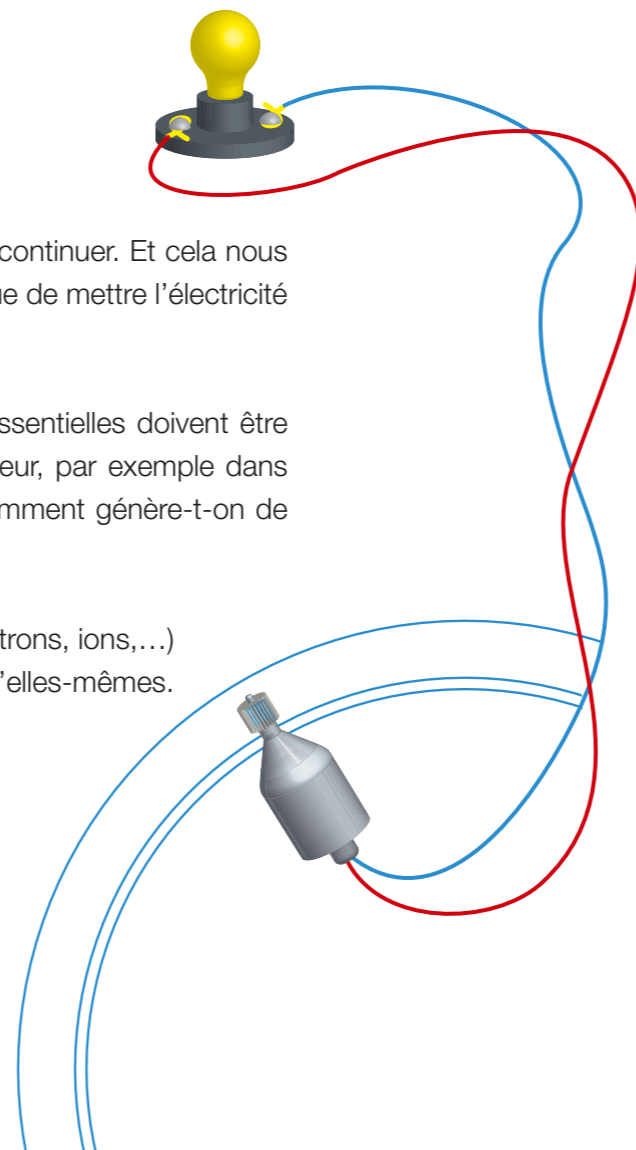
Le courant électrique correspond au déplacement de charges (électrons, ions,...) à travers un conducteur. Mais ces charges ne se déplacent pas d'elles-mêmes. Elles y sont forcées. Comment? Nous allons nous y intéresser.

On distingue principalement deux possibilités:

- soit on déplace **un champ magnétique**, qui exerce une force d'attraction et/ou de répulsion sur les charges;
- soit on produit **une réaction chimique** entre deux substances

Les champs magnétiques

L'exemple le plus simple est la dynamo d'un vélo. Une dynamo est un mécanisme dans lequel une énergie mécanique est convertie en énergie électrique. Cette énergie mécanique pénètre dans la dynamo par un axe dont l'extrémité supérieure est munie d'une roulette qui est en contact avec le pneu du vélo. La rotation de la roue du vélo met la roulette en mouvement, ce qui entraîne une rotation de l'axe dans le boîtier de la dynamo. Un conducteur électrique est alors déplacé par un champ magnétique, et les électrons sont mis en mouvement, ce qui crée une tension électrique. L'électricité se met alors à circuler en circuit fermé. Résultat: le phare du vélo s'allume. Et l'énergie nécessaire pour déplacer le vélo? C'est le cycliste qui la produit en pédalant!



Un grand nombre de centrales électriques fonctionnent avec des dynamos, qui sont naturellement beaucoup plus grandes que celles de nos vélos. Ces dynamos géantes sont appelées des générateurs s'ils produisent du courant continu et des alternateurs s'ils produisent du courant alternatif.

Ces alternateurs et générateurs ne peuvent naturellement pas fonctionner grâce à l'énergie mécanique générée par une roue de vélo. Il faut quelque chose de beaucoup plus puissant. Il existe aujourd'hui toute une série de moyens pour mettre ces alternateurs en mouvement. En voici quelques-uns des plus utilisés:

- **par combustion:** la combustion de combustibles fossiles produit énormément de chaleur. Cette chaleur est utilisée pour transformer l'eau en vapeur. La pression ainsi générée active une turbine. Et le mouvement de la turbine est converti en énergie électrique dans un alternateur. C'est ainsi que fonctionne une centrale classique, qui utilise du charbon, du gaz ou du pétrole, ou encore une combinaison des trois, comme combustible;
- **par fission nucléaire:** la base est la même. La seule différence est qu'au lieu de brûler des combustibles fossiles pour produire la chaleur, on utilise la fission nucléaire. Ce procédé consiste à diviser des atomes, ce qui dégage une quantité énorme de chaleur. Une centrale nucléaire fonctionne selon ce procédé;
- **par la force du vent et de l'eau:** le principe est similaire à celui de la dynamo d'un vélo. Le vent et l'eau entraînent l'alternateur quasi directement. Ce procédé est plus simple et plus écologique. Le seul problème, c'est que cette technologie ne peut être appliquée avec la même facilité en tout temps et en tout lieu.

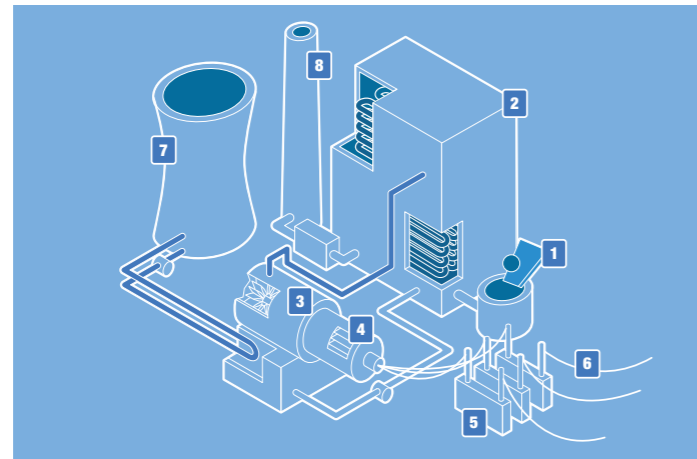
Les réactions chimiques

L'électricité ne doit pas nécessairement découler d'une forme de mouvement mécanique. La chimie peut aussi faire des miracles. Le contact entre différentes substances, généralement sous forme liquide, peut générer une réaction chimique capable de déplacer les électrons d'une substance à l'autre. C'est exactement ce qui se passe à l'intérieur d'une pile ou d'une batterie.

