

Chapitre 6 : Les atouts de l'électricité

Présentation	2
Activités	5
Activité documentaire 1 : La production d'électricité sans combustion (p. 114-115)	5
Activité débat 2 : Production d'électricité : une solution idéale ? (p. 116-117)	13
Activité documentaire 3 : Stockage de l'énergie (p. 118)	16
Activité documentaire 4 : Énergie stockée dans un barrage (p. 119)	20
Bilan (p. 121)	23
Exercices	24
Zone d'échauffement (p. 122)	24
L'atelier des apprentis (p. 123)	26
Le repaire des initiés (p. 124-125)	29
Le coin des experts (p. 126)	39

Présentation

Préambule concernant les formes d'énergie, les chaînes énergétiques et l'énergie électrique.

Dans ce chapitre, l'identification des formes d'énergies est une capacité centrale. Afin de permettre la réalisation de chaînes énergétiques compréhensibles par tous, il faut convenir d'un formalisme commun. Nous vous proposons deux approches pour le traitement de celles-ci.

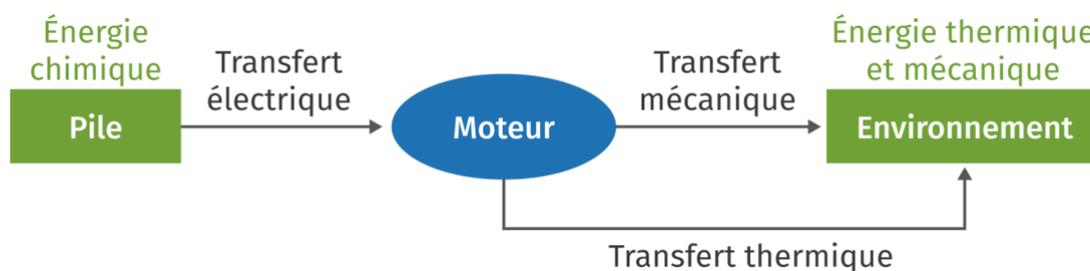
L'énergie est définie comme la grandeur mesurant la capacité d'un système à subir une transformation. Ainsi, une forme d'énergie est systématiquement associée à un système (que l'on peut appeler réservoir). En toute rigueur, l'énergie électrique n'est donc pas une forme d'énergie puisqu'on ne peut pas lui associer de système. L'électricité est un moyen de transfert de l'énergie. Cependant, le B.O. faisant mention de l'énergie électrique, nous avons fait un compromis, présenté sous cette forme aux élèves dans la fiche méthode sur l'énergie (disponible en version numérique : [LLS.fr/ESTFM17](https://lls.fr/ESTFM17)) :

« Le terme "énergie électrique" est un abus de langage, il s'agit en fait d'un transfert d'énergie par l'électricité ou plus simplement d'un transfert électrique. Néanmoins, par commodité et pour alléger les chaînes énergétiques, on s'autorise à parler d'énergie électrique. Dans ce cas le réservoir associé est alors le circuit électrique pour une pile se déchargeant dans un circuit, ou le réseau électrique pour une centrale. »

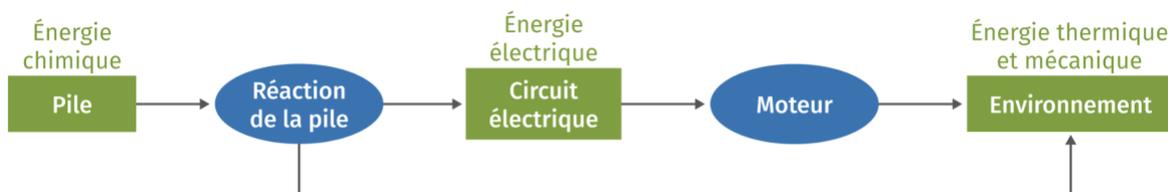
La première possibilité, la plus complète, est alors de faire figurer dans les chaînes énergétiques:

- les réservoirs accompagnés de la forme de l'énergie stockée ;
- les convertisseurs ;
- les formes de transfert d'énergie.

