



Chapitre 6

Les atouts de l'électricité

Activité documentaire 3 : Stockage de l'énergie (p. 118)

Le but de cette activité est de décrire trois moyens utilisés pour stocker l'énergie : la STEP, l'accumulateur et le supercondensateur.

Lien avec le programme :

- Pour faire face à l'intermittence liée à certains modes de production ou à la consommation, l'énergie électrique doit être convertie sous une forme stockable :
 - énergie chimique (accumulateurs) ;
 - énergie potentielle (barrages) ;
 - énergie électromagnétique (super-capacités).
- Comparer différents dispositifs de stockage d'énergie selon différents critères (masses mises en jeu, capacité et durée de stockage, impact écologique).

Objectifs notionnels :

- Réaliser des chaînes de transformations énergétiques.
- Identifier les dispositifs permettant le stockage d'énergie.

Présentation des documents

Document 1 : Principe de fonctionnement d'une STEP

Ce document allie un schéma de fonctionnement d'une STEP lors du stockage et déstockage d'énergie avec un texte explicatif sur le barrage de Grand Maison dans l'Isère.

Document 2 : Stockage à l'aide d'un accumulateur

Ce document présente le fonctionnement d'un accumulateur lors du stockage et du déstockage de l'énergie.

Document 3 : Stockage à l'aide d'un supercondensateur

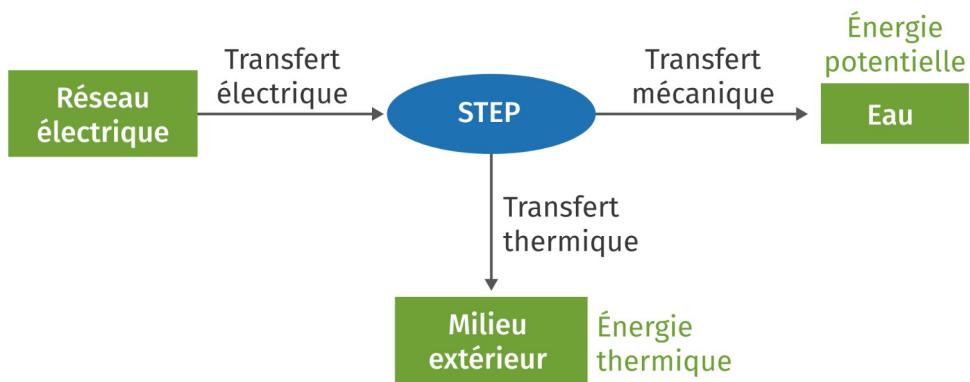
Ce texte explique le principe de fonctionnement d'un supercondensateur en stockage et déstockage d'énergie.

Réponses attendues aux questions :

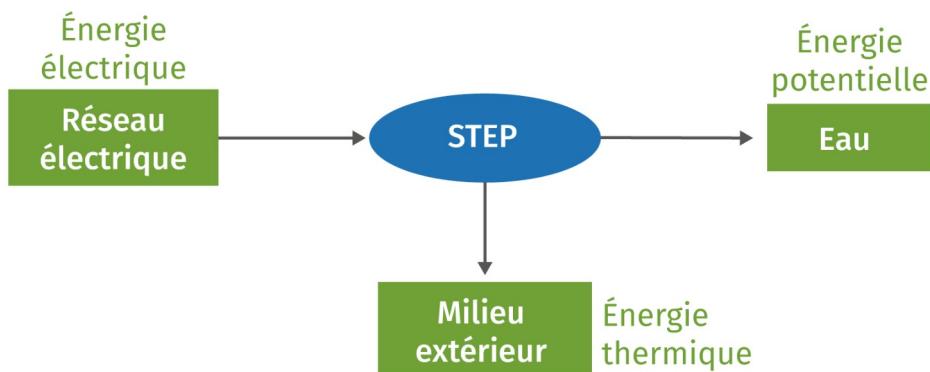
1. Dans une STEP, l'énergie est stockée sous la forme d'énergie mécanique (énergie potentielle de pesanteur). Dans un accumulateur, l'énergie est stockée sous la forme d'énergie chimique. Dans un supercondensateur, l'énergie est stockée sous la forme d'énergie électromagnétique.

