



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

Conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique : l'alternateur

De l'induction électromagnétique aux alternateurs

Objectifs de la séance

- Identifier et comprendre les effets de la science sur les sociétés et sur l'environnement.
- Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques.
- Savoir qu'un alternateur réalise une conversion d'énergie mécanique en énergie électrique en utilisant le phénomène d'induction électromagnétique.
- Connaître les éléments principaux d'un alternateur

Mise en situation

Pour limiter le dégagement de CO_2 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 (y compris 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 fait fonctionner 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 ?

Support activité des élèves

L'alternateur utilise le principe physique de l'induction, dont la découverte et la formalisation par les équations de Maxwell sont assez récentes (XIX^e siècle). Jusqu'à cette date, on distinguait les phénomènes magnétiques, connus depuis l'Antiquité (boussoles et autres aimants) des phénomènes électriques, étudiés en particulier par Charles-Augustin Coulomb à la fin du XVIII^e siècle. En 1800, la pile d'Alessandro Volta permet la génération de courants électriques, qui sont des charges électriques en mouvement. Le lien entre magnétisme et électricité n'est établi qu'en 1820 par Hans-Christian Ørsted.

On propose de mettre en œuvre une expérience similaire à celle réalisée par Ørsted pour mieux comprendre le lien entre les phénomènes électriques et les phénomènes magnétiques.

Effet d'un courant sur un aimant

Document 1 : Une illustration de l'expérience d'Ørsted

On utilise un dispositif constitué d'un fil de cuivre sous lequel on place une aiguille aimantée. La rotation de l'aiguille est libre, l'aiguille se place selon la direction du champ magnétique terrestre (photo ci-dessous). On oriente le fil de cuivre parallèlement à l'aiguille. On relie le fil de cuivre à un générateur électrique et un interrupteur ouverts branchés en série.



Consignes :

- Réaliser le montage proposé ci-dessus en laissant l'interrupteur ouvert.
- Prévoir ce qui va se passer en fermant l'interrupteur pour qu'un courant électrique continu circule dans le fil de cuivre.
- Effectuer la manipulation et noter vos observations.
- Indiquer si elles correspondent à vos prévisions.
- Les interpréter en termes de transfert et de conversion d'énergie.
- Conclure en répondant à la question : « Que montre cette expérience ? ».

La réciproque de cette découverte reste dès lors à établir.

Le phénomène d'induction

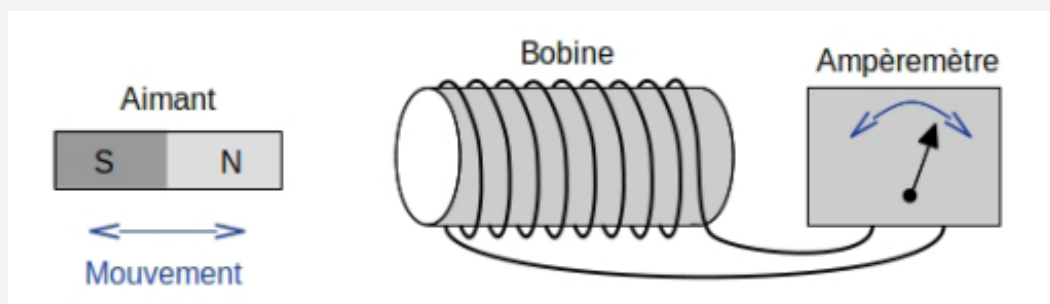
Matériel disponible : Une bobine de cuivre, un aimant, un ampèremètre

Consignes :

- À partir du matériel disponible, proposer un protocole expérimental permettant de montrer la réciproque : « Le mouvement d'un aimant peut créer un courant électrique dans un fil conducteur ».
- Mettre en œuvre le protocole proposé.
- Noter vos observations.
- Les interpréter, puis conclure en termes de transfert et de conversion d'énergie.

En 1831, Michael Faraday montre par l'expérience qu'un circuit électrique fermé est parcouru par un courant électrique lorsqu'il est plongé dans un champ magnétique variable dans le temps, obtenu par exemple par le mouvement d'un aimant à proximité du circuit électrique. Ce phénomène est également observable lorsque c'est le circuit électrique qui est en mouvement dans un champ magnétique. C'est le phénomène d'induction.