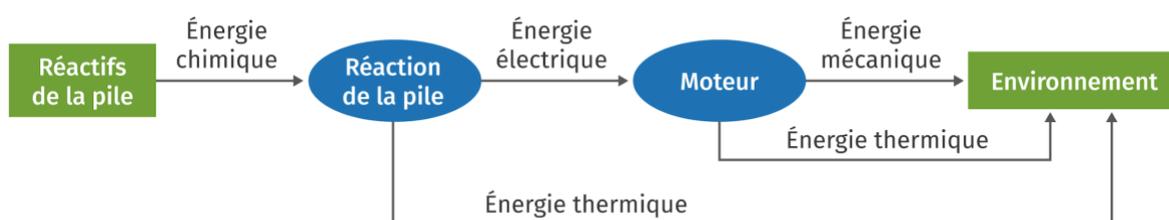
La chaîne énergétique d'un circuit électrique dans lequel une pile fait tourner un moteur muni d'une hélice aurait alors la forme suivante :



En faisant apparaître l'énergie électrique et en omettant les transferts :



La seconde possibilité, plus simple et plus courante, consiste à se concentrer sur les convertisseurs d'énergie et sur les formes d'énergie avant et après conversion. On assimile alors implicitement la notion d'énergie et de transfert. La même chaîne que précédemment serait alors représentée de la manière suivante :



Pour approfondir la question, nous vous invitons à aller consulter l'excellent site <http://pegase.ens-lyon.fr/> de l'Institut français de l'éducation. Vous y trouverez notamment dans les ressources pour le collège le premier formalisme dont nous nous sommes inspirés.

Présentation du chapitre

L'électricité joue un rôle majeur dans notre société depuis un peu plus de deux siècles. Elle est au cœur de nombreux enjeux sociétaux (économiques, technologiques, environnementaux, etc.). Produire de l'électricité sans contribuer au réchauffement climatique, en concevoir le stockage sous d'autres formes, optimiser son transport sont aujourd'hui des objectifs majeurs d'une transition climatique et environnementale.

L'énergie électrique présente de nombreux avantages :

- une distribution aisée, sûre et à faible impact écologique ;
- l'existence de réseaux de distribution très étendus ;
- la disponibilité de convertisseurs de bon rendement permettant de transformer l'énergie électrique en d'autres formes d'énergie ou, symétriquement, d'obtenir de l'énergie électrique.

L'existence de procédés d'obtention d'énergie électrique sans combustion justifie le rôle central que cette forme d'énergie est amenée à jouer dans l'avenir.

Ce qui a été enseigné en seconde et au cycle 4 :

- Énergie, puissance, relation entre puissance et énergie.
- Identification des sources, transferts et conversions d'énergie.
- Bilan énergétique pour un système simple.
- Conversion d'un type d'énergie en un autre.

Ce qui a été enseigné en première spécialité Physique-Chimie :

- Puissance et énergie.
- Rendement d'un convertisseur.

Lien(s) avec les chapitres précédents ou suivants du manuel :

Tous les chapitres du thème 2 (chapitres 5 à 8) sont fortement imbriqués, avec des notions qui peuvent revenir d'un chapitre à l'autre :

- chaînes énergétiques ;
- rendement de conversion d'un système ;
- production de l'énergie électrique ;
- fonctionnement d'un capteur photovoltaïque.

Bibliographie :

Ce chapitre est ancré dans l'actualité. L'idée est donc d'aller piocher dans les articles de presse pour compléter ou actualiser les informations données dans les activités.

- Le site du journal du CNRS est particulièrement intéressant : <https://lejournal.cnrs.fr/>.
- De même, le site de l'agence internationale de l'énergie fournit un grand nombre de graphiques/données : <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=Coal%20production%20by%20type>

Sitographie :

- Le site du CEA : <http://www.cea.fr/>
- Le site d'EDF : <https://www.edf.fr/>
- Le site Connaissances des énergies : <https://www.connaissancedesenergies.org/>
- Le dispositif « J'apprends l'énergie » mis en place par ENGIE : <https://www.engie.com/dispositif-pedagogique-japprends-lenergie>
- Le site Planète énergies mis en place par Total : <https://www.planete-energies.com/fr>
- Le kit pédagogique de Total : <https://www.kit-pedagogique.total.com/fr>

Idées d'activités alternatives ou complémentaires :

- Les combustibles alternatifs à empreinte carbone réduite.
- Les enjeux de l'utilisation de l'énergie nucléaire : de la fission à la fusion contrôlée.
- Les accumulateurs électrochimiques dans la société.

