



Exercice 1

Trouve la source de courant !

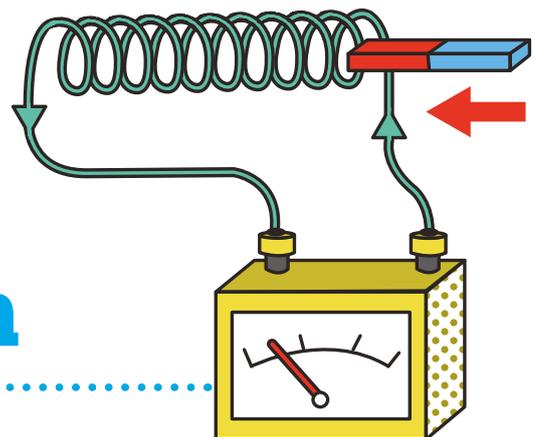


1. Introduction

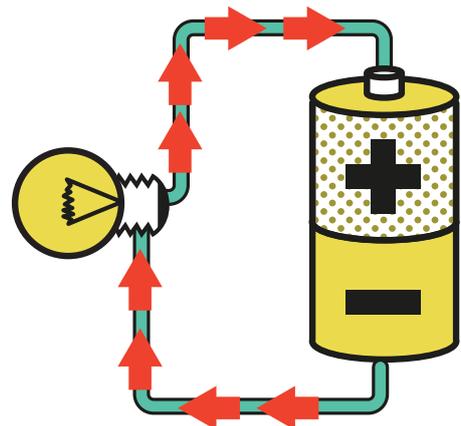
L'électricité sort d'une prise de courant, en abondance et sans discontinuer. Et cela nous paraît tout à fait normal. C'est pourtant un véritable tour de force que de mettre l'électricité à notre disposition avec une telle facilité.

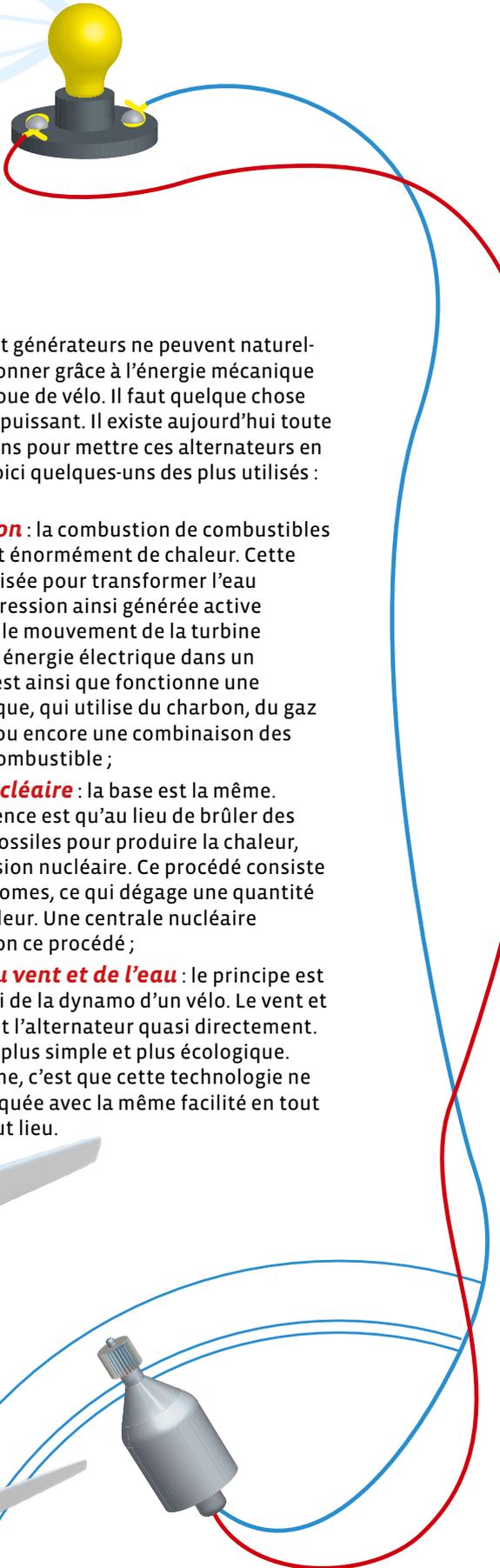
Avant de pouvoir utiliser le courant sans limite, deux conditions essentielles doivent être réunies : générer l'électricité et la transporter jusqu'au consommateur, par exemple dans une maison. Attardons-nous un peu sur la première condition : comment génère-t-on de l'électricité ?