Si, par exemple, on branche une ampoule sur une pile, les électrons du pôle négatif de l'ampoule vont se déplacer vers le pôle positif. C'est ainsi qu'une réaction chimique génère un courant électrique. Dans les piles rechargeables, les processus chimiques sont réversibles, c'est ce qui explique qu'elles peuvent être utilisées plus longtemps.

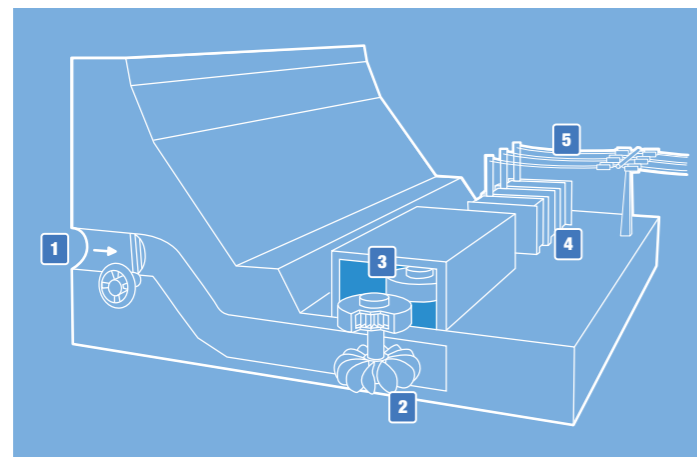
Signalons aussi un phénomène original: les cellules photovoltaïques. La lumière y entraîne un déplacement direct de charges via des semi-conducteurs.

Cela semble très simple de générer de l'électricité au moyen de cellules photovoltaïques. Serait-ce la fin des centrales électriques? Non, pas vraiment. Tout comme les piles et les batteries, les cellules photovoltaïques ne produisent que du courant continu. Il faut donc d'abord le transformer en courant alternatif via un onduleur avant de pouvoir l'utiliser dans les maisons et les bureaux. Ce sont donc les centrales électriques, qui fonctionnent avec des alternateurs, qui nous fournissent en courant alternatif.



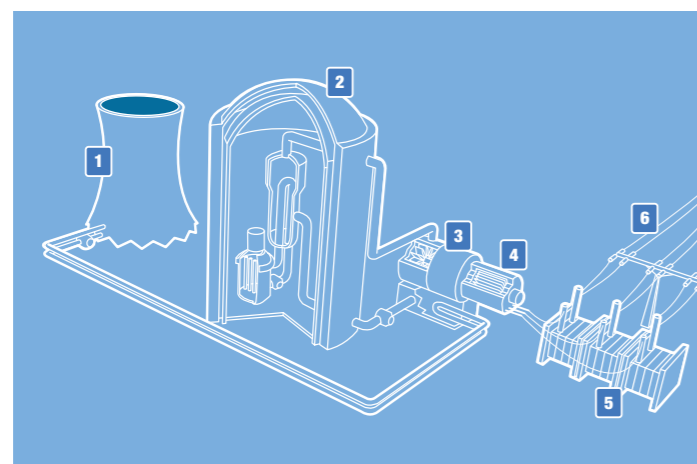
la centrale thermique

- 1 alimentation en carburant
- 2 chaudière
- 3 turbine à vapeur
- 4 générateur
- 5 transformateur
- 6 fils électriques
- 7 tour de refroidissement
- 8 cheminée



la centrale hydroélectrique

- 1 afflux d'eau
- 2 turbine
- 3 générateur
- 4 transformateur
- 5 fils électriques



la centrale nucléaire

- 1 tour de refroidissement
- 2 réacteur
- 3 turbine
- 4 générateur
- 5 transformateur
- 6 fils électriques

2. Exercice

2.1. Mise en place de l'exercice

Nous allons montrer aux élèves les différentes façons de produire un courant électrique en les invitant à réfléchir à des situations de la vie courante. Après cela, ils appliqueront leurs constatations au fonctionnement d'une centrale électrique. Enfin, ils mettront en œuvre les connaissances acquises pour construire de leurs propres mains une forme de production d'électricité.

Avant de donner les exercices aux élèves, il est important de vous attarder quelque peu sur le fonctionnement d'une dynamo. Car pour faire fonctionner une dynamo ou un alternateur, il faut d'abord générer un mouvement. Pour le reste, le principe qui régit le fonctionnement de l'alternateur est très similaire.

Démonstration et mise au travail des élèves

Expliquez le fonctionnement de la dynamo d'un vélo en utilisant:

- un vélo;
- un croquis;
- le test de l'aimant;
- ou une combinaison des trois.

Vélo

Vous pouvez réaliser cette expérience avec un seul vélo pour toute la classe, mais vous pouvez aussi la faire réaliser par vos élèves, en prévoyant un vélo pour deux.

Si possible, amenez un vélo en classe. Placez la dynamo contre le pneu et retournez le vélo. Demandez aux élèves de faire tourner la roue, lentement puis rapidement. Demandez-leur de dégager la dynamo, puis de la replacer contre le pneu. Invitez-les à faire leurs propres constatations et à en prendre note.

Guidez-les jusqu'à parvenir aux conclusions suivantes:

Que se passe-t-il lorsque la roue de la dynamo est en contact avec le pneu?