Activités

Les activités de ce chapitre ont pour objectif de faire le panorama des moyens utilisés aujourd'hui pour produire de l'électricité sans utiliser de combustion. On peut résumer ainsi les objectifs des différentes activités :

1. Comprendre le fonctionnement des différentes technologies utilisées aujourd'hui.
2. Quels en sont leurs avantages et leurs inconvénients.
3. Parcourir les moyens de stockage à notre disposition.
4. Effectuer un bilan énergétique global des transferts/conversions/perdes dans le cas d'une situation concrète.

Activité documentaire 1 : La production d'électricité sans combustion (p. 114-115)

Le but de l'activité est d'identifier et de comprendre le fonctionnement de la plupart des moyens de production d'électricité sans combustion. Ces moyens de production sont intéressants, car ils émettent moins de dioxyde de carbone (gaz à effet de serre) que les centrales thermiques à flamme (à base de la combustion de charbon, pétrole ou gaz naturel). La plupart de ces moyens de production mettent en œuvre des sources d'énergie renouvelables.

Lien avec le programme :

- Trois méthodes permettent d'obtenir de l'énergie électrique sans nécessiter de combustion :
 - la conversion d'énergie mécanique, soit directe (dynamos, éoliennes, hydroliennes, barrages hydroélectriques), soit indirecte à partir d'énergie thermique (centrales nucléaires, centrales solaires thermiques, géothermie) ;
 - la conversion de l'énergie radiative reçue du Soleil (panneaux photovoltaïques) ;
 - la conversion électrochimique (piles ou accumulateurs conventionnels, piles à hydrogène).
- Décrire des exemples de chaînes de transformations énergétiques permettant d'obtenir de l'énergie électrique à partir de différentes ressources primaires d'énergie.

Objectifs notionnels :

- Connaître et comprendre le fonctionnement des méthodes permettant d'obtenir de l'énergie électrique sans combustion.
- Réaliser des chaînes de transformations énergétiques.

Objectifs méthodologiques :

- Extraire et organiser l'information utile.
- Mettre en œuvre un raisonnement logique simple.
- Représenter et modéliser des phénomènes.

Durée estimée : 30 minutes.

Présentation des documents

Document 1 : Conversion d'énergie chimique

Ce document explique le principe de fonctionnement des piles électrochimiques. Une distinction est faite entre les piles usuelles et les piles à hydrogène.

Document 2 : Conversion directe d'énergie mécanique

Le principe de fonctionnement des centrales hydroélectriques est présenté, puis celui des éoliennes et hydroliennes.

Document 3 : Conversion d'énergie mécanique à partir d'énergie thermique

Ce document explicite le principe de fonctionnement des centrales nucléaires.

Document 4 : Conversion d'énergie radiative

Ici c'est le principe de fonctionnement des panneaux solaires thermiques et des panneaux photovoltaïques qui est vu.

Chaque document est enrichi d'une vidéo, disponible sur [LLS.fr/ESTP115](https://lls.fr/ESTP115), qui permet de mieux visualiser le principe de fonctionnement et d'aller plus loin dans la compréhension du phénomène. Un renvoi est aussi fait vers une fiche méthode sur le concept d'énergie ([LLS.fr/ESTFM17](https://lls.fr/ESTFM17))

Réponses attendues aux questions :

1. Un point commun entre les conversions directes et indirectes d'énergie mécanique est la présence d'un fluide (eau, air) pour faire tourner une turbine qui est couplée à un alternateur. La rotation de cet alternateur entraîne une conversion d'énergie mécanique en énergie électrique.

Une différence est l'utilisation d'un fluide comme intermédiaire entre le réservoir initial d'énergie le couple alternateur-turbine dans le cas des conversions indirectes. La conversion d'énergie ne se fait donc pas directement depuis le réservoir d'énergie, mais nécessite une conversion supplémentaire.

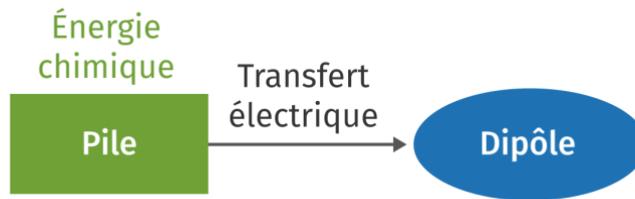
2. Une réaction d'oxydoréduction consiste en un échange d'électrons entre les réactifs mis en présence. Dans une pile, les réactifs sont dans des compartiments séparés. Si on les relie à l'aide d'un conducteur électrique, les électrons peuvent passer dans le conducteur, ce qui crée un courant électrique. La pile convertit ainsi l'énergie chimique en énergie électrique.