2. La chaîne énergétique correspondant au stockage d'énergie dans la STEP est :

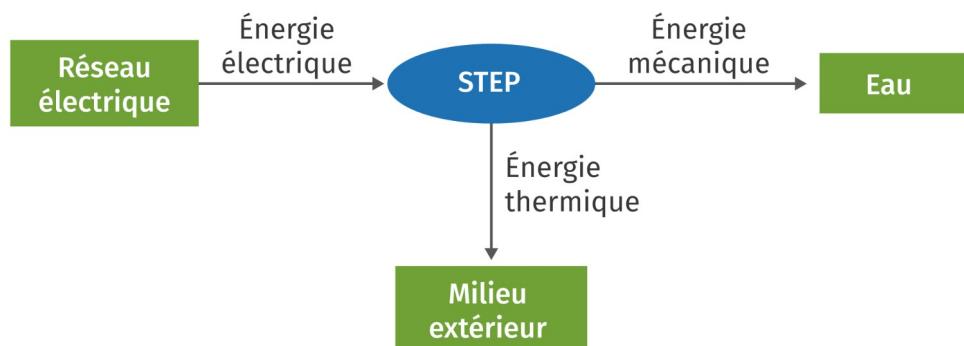
Proposition 1 :



Proposition 2 :

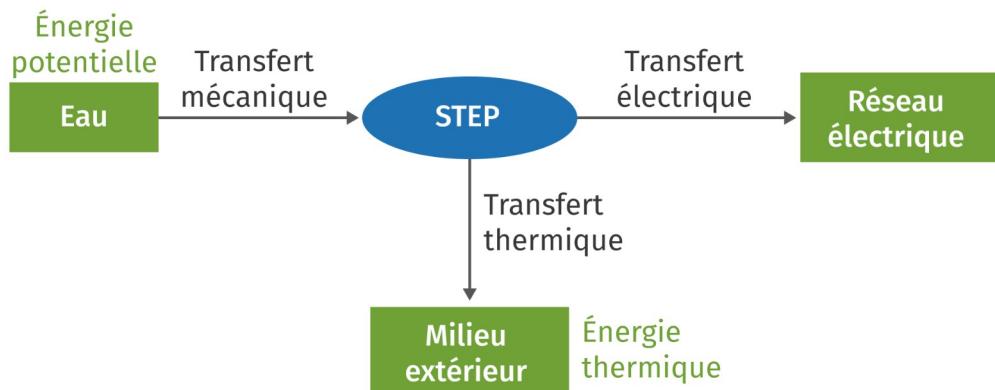


Proposition 3 :

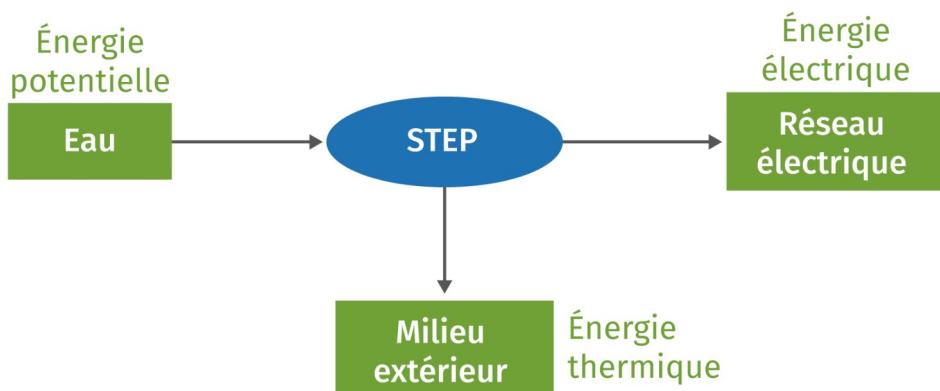


La chaîne d'énergie correspondant au déstockage d'énergie de la STEP est :

