



# Electromagnétisme : l'alternateur

**But :** Découverte de l'électromagnétisme et du principe de l'alternateur.

## Introduction :

📺 Histoire de l'électricité (<https://www.youtube.com/watch?v=Vv8L3chNkY>)

## 1. Les premiers pas de l'induction électromagnétique

### 1.1. Sur les pas d'Oersted ...

**Doc 1 : Extrait de la traduction française du mémoire de Christian Ørsted ou CErsted (1777-1851) daté de 1820**  
 « Les premières expériences sur le sujet qui fait l'objet de ce mémoire remontent aux leçons que j'ai faites l'hiver dernier sur l'électricité, (...) et le magnétisme. (...)  
 On met en communication l'appareil galvanique\* par un fil de métal (...) Supposons que l'on tende une portion rectiligne de ce fil au-dessus d'une aiguille aimantée suspendue à la manière ordinaire et parallèlement à sa direction (...) l'aiguille quittera sa position (...)  
 Si le fil est disposé horizontalement sous l'aiguille, les effets sont les mêmes que lorsqu'il est au-dessus, à cela près qu'ils sont de sens contraires. »  
 \* pile électrique

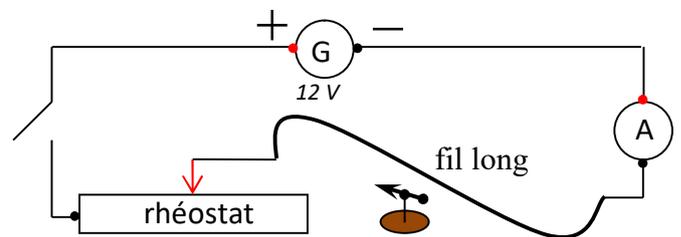
✂ Réaliser le montage ci-contre :



**Appeler le professeur pour vérification ou pour obtenir de l'aide**

✂ Régler au départ :  $I = 2,0$  A puis ouvrir l'interrupteur. Disposer sur la table l'aiguille aimantée à proximité du fil.  
 Tendre le fil au-dessus de l'aiguille aimantée et dans la même direction que celle-ci.  
 Fermer l'interrupteur et observer.

✂ Changer les bornes du générateur, observer. Fermer l'interrupteur et observer.



👉 1.1. Choisir la ou les bonnes réponses :

L'expérience d'Oersted :

- met en évidence le champ magnétique terrestre
- fait le lien entre électricité et magnétisme

- montre que le courant électrique modifie le champ magnétique terrestre
- montre qu'un fil conducteur parcouru par un courant se comporte comme un aimant

### 1.2. ... puis ceux de Faraday ...

**Doc 2 : La mise en évidence du courant induit.**

L'expérience d'Ørsted connaît un grand retentissement chez les scientifiques de l'époque. Et Michael Faraday (1791-1867), après avoir créé du mouvement avec du courant électrique, observe le phénomène réciproque : il est possible de créer un courant électrique à partir d'un champ magnétique. Faraday nomme l'apparition du courant induit par le mouvement de l'aimant phénomène "d'induction électromagnétique" alliant définitivement l'électricité et le magnétisme.

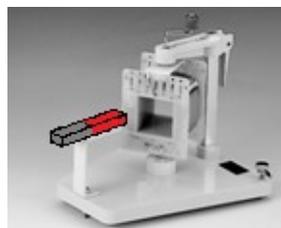
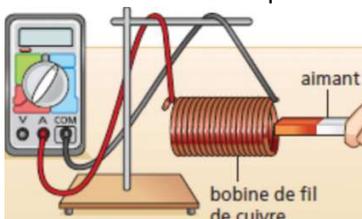
Le physicien écossais James Clerk Maxwell (1831-1879) s'appuie sur les résultats expérimentaux de Faraday pour développer la théorie de l'électromagnétisme dont il publie les premiers résultats expérimentaux en 1865.

A partir d'une vingtaine d'équations avec 20 inconnues, il décrit mathématiquement le lien entre le champ magnétique  $\vec{B}$ , et le champ électrique  $\vec{E}$ . Ces équations se réduisent aujourd'hui à un nombre de 4.

$$\begin{array}{ll} \text{div}(\vec{E}) = \frac{\rho}{\epsilon_0} & \text{rot}(\vec{E}) = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \text{(Maxwell-Gauss)} & \text{(Maxwell-Faraday)} \\ \text{div}(\vec{B}) = 0 & \text{rot}(\vec{B}) = \mu_0 \vec{J} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \\ \text{(Maxwell-Flux)} & \text{(Maxwell-Ampère)} \end{array}$$

**Matériel :** aimant – bobine de fil – multimètre – fils

A l'aide des montages proposés, faire les différentes expériences permettant de mettre en évidence l'apparition d'un courant électrique.