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.





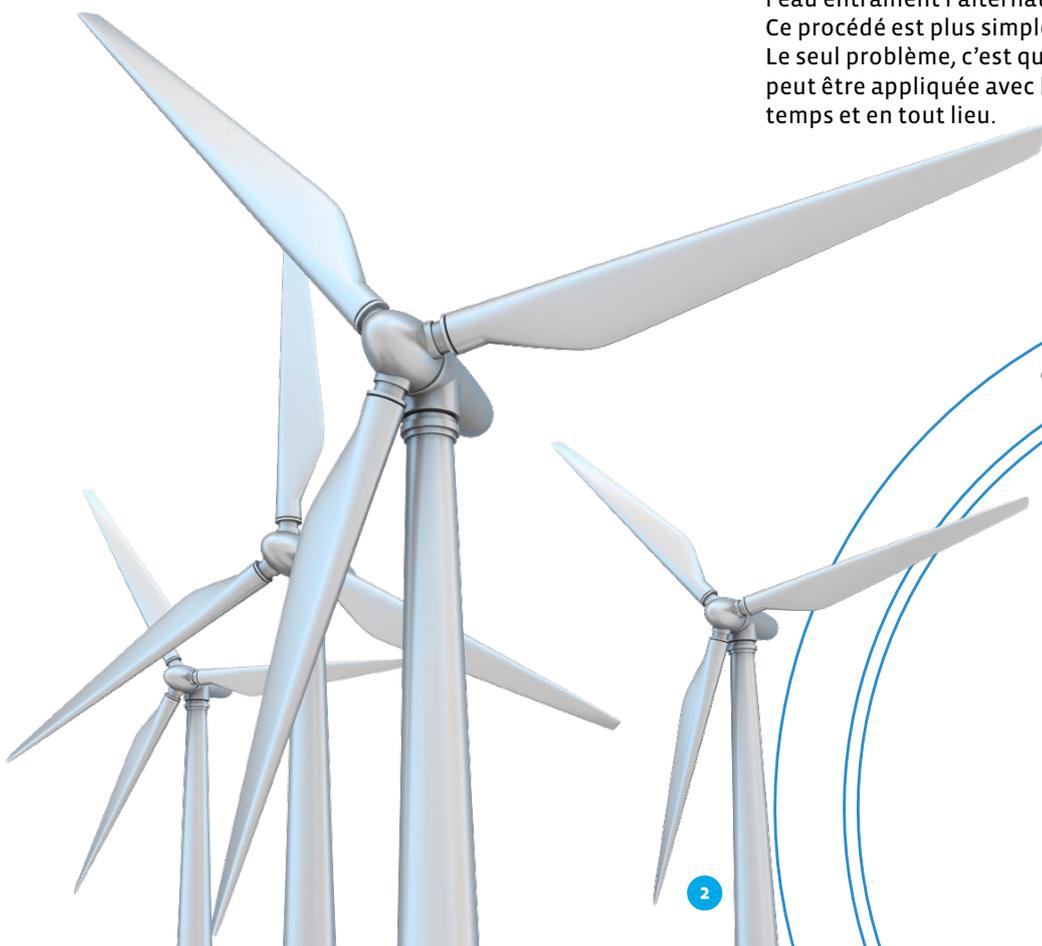
Les champs magnétiques

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.

