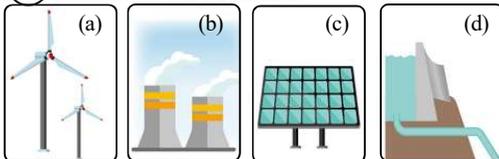


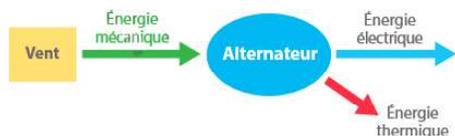
1 La bonne association



- Quel type de centrale est représenté sur chacune des photographies ci-dessus ?
- Indiquer la source d'énergie que chacune utilise en précisant si celle-ci est intermittente.

2 Modéliser par un diagramme

- Recopier et compléter la phrase ci-dessous.
« Dans un diagramme de conversion énergétique, on représente les sources d'énergie par des ...a..., les convertisseurs par des ...b... et les formes d'énergie par des ...c... »
- À quelle centrale le diagramme de conversion énergétique suivant correspond-il ?



- Représenter la chaîne de conversion énergétique associée à une centrale solaire thermique en utilisant éventuellement plusieurs fois les mots ou expressions suivant(e)s :
énergie électrique • générateur de vapeur • énergie mécanique • énergie thermique • alternateur • Soleil • fluide caloporteur • énergie radiative.

3 Pile et accumulateur

- Sous quelle forme l'énergie est-elle stockée dans une pile ou dans un accumulateur ?
- Pourquoi une pile cesse-t-elle de fonctionner au bout d'un certain temps ?
- Quelle est la principale différence entre une pile et un accumulateur ?

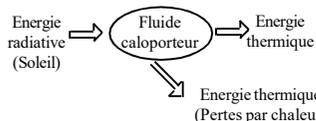
4 Modéliser une conversion

Une hydrolienne est composée d'une hélice mise en mouvement par les courants marins.

► Représenter son diagramme énergétique.

Corrigé.

Ex 1. 1°) a: éolienne b: centrale nucléaire c: panneau photovoltaïque d: hydroélectrique. 2°) a: le vent (intermittent) b: fission nucléaire c: Soleil (intermittent) d: eau. Ex 2. 1°) a: mots b: cercles c: flèches 2°) Eolienne 3°)



Attention, il s'agit d'une centrale solaire thermique et non pas d'un panneau photovoltaïque. C'est donc une centrale qui convertit l'énergie du Soleil en énergie thermique. Ex 3. 1°) Chimique 2°) Les produits chimiques sont consommés 3°) Un accumulateur est rechargeable alors qu'une pile n'est utilisable qu'une seule fois.

5 Calculer un rendement

L'énergie mécanique reçue par une éolienne est de 1,2 MWh. Elle la convertit en 360 kWh d'énergie électrique.

► Calculer le rendement de cette éolienne.

6 Risques et impacts environnementaux

Associer chaque risque ou impact environnemental au(x) type(s) de centrale(s) concerné(s).

| Centrale | Risques et impacts |
|--------------------|--|
| 1. Nucléaire | a. Perturbation des écosystèmes |
| 2. Photovoltaïque | b. Pollution due à l'extraction des matières premières |
| 3. Éolienne | c. Contamination radioactive |
| 4. Hydroélectrique | |

7 Le stockage de l'énergie

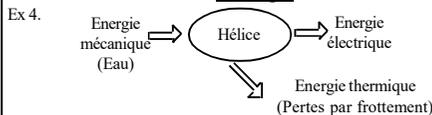
- Le stockage de l'énergie électrique est-il possible ?
- Quel est le principal inconvénient des centrales électriques utilisant des sources d'énergie renouvelables ?
- Citer trois dispositifs de stockage de l'énergie et les formes d'énergie qu'ils permettent de stocker.
- D'après vos réponses précédentes, justifier la nécessité de convertir l'énergie électrique sous une forme stockable.

- Cinq éoliennes, dont la puissance totale peut atteindre 11,5 MW, permettent d'alimenter directement les habitations et une usine de dessalement. L'énergie électrique non utilisée sert à actionner une pompe qui monte l'eau du bassin inférieur vers le bassin supérieur.

Durant les périodes sans vent et/ou en cas de forte demande, la STEP fonctionne en mode turbinage : on laisse l'eau s'écouler vers la centrale hydroélectrique d'une puissance de 11,3 MW.

