

Activité PC n°5 : Production d'électricité sans combustion

Objectifs :

- Décrire des exemples de chaînes de transformations énergétiques permettant d'obtenir de l'énergie électrique à partir de différentes ressources primaires d'énergie.
- Calculer le rendement global d'un système de conversion d'énergie.

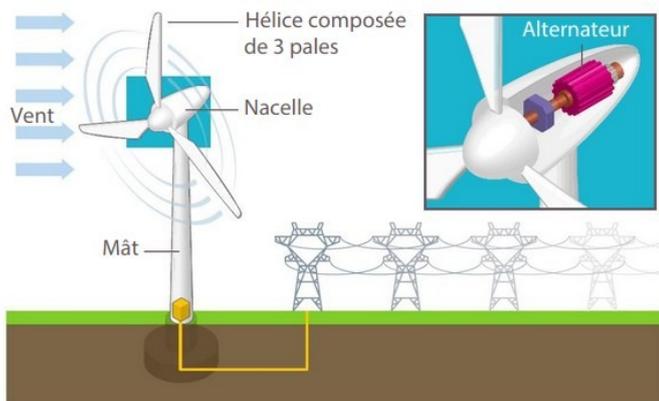
Le vent, les rayons du Soleil, l'eau d'un barrage, l'uranium ou des éléments chimiques d'une pile sont des ressources d'énergie permettant de produire de l'électricité sans combustion.

Sur quels types de conversions énergétiques repose la production d'énergie électrique sans combustion ?

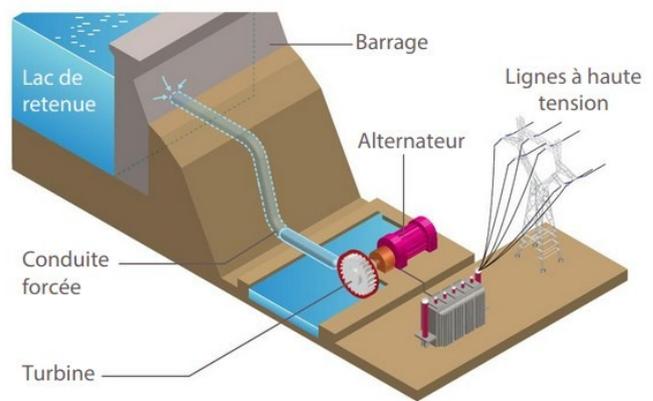
Documents

Document 1 : centrales éoliennes et hydrauliques

Dans une éolienne et dans une centrale hydroélectrique, l'énergie mécanique du vent ou de l'eau est convertie en énergie électrique par l'alternateur. De l'énergie thermique est dissipée par frottements.

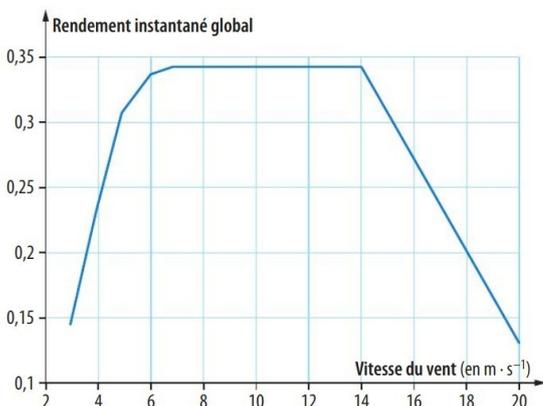


La centrale éolienne



La centrale hydroélectrique

Rendement d'une éolienne à axe vertical modèle Fairwind F64-40



Rayon des pâles du modèle F64-40 : 8,0 mètres

Énergie cinétique du vent

$$E_c = \frac{1}{2} \times \rho \times \pi \times R^2 \times \Delta t \times v^3$$

Avec ρ la masse volumique de l'air, $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
 R le rayon des pâles (en m) ;
 v la vitesse du vent (en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) ;
 Δt (en s) la durée pendant laquelle le vent fournit de l'énergie à l'éolienne.

Puissance électrique \mathcal{P} : elle est reliée à l'énergie électrique \mathcal{E} délivrée par la centrale et à la durée Δt de fonctionnement

de la centrale par la formule : $\mathcal{P} = \frac{\mathcal{E}}{\Delta t}$,
 avec \mathcal{P} en watt (W),
 \mathcal{E} en joule (J) et Δt en seconde (s).

Rendement global η : quotient de l'énergie utile (délivrée par le convertisseur) par l'énergie reçue par le convertisseur. Le rendement peut aussi s'exprimer par un quotient de puissances :

$$\eta = \frac{\mathcal{E}_{\text{utile}}}{\mathcal{E}_{\text{reçue}}} = \frac{\mathcal{P}_{\text{utile}}}{\mathcal{P}_{\text{reçue}}}$$