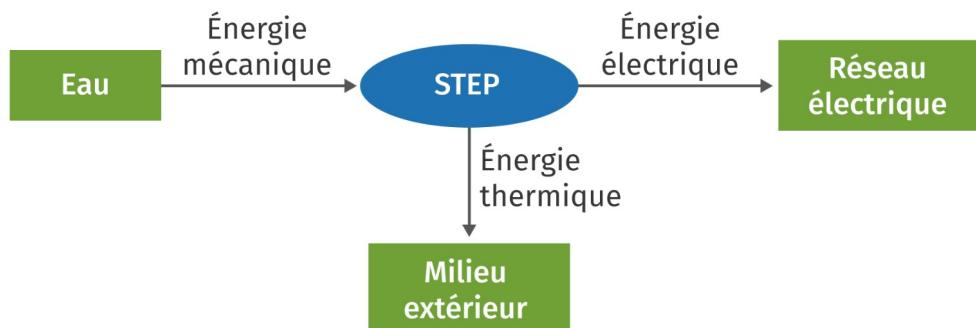
Proposition 1 :



Proposition 2 :



Proposition 3 :



3.

	Avantages	Inconvénients
STEP	<ul style="list-style-type: none">• Stockage d'une grande quantité d'énergie• Source d'énergie renouvelable	<ul style="list-style-type: none">• Modification de l'écosystème en amont et en aval• Taille imposante de l'édifice• Coût de production élevé
Accumulateurs	<ul style="list-style-type: none">• Petite taille	<ul style="list-style-type: none">• Durée de vie limitée• Pollution liée à l'extraction des métaux les constituant
Supercondensateurs	<ul style="list-style-type: none">• Petite taille• Durée de vie importante• Grande puissance énergétique par rapport à un accumulateur	<ul style="list-style-type: none">• Coût assez élevé• Quantité d'énergie stockée par unité de masse inférieure à celle d'un accumulateur

Activité documentaire 4 : Énergie stockée dans un barrage (p. 119)

Cette activité permet d'étudier une chaîne énergétique complète en partant de l'eau du barrage pour aller jusqu'à l'appareil électrique, et donc de calculer le rendement global du système. Chaque conversion énergétique entraîne des pertes plus ou moins importantes, les rendements des dispositifs ne sont pas égaux à 1.

Lien avec le programme :

- 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.

Objectifs notionnels :

- Réaliser des chaînes de transformations énergétiques.
- Calculer le rendement global d'un système de conversion d'énergie.
- Calculer différentes formes d'énergie.
- Identifier les sources de pertes énergétiques.

Objectifs méthodologiques :

- Extraire et organiser l'information utile.
- Utiliser le calcul littéral.
- Exprimer une grandeur physique dans son unité adaptée.
- Mettre en œuvre un raisonnement.

Présentation des documents

Document 1 : Batterie d'un smartphone

Ce document illustre une batterie de smartphone et ses valeurs nominales. Le texte donne des précisions sur les batteries lithium-ion (durée de vie, densité énergétique, rendement).

Document 2 : Production d'électricité

Ce texte donne des informations sur le barrage hydroélectrique de Hoover au Canada.

Document 3 : Transport de l'énergie électrique

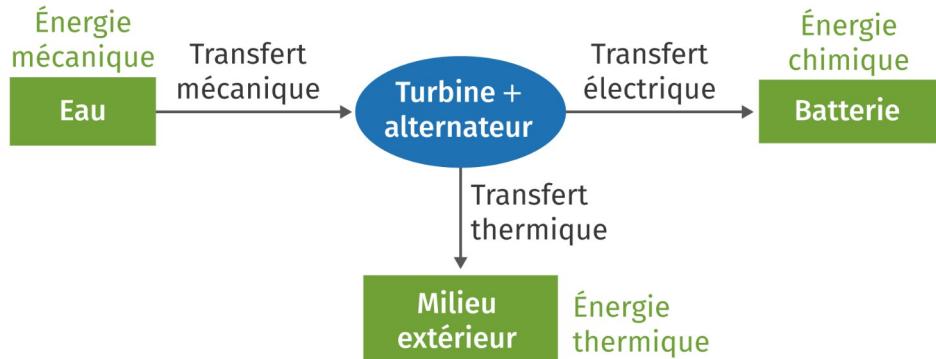
Ce texte évoque le transport de l'énergie électrique des centrales aux utilisateurs.