- En supposant que les éoliennes fonctionnent 12 h par jour à pleine puissance et 300 jours par an, calculer l'énergie électrique obtenue en une année.
- Chaque éolienne de l'île convertit une énergie mécanique de 0,8 MWh en 0,24 MWh d'énergie électrique. Calculer le rendement d'une éolienne.

Corrigé.



Ex 4.
$$\eta = \frac{E_{\text{Électrique}}}{E_{\text{Mécanique}}} = \frac{360 \text{ kWh}}{1,2 \text{ MWh}} = \frac{360 \text{ kWh}}{1200 \text{ kWh}} = 0,30 = 30\%$$

Ex 5.
$$\eta = \frac{E_{\text{Électrique}}}{E_{\text{Mécanique}}} = \frac{0,24 \text{ MWh}}{0,8 \text{ MWh}} = 0,30 = 30\%$$

 Ex 6. 1a, b & c 2b 3b 4a Ex 7. 1°) Oui sous forme chimique 2°) Ce sont des sources intermittentes d'énergie 3°) Barrage hydroélectrique (Énergie potentielle) Pile (Énergie chimique) Condensateur (Énergie électromagnétique) 4°) Pour en disposer à tout moment. Ex 8. 1°) On applique la formule $E = P \times t$ avec la puissance $P = 11,5 \text{ MW}$ et la durée $t = 300 \text{ jours} = 300 \times 12 \text{ h} = 3600 \text{ h}$, soit $E = 11,5 \times 3600 = 41400 \text{ MWh}$

2°)
$$\eta = \frac{E_{\text{Électrique}}}{E_{\text{Mécanique}}} = \frac{0,24 \text{ MWh}}{0,8 \text{ MWh}} = 0,30 = 30\%$$

9 La centrale géothermique

Les centrales géothermiques fonctionnent grâce à l'énergie thermique du sous-sol terrestre. La température de l'eau contenue dans certaines nappes souterraines peut atteindre plusieurs centaines de degrés. En remontant dans un puits, cette eau se vaporise et peut alors être directement utilisée pour faire tourner une turbine qui entraîne un alternateur.

- Identifier la source d'énergie utilisée par une centrale géothermique et représenter son diagramme énergétique.
- Le rendement d'une centrale géothermique est 33 %. Déterminer l'énergie nécessaire pour obtenir une quantité d'énergie électrique de 1 MWh.

10 Une électricité verte ?

Les partisans de l'installation d'éoliennes ou de panneaux solaires prétendent qu'ils fournissent une électricité « propre » ou « verte », ne produisant ni polluant ni gaz à effet de serre. Cependant, des émissions de CO₂ sont occasionnées à la fois par l'extraction et l'acheminement des matières premières nécessaires à leur construction (béton, acier, silicium, terres rares), par leur fabrication, ainsi que par leur traitement de fin de vie (recyclage, mise en décharge, etc.). Ces différentes opérations contribuent également à un épuisement des matières premières et sont vectrices de pollutions.

► Expliquer pourquoi l'énergie électrique issue des éoliennes et panneaux photovoltaïques est qualifiée de « verte » et pourquoi il faut nuancer ce terme.

11 Le rendement global d'un système

Un panneau photovoltaïque reçoit une énergie radiative de 500 Wh qu'il convertit en 100 Wh d'énergie électrique. Il est connecté à une batterie d'accumulateurs au lithium dont le rendement est 90 %.

- Calculer le rendement du panneau photovoltaïque.
- Quelle quantité d'énergie électrique sera utilisable lors de la décharge de la batterie ?
- Calculer le rendement global du système panneau-batterie.
- Commenter ce résultat.

12 Centrale nucléaire versus éolienne

La centrale nucléaire de Cruas (Ardèche) est composée de 4 réacteurs nucléaires et 2 éoliennes. Le tableau ci-dessous montre les caractéristiques comparées d'un réacteur nucléaire et d'une éolienne du site de Cruas.

| | Disponibilité annuelle | Puissance électrique |
|--------------------|------------------------|----------------------|
| Réacteur nucléaire | 7500 h | 900 MW |
| Éolienne | 2000 h | 3 MW |

DONNÉES

- Énergie libérée par la fission d'1 g d'uranium 235 : $7,3 \times 10^{10} \text{ J}$
- Rendement d'une centrale nucléaire : 33 %. • $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$

- Calculer l'énergie électrique en joules obtenue par un réacteur de la centrale de Cruas en une année.
- Calculer la masse d'uranium 235 nécessaire pour obtenir cette énergie électrique.
- Calculer combien d'éoliennes seraient nécessaires pour obtenir une quantité d'énergie électrique équivalente.
- Commenter ce résultat.

