

L'alternateur — résumé de cours

OBJECTIFS

- Identifier l'alternateur comme convertisseur d'énergie mécanique en énergie électrique
- Citer les travaux d'Ørsted, de Faraday et de Maxwell et les situer dans le temps
- Décrire la constitution d'un alternateur (stator, rotor) et le rôle de l'induction électromagnétique
- Définir et calculer le rendement d'un convertisseur, et l'interpréter en termes de pertes

I. Obtention de l'énergie électrique

L'énergie électrique est la forme d'énergie la plus utilisée dans les objets du quotidien. Elle n'existe pas telle quelle dans la nature : elle est **obtenue par conversion d'énergie** dans les centrales électriques.

À RETENIR

L'**alternateur** est l'élément principal des centrales électriques. Il convertit l'**énergie mécanique** en **énergie électrique**, avec des pertes sous forme d'**énergie thermique**.

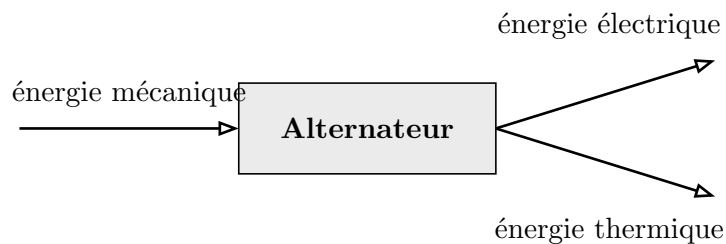


Fig. 1. – Diagramme de conversion d'énergie d'un alternateur.

Quelle que soit la centrale (thermique, nucléaire, hydraulique, éolienne), la source d'énergie primaire sert d'abord à mettre en rotation une turbine : c'est cette énergie mécanique que l'alternateur convertit ensuite en énergie électrique.

II. Histoire et composition de l'alternateur

1. Les étapes historiques

- **1820 — Hans-Christian Ørsted** (1777-1851), scientifique danois : un courant électrique circulant dans un fil conducteur dévie l'aiguille d'une boussole. Un courant électrique produit donc un **effet magnétique**.
- **1831 — Michael Faraday** (1791-1867), scientifique britannique : il réalise les expériences décisives de l'effet inverse. Le **déplacement d'un aimant** au voisinage d'une bobine fait apparaître un courant électrique dans le circuit : c'est l'**induction électromagnétique**. Cette expérience est à l'origine du fonctionnement de l'alternateur.
- **1856 — James Clerk Maxwell** (1831-1879) : il formalise le lien entre champ magnétique et champ électrique sous forme d'équations mathématiques.

RAPPEL

Le courant induit n'apparaît que s'il y a **mouvement relatif** entre l'aimant et la bobine. Aimant immobile devant la bobine $\Rightarrow$ aucun courant. Plus le déplacement est rapide, plus l'intensité du courant induit est grande.

2. Constitution d'un alternateur

À RETENIR

Un alternateur est constitué :

- d'une source de **champ magnétique** (aimant ou électroaimant) ;
- d'une **bobine de fil conducteur** ;

les deux étant **en mouvement l'un par rapport à l'autre**.

La partie fixe est appelée **stator**, la partie mobile **rotor**.

Le courant obtenu change périodiquement de sens : il est **alternatif**, d'où le nom du dispositif. Dans les centrales, la fréquence de rotation du rotor est imposée pour que la tension délivrée ait une fréquence de 50 Hz.

III. Rendement

Le **rendement** évalue l'efficacité d'une conversion d'énergie : il compare l'énergie réellement utile en sortie à l'énergie fournie en entrée.

$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{fournie}}} = \frac{E_{\text{électrique}}}{E_{\text{mécanique}}}$$

Si l'on raisonne sur des puissances plutôt que sur des énergies :

$$\eta = \frac{P_{\text{électrique}}}{P_{\text{mécanique}}}$$

DONNÉES

- η est un nombre **sans unité** (toujours compris entre 0 et 1) ;
- E s'exprime en joule (J) ;
- P s'exprime en watt (W) ;
- un rendement peut aussi s'exprimer en pourcentage : $\eta = 0,95$ correspond à 95 %.

1. Interprétation

Plus le rendement est **proche de 1**, moins les pertes sous forme d'énergie thermique — dues par exemple à l'**effet Joule** et aux frottements — sont importantes.

Les alternateurs des centrales électriques ont un rendement moyen de **0,95** : 95 % de l'énergie mécanique reçue est convertie en énergie électrique, les 5 % restants sont dissipés sous forme thermique.

MÉTHODE

Calculer un rendement

1. Identifier l'énergie (ou la puissance) **fournie** au convertisseur : ici l'énergie mécanique.
2. Identifier l'énergie (ou la puissance) **utile** en sortie : ici l'énergie électrique.
3. Vérifier que les deux grandeurs sont exprimées **dans la même unité**.
4. Calculer le quotient, puis convertir en pourcentage si nécessaire.
5. Contrôler la vraisemblance : un rendement est toujours inférieur à 1.

Exemple : La turbine d'une centrale hydraulique fournit à l'alternateur une puissance mécanique de $1,20 \times 10^8 \text{ W}$. La puissance électrique délivrée est de $1,14 \times 10^8 \text{ W}$.

1. Calculer le rendement de l'alternateur et l'exprimer en pourcentage.
2. En déduire la puissance dissipée sous forme d'énergie thermique.