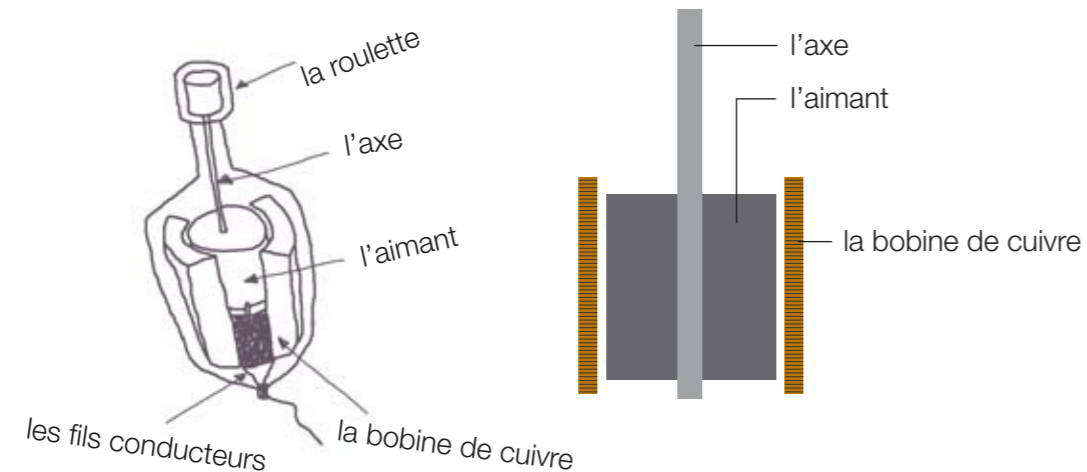
- lorsque la roue tourne, la roue de la dynamo tourne aussi;
- il faut absolument que la roue de la dynamo soit contre le pneu pour allumer le phare;
- plus la roue tourne vite, plus la lumière produite par l'ampoule est vive.



Croquis d'une dynamo

Accrochez le croquis d'une dynamo au tableau et identifiez-en les principaux éléments:

- la roulette
- l'axe qui est relié à la roulette
- l'aimant
- les fils conducteurs qui partent de la dynamo



Expliquez le fonctionnement de la dynamo:

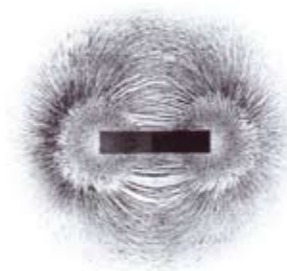
Une dynamo ordinaire se compose d'un aimant circulaire, qui tourne dans une bobine de cuivre. Cet aimant tourne grâce à un axe, qui est mis en mouvement par la rotation de la roue du vélo. L'aimant produit un champ magnétique permanent. Lorsque l'aimant tourne, les modifications du champ magnétique génèrent une tension aux bornes de la bobine. C'est ainsi qu'un courant alternatif est généré dans le circuit fermé.

Test de l'aimant

Le test de l'aimant permet de démontrer simplement qu'un aimant est capable de déplacer des charges.

Dispersez de la limaille de fer sur une feuille de papier blanc. Disposez une fine plaque de verre ou de plexiglas transparent sur le papier et demandez aux élèves de déplacer l'aimant par-dessus. La limaille suivra les mouvements de l'aimant. Une alternative consiste à placer l'aimant sous la feuille de verre et à disperser la limaille par-dessus. La limaille va alors se déplacer suivant les lignes du champ magnétique.

Ce test ne nécessite pas beaucoup de matériel: il suffit d'une plaque de verre, d'un peu de limaille de fer et d'un barreau aimanté.



Vous pouvez aussi démontrer qu'un fil de cuivre est capable de transmettre le mouvement des charges généré par un aimant.

Conclusion

En guise de conclusion, insistez sur le fait qu'un aimant en mouvement et un fil de cuivre sont tout ce qu'il faut pour générer une tension et produire un courant électrique.

2.2. Réalisation de l'exercice

Distribuez les fiches pratiques. Demandez aux élèves de faire l'exercice:

- **en classe:** seul ou par groupes de deux;
- **à la maison:** donnez-leur les fiches à remplir comme devoir et, pour les exercices 1 et 3, assignez à chaque élève une situation qu'il devra expliquer au prochain cours. Pour préparer son exposé, il peut bien sûr faire des recherches à la bibliothèque ou sur Internet.
- **en groupe:** selon le nombre d'élèves dans la classe, répartissez-les en groupes et attribuez-leur les différents exercices: prévoyez un groupe pour chaque situation des exercices 1 et 3. Si les groupes sont trop grands, vous pouvez aussi faire travailler 2 groupes sur un même exercice. Chaque groupe s'attelle donc à 1 situation et recherche de la documentation supplémentaire (photos, textes...) dans des livres, des magazines ou sur Internet. Durant le premier cours, vous pouvez présenter et expliquer l'exercice. Puis, durant le deuxième cours, chaque groupe présente ses résultats devant la classe.

2.3. Evaluation de l'exercice

Discutez des résultats en classe.

Attardez-vous sur les différences notées à l'exercice 1 et concluez que le mouvement peut être généré par la chaleur (vapeur) ou par des facteurs mécaniques (eau et vent).

Pour le 2e exercice, parlez de l'ordre à respecter pour les différentes phases de la production d'électricité. Signalez qu'il est possible de sauter l'étape de «production de chaleur». Indiquez dans quels cas cette étape n'est pas nécessaire, en l'occurrence pour l'énergie hydraulique et éolienne.

Abordez plus en détail quelques-uns des choix faits par les élèves durant l'exercice 3. Comparez leurs propositions avec les centrales classiques.



2.4. Solutions

1^{er} exercice

- **Situation n°1: Casserole d'eau en ébullition**

- a. La chaleur provoque l'agitation des molécules d'eau. Des bulles se forment. L'eau rentre en ébullition et commence à s'évaporer.
- b. La cause est la chaleur produite par la plaque électrique.
- c. La chaleur vient d'une résistance électrique: la résistance chauffe parce que l'électricité y circule.

- **Situation n°2: Montgolfière**

- a. La montgolfière bouge, elle s'élève.
- b. Le mouvement est causé par le réchauffement de l'air dans le ballon: c'est une flamme qui chauffe l'air.
- c. La flamme sort d'un chalumeau qui fonctionne au gaz. Sous le chalumeau, on retrouve quelques bonbonnes de gaz.

- **Situation n°3: Roue de vélo et dynamo**

- a. A l'extérieur du boîtier de la dynamo, la roulette qui est située au sommet de la dynamo tourne contre le pneu. Dans le boîtier de la dynamo, l'axe relié à la roulette tourne aussi, si bien que l'aimant tourne au sein de la bobine de cuivre fixe.
- b. La roulette située au sommet de la dynamo est entraînée par la rotation de la roue du vélo.
- c. Le cycliste pédale pour faire tourner les roues. Naturellement, la dynamo fonctionne à condition que sa roulette soit en contact avec le pneu.

