

Pour limiter le dégagement de  $\text{CO}_2$  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 ?**

## Induction électromagnétique

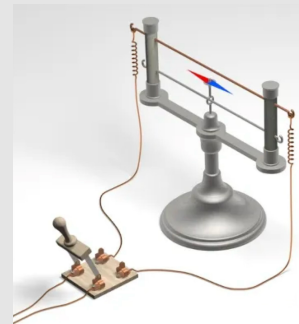
L'alternateur utilise le principe physique de l'**induction électromagnétique**, dont la découverte et la formalisation par les équations de Maxwell sont assez récentes (XIX<sup>e</sup> siècle). Jusqu'à cette date, on distinguait les phénomènes magnétiques, connus depuis l'Antiquité (boussoles et autres aimants) des phénomènes électriques, étudiés en particulier par Charles-Augustin Coulomb à la fin du XVIII<sup>e</sup> 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.

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.



1. Interpréter les observations en termes de transfert et de conversion d'énergie.

La réciproque de cette découverte reste dès lors à établir.

Michael Faraday réalise en 1831 l'expérience schématisée ci-dessous.

Document 2 : une illustration de l'expérience de Faraday



2. S'agit-il bien d'une expérience réciproque à celle d'Ørsted, justifier ?

Faraday montre ainsi 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**.

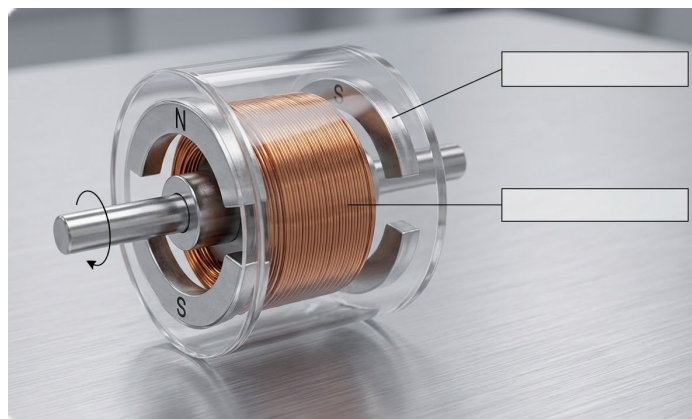
3. Quels sont les transferts d'énergie mis en évidence par cette expérience.

## L'alternateur

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**.

Document 3 : Vidéo CEA / Esprit Sorcier « Comment produit-on de l'électricité ? »

4. Identifier les deux parties principales d'un alternateur et compléter le schéma de l'alternateur ci-dessous avec les termes « rotor » et « stator ».



5. Identifier la conversion d'énergie que l'alternateur met en œuvre.

6. Décrire le rôle de la turbine.

7. Proposer plusieurs méthodes permettant de mettre en mouvement la turbine.