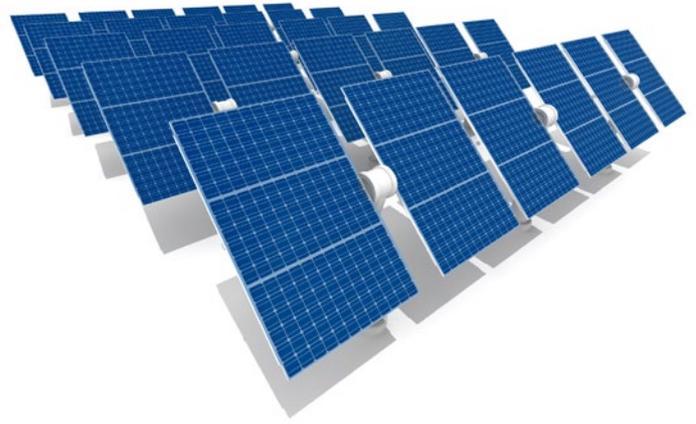


Les réactions chimiques

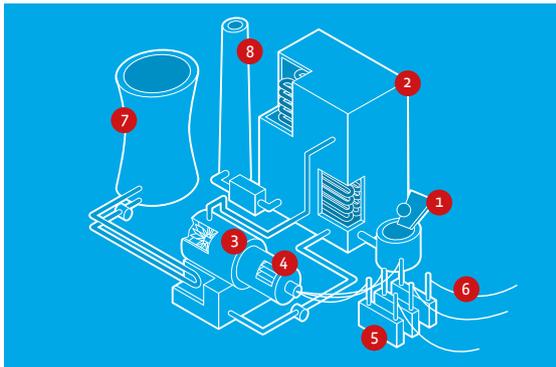
L'électricité ne doit pas nécessairement découler d'une forme de mouvement mécanique. La chimie peut aussi faire des miracles. Le contact entre différentes substances, généralement sous forme liquide, peut générer une réaction chimique capable de déplacer les électrons d'une substance à l'autre. C'est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

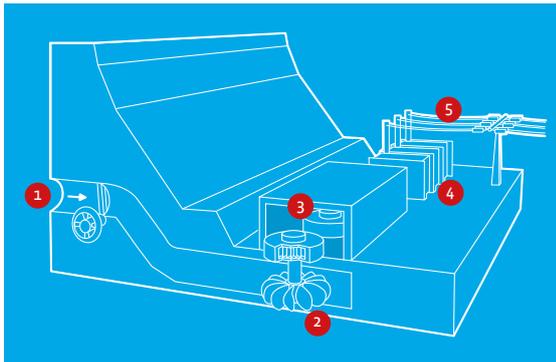


Cela semble très simple de générer de l'électricité au moyen de cellules photovoltaïques. Serait-ce la fin des centrales électriques ? Non, pas vraiment. Tout comme les piles et les batteries, les cellules photovoltaïques ne produisent que du courant continu. Il faut donc d'abord le transformer en courant 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.