- **Situation n°4: Voilier**

- a. Le vent.
- b. Si le vent souffle fort, le voilier filera sur les flots. Si le vent est plus faible, la vitesse du voilier sera réduite.

- **Situation n°5: Roue hydraulique**

- a. La roue hydraulique est mise en mouvement par la chute d'eau sur les aubes.
- b. Le mouvement de rotation de la roue est utilisé pour faire tourner des meules, mais il peut aussi servir à entraîner une grande scie à bois, voire un alternateur.

2^e exercice

1. Le plan par étapes

- **La chaudière**

- a. L'eau réchauffée circule dans les conduites de l'échangeur de chaleur.
- b. L'arrivée de chaleur dans la chaudière chauffe l'eau jusqu'à son point d'ébullition, sans créer de vapeur.
- c. La combustion de combustibles tels que le charbon, le pétrole ou le gaz produit la chaleur nécessaire pour transformer l'eau en vapeur.

- **La turbine à vapeur**

- a. La turbine tourne.
- b. La vapeur produite fait tourner la turbine.
- c. Pour générer cette vapeur, il faut amener de l'eau à ébullition.

- **Le générateur**

- a. Dans un générateur, c'est le rotor qui est en mouvement.
- b. Le rotor du générateur est relié par un axe au rotor de la turbine. Le mouvement de rotation du rotor de la turbine entraîne donc la rotation du rotor du générateur.
- c. Pour faire tourner le rotor de la turbine, il faut de la vapeur.

- **Le transformateur**

- a. Ici, c'est le courant électrique qui est en mouvement: il quitte la centrale électrique.
- b. Le courant électrique est envoyé à travers une bobine, ce qui crée une tension dans une autre bobine. Le niveau de tension est ainsi modifié, vers le haut ou vers le bas. Cette opération est nécessaire pour pouvoir utiliser l'électricité. Dans ce cas, la tension est augmentée de manière à pouvoir être transportée via les lignes à haute tension.
- c. L'alimentation constante en électricité.

2. A quelle étape l'électricité fait-elle son apparition?

Au niveau du générateur: la rotation du rotor dans le générateur génère de l'électricité.

3. A quelle étape l'électricité quitte-t-elle la centrale?

Au niveau du transformateur. Dès que l'électricité atteint la tension souhaitée, elle est distribuée sur le réseau.

Peut-on arrêter le courant?

2

3^e exercice

1.

- les pièces nécessaires¹: rotor (à trois pales), générateur, poteau, transformateur
- croquis:
éolienne (rotor relié à un générateur sur un poteau), relié au transformateur qui est branché au réseau électrique.
- étapes:
 - 1^{ère} étape: le vent entraîne le rotor;
 - 2^e étape: le générateur convertit le mouvement du rotor en électricité;
 - 3^e étape: le transformateur amène l'électricité produite à la tension adéquate, de manière à ce qu'elle puisse circuler sur le réseau.
- avantages:
 - écologique: il n'y a aucune émission de suie ou de CO₂, puisqu'on ne brûle pas de combustibles fossiles;
 - source d'énergie durable et réutilisable: il est impossible d'épuiser le stock de vent; il y a du vent ou il n'y en a pas.
- inconvénients:
 - le vent est imprévisible: il n'y a pas toujours assez de vent et tous les sites ne conviennent pas pour l'implantation d'éoliennes
 - certains pensent que les éoliennes gâchent le paysage
 - la quantité d'électricité fournie par l'énergie éolienne reste relativement faible par rapport aux centrales électriques classiques

2.

Ici, le travail réalisé par l'élève joue naturellement un rôle essentiel. Vérifiez bien si les travaux correspondent à la description suivante. Une turbine ou un rotor, un générateur et un transformateur sont installés en chaîne. La turbine entraîne le générateur de manière à produire de l'électricité. A la fin de la chaîne, le transformateur amène l'électricité produite à la bonne tension.

Soyez également attentif à l'implantation de la centrale. Une centrale hydroélectrique doit naturellement se trouver à proximité d'un cours d'eau, une éolienne à un endroit où il y a beaucoup de vent, une centrale nucléaire dans un lieu relativement isolé, etc.

¹ Il s'agit ici naturellement d'une description simplifiée!

1. Introduction

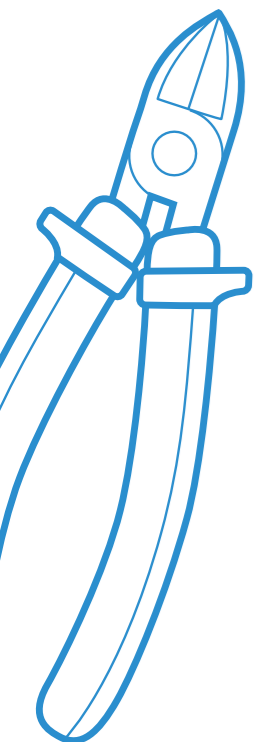
Comme l'eau, l'électricité cherche toujours la voie la plus simple pour se déplacer. Une application intelligente de ce principe nous permet de maîtriser le courant et de l'amener au bon endroit. Dans ce contexte, les isolants nous donnent un sacré coup de pouce.

Un isolant est un matériau qui entrave fortement le passage du courant électrique. Comment retenir l'électricité? Le courant électrique est produit par le déplacement d'électrons chargés négativement. Un matériau dans lequel ces électrons ont des difficultés à se déplacer ou sont immobilisés, empêche l'électricité d'aller vers un endroit non désiré. Ce type de matériau est appelé un isolant.

Le courant choisit toujours le chemin où la résistance est la moindre. Dès lors, il s'arrête au niveau de l'isolant et cherche un meilleur conducteur. Dans les circuits électriques ordinaires, le plastique est souvent utilisé pour isoler les fils électriques. Mais ce n'est pas suffisant pour la haute tension. Une fine couche de plastique ne pourrait pas arrêter l'énorme quantité d'électrons en mouvement. C'est pourquoi on utilise du verre ou de la porcelaine.

