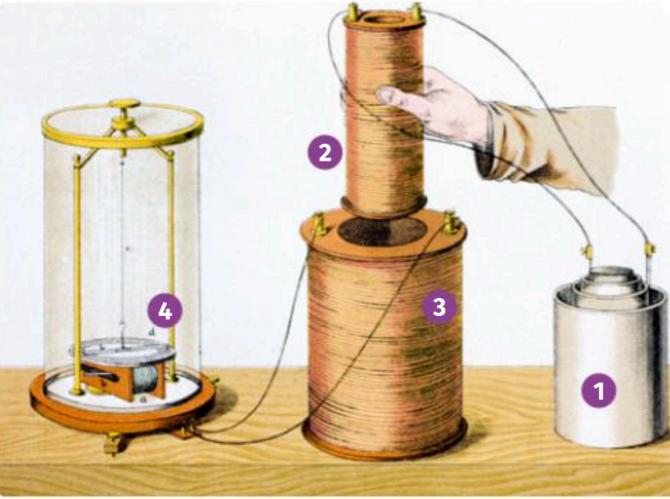


Activité 1 : De l'induction à l'alternateur

Doc. 1 Faraday et l'induction

Michael Faraday est un physicien qui a mis en évidence en 1831 le lien entre électricité, magnétisme et mouvement : l'induction électromagnétique.

Ce phénomène apparaît lorsqu'un conducteur est en mouvement par rapport à un champ magnétique (produit par exemple par un aimant). Si cette variation est suffisamment importante, un courant électrique apparaît alors dans les conducteurs à proximité. On peut notamment l'observer en déplaçant un aimant à l'intérieur d'une bobine reliée à un dipôle électrique.



Schématisation de l'expérience historique de Faraday sur l'induction électromagnétique en 1831

L'expérience de Faraday reposait, à l'époque, sur une bobine **2** alimentée par une pile **1** qui permettait de produire un champ magnétique. Lorsque la bobine **2** restait immobile, rien ne se produisait.

En revanche, si la bobine **2** était déplacée avec un mouvement périodique à l'intérieur de la bobine **3**, l'aiguille du galvanomètre **4** se mettait aussitôt à osciller, mettant en évidence qu'un courant électrique était apparu.

Ainsi, sans que les deux bobines ne soient en contact l'une et l'autre, le seul mouvement de la bobine **2** permettait d'induire un courant électrique alternatif dans la bobine **3**.

Vocabulaire

Courant électrique alternatif : courant électrique changeant de sens périodiquement.

Galvanomètre : appareil permettant de détecter et de mesurer le passage d'un courant électrique.

Induction électromagnétique : phénomène correspondant à l'apparition d'un courant électrique dans un conducteur en mouvement par rapport à un champ magnétique.

Doc. 2 Fonctionnement d'un alternateur

Un alternateur est un dispositif de conversion d'énergie reposant sur le phénomène d'induction électromagnétique. Il est notamment utilisé dans les centrales pour produire de l'électricité.

Pour cela, une turbine est mise en mouvement par l'écoulement d'un fluide, comme de la vapeur d'eau ou de l'eau liquide. Ce mouvement entraîne un rotor constitué d'aimants, ce qui génère un courant électrique par induction dans le stator, constitué d'un conducteur électrique.

L'énergie mécanique du fluide est ainsi convertie en énergie électrique.

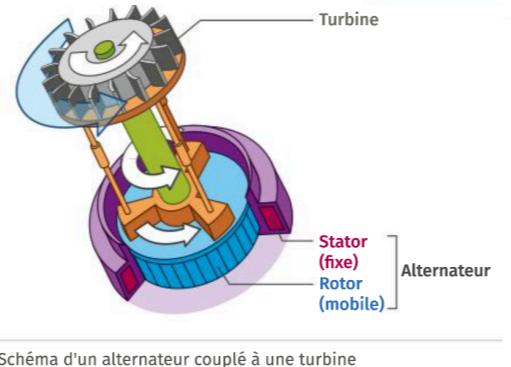


Schéma d'un alternateur couplé à une turbine

Doc. 5 Barrage des Trois-Gorges



Le barrage des Trois-Gorges en Chine est constitué de 34 alternateurs. Les rotors sont mis en mouvement par le passage de l'eau dans les turbines.

