



Lycée(s)	Général	Technologique	Professionnel	
Niveau(x)	CAP	Seconde	Première	Terminale
Enseignement(s)	Commun	De spécialité	Optionnel	
Enseignement scientifique				

Conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique : l'alternateur

Rendement d'un alternateur

Objectifs de la séance

Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques.

Mise en situation

Lors d'une conversion d'énergie, toute l'énergie fournie n'est pas convertie en énergie utile (forme d'énergie que l'on souhaite obtenir). Une partie de l'énergie est dissipée. Le rendement d'un convertisseur tel que l'alternateur est une propriété déterminante qui permet de quantifier l'efficacité de la conversion d'énergie.

Quel est le rendement d'un alternateur ? Par quels phénomènes peut-il être influencé ?

Support de l'activité des élèves

Dans un système de type électromécanique, comme un alternateur, les sources de dissipation d'énergie sont de plusieurs natures : pertes mécaniques (frottements), pertes par effet Joule (qui se manifestent lors du passage d'un courant électrique dans un circuit électrique résistif) et pertes dites « fer » dues à l'apparition de courants (dits de Foucault) produits par la variation du champ dans le circuit magnétique (stator). Ces pertes sont globalement comparables en intensité dans les systèmes réels. Dans tous les cas, la puissance dissipée l'est sous forme de chaleur. Si cette puissance est trop élevée et mal évacuée, le système va s'échauffer au risque de se détériorer.

Document 1 : Schématiser une conversion d'énergie

La conversion d'énergie réalisée par un convertisseur peut être schématisée de la façon suivante :



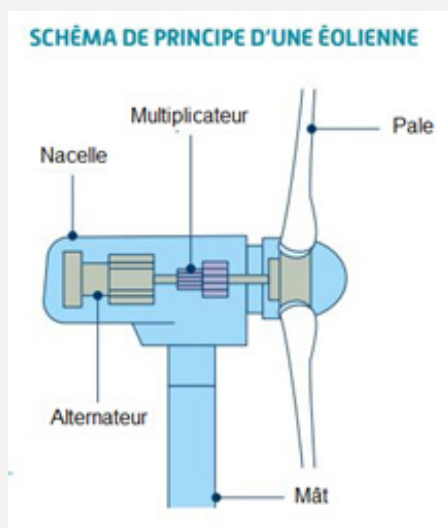
D'après le principe de conservation de l'énergie :
 $\text{Énergie fournie} = \text{Énergie utile} + \text{Énergie dissipée}$

Document 2 : Rendement d'un alternateur

On définit le rendement r d'un alternateur comme le rapport de l'énergie utile qu'il fournit sur une certaine durée, sous forme électrique, à l'énergie mécanique qu'il reçoit pendant la même durée.

Ainsi ici : $r = E_{\text{électrique}} / E_{\text{mécanique}}$ OU $r = P_{\text{électrique}} / P_{\text{mécanique}}$

Les énergies E d'une part, et les puissances P d'autre part, doivent être dans la même unité. Le rendement n'a pas d'unité.

Document 3 : Caractéristiques moyennes annuelles d'une éolienne de 2 MW, représentative du parc éolien français

Énergie mécanique fournie aux pales : 7 700 MWh

Énergie mécanique transmise à l'alternateur : 4 250 MWh

Énergie électrique produite par l'alternateur : 4 080 MWh

Source : étude sur la filière éolienne française : bilan, prospective et stratégie, Ademe, septembre 2017

Consignes

- Expliquer comment, dans une éolienne, l'aimant de l'alternateur est mis en mouvement.
- Expliquer pourquoi l'énergie mécanique fournie aux pales par le vent n'est pas intégralement transmise à l'alternateur.
- Faire un schéma des conversions d'énergie ayant lieu au sein de l'alternateur de l'éolienne, similaire à celui du convertisseur donné en exemple dans le document 1, en précisant la nature et la valeur des différentes énergies mises en jeu.
- Calculer le rendement de l'alternateur de l'éolienne et l'exprimer en pourcentage.
- Calculer le rendement global de l'éolienne et l'exprimer en pourcentage.
- Comparer ces deux rendements puis conclure.
- Sachant que le rendement d'un moteur à combustion à essence est d'environ 36 %, identifier des causes possibles de l'écart observé.
- Citer quelques phénomènes susceptibles d'exercer une influence sur la valeur du rendement de l'alternateur. Identifier des méthodes permettant de les limiter.
- En 2021 en France, 3,8 TWh d'énergie électrique ont été produites grâce à des centrales thermiques à charbon. Déterminer le nombre d'éoliennes permettant de les remplacer. (1 TWh = 10^{12} Wh).
- Identifier des freins au remplacement de centrales nucléaires ou à charbon par des éoliennes.

À retenir

Le rendement permet de déterminer la quantité d'énergie utile obtenue par rapport à l'énergie fournie à l'alternateur.

On le calcule ici en utilisant la relation : $r = E_{\text{électrique}} / E_{\text{mécanique}}$ OU $r = P_{\text{électrique}} / P_{\text{mécanique}}$

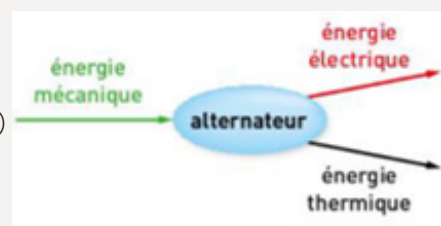
Les énergies et les puissances doivent être exprimées dans la même unité. Le rendement n'a pas d'unité.

Le bilan d'énergie peut être schématisé sous la forme :

D'après le principe de conservation de l'énergie :

Énergie mécanique (fournie) = Énergie électrique (utile)
+ Énergie thermique (dissipée)

Le rendement d'un alternateur est légèrement inférieur à 1.



Ouverture pour la partie suivante : Connaissez-vous d'autres convertisseurs qui permettent de produire de l'énergie électrique décarbonée ?