



Lycée(s)	Général	Technologique	Professionnel
Niveau(x)	CAP	Seconde	Première
Enseignement(s)	Commun	De spécialité	Optionnel
Enseignement scientifique			

Convertir l'énergie mécanique en énergie électrique : l'alternateur

Thème

- Thème 2 – Le futur des énergies

Partie

- 2.1 – Deux siècles d'énergie électrique

Objectifs généraux

- Identifier et comprendre les effets de la science sur les sociétés et sur l'environnement.
- Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques.

Savoirs

- Les alternateurs électriques exploitent le phénomène d'induction électromagnétique découvert par Faraday puis théorisé par Maxwell au XIX^e siècle. Ils réalisent une conversion d'énergie mécanique en énergie électrique avec un rendement potentiellement proche de 1.

Savoir-faire

- Reconnaître les éléments principaux d'un alternateur (source de champ magnétique et fil conducteur en mouvement relatif) dans un schéma fourni.
- Définir le rendement d'un alternateur et citer un phénomène susceptible de l'influencer.

Présentation du scénario

Il s'agit dans un premier temps de visualiser le lien entre phénomène électrique et phénomène magnétique par l'intermédiaire de deux expériences facilement réalisables en classe, analogues à celles mises en œuvre historiquement par Ørsted et Maxwell. L'alternateur sera ensuite introduit comme application technologique majeure du phénomène d'induction. Quelques-uns de ses caractéristiques principales et de ses domaines d'application seront abordés, telles que les éoliennes.

Description du scénario pédagogique

Intitulé des séances et durée

1. Séance n° 1 : de l'induction électromagnétique aux alternateurs (1 h)
2. Séance n° 2 : rendement d'un alternateur (1 h)

Pré-requis et place dans la progression

Cette ressource ouvre le thème 2 « le futur des énergies ».

Prérequis :

- formes de l'énergie ;
- l'énergie mécanique est liée à l'énergie cinétique et aux énergies potentielles ;
- un aimant est une source de champ magnétique ;
- notion d'intensité, de tension et de puissance électrique.

Présentation des séances

Séance 1 : De l'induction électromagnétique aux alternateurs

Objectifs de la séance

Objectifs généraux

- Identifier et comprendre les effets de la science sur les sociétés et sur l'environnement.
- Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques.

Savoirs

Les alternateurs électriques exploitent le phénomène d'induction électromagnétique découvert par Faraday puis théorisé par Maxwell au XIX^e siècle.

Savoir-faire

Reconnaître les éléments principaux d'un alternateur (source de champ magnétique et fil conducteur en mouvement relatif) dans un schéma fourni.

Présentation de la séance

L'étude de deux expériences facilement réalisables en classe, analogues à celles mises en œuvre historiquement par Ørsted et Maxwell, permet de visualiser le lien entre phénomène électrique et phénomène magnétique, et d'introduire la notion d'induction électromagnétique découverte au XIX^e siècle. L'étude d'une vidéo du CEA permet de comprendre la constitution, le principe de fonctionnement et l'intérêt de l'alternateur dans la production d'électricité.

Mise en situation et questionnements

Pour limiter le dégagement de CO₂ lié à l'obtention d'énergie électrique, il faut disposer de dispositifs de production d'électricité qui ne nécessitent pas de combustion. C'est le cas des productions hydroélectrique, éolienne et nucléaire. Dans le cas des énergies éolienne, hydroélectrique ou marémotrice, on dispose d'énergie mécanique (énergie cinétique du vent pour l'énergie éolienne ou énergie potentielle de pesanteur pour l'eau d'un barrage). Dans les centrales nucléaires, la chaleur dégagée par les réactions thermonucléaires est utilisée pour former de la vapeur d'eau, qui permet le fonctionnement des turbines. Cette énergie mécanique décarbonée est ensuite convertie en énergie électrique : on parle de conversion électromécanique. Le convertisseur le plus utilisé aujourd'hui est l'alternateur, qui permet d'obtenir de l'énergie électrique à courant alternatif à partir d'énergie mécanique. Ce mode de conversion est une technologie très bien maîtrisée de nos jours. Plus de 98 % de la production d'énergie électrique mondiale aujourd'hui provient d'une conversion électromécanique.