Réponses attendues aux questions :

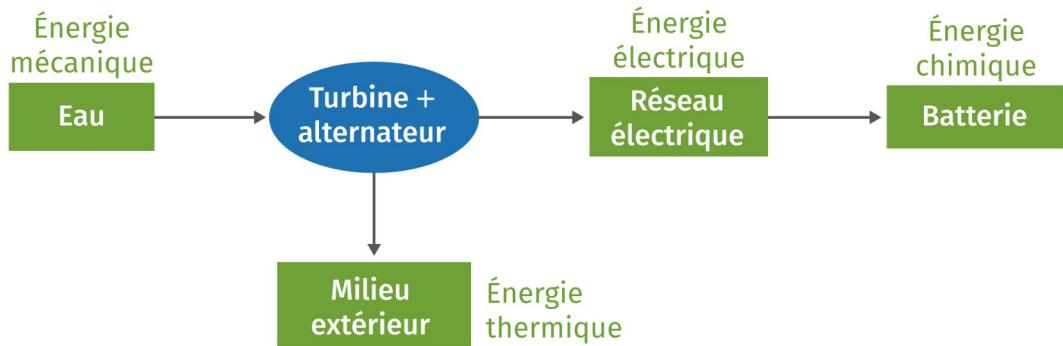
1. L'énergie nécessaire pour remplir complètement la batterie du smartphone est :
 $E_{el} = 11,40 \text{ W} \cdot \text{h}$ soit $E_{el} = 11,40 \times 3\,600 = 41,04 \times 10^3 \text{ J} = 41,04 \text{ kJ}$

2. La chaîne énergétique de l'ensemble du parcours de l'énergie du barrage à la batterie est :

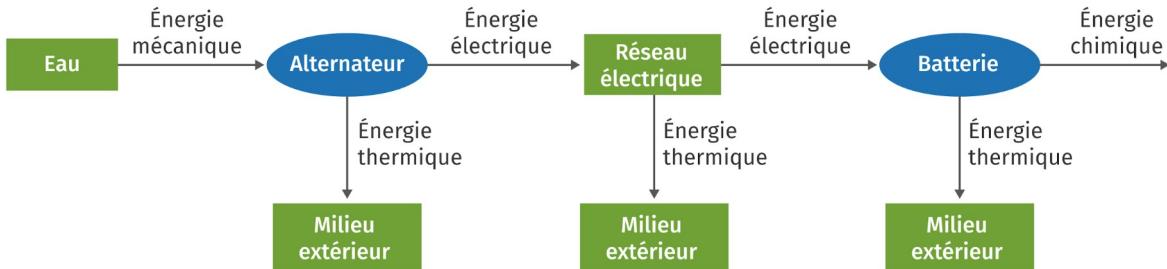
Proposition 1 :



Proposition 2 :



Proposition 3 :



3. Les pertes énergétiques au niveau de la centrale hydroélectrique viennent de l'alternateur (pertes thermiques) et des frottements de l'eau sur la conduite forcée.

4. Le rendement de la centrale hydraulique est :

$$r_{\text{centrale}} = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{fournie}}} = \frac{2\,080}{3\,600 - 1\,270 - 60} = 0,92 = 92\%$$

Remarque : il faut penser à ne compter que l'énergie mécanique qui a été réellement fournie à l'alternateur, et donc tenir compte de l'énergie mécanique à la sortie du barrage.