13 Une nouvelle centrale en Guyane

La Guyane doit accueillir une centrale photovoltaïque d'une puissance électrique de 55 MW. Afin de pallier l'intermittence d'un tel dispositif, un centre de production et de stockage de dihydrogène lui est associé.

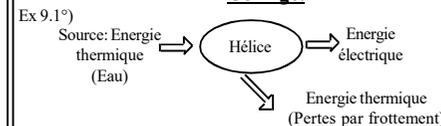
Le dihydrogène est produit grâce à un électrolyseur. Une pile à hydrogène peut ensuite convertir l'énergie chimique sous forme électrique.

DONNÉES

- $\eta_{\text{électrolyseur}} = 80\%$ • $\eta_{\text{pile}} = 50\%$ • $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$

- Calculer l'énergie électrique obtenue par la centrale photovoltaïque pendant 2 h.
- Cette énergie électrique étant ensuite convertie par l'électrolyseur, calculer l'énergie chimique obtenue.
- En déduire quelle sera l'énergie électrique fournie par la pile à hydrogène.
- Représenter la chaîne énergétique associée à la centrale et au dispositif de stockage d'énergie.
- Calculer le rendement global du dispositif de stockage.

Corrigé.



Ex 9. 1°)
$$\eta = \frac{E_{\text{Électrique}}}{E_{\text{Thermique}}} \text{ donc } E_{\text{Thermique}} = \frac{E_{\text{Électrique}}}{\eta} = \frac{1 \text{ MWh}}{0,30} = 3,33 \text{ MWh}$$

Ex 10. Énergie verte car produite à l'aide de sources renouvelables (vent et Soleil) MAIS pour produire ces installations, il y a des impacts

environnementaux. Ex 11. 1°)
$$\eta = \frac{E_{\text{Électrique}}}{E_{\text{Radiative}}} = \frac{100 \text{ Wh}}{500 \text{ Wh}} = 0,20 = 20\%$$

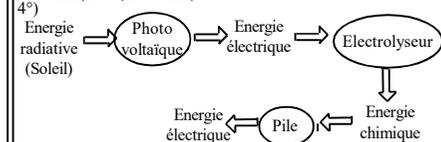
2°)
$$E_{\text{Électrique disp}} = 0,90 \times 100 = 90 \text{ Wh}$$
 3°)
$$\eta = \frac{90 \text{ Wh}}{500 \text{ Wh}} = 0,18 = 18\%$$

Ex 12. 1°) $E = P \times t = 900 \times 10^6 \times 7500 \times 3600 = 2,43 \times 10^{16} \text{ J}$ 2°) La centrale a un rendement de 33%. L'énergie nécessaire pour produire l'énergie électrique de la question précédente est donc
$$E_{\text{Radiative}} = \frac{E_{\text{Électrique}}}{\eta} = \frac{2,43 \times 10^{16}}{0,33}$$

soit $E_{\text{Radiative}} = 7,36 \times 10^{16} \text{ J}$. Ce qui correspond à une masse d'uranium nécessaire
$$m_{\text{Uranium}} = \frac{7,36 \times 10^{16} \text{ J}}{7,3 \times 10^{10} \text{ J}} = 1 \times 10^6 \text{ g} = 1 \text{ tonne}$$

3°) Une éolienne fournit $E = 3 \times 10^6 \times 2000 \times 3600 \text{ J} = 2,16 \times 10^{13} \text{ J}$. Il faudrait donc
$$\frac{2,43 \times 10^{16} \text{ J}}{2,16 \times 10^{13} \text{ J}} = 1125 \text{ éoliennes}$$

Ex 13. 1°) $E = P \times t = 55 \times 10^6 \times 2 \times 3600 = 3,96 \times 10^{11} \text{ J}$
 2°) $E_{\text{Chimique}} = \eta_{\text{électrolyseur}} \times E_{\text{Électrique}} = 0,80 \times 3,96 \times 10^{11} = 3,17 \times 10^{11} \text{ J}$
 3°) $E_{\text{Électrique}} = \eta_{\text{pile}} \times E_{\text{Chimique}} = 0,50 \times 3,17 \times 10^{11} = 1,58 \times 10^{11} \text{ J}$



4°)
$$\eta = \frac{1,58 \times 10^{11} \text{ J}}{3,96 \times 10^{11} \text{ J}} = 0,39 = 39\%$$

- Calculer le rendement global du dispositif de stockage.