

L'ALTERNATEUR ET SON FONCTIONNEMENT

Exercice 1: Alternateur de vélo.

Le schéma ci-dessous représente un alternateur utilisé sur des vélos et un alternateur utilisé dans une centrale électrique.

1. Identifier sur chaque schéma Le stator et Le rotor.
2. Décrire leur composition.

Exercice 2: Barrage hydroélectrique.

Le rendement de conversion global d'une centrale hydroélectrique produisant une puissance de 300 MW est de 0,82.

1. Calculer la puissance fournie par l'eau du barrage.
2. Le rendement global est égal au produit des rendements de chaque élément de la centrale. Calculer le rendement de l'alternateur, sachant que le rendement de l'ensemble des éléments autres que l'alternateur est de 0,85.
3. Donner l'origine des pertes énergétiques.

Exercice 3: Comparaison d'une cellule photovoltaïque à une centrale nucléaire

Un fabricant de panneaux solaires annonce les caractéristiques suivantes pour un éclairement de $1\ 000\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$:

- surface d'une cellule : $0,200\ \text{m}^2$;
- tension et intensité maximales : 15,5 V et 1,2 A.

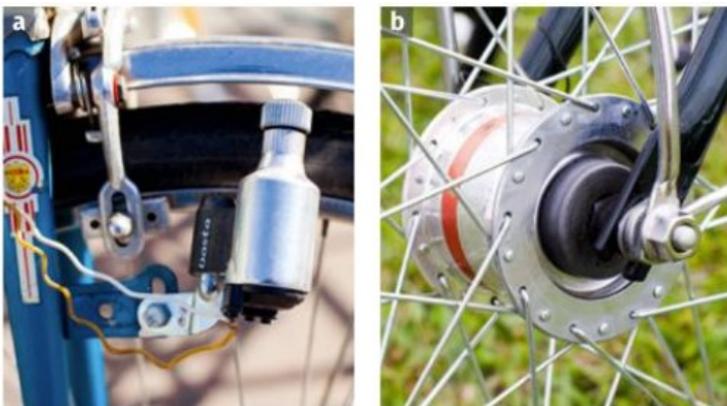
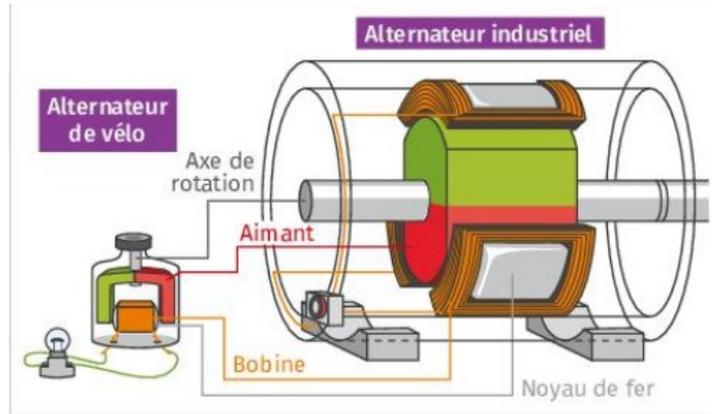
La puissance d'une cellule photovoltaïque P se calcule en faisant le produit de l'éclairement E en $\text{W}\cdot\text{m}^2$ par la surface des cellules photovoltaïques exprimées en m^2 .

Les turboalternateurs d'un réacteur nucléaire délivrent une puissance électrique de 900 MW.

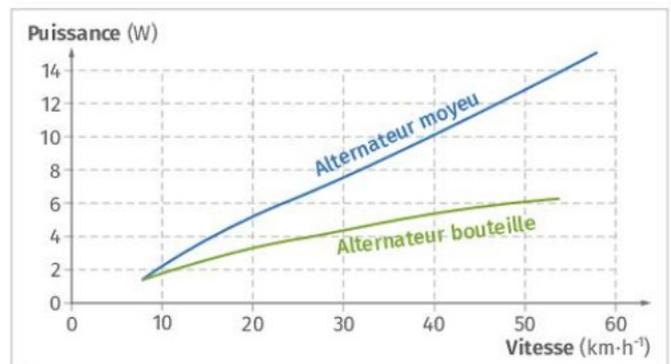
1. Calculer la puissance d'une cellule photovoltaïque.
2. Calculer le nombre de cellules nécessaires pour délivrer la même puissance que la centrale.
3. Calculer la surface nécessaire de panneaux solaires pour produire cette puissance électrique.

Exercice 4: Alternateur bouteille/ alternateur moyeu

Un alternateur bouteille est un alternateur dont la rotation est assurée par l'une des roues du vélo avec laquelle elle est en contact. Depuis une dizaine d'années, les bicyclettes sont dotées d'un nouveau type d'alternateur : l'alternateur moyeu. Ce type d'alternateur est placé directement dans l'axe de rotation de la roue de vélo. Une cycliste roulant à une vitesse moyenne de $20\ \text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ développe une puissance de 310 W. On estime que 2 % de cette puissance est transférée à la roue et sert à mettre en rotation l'alternateur.