- 👉 1.2.1. Indiquer quelles sont les conditions pour obtenir un courant dans la bobine.
- 👉 1.2.2. Indiquer de quoi dépend le sens du courant.
- 👉 1.2.3. Indiquer quel paramètre peut influencer sur l'intensité du courant.

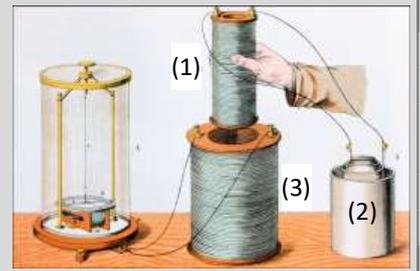
## 2. L'alternateur

### 2.1. Constitution

#### Doc 3 : Electroaimant.

En fait, pour réussir son expérience en 1831, Faraday utilise un électroaimant (1) alimenté par une pile (2) et une seconde bobine (3).

Son expérience est possible car en 1820, André-Marie Ampère (1775-1836) et François Arago (1786-1853), on inventé l'électroaimant constitué d'une bobine de fil de cuivre isolé et enroulé sur un morceau de fer. Lorsque la bobine est parcourue par un courant électrique, l'électroaimant produit un champ magnétique beaucoup plus intense que celui produit par un aimant naturel.



- Observer (rétroprojection), à l'aide des aiguilles aimantées, les champs magnétiques générés par un aimant droit et une bobine parcourue par un courant continu.

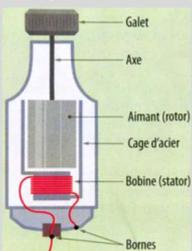
Ouvrir l'animation « Topographie d'un champ magnétique » :

([http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/Elec/Champs/topoB.php?typanim=Javascript](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Elec/Champs/topoB.php?typanim=Javascript))

- 2.1.1. Compte tenu des observations avec l'aimant droit et la bobine parcourue par un courant, que peut-on dire d'une bobine parcourue par un courant continu ?

#### Doc 4 : Le développement de l'alternateur.

Des scientifiques vont exploiter le phénomène de l'induction électromagnétique pour créer une machine capable de générer de l'électricité : l'alternateur.

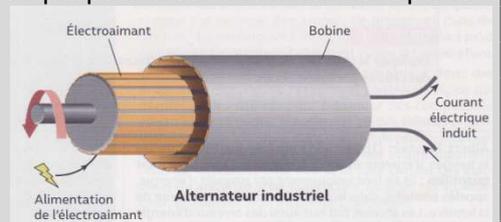


Dynamo de vélo

Cette invention majeure a permis l'essor de l'utilisation de l'énergie électrique.

On la retrouve notamment dans la « dynamo » de vélo ou « alternateur de bicyclette » ou dans l'alternateur industriel qui équipe la plupart des centrales électriques.

L'énergie reçue par l'alternateur est convertie en énergie électrique. (Voir l'animation Alternateur)



- 2.1.2. Comment la constitution d'un alternateur s'appuie-t-elle sur les observations du paragraphe 1.
- 2.1.3. Identifier et citer les deux principaux éléments constitutifs d'un alternateur.
- 2.1.4. Préciser la nature de l'élément mobile dans la dynamo et dans l'alternateur industriel ?

### 2.2. Tension produite

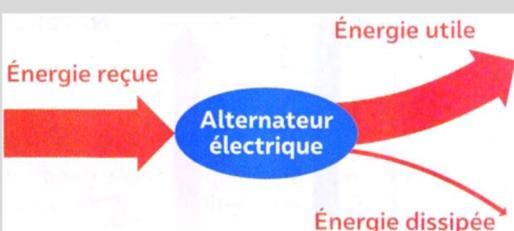
Télécharger puis exécuter l'animation « Création d'une tension aux bornes d'une bobine ». Observer l'image obtenue sur l'écran de l'oscilloscope en faisant varier la vitesse de rotation d l'aimant.



- 2.2.1. Quelle est le type de tension produite par l'alternateur ?
- 2.2.2. Quelles sont les 2 caractéristiques d'une telle tension ?
- 2.2.3. Comment évoluent ces caractéristiques en fonction de la vitesse de rotation de l'aimant ?

### 2.3. Rendement

#### Doc 5 : Conversion et rendement



Le rendement  $\eta$  (êta) d'un alternateur électrique est le quotient de la puissance (ou de l'énergie) utile par la puissance (ou l'énergie) reçue :

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{reçue}}} = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{reçue}}}$$

Avec P en watt (W), E en joule (J) et  $\eta$  sans unité.

Le rendement est un nombre compris entre 0 et 1, il peut aussi s'exprimer en pourcentage.

- Lire les caractéristiques des 3 alternateurs proposés en exemple (voir le document : P2-C1-A1-Alternateur-exemples dans Moodle)

- 2.3.1. Relever ou calculer pour chacun les valeurs de la puissance électrique et du rendement  $\eta$ .
- 2.3.2. En déduire des paramètres dont le rendement d'un alternateur dépend.