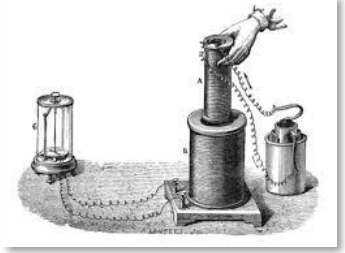


## ACTIVITÉ 2.1.1. – L'ALTERNATEUR

La production d'électricité joue un rôle majeur dans le quotidien, tant elle est devenue omniprésente. Comprendre les mécanismes de production d'électricité, c'est revenir sur les expériences historiques de l'électromagnétisme, se plonger dans la technologie des convertisseurs et s'interroger sur la forme d'énergie qui a été convertie.

Cette activité propose d'étudier l'expérience historique de M. Faraday (1791–1867) pour dégager le principe de fonctionnement d'un alternateur électrique et d'identifier les paramètres qui influencent son rendement.

*Schéma de l'expérience de Faraday, 1831*



### I. L'expérience de Faraday

#### Doc. 1 Protocole expérimental

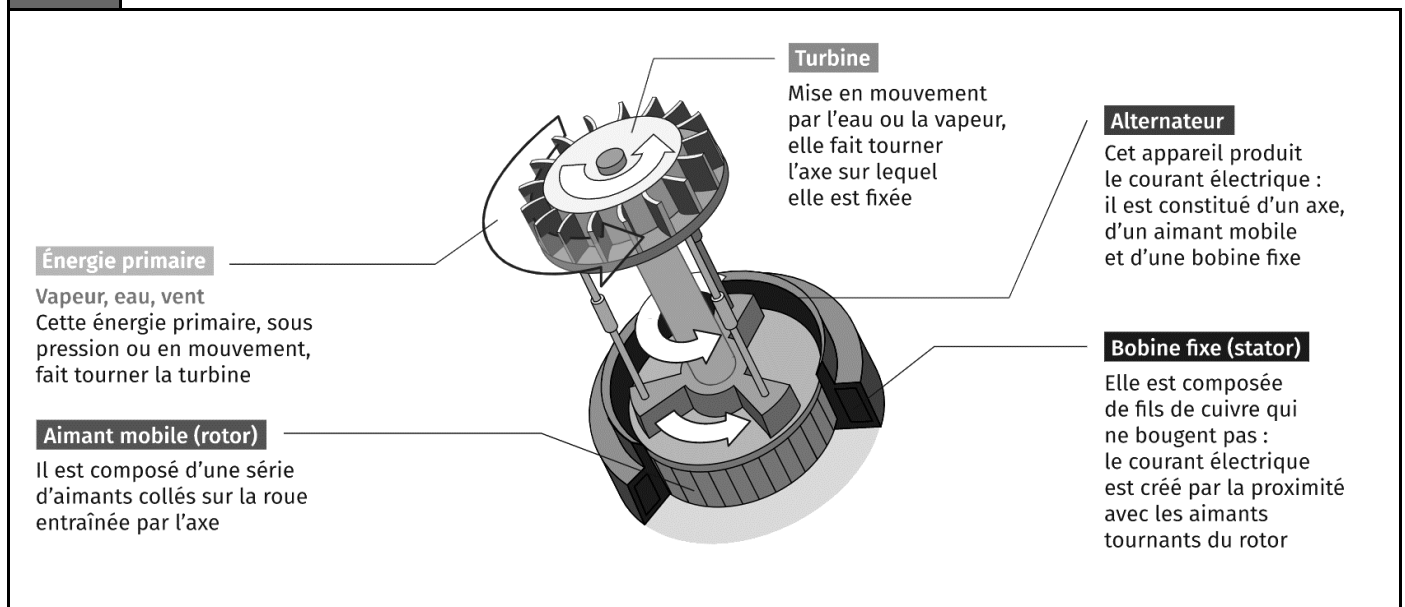
- Relier la bobine de fil de cuivre aux bornes COM et V du voltmètre ;
- préparer le voltmètre sur le calibre 2 V continu ;
- réaliser des mouvements des mouvements de va-et-vient avec un aimant droit au voisinage de la bobine, l'aimant étant aligné avec l'axe de la bobine et pouvant rentrer à l'intérieur de l'enroulement des spires ;
- ce faisant, observer les mesures réalisées par le voltmètre ;
- garder l'aimant fixe au cœur de la bobine, observer les mesures réalisées par le voltmètre.

#### Doc. 2 Vidéo



<https://youtu.be/LCIU6yZmCSk>

#### Doc. 3 Schéma et détails d'un alternateur (lelivrescolaire.fr)



1. Réaliser le protocole expérimental (doc. 1).
2. **Résumer** le principe de fonctionnement d'un alternateur en quelques mots (doc. 2 et 3).
3. **Indiquer** les noms donnés à la partie fixe de l'alternateur, puis à sa partie mobile. En donner les compositions.
4. Parmi les propositions suivantes, **indiquer** quelle forme d'énergie est consommée par l'alternateur et quelle forme d'énergie il produit :

*énergie chimique ; énergie solaire ; énergie nucléaire ; énergie électrique ; énergie mécanique*

## II. Étude du barrage des Trois-Gorges

### Doc. 1 Barrage des Trois-Gorges



Le barrage des Trois-Gorges en Chine est le barrage qui délivre la plus grande puissance électrique au monde. Il est constitué de 32 turbo-alternateurs mis en mouvement par l'eau retenue par le barrage.