Document 2 : Une illustration de l'expérience de Faraday

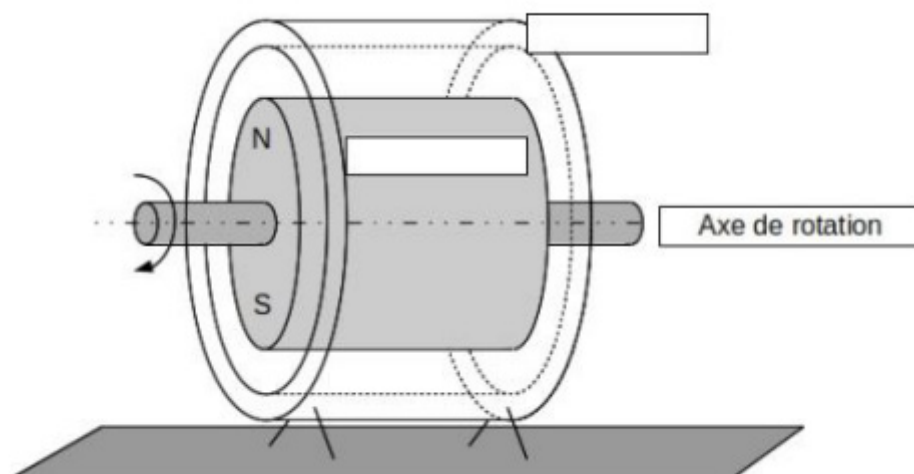


Le phénomène d'induction permet donc, en mettant en mouvement un circuit ou un aimant d'obtenir de l'énergie électrique. Cette énergie n'est pas « gratuite » : pour l'obtenir, l'opérateur doit fournir de l'énergie mécanique pour mettre en mouvement l'aimant (ou le circuit mobile). L'une des plus importantes innovations basées sur les résultats de recherche de M. Faraday et J. C. Maxwell est l'alternateur.

L'alternateur

Consignes :

- Visionner la [vidéo du CEA](#) « Comment produit-on de l'électricité ? ».
- Identifier les deux parties principales d'un alternateur et compléter le schéma de l'alternateur avec les termes « rotor » et « stator » :



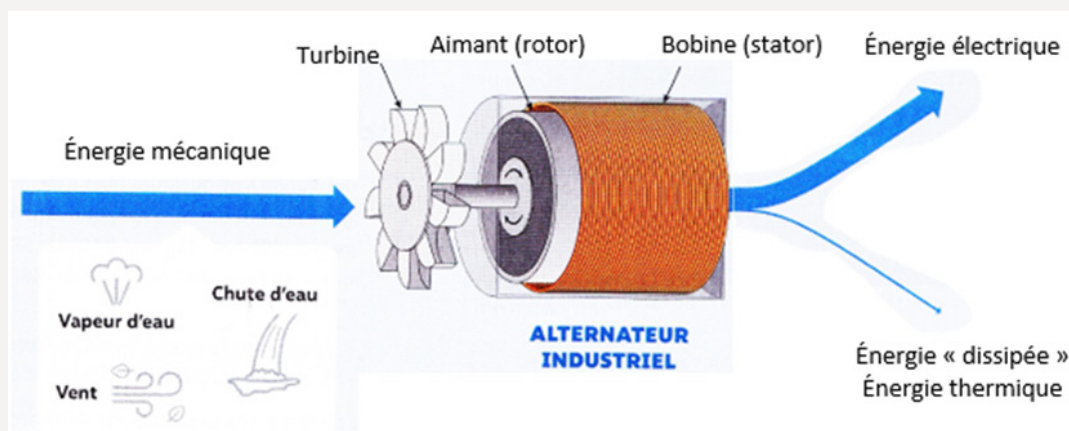
- Identifier la conversion d'énergie que l'alternateur met en œuvre.
- Décrire le principe de fonctionnement d'un alternateur en utilisant le terme « induction ».
- Décrire le rôle de la turbine.
- Proposer plusieurs méthodes permettant de mettre en mouvement la turbine.

À retenir

Depuis le XIX^e siècle, les alternateurs permettent de convertir de l'énergie mécanique en énergie électrique.

Un alternateur est constitué de deux éléments en mouvement l'un par rapport à l'autre :

- un aimant ou un électroaimant, c'est-à-dire une source de champ magnétique ;
- un fil conducteur, le plus souvent une bobine.



Pistes pour différencier

- Selon les possibilités, les expériences peuvent être réalisées en binômes ou par le professeur. [Une vidéo de l'expérience](#) issue du site Wikipédia peut être proposée.
- **Alternative :** En fonction des effectifs, cette expérience peut prendre la forme d'une courte démarche d'investigation. Pour cela, il est possible de présenter une situation problème du type : lors d'une randonnée, vous remarquez que votre boussole dévie lorsque vous vous promenez à proximité de la centrale électrique voisine ; quelle peut en être l'origine ?



Dans ce cas, une question d'introduction visant à mettre en évidence le caractère magnétique de la boussole peut être utile. Par la suite, les élèves doivent proposer une expérience à l'aide d'une liste de matériel fourni et la mettre en œuvre.

Une difficulté dans la problématique proposée peut être l'identification erronée de la centrale comme source de champ magnétique et non pas les lignes électriques qui en émergent. L'observation de la déviation de la boussole suffit pour répondre à la problématique et mettre en évidence l'interaction entre électricité et magnétisme.