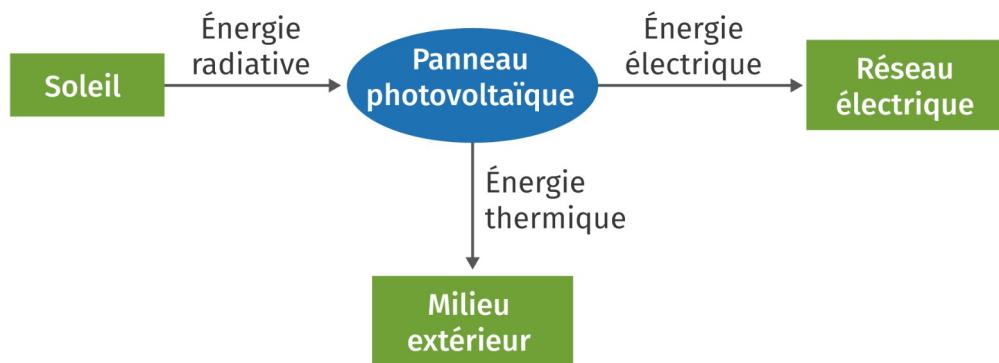
5. Le rendement global du système est :

$$r = r_{\text{centrale}} \cdot r_{\text{transport}} \cdot r_{\text{batterie}} = 0,92 \times 0,94 \times 0,90 = 0,78 = 78\%$$

6. L'énergie prélevée dans l'eau du barrage pour recharger la batterie est :

$$E_{\text{fournie}} = \frac{E_{\text{utile}}}{r} = \frac{41,04}{0,78} = 53 \text{ kJ}$$

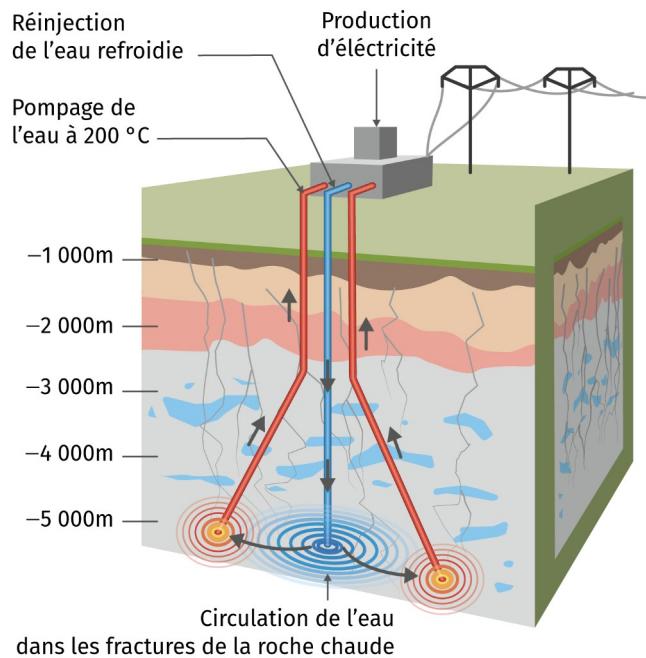
Proposition 3 :



Ressources complémentaires :

- Fonctionnement d'une centrale géothermique :

Géothermie



La température de la Terre augmente avec la profondeur, de l'ordre de 10 à 30 °C par kilomètre. C'est ce que l'on appelle le gradient géothermique. Il peut varier localement dans des zones géologiques très particulières, notamment les zones volcaniques. Dans le nord de l'Alsace, par exemple, il peut atteindre des valeurs de 100 °C par kilomètre. Cette chaleur issue du sol (la géothermie) est ensuite exploitée pour produire de l'électricité.

Deux moyens de faire tourner un système turbine/alternateur sont possibles selon les situations :

- s'il y a présence d'une poche d'eau, cette eau chaude peut être directement utilisée pour mettre en mouvement la turbine ;

- on peut aussi injecter de l'eau dans le sous-sol, qui va chauffer, puis mettre en mouvement la turbine.

Activité débat 2 : Production d'électricité : une solution idéale ? (p. 116-117)

Lien avec le programme :

- Ces méthodes sans combustion ont néanmoins un impact sur l'environnement et la biodiversité ou présentent des risques spécifiques (pollution chimique, déchets radioactifs, accidents industriels, etc.).
- Analyser des documents présentant les conséquences de l'utilisation de ressources géologiques (métaux rares, etc.).