L'isolant permet d'installer les câbles à haute tension, les caténaires, les clôtures électriques... en toute sécurité, sans risque de courant de fuite ou de contournement. Mais les fils électriques et les outils ordinaires sont eux aussi composés de pièces isolantes, qui sont importantes non seulement pour la fluidité de l'électricité, mais aussi et surtout pour la sécurité de l'utilisateur. Car un courant de fuite peut provoquer une électrisation voire même une électrocution.

Un conducteur est un matériau qui laisse passer le courant électrique et qui possède une faible résistance. C'est donc exactement l'inverse de l'isolant. Tous les métaux sont des conducteurs. Mais ce ne sont pas les seuls: l'eau salée, la mine des crayons... sont aussi des conducteurs. Le fait d'être doté d'électrons très mobiles, fait d'un matériau, un bon conducteur potentiel. Tout dépend donc du type de matériau.



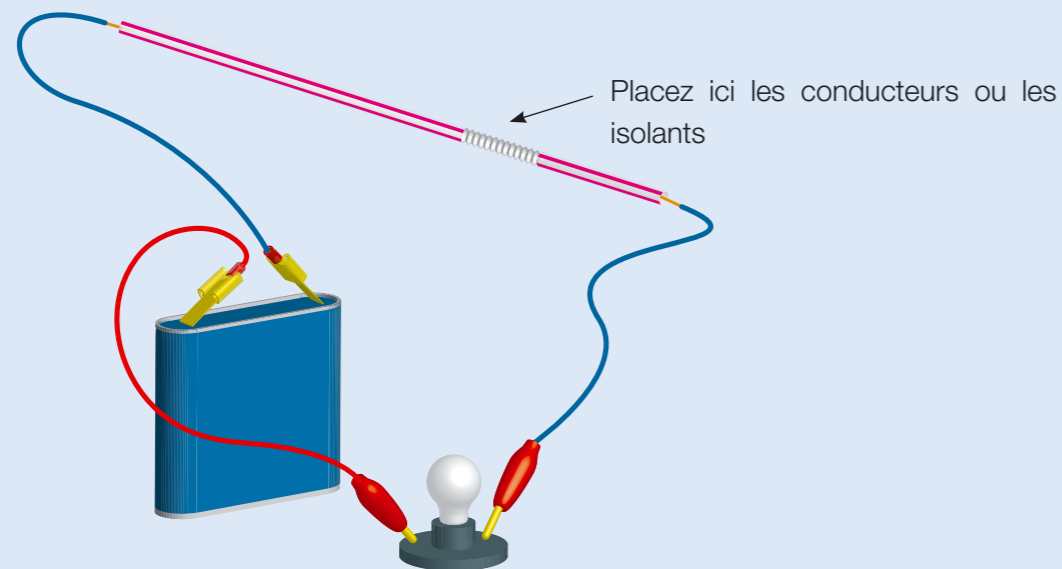
2. Exercice

2.1. Objectif de l'exercice

Nous démontrons aux élèves la présence de conducteurs et d'isolants dans les appareils électriques et dans diverses situations de la vie courante.

Démonstration

Expliquez aux élèves ce qu'est un isolant et ce qu'est un conducteur. Montrez-leur clairement la différence grâce à une petite expérience. Vous pouvez par exemple construire un petit circuit électrique avec une pile de 4,5 V, une ampoule et une ouverture dans laquelle vous pouvez placer l'objet à contrôler. Schématiquement, cette expérience peut se présenter comme suit:



Dans l'ouverture prévue dans le circuit électrique, placez successivement quelques objets conducteurs et non conducteurs:

- conducteurs:
 - un fil électrique
 - une pièce de monnaie en cuivre
 - une cuillère en métal
 - une poignée de porte en métal
- isolants:
 - une tasse en porcelaine
 - une paille
 - un stylo à bille en plastique
 - une latte en bois

Pour clôturer l'expérience, vous pouvez tester la conductivité électrique de la mine d'un crayon. Taillez les deux extrémités du crayon et raccordez les fils électriques aux deux pointes.

- Constatez avec les élèves que le charbon est un conducteur.
- Coupez le crayon en deux et constatez avec les élèves que la lumière de l'ampoule est plus intense (le charbon est un conducteur, mais il n'est pas un aussi bon conducteur qu'un fil électrique. Donc, plus le crayon est petit, plus la résistance est faible).
- Constatez avec les élèves que le bois n'est pas un conducteur (en fixant les fils électriques au bois qui entoure la mine du crayon).
- Constatez avec les élèves que le courant ne passe plus une fois que le crayon est tombé au sol (si le charbon de la mine est brisé, il n'y a plus de circuit électrique).

Mise au travail des élèves

Si c'est possible, les élèves peuvent réaliser cette expérience par eux-mêmes, par groupes de deux ou trois. Comment procéder au mieux?

- Demandez-leur préalablement d'emporter divers objets (quelques conducteurs et isolants, comme un crayon, une latte en bois ou en plastique, une paire de ciseaux ...).
- Prévoyez vous-même le matériel de base en suffisance: piles, fil électrique, ampoules et douilles à visser. Si certains élèves ont oublié leur matériel, ils peuvent toujours se servir d'un crayon ou d'un stylo à bille puisés dans leur plumier.
- Avant de mettre les élèves au travail, dessinez au tableau un schéma électrique simple, qui leur servira de référence. Après une (petite) démonstration et explication de votre part, les élèves peuvent reproduire le circuit électrique.
- Demandez-leur de décrire, pour chaque objet testé, si l'ampoule s'allume, et quelle intensité de lumière elle produit le cas échéant.
- Vous pouvez naturellement laisser les élèves couper et dénuder les fils. Mais ne les laissez faire qu'à condition qu'ils maîtrisent cette manipulation, que vous disposiez d'assez de temps et que cette activité cadre dans le contexte de vos cours.
- Si ce n'est pas le cas, prévoyez plutôt des fils dotés de fiches et/ou de pinces crocodiles pour que l'expérience se déroule rapidement et en toute sécurité.

Conclusion

Pour terminer, amenez les élèves à la conclusion que les isolants sont très importants pour la sécurité (danger d'électrisation et d'électrocution). Mais signalez quand même que la présence d'un isolant ne signifie pas que la sécurité est garantie à 100%. Insistez sur la consigne absolue: ne jamais travailler sur un appareil placé dans un circuit électrique fermé.