1 Un alternateur bouteille a et un alternateur moyeu b.



2 Puissance développée en fonction de la vitesse du vélo pour un alternateur bouteille (vert) et un alternateur moyeu (bleu).

1. Calculer la puissance, en watt, transmise à la roue servant à mettre en rotation les alternateurs.
2. Relever les valeurs de la puissance produite pour chaque type d'alternateur, pour une vitesse égale à celle de la cycliste.
3. En déduire le rendement de chaque type d'alternateur.

4. La puissance nécessaire pour les lampes d'un vélo est comprise entre 3 et 6 W. Quel pourrait être l'intérêt d'utiliser un alternateur moyeu plutôt qu'un alternateur bouteille ?

Exercice 5: Le rendement d'un alternateur

La puissance utile d'un appareil électrique se calcule en multipliant la tension électrique par son intensité. Un alternateur délivre un courant d'intensité $I = 37,5 \text{ kA}$ sous une tension $U = 24,0 \text{ kV}$. Le rendement d'un appareil se détermine en partant d'un rendement idéal auquel on soustrait les pertes exprimées en pourcentage.

1. Calculer la valeur de la puissance électrique P de l'alternateur.
2. Les pertes valent $9,00 \text{ MW}$. Calculer la valeur du rendement η de l'alternateur.
3. Commenter la valeur du rendement obtenu pour cet alternateur.

Exercice 6: Le rendement d'un alternateur de centrale hydroélectrique

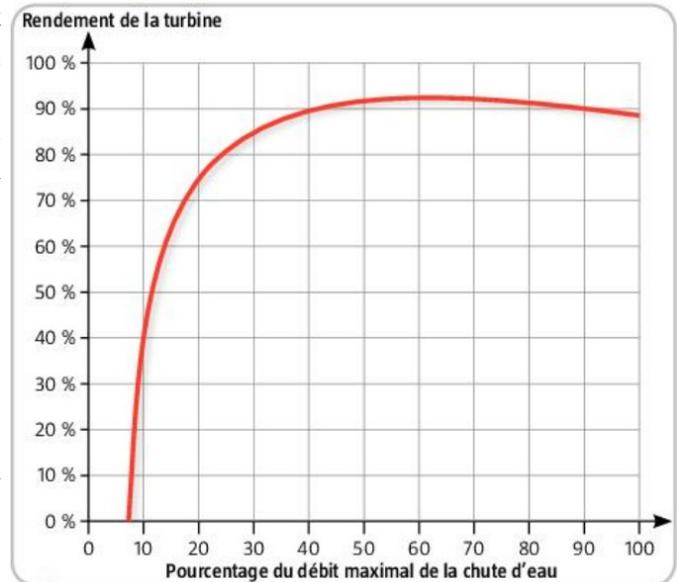
Le barrage de Portillon est le barrage français ayant la plus grande hauteur de chute, près de $1\,420 \text{ m}$. Ce barrage est situé près de Luchon dans la haute Garonne. Le débit moyen de l'eau alimentant les turbines est de $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Dans cette installation hydroélectrique, l'eau en chutant d'une grande hauteur entraîne une turbine qui permet à l'alternateur de produire de l'électricité. L'association de ces deux éléments constitue un turboalternateur.

Données :

- Le rendement η , de la turbine dépend du débit de l'eau (voir graphique).
- Puissance fournie par l'eau en watt :

$$P = h \times d \times \rho \times g$$
- avec : h la hauteur en m , d le débit en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ la masse volumique en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ et g l'intensité du champ de pesanteur en $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.
- $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ et $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.



Rendement de la turbine en fonction du pourcentage du débit maximal

1. Décrire la conversion d'énergie réalisée par le turboalternateur.
2. Calculer la puissance utile ou électrique P_u , de l'alternateur quand le débit de la chute d'eau est à 50% de son débit maximal.

CORRECTION : L'ALTERNATEUR ET SON FONCTIONNEMENT

Exercice 1: Alternateur de vélo.

1. le stator correspond aux bobines et du noyau de fer et le rotor à l'aimant.
2. Le rotor est composé d'un aimant en rotation et le stator aux bobines et le noyau de fer qui vont collecter le courant induit.

Exercice 2: Barrage hydroélectrique.

$$1. \eta = \frac{P_u}{P_f} = \frac{P_{\text{électrique}}}{P_{\text{mécanique}}} \rightarrow P_f = \frac{P_u}{\eta} = \frac{300}{0,82} = 367 \text{ MW}$$

$$\text{Rendement}_{\text{globale}} = \text{Rendement}_{\text{autres}} \times \text{Rendement}_{\text{alternateur}}$$

$$2. \eta_{\text{total}} = \eta_{\text{autre}} \times \eta_{\text{alternateur}} \rightarrow \eta_{\text{alternateur}} = \frac{\eta_{\text{total}}}{\eta_{\text{autre}}} = \frac{0,82}{0,85} = 0,96$$