- Quel est le principe de fonctionnement d'un alternateur ?
- Quels en sont les composants essentiels ?

Organisation du travail

Les élèves disposent d'une aiguille aimantée ou d'une boussole, d'un générateur de tension continue et de fils conducteurs. Ils réalisent le montage proposé pour mettre en évidence l'effet du passage du courant dans un fil conducteur sur une boussole. Ils doivent en déduire que le passage d'un courant électrique dans un fil conducteur permet de créer un champ magnétique, à l'origine de la déviation de l'aiguille.

On propose ensuite d'étudier la réciproque du phénomène mis en évidence précédemment. Cette fois, ils sont amenés à déplacer un aimant à proximité d'un fil conducteur (bobine) relié à un ampèremètre pour visualiser l'effet du mouvement relatif entre la bobine et l'aimant sur l'apparition d'un courant dans le fil conducteur, mesuré par l'ampèremètre.

Éléments de réponse attendus : Dès lors, la relation entre phénomènes magnétiques et phénomènes électriques est établie expérimentalement. On définit l'induction : lorsque le champ magnétique dans lequel est plongé un circuit électrique évolue dans le temps, tout se passe comme si ce circuit contenait un générateur électrique.

L'étude d'une vidéo du CEA « [Comment produit-on de l'électricité ?](#) » permet aux élèves de comprendre le lien entre le phénomène d'induction électromagnétique étudié précédemment et le rôle de l'alternateur dans la conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique.

Éléments de réponse attendus : Un alternateur est un convertisseur d'énergie mécanique en énergie électrique dont le fonctionnement est basé sur le phénomène d'induction électromagnétique. Il est constitué d'un aimant (ou d'un électroaimant) et d'un fil conducteur (bobine). La partie fixe est appelée stator et la partie mobile rotor.

Séance 2 : Rendement d'un alternateur

Objectifs de la séance

Objectifs généraux

Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques.

Savoirs

Les alternateurs réalisent une conversion d'énergie mécanique en énergie électrique avec un rendement potentiellement proche de 1.

Savoir-faire

Définir le rendement d'un alternateur et citer un phénomène susceptible de l'influencer.

Présentation de la séance

On fait le choix d'étudier les conversions d'énergie réalisées par une éolienne afin de déterminer le rendement d'un alternateur.

Mise en situation et questionnements

Lors d'une conversion d'énergie, toute l'énergie fournie n'est pas convertie en énergie utile (forme d'énergie que l'on souhaite obtenir). Une partie de l'énergie est dissipée. Le rendement d'un convertisseur tel que l'alternateur est une propriété déterminante qui permet de quantifier l'efficacité de la conversion d'énergie.

Quel est le rendement d'un alternateur ? Par quels phénomènes peut-il être influencé ?

Organisation du travail

À partir d'une étude de documents, on propose aux élèves d'étudier les conversions d'énergies réalisées par une éolienne et d'en déduire le rendement de l'alternateur et de l'éolienne. Les élèves sont ensuite amenés à formuler des hypothèses quant à l'origine des différentes pertes énergétiques. Ils concluent sur la faisabilité d'une généralisation des éoliennes en remplacement des centrales thermiques.

Éléments de réponse attendus : Le rendement permet de déterminer la quantité d'énergie utile (ici électrique) par rapport à l'énergie fournie (ici mécanique) au convertisseur. Le rendement de l'alternateur est légèrement inférieur à 1 à cause de pertes sous forme d'énergie thermique liées par exemple aux frottements

Ouverture pour la partie suivante (production photovoltaïque) : Connaissez-vous d'autres convertisseurs qui permettent de produire de l'énergie électrique décarbonée ?