Les turbo-alternateurs sont activés par la descente de l'eau du barrage qui chute en moyenne  $h = 80,6$  m. Le débit moyen maximal du barrage est  $d = 1\,065$  m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>.

Chacun de ces 32 alternateurs fournit une puissance de 710 MW avec un rendement nominal égal à 0,96.

### Doc. 2 Grandeurs liées à l'énergie

La puissance d'un système désigne l'énergie qu'il convertit par unité de temps :

$$\mathcal{P} = \frac{\mathcal{E}_{\text{convertie}}}{\Delta t}$$

Elle se mesure en Watt (W).

Le rendement  $r$  d'un dispositif de conversion désigne la proportion de l'énergie consommée que représente l'énergie utile fournie par le dispositif :

$$r = \frac{\text{énergie utile fournie par l'alternateur}}{\text{énergie consommée par l'alternateur}}$$

Un rendement est toujours positif et inférieur à 1. Il n'a pas d'unité car il mesure une proportion. Il peut également être exprimé en pourcentages. Le calcul du rendement peut également être mené en comparant les puissances et non pas les énergies.

#### Données :

- masse volumique de l'eau :  $\rho = 1,0 \times 10^3$  kg·m<sup>-3</sup> ;
- intensité du champ de pesanteur :  $g = 9,8$  m·s<sup>-2</sup> ;
- expression de la puissance fournie par l'eau en watt :

$$\mathcal{P}_{\text{eau}} = h \cdot d \cdot \rho \cdot g$$

5. **Calculer** la puissance fournie par l'eau à un turbo-alternateur du barrage des Trois-Gorges.
6. En **déduire** la valeur du rendement du barrage.
7. **Proposer** une explication à un éventuel écart entre la valeur annoncée du rendement et celle calculée précédemment.
8. **Discuter** en termes énergétiques de l'évolution du rendement de l'alternateur si la liaison entre le rotor et le stator est de mauvaise qualité, par exemple si elle occasionne beaucoup de frottements mécaniques entre les pièces constitutives de l'alternateur.
9. La puissance délivrée par le second plus puissant barrage du monde, à Itaipu, est de 14 GW. **Comparer** cette puissance avec celle du barrage des Trois-Gorges et quantifier la comparaison à l'aide d'un pourcentage.

**CORRECTION ET BILAN ACTIVITÉ 2.1.1. – L'ALTERNATEUR** 

2. L'alternateur fonctionne à l'aide d'un enroulement de fils électriques (une bobine) et d'un aimant. Un courant électrique apparaît dans les fils de la bobine si l'aimant est en mouvement par rapport à elle et dans son voisinage. Aucun courant électrique ne circule si l'aimant est immobile par rapport à la bobine.

3. La partie fixe est le stator. Dans la version industrielle de l'alternateur, le stator est composé de bobines de fils électriques. La partie mobile est le rotor, composé d'aimants qui génèrent un champ magnétique.

4. L'alternateur consomme de l'énergie mécanique (énergie associée au mouvement du rotor) et la convertit sous forme d'énergie électrique (associée à la circulation d'un courant électrique dans les bobines).

$$5. P_{eau} = 80,6 \text{ m} \times 1065 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,0 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 841 \text{ MW} \text{ par turbo-alternateur.}$$

$$6. r = \frac{\text{puissance fournie}}{\text{puissance consommée}} = \frac{P_{fournie}}{P_{eau}} = \frac{710 \text{ MW}}{841 \text{ MW}} = 0,84 = 84 \text{ \%}.$$

7. La valeur du rendement obtenue par le calcul est inférieure à celle annoncée. Cela peut s'expliquer si les valeurs moyennes utilisées dans les calculs ne correspondent pas aux valeurs optimales avec lesquelles le rendement est satisfaisant.

8. En cas de frottements, les pièces qui frottent vont s'échauffer : une partie de l'énergie mécanique sera convertie en chaleur et non pas en électricité, ce qui abaissera la valeur du rendement. Il est donc important de réduire autant que possible les sources de dissipation thermique de l'énergie liée aux frottements.

9. Les 32 alternateurs fournissent en tout  $32 \times 710 \text{ MW} = 22,7 \text{ GW}$ . Cela représente environ 1,5 fois la puissance du deuxième barrage le plus puissant car  $\frac{22,7 \text{ GW}}{14 \text{ GW}} = 1,62$ .

**Bilan :**

Les expériences de Faraday, formalisées par la suite par C. Maxwell, mettent en évidence l'induction magnétique : un champ magnétique variable *induit* une tension électrique aux bornes d'une bobine de fil électrique. Un alternateur est un dispositif qui exploite l'induction électromagnétique. Il réalise une conversion d'énergie mécanique en énergie électrique. Le rendement d'un convertisseur désigne la proportion de l'énergie (ou de la puissance) consommée qui est convertie en énergie (ou en puissance) utile délivrée par le convertisseur. Le rendement des alternateurs est très proche de 1 = 100 %.

La puissance d'un système désigne l'énergie convertie par ce système par unité de temps ( $1 \text{ W} = 1 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}$ ).