Objectifs méthodologiques :

- Rechercher des informations dans différents médias.
- Extraire et organiser l'information utile.
- Exercer son esprit critique, faire preuve de réflexion et de discernement.
- Formuler une opinion, prendre de la distance avec celle-ci, la confronter à celle d'autrui et en discuter.
- Définir et respecter une organisation et un partage des tâches dans le cadre d'un travail de groupe.

Document 1 : Utilisation des ressources énergétiques pour la production d'électricité à l'échelle mondiale

Le premier graphique montre l'évolution de la production d'électricité dans le monde par rapport aux utilisations de ressources énergétiques. Le second graphique indique la répartition de ces ressources énergétiques pour produire de l'électricité en 2018.

Document 2 : Développement du photovoltaïque

Ce document est composé de deux articles du journal *Le Monde* sur l'implantation de centrales photovoltaïques dans l'Aude et dans l'Hérault.

Document 3 : Implantation d'une centrale hydroélectrique

Ce texte est extrait d'un article du journal *L'Expansion* sur l'implantation en Serbie d'une centrale hydroélectrique.

Document 4 : Terres rares

Ce texte est extrait du journal du CNRS et évoque l'exploitation et l'extraction des métaux rares.

Document 5 : Piles et environnement

Ce document discute du recyclage et de l'impact environnemental des piles.

Document 6 : Fukushima, l'après tsunami

Ce texte est extrait d'un article du journal *La Croix* sur les dangers environnementaux liés à l'accident nucléaire de Fukushima en 2011.

Réponses attendues aux questions :

Question préalable : Il n'y a pas de réponse spécifique attendue pour cette question. L'objectif est de faire émerger les conceptions initiales et de les confronter aux recherches.

1. Depuis 1990, la production et donc la consommation d'énergie électrique a fortement augmenté. Elle a plus que doublé en 28 ans. D'après le second graphique, nous pouvons observer que l'essentiel de l'énergie électrique est produit à partir de sources fossiles (64 %). Seulement 36 % de la production d'électricité provient de sources renouvelables.

2. Liste non exhaustive :

	Avantages	Inconvénients
Piles classiques	<ul style="list-style-type: none"> • Petite taille 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible quantité d'énergie disponible • Pollution liée aux métaux
Pile à hydrogène	<ul style="list-style-type: none"> • Non polluante, car ne rejette que de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Taille assez grande • Coût • Danger lié au dihydrogène • Production de dihydrogène assez énergivore
Centrale hydroélectrique	<ul style="list-style-type: none"> • Stockage d'une grande quantité d'énergie • Source d'énergie renouvelable 	<ul style="list-style-type: none"> • Impact environnemental élevé • Modification de l'écosystème en amont et en aval • Pollution visuelle.
Éoliennes	<ul style="list-style-type: none"> • Source d'énergie renouvelable 	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution visuelle • Pollution sonore • Impact environnemental (béton, matériau) • Production intermittente
Hydroliennes	<ul style="list-style-type: none"> • Source d'énergie renouvelable 	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution visuelle • Pollution sonore • Impact environnemental (béton, matériau) • Production intermittente
Centrales nucléaires	<ul style="list-style-type: none"> • Grande quantité d'énergie électrique produite 	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution liée à la gestion des déchets • Danger lié à la radioactivité, notamment lors d'accidents industriels • Modification de l'écosystème
Panneaux solaires thermiques	<ul style="list-style-type: none"> • Source d'énergie renouvelable • Source d'énergie thermique 	<ul style="list-style-type: none"> • Production intermittente • Pollution liée à l'extraction des composants
Panneaux photovoltaïques	<ul style="list-style-type: none"> • Source d'énergie renouvelable 	<ul style="list-style-type: none"> • Production intermittente • Nécessite une installation pour modifier le courant continu en courant alternatif • Pollution liée à l'extraction des composants

5. Toutes les sources d'énergie ont des avantages et des inconvénients. Elles ont toutes un impact sur l'environnement, parfois indirect comme c'est le cas pour les ressources renouvelables. La compréhension des différentes technologies, ainsi que leurs impacts est un sujet scientifique. Cependant la problématique énergétique ayant un impact direct sur la vie des citoyens et l'environnement, elle constitue donc une question politique.