2.2. Réalisation de l'exercice

Exposez aux élèves les cinq situations (voir les fiches) dans lesquelles on utilise des conducteurs et des isolants. Sur la base des connaissances acquises lors de la mise en place de l'exercice, ils sont maintenant invités à :

- identifier les conducteurs et les isolants sur la photo/l'illustration;
- expliquer le rôle des conducteurs et des isolants;
- désigner l'élément auquel la source de courant est branchée.

Distribuez les fiches pratiques. Demandez aux élèves de faire l'exercice :

- **en classe:** seul ou par groupes de deux;
- **à la maison:** donnez-leur les fiches à remplir comme devoir et assignez à chaque élève une situation qu'il devra expliquer au prochain cours. Pour préparer son exposé, il peut bien sûr faire des recherches à la bibliothèque ou sur Internet.
- **en groupes:** selon le nombre d'élèves dans la classe, répartissez-les en groupes et attribuez-leur les différents exercices: 1 groupe par exercice. Si les groupes sont trop grands, vous pouvez aussi faire travailler 2 groupes sur un même exercice. Chaque groupe s'attelle à 1 situation et recherche de la documentation supplémentaire (photos, textes...) dans des livres, des magazines ou sur Internet. Durant le premier cours, vous pouvez présenter et expliquer l'exercice. Puis, durant le deuxième cours, chaque groupe présente ses résultats devant la classe.

2.3. Evaluation de l'exercice

Discutez des résultats en classe.

Attardez-vous sur chacune des 5 situations. Comparez l'exercice de la fiche avec l'expérience initiale.

2.4. Solutions

Situation n°1: la clôture

- 1) Les conducteurs sont la clôture électrique et le fil électrique.
- 2) Les isolateurs sont les isolants à distance en plastique ou en céramique pour la clôture électrique et les poteaux en bois.
- 3) Les conducteurs servent à empêcher les animaux ou les intrus de dépasser les limites du terrain.
- 4) Les isolateurs à distance veillent à l'absence de tension sur la clôture et les poteaux. En effet, il faut toujours pouvoir toucher la clôture et les poteaux sans recevoir une décharge.
- 5) La source de tension est raccordée à la clôture électrique via les fils électriques.

Situation n°2: les câbles haute tension

- 1) Les conducteurs sont le fil électrique et les pylônes.
- 2) Les isolateurs sont les isolants à haute tension en céramique.
- 3) Les conducteurs sont utilisés pour transporter le courant électrique de la centrale jusqu'aux maisons ou aux usines.
- 4) Les isolateurs veillent à l'absence de tension sur les pylônes, afin d'empêcher tout courant de fuite. Il faut en outre toujours pouvoir toucher le pylône sans recevoir une décharge.
- 5) La source de tension est raccordée aux fils électriques.

Situation n°3: le train en mouvement

- 1) Les conducteurs sont les caténaires, les pylônes et les pantographes du train.
- 2) Les isolateurs sont les isolants à haute tension et les raccords utilisés pour fixer les pantographes sur le train.
- 3) Les conducteurs transportent le courant électrique du réseau jusqu'au moteur du train.
- 4) Les isolants veillent à l'absence de tension sur les pylônes et sur le train. En effet, il faut toujours pouvoir toucher les pylônes et le train sans recevoir une décharge électrique.
- 5) La source de courant est raccordée aux caténaires via un coffret ou une armoire électrique.

Situation n°4: la pince à dénuder

- 1) Le conducteur est le bec de la pince.
- 2) Les isolants sont les poignées.
- 3) Une pince est faite en métal pour une question de solidité. Le métal est un conducteur. Mais ce n'est pas ce que l'on attend d'une pince. Au contraire même, car cela peut être dangereux lorsque la pince est utilisée sur des installations électriques.
- 4) L'isolant protège la personne qui manie la pince contre tout risque de décharge inattendue, voire d'électrisation et même d'électrocution.
- 5) Aucune source de courant n'est raccordée à une pince en toute connaissance de cause.

Situation n°5: le câble électrique

- 1) Les conducteurs sont les fils électriques en cuivre et les broches de la fiche.
- 2) L'isolant est l'isolation qui entoure les différents fils et la fiche.
- 3) Les conducteurs transportent le courant de la prise jusqu'à l'appareil.
- 4) Les isolants protègent la personne qui branche l'appareil dans la prise et qui utilise l'appareil au quotidien.
- 5) La source de courant est la prise. Les broches de la fiche sont raccordées à la prise.



Un circuit électrique en papier

1. Introduction

Un circuit électrique est un circuit fermé. Par 'fermé', on entend qu'il n'y a qu'un seul chemin par lequel le courant électrique peut passer d'un pôle à l'autre. Le courant électrique vient d'une source de courant intégrée dans le circuit électrique.

Un circuit électrique se compose de conducteurs et est ouvert ou fermé au moyen d'un interrupteur. Un circuit électrique se compose de récepteurs², de compteurs, de résistances et de fusibles. Ces éléments peuvent être installés en série ou en parallèle.

Cette présentation générale est difficile à visualiser dans la réalité. Les lignes électriques sont souvent cachées, s'entremêlent et disparaissent dans les gaines, les coffrets électriques et les appareils. La construction d'un circuit électrique simplifié aidera à visualiser ce qu'est réellement un circuit électrique. Par contre, il est presque impossible de visualiser les réseaux complexes.

Le schéma électrique constitue alors la solution idéale. Des conventions internationales définissent les composants électriques. Ainsi, un interrupteur, une source de courant, un conducteur, une résistance, une lampe, etc. sont tous représentés par des symboles universels. Des symboles qui sont identiques dans tous les pays. Il vaut mieux, car les appareils électriques sont souvent fabriqués à l'autre bout du monde avant d'être utilisés et – si nécessaire – réparés chez nous. Ces conventions facilitent non seulement la communication technique, mais ils nous protègent aussi contre les accidents – d'où l'importance des symboles de danger électrique.

Vous retrouverez les principaux symboles sur le tableau des symboles électriques, disponible parmi les fiches.

² Par 'consommateur', nous entendons ici un 'appareil électrique'.