3. En 2017, le photovoltaïque a produit 9,2 TW·h d'énergie électrique contre 379,1 TW·h pour les centrales nucléaires. On peut en déduire que le photovoltaïque reste peu développé en France. Le nucléaire a fourni environ 40 fois plus d'énergie électrique que le photovoltaïque en 2017.

$$\frac{E_n}{E_p} = \frac{379,1}{9,2} = 41$$

4. Chaîne énergétique associée aux piles :

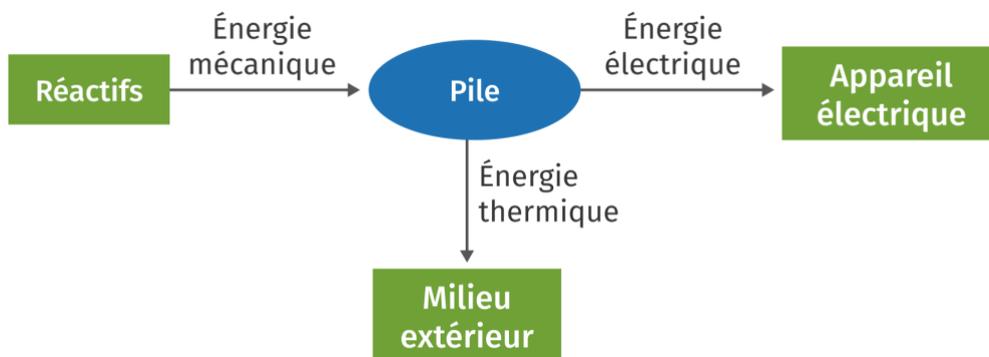
Proposition 1 :



Proposition 2 :

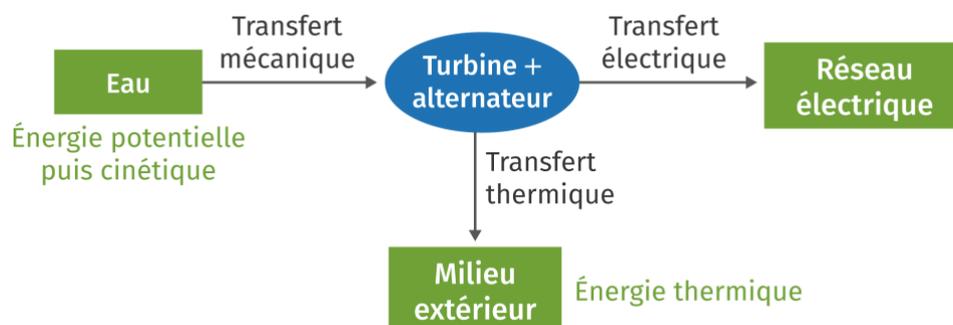


Proposition 3 :

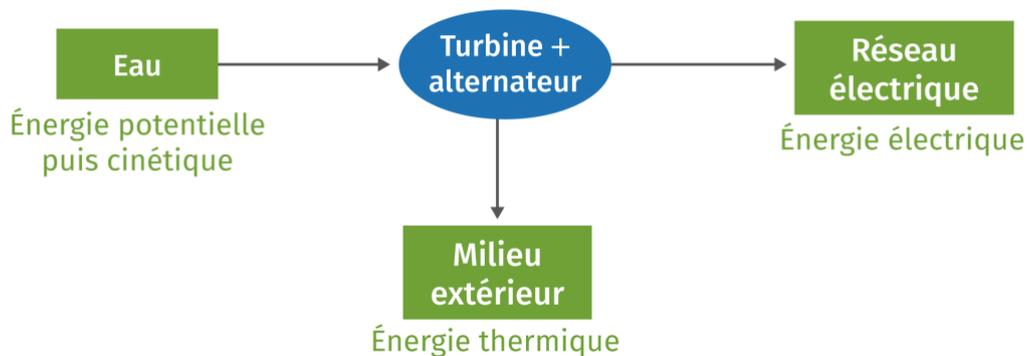


Chaîne énergétique associée à la centrale hydroélectrique :