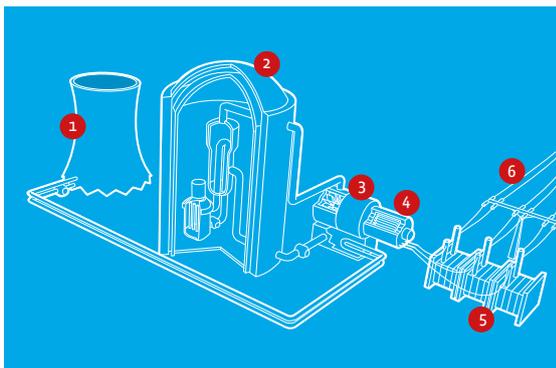
La centrale thermique

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



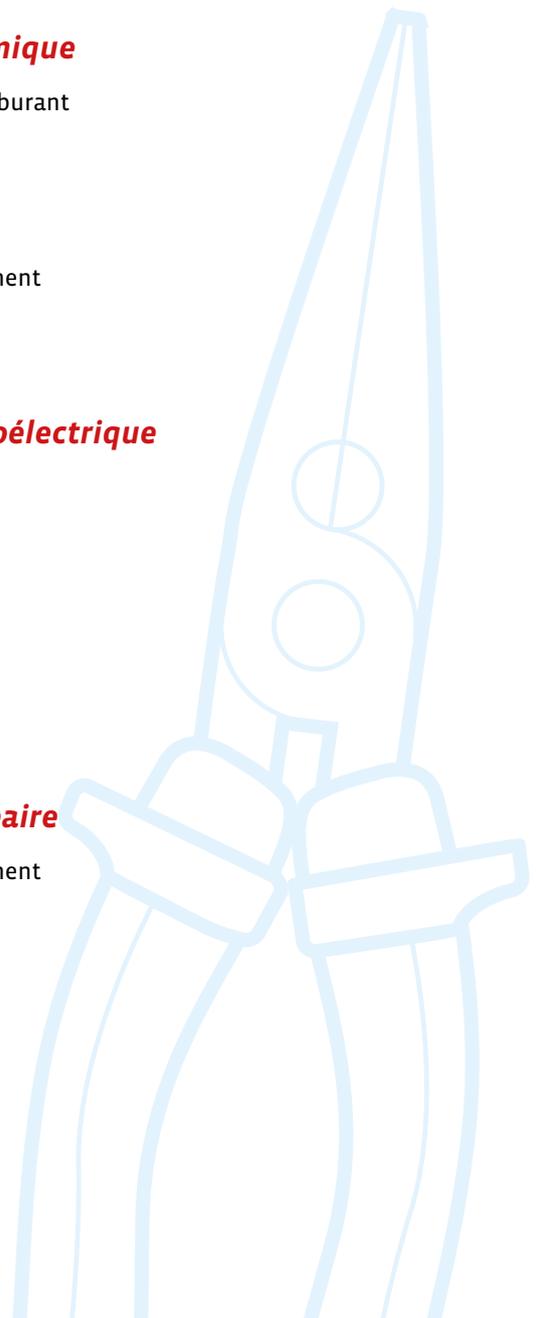
La centrale hydroélectrique

- 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 roulette de la dynamo est en contact avec le pneu ?

- ✓ lorsque la roue tourne, la roulette de la dynamo tourne aussi ;
- ✓ il faut absolument que la roulette 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.

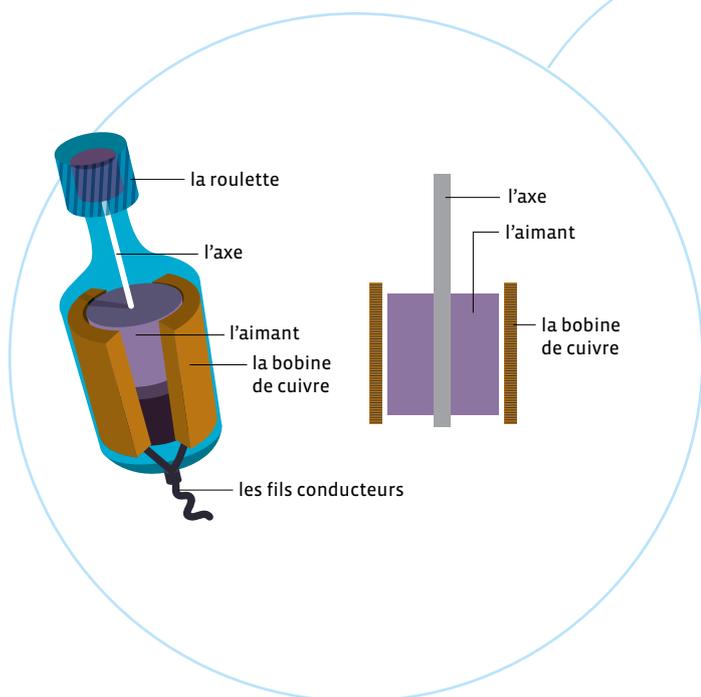
Croquis d'une dynamo

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.