Document 2 : centrales thermiques

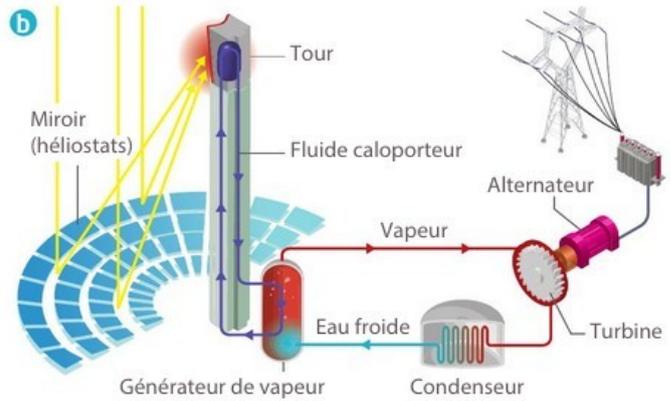
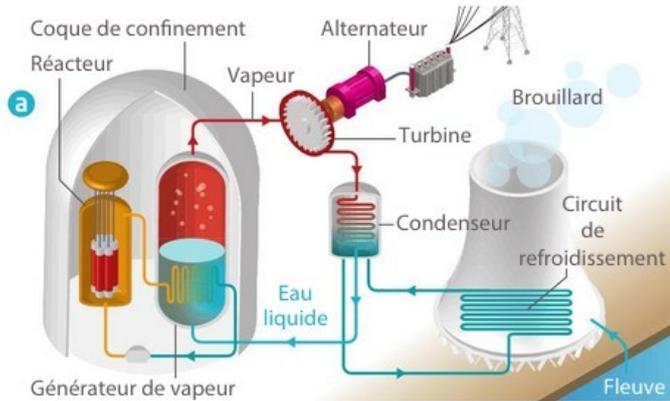
a La centrale thermique nucléaire

Dans le réacteur d'une centrale thermique nucléaire, on réalise la fission des noyaux des atomes d'uranium. L'énergie nucléaire est alors convertie en énergie thermique.

b La centrale solaire thermique

Des milliers de miroirs, appelés héliostats, réfléchissent les rayonnements solaires pour les concentrer en haut d'une tour. L'énergie radiative est alors absorbée par un fluide caloporteur* et convertie en énergie thermique.

Dans les deux cas, l'énergie thermique obtenue est utilisée pour chauffer de l'eau qui va être vaporisée dans un générateur de vapeur. La vapeur d'eau sous pression est utilisée pour faire tourner une turbine, qui entraîne un alternateur. Lors de chaque conversion, de l'énergie thermique est dissipée dans l'environnement.



Document 3 : centrales photovoltaïques

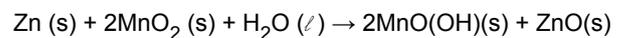
Les panneaux solaires sont constitués de cellules photovoltaïques, composées principalement de silicium, parfois d'indium, de gallium et de germanium. Elles convertissent l'énergie radiative du Soleil en énergie électrique « utile » mais aussi en énergie thermique « inutile ».



Document 4 : piles électrochimiques



Dans une pile alcaline, l'anode (électrode négative) est constituée de poudre de zinc (offrant une surface de réaction plus grande et un flux d'électrons accru) et la cathode (électrode positive) de dioxyde de manganèse. Son fonctionnement peut être représenté par l'équation de réaction :



Réactifs

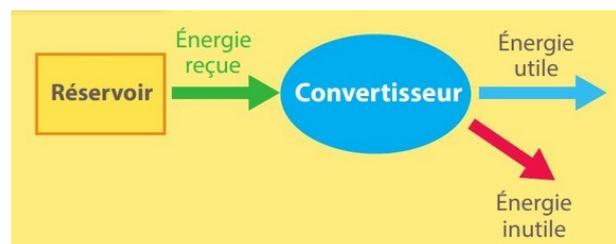
Produits

L'énergie électrique fournie par la pile provient de l'énergie chimique de ses constituants. La réaction globale d'une pile est exothermique

Document 5 : chaîne de conversion énergétique

- Un **diagramme de conversion** énergétique permet de représenter les conversions d'énergie sous une forme codée :
 - un rectangle représente un **réservoir** d'énergie ;
 - un ovale représente un **convertisseur** d'énergie ;
 - une flèche représente une **forme** d'énergie.

■ Lorsque plusieurs conversions d'énergie sont représentées les unes à la suite des autres, on parle de **chaîne** de conversion énergétique.



EXPLOITATION :

1. Quel est le point commun entre une centrale éolienne et une centrale hydraulique ?
2. Quelle forme d'énergie mécanique est reçue par l'éolienne ? En déduire la relation qui permet de calculer le rendement global η d'une éolienne.
3. Pour l'éolienne Fairwind F64-40, un vent souffle à $4,0 \text{ m.s}^{-1}$ pendant 2 h. Calculer l'énergie électrique produite durant cette période. En déduire la puissance délivrée par l'éolienne dans ces conditions.
4. Quels sont les points communs entre une centrale thermique nucléaire et une centrale thermique solaire ? Quelle est la différence entre les deux centrales ?
5. Représenter la chaîne de conversion énergétique d'une centrale nucléaire.
6. Représenter les chaînes de conversion énergétique d'une centrale photovoltaïque et d'une pile électrochimique.
7. Effectuer une recherche et donner une définition simple d'une combustion. Expliquer pourquoi la production d'énergie électrique dans une pile alcaline s'effectue sans combustion.

À retenir :

Trois méthodes permettent d'obtenir de l'énergie électrique sans nécessiter de combustion :

- la conversion d'énergie, soit (dynamos, éoliennes, hydroliennes, barrages hydroélectriques), soit à partir d'énergie (centrales nucléaires, centrales solaires thermiques, géothermie)
- la conversion de l'énergie reçue du Soleil (panneaux photovoltaïques) ;
- la conversion (piles ou accumulateurs conventionnels, piles à hydrogène).

Ex. 12, 13 p.158