Les conventions internationales ne sont pas seulement appliquées aux matériaux et aux appareils, mais aussi aux principales grandeurs et unités utilisées dans l'électricité. Les symboles et les abréviations sont toujours en majuscule. Voici un récapitulatif des plus importants:

Grandeur	Symbole (grandeur)	Unité	Symbole (unité)
tension	U	volt	V
courant	I	ampère	A
puissance	P	watt	W
résistance	R	ohm	Ω

2. Exercice

2.1. Mise en place de l'exercice

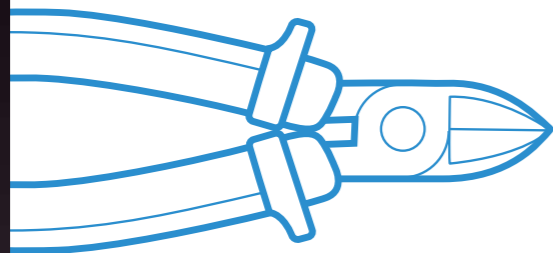
Nous allons faire comprendre l'importance des symboles normalisés aux élèves. Après cela, nous les familiariserons avec les symboles électriques.

Mise au travail des élèves

Demandez aux élèves de citer 5 symboles qui ont la même signification dans le monde entier – pas nécessairement en rapport avec l'électricité. Demandez-leur aussi d'expliquer pourquoi il est aussi important que tout le monde sache tout de suite ce que signifie chaque symbole.

Donnez-leur quelques suggestions:





Vous pouvez naturellement développer l'exercice en leur demandant de faire des recherches à domicile ou à l'école et de présenter une photo du symbole devant la classe. Demandez-leur de trouver au moins un exemple de symbole ayant un rapport avec l'électricité.

Démonstration

Expliquez que, dans un schéma électrique, on utilise exactement les mêmes conventions et démontrez-le en dessinant le circuit électrique d'un living, constitué des éléments suivants:

- une source de courant;
- un interrupteur qui commande deux points lumineux;
- deux récepteurs dotés d'interrupteurs (par ex. cafetière électrique et aspirateur);
- dessinez un schéma avec des montages en parallèle, permettant à chaque appareil de fonctionner indépendamment.

Expliquez les symboles suivants:

- source de courant;
- conducteur;
- interrupteur;
- point lumineux;

Distribuez le tableau des symboles électriques aux élèves et demandez-leur de faire les exercices.

2.2. Réalisation de l'exercice

Présentez les exercices aux élèves. Invitez-les à se servir des informations compilées dans les fiches pratiques et de leurs connaissances de base des circuits électriques pour:

- relier chaque symbole avec l'appareil ou le matériau qui y correspond;
- identifier les bons symboles dans les circuits électriques;
- comprendre et interpréter le schéma électrique;
- distinguer les unités et les symboles normalisés de tension, courant, puissance et résistance.

Distribuez les fiches pratiques. Demandez aux élèves de faire l'exercice:

- **en classe:** seul ou par groupes de deux
- **à la maison:** comme devoir

2.3. Evaluation de l'exercice

Discutez des résultats en classe.

Attardez-vous sur les différences parfois subtiles entre plusieurs symboles (par ex. entre les symboles de 'source de courant' et de 'mise à la terre').

Enfin, montrez les symboles de danger électrique et expliquez-les:



tension électrique



danger d'électrocution
(par ex. pylône à haute tension)

2.4. Solutions

1^{er} exercice:

A: 3 B: 7 C: 1

2^e exercice:

Grandeur	Symbole (grandeur)	Unité	Symbole (unité)
courant	I	ampère	A
tension	U	volt	V
résistance	R	ohm	Ω
puissance	P	watt	W

3^e exercice:

1a.

- la résistance:
- les lampes d'éclairage:
- le moteur:

1b. 2, il y a deux sources de courant, chacune se trouvant dans un circuit distinct

1c. 3, ils sont ouverts

2a. A / 2b. C

3b. Quand il y a du courant. C'est l'ampèremètre qui l'indique.

3c.

- A: 2
- B: 3
- C: 4
- D: 1
- E: 1, 3 et 4

4 Consommation d'énergie: des chiffres et des lettres

1. Introduction

Trop souvent, on pense que la consommation d'énergie se cantonne au niveau du compteur, dans une cave sombre ou un garage poussiéreux. Le compteur tourne au fur et à mesure que l'on consomme de l'électricité. Et ce n'est qu'une fois la facture en main que l'utilisateur a une vision réelle de sa consommation.

Pourtant, il existe une autre façon d'évaluer sa consommation d'énergie avant de recevoir la facture du fournisseur. Car les appareils divulguent les secrets de leur consommation d'une autre façon. Depuis quelques années, les réfrigérateurs, les congélateurs, les lave-linge et les sèche-linge à usage domestique doivent être munis d'une étiquette-énergie. L'Union européenne a instauré cette mesure dans le but de limiter la consommation d'énergie. L'étiquette-énergie a pour but d'informer le consommateur afin qu'il puisse facilement évaluer la consommation d'un appareil dès son achat.

Une enquête révèle que 60% des consommateurs accordent de l'importance à la consommation d'énergie lorsqu'ils achètent une machine. Plus de la moitié des consommateurs se disent même prêts à payer davantage pour une machine qui consommera moins d'énergie. Les étiquettes-énergie ont vu le jour pour encourager une consommation raisonnée de l'énergie. Car une bonne gestion de l'énergie permet non seulement de réaliser des économies mais aussi de préserver l'environnement.

Alphabet énergétique

La consommation des appareils électroménagers se décline en sept classes, chaque classe étant représentée par une lettre (de A à G). Les appareils de la classe A sont les plus économes en énergie, les appareils de la classe D ont une consommation moyenne et les appareils de la classe G sont les énergivores. En outre, les labels A+ et A++ sont venus s'ajouter au label A pour une certaine catégorie d'appareils. Ces machines consomment encore moins d'énergie que ceux de la classe A.

Sur certains appareils, l'étiquette-énergie est également accompagnée d'une icône représentant une pâquerette. Cela signifie non seulement que l'appareil est un faible consommateur d'énergie, mais qu'en plus, il a été fabriqué dans le respect de l'environnement.