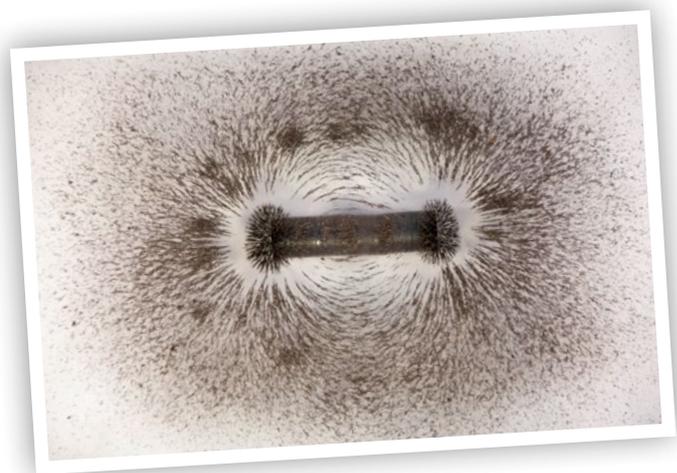
Dispersez de la limaille de fer sur une feuille de papier blanc. Disposez une fine plaque de verre ou de plexi-glas transparent sur le papier et demandez aux élèves de déplacer l'aimant par-dessus. La limaille suivra les mouvements de l'aimant. Une alternative consiste à placer l'aimant sous la feuille 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 2^e 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

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

Situation n°2 : Montgolfière

- La montgolfière bouge, elle s'élève.
- Le mouvement est causé par le réchauffement de l'air dans le ballon : c'est une flamme qui chauffe l'air.
- 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 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.
- La roulette située au sommet de la dynamo est entraînée par la rotation de la roue du vélo.
- 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

- Le vent.
- 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

- La roue hydraulique est mise en mouvement par la chute d'eau sur les aubes.
- 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

a. Le plan par étapes

✂ La chaudière

- L'eau réchauffée circule dans les conduites de l'échangeur de chaleur.
- L'arrivée de chaleur dans la chaudière chauffe l'eau jusqu'à son point d'ébullition, sans créer de vapeur.
- 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

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

✂ Le générateur

- Dans un générateur, c'est le rotor qui est en mouvement.
- 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.
- Pour faire tourner le rotor de la turbine, il faut de la vapeur.

✂ Le transformateur

- Ici, c'est le courant électrique qui est en mouvement : il quitte la centrale électrique.
- 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.
- L'alimentation constante en électricité.

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

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

c. 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.

3^e exercice

A. La centrale qui utilise la force du vent

✎ les pièces nécessaires

(Il s'agit ici naturellement d'une description simplifiée !) : 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.

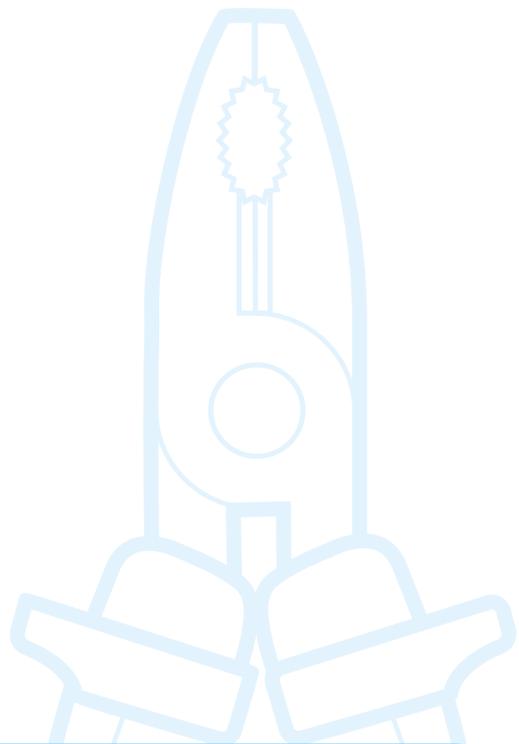
✎ inconvénients :

- 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.

B. Imagine ta propre centrale électrique.

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.



VOLTA

KRUISPUNT VAN ELEKTROTECHNIEK
CARREFOUR DE L'ELECTROTECHNIQUE



restez 
branches
powered by VOLTA

'Trouve la source de l'électricité' fait partie de l'offre éducative que Volta, le carrefour de l'électrotechnique, met à disposition sur www.restezbranches.be. Volta s'engage, à l'initiative des partenaires sociaux, à valoriser les formations et les métiers du secteur des électriciens.