La puissance libérée par la chute de l'eau peut être estimée à l'aide de la relation :

$$P_{\text{chute}} = h \cdot D_V \cdot \rho \cdot g$$

P_{chute} : puissance mécanique associée à la chute de l'eau (W)
 h : hauteur de la chute d'eau (m)
 D_V : débit volumique ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 ρ : masse volumique de l'eau ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
 g : intensité de pesanteur ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Doc. 3 Rendement d'un alternateur

De manière générale, le rendement r d'un convertisseur est le rapport entre la puissance utile P_u délivrée par celui-ci et la puissance P_f qui lui est fournie. Dans le cas d'un alternateur, on a :

$$r = \frac{P_u}{P_f}$$

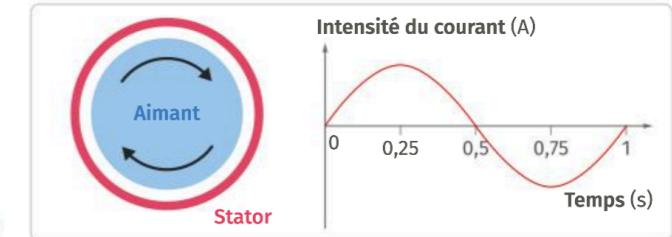
r : rendement de conversion

P_u : puissance électrique induite dans le stator (W)

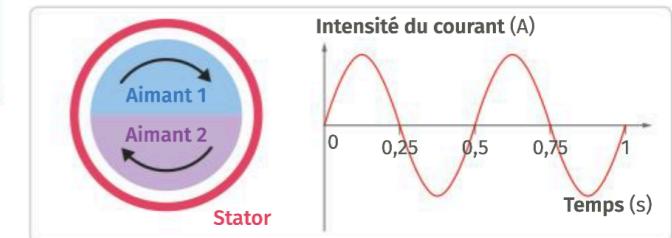
P_f : puissance mécanique fournie à l'alternateur (W)

Doc. 4 Obtention d'un courant

Lorsque le rotor est composé d'un seul aimant et qu'il fait un tour en une seconde, le courant alternatif induit dans le stator possède alors une fréquence de 1 Hz.



Lorsque le rotor est composé de deux aimants et qu'il fait un tour en une seconde, le courant induit dans le stator possède une fréquence de 2 Hz.



Données

- Hauteur de chute : $h = 80 \text{ m}$
- Puissance électrique délivrée par un alternateur du barrage des Trois-Gorges : $P_u = 660 \text{ MW}$
- Rendement des alternateurs : $r = 0,96$
- Débit volumique de l'eau du barrage : $D_V = 34\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- Fréquence du courant électrique en Chine : $f = 50 \text{ Hz}$
- Intensité de pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Masse volumique de l'eau : $\rho = 1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

1. Doc. 1 Identifier la condition à respecter pour qu'un champ magnétique puisse produire le phénomène d'induction électromagnétique.

2. Doc. 1 Préciser le type de courant électrique créé dans la bobine **3** lorsque l'on communique à l'aimant un mouvement de translation périodique comme dans l'expérience de Faraday.

3. Doc. 2 et 4 Qualifier le mouvement du rotor par rapport au stator permettant de produire le même type de courant électrique.

4. Doc. 5 Calculer la puissance P_{chute} résultante de la chute de l'eau au niveau du barrage des Trois-Gorges.

5. Doc. 3 Déterminer la puissance P_f fournie par la turbine à l'alternateur.

6. Doc. 5 Proposer une explication à la différence entre la puissance P_{chute} provenant de la chute de l'eau et la puissance P_f fournie par la turbine à l'alternateur.

7. Doc. 4 La fréquence f du courant induit est donnée par :

$$f = N \cdot \omega$$

f : fréquence du courant électrique (Hz)
 N : nombre d'aimants du rotor
 ω : vitesse de rotation du rotor ($\text{tr} \cdot \text{s}^{-1}$)

Sachant que la vitesse de rotation ω des alternateurs est de $0,8 \text{ tr} \cdot \text{s}^{-1}$, déduire les fréquences f possibles du courant électrique produit pour 20, 40, 60, 80 et 100 aimants. Comparer ces fréquences à celle du courant du réseau électrique chinois.