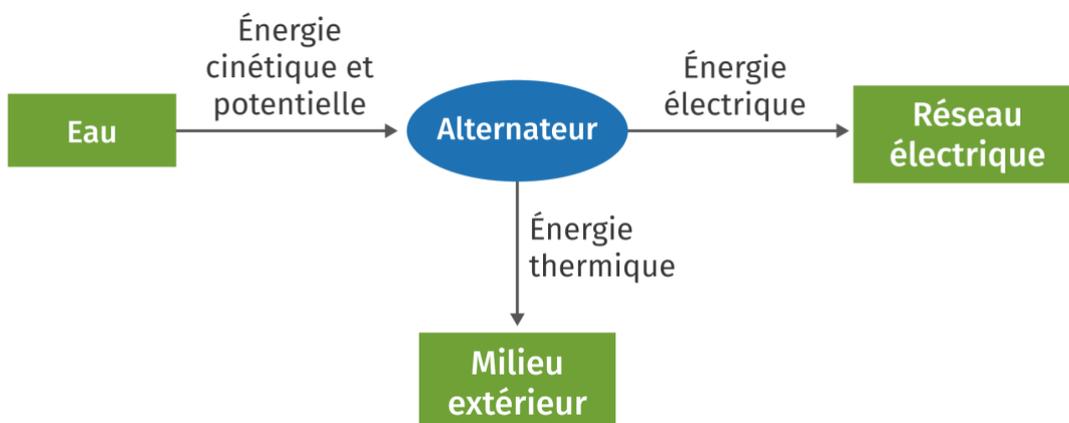
Proposition 1 :



Proposition 2 :

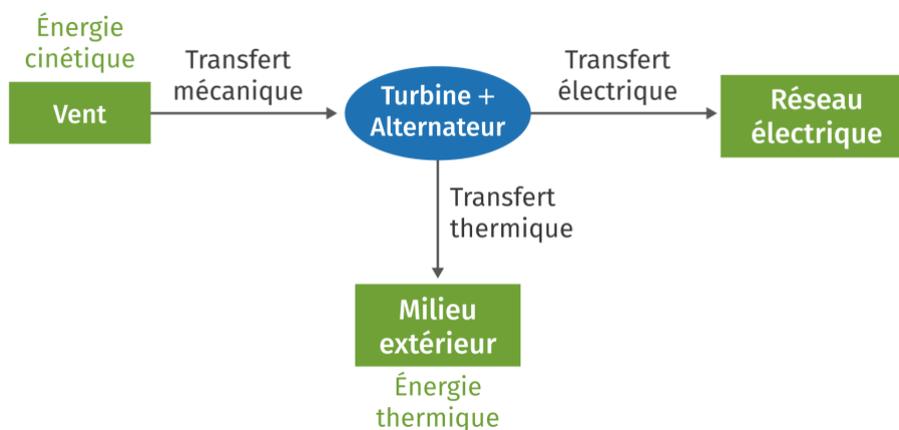


Proposition 3 :

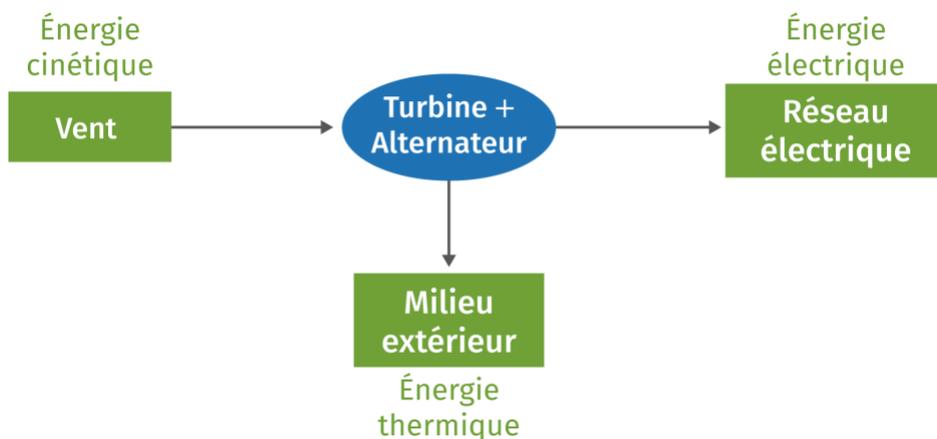


Chaîne énergétique associée à une éolienne (pour une hydrolienne l'eau remplace le vent) :