Comme les appareils électriques, les luminaires sont aussi dotés d'une étiquette-énergie similaire, qui mentionne également leur consommation énergétique. La nature de l'éclairage coïncide souvent avec l'étiquette-énergie – et la consommation qui y correspond. Pour les ampoules et luminaires, on distingue les classes suivantes:

Classe A: tubes néons ou ampoules économiques

Classe B: ampoules économiques

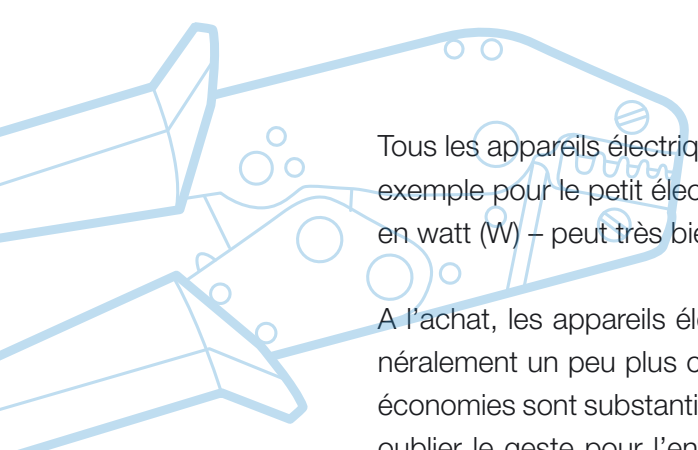
Classes C et D: halogènes

Classes E, F et G: ampoules et tubes à incandescence

Pas de conclusions hâtives

Attention: l'alphabet énergétique ne suffit pas pour tout savoir sur la consommation d'un appareil! Seules les étiquettes-énergie d'appareils comparables peuvent être comparées! On ne compare pas des pommes et des poires! Un frigo qui porte le label A ne consomme pas moins d'énergie qu'une ampoule de classe B. L'usage qu'on en fait compte aussi: la consommation d'une ampoule qui porte le label A n'est inférieure à celle d'une ampoule de classe B que dans le cas où elles restent allumées pendant la même durée! Et ne vous laissez pas duper par les dimensions d'un appareil: un petit congélateur porteur du label B peut être moins énergivore qu'un grand congélateur de classe A ...

Dans le commerce, tous les nouveaux lave-linge, par exemple, sont accompagnés d'une petite fiche qui résume toutes sortes d'informations sur leur consommation. En haut de cette fiche, la classe énergétique de l'appareil est indiquée sur une échelle en couleur. Vient ensuite la consommation en kWh par an. Puis toute une série de données pertinentes, comme le bruit produit, la capacité, la consommation d'eau, etc. Lorsque l'on compare plusieurs appareils, il vaut mieux regarder non seulement la classe énergétique, mais aussi la consommation annuelle (en kWh).



Tous les appareils électriques ne sont pas dotés de ce type de fiche. C'est le cas par exemple pour le petit électro et les ampoules. Dans ce cas, la puissance – exprimée en watt (W) – peut très bien servir de point de comparaison.

A l'achat, les appareils électroménagers les plus économes en énergie coûtent généralement un peu plus chers que leurs homologues énergivores. Mais à terme, les économies sont substantielles et la différence de prix est rapidement récupérée. Sans oublier le geste pour l'environnement. Aujourd'hui, il est également prouvé que les ampoules économiques ont une durée de vie beaucoup plus longue que les autres.

2. Exercice

2.1. Mise en place de l'exercice

Nous allons attirer l'attention des élèves sur la présence d'étiquettes, de labels et d'informations sur les appareils électriques et les luminaires.

Mise au travail des élèves

Demandez aux élèves d'amener en classe au moins une ampoule dans son emballage. De votre côté, assurez-vous aussi de prévoir les lampes et emballages nécessaires, en faisant éventuellement appel à l'économat. Vous aurez ainsi la certitude de pouvoir étudier différents types de lampes (ampoules économiques, lampes à incandescence, halogènes, tubes néon ...).

Demandez aux élèves de noter les données suivantes:

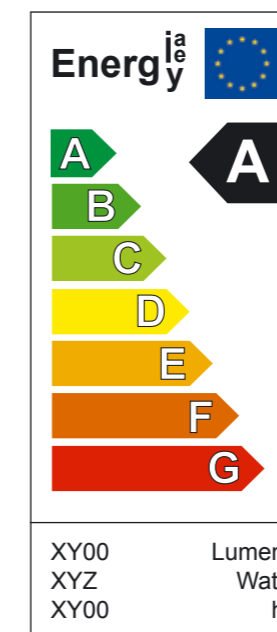
- Quels chiffres retrouvent-ils sur les emballages?
- L'emballage porte-t-il des labels ou des symboles? Lesquels? A quoi ressemblent-ils?
- Est-il fait mention de la durée de vie? De la consommation?

Vous pouvez les guider en préparant une petite fiche qu'ils n'auront plus qu'à remplir. Vous pouvez bien sûr aussi noter les différentes questions au tableau.

Abordez les sujets suivants avec les élèves:

- rappelez ce que représente la puissance (W) et pourquoi elle constitue une indication de la consommation de courant;
- analysez les différents symboles en marquant bien la différence entre les symboles liés à la sécurité, à l'environnement et à la consommation d'énergie;
- expliquez les symboles énergétiques et leur rapport avec la consommation.

Si vous souhaitez développer le thème des symboles liés à la consommation énergétique, n'hésitez pas à utiliser la fiche ci-dessous. Cette fiche est disponible en plus grand à la page 59.



Expliquez la structure des labels et le fonctionnement des différentes rubriques. Expliquez que les données ci-dessous (lumen, watt et h) peuvent aussi fournir des informations précieuses sur l'utilisation et la consommation.

- **lumen:** unité exprimant la quantité de lumière émise par unité de temps par une source lumineuse. Un grand nombre de lumens est souvent synonyme de consommation élevée.
- **watt:** (symbole W) unité exprimant la puissance et indiquant la quantité d'énergie consommée par unité de temps. Plus le chiffre est élevé, plus la consommation est importante.
- **h:** abréviation de l'unité de temps 'heure', elle précise la durée de vie escomptée de fonctionnement. Les ampoules à incandescence ont une durée de vie nettement inférieure à celle des ampoules économiques.

Demandez aux élèves d'utiliser les informations disponibles sur les ampoules et les emballages pour les classer selon leur consommation, leur luminance et/ou leur durée de vie. Entamez un débat sur les différents résultats obtenus.

Conclusion

En guise de conclusion, amenez les élèves à la conclusion que l'étiquette-énergie est un facteur de poids dans le choix d'un nouvel appareil électroménager: tant pour l'environnement que pour le portefeuille.