3. Les pertes sont dues principalement aux frottements.

Exercice 3: Comparaison d'une cellule photovoltaïque à une centrale nucléaire

$$1. P = S \times E = 1000 \times 0,2 = 200 \text{ W}$$

$$2. \begin{array}{l} 1 \text{ cellule} \rightarrow 200 \text{ W} \\ x \text{ cellules} \rightarrow 900 \text{ MW} = 900 \times 10^6 \text{ W} \end{array} \quad x = \frac{900 \times 10^6}{200} = 4,5 \times 10^6 \text{ cellules}$$

$$3. \begin{array}{l} 1 \text{ panneau} \rightarrow 0,200 \text{ m}^2 \\ 4,5 \times 10^6 \text{ panneaux} \rightarrow \text{Surface totale} \end{array} \quad \text{Surface} = \frac{4,5 \times 10^6 \times 0,2}{1} = 900 \text{ 000 m}^2$$

Exercice 4: Alternateur bouteille/ alternateur moyen

1. La puissance fournie P_f correspond à 2 % de la puissance développée par le cycliste soit :

$$P_f = \frac{2}{100} \times 310 = 6,2 \text{ W}$$

2. par lecture graphique la puissance de l'alternateur moyen est de $P_{\text{moyeu}} = 5,5 \text{ W}$ et celle de l'alternateur bouteille de $P_{\text{bouteille}} = 3,8 \text{ W}$.

3. le rendement se calcule par $\eta = \frac{P}{P_f}$ dans le cas de l'alternateur moyen $\eta_{\text{moyeu}} = \frac{P_{\text{moyeu}}}{P_f} = \frac{5,5}{6,2} = 0,89$

4. dans le cas de l'alternateur bouteille $\eta_{\text{bouteille}} = \frac{P_{\text{bouteille}}}{P_f} = \frac{3,8}{6,2} = 0,61$

5. l'alternateur moyen fourni plus de puissance et avec la perte due au frottement, la lampe fonctionnerait de façon optimale.

Exercice 5: Le rendement d'un alternateur

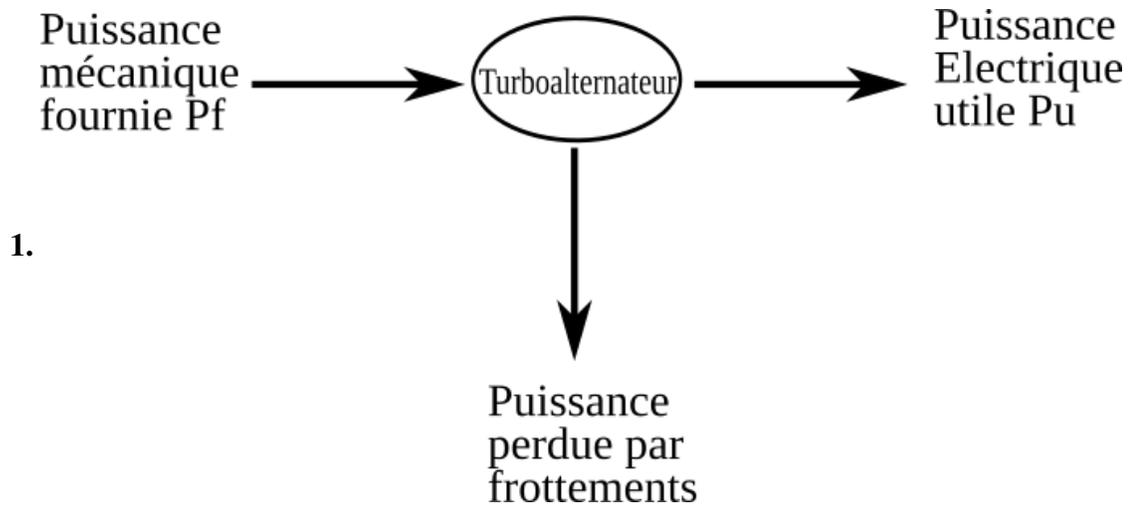
1. La puissance électrique d'un appareil électrique se calcule par :

$$P = U \times I = 37,5 \times 10^3 \times 24 \times 10^3 = 9 \times 10^8 \text{ W} = \frac{9 \times 10^8}{1 \times 10^6} \text{ MW} = 900 \text{ MW}$$

2. Calculons les pertes en pourcentage noté $\xi = \frac{\text{perte}}{\text{puissance électrique}} = \frac{9 \times 10^6}{9 \times 10^8} = 0,01$. Le rendement se calcule donc en faisant la soustraction d'un rendement maximal de 1 par les pertes. Donc $\eta = 0,99$

3. le rendement est de très bonne qualité.

Exercice 6: Le rendement d'un alternateur de centrale hydroélectrique



2. Le rendement pour une hauteur d'eau de 50 m est de 92 %,

la puissance fournie se calcule par : $P_f = h \times d \times \rho \times g = 1420 \times 5 \times 1000 \times 9,81 = 6,9 \times 10^7 \text{ W}$

donc $\eta = \frac{P_u}{P_f} \rightarrow P_u = \eta \times P_f = \frac{92}{100} \times 6,9 \times 10^7 = 6,4 \times 10^7 \text{ W} = \frac{6,4 \times 10^7}{1 \times 10^6} \text{ MW} = 64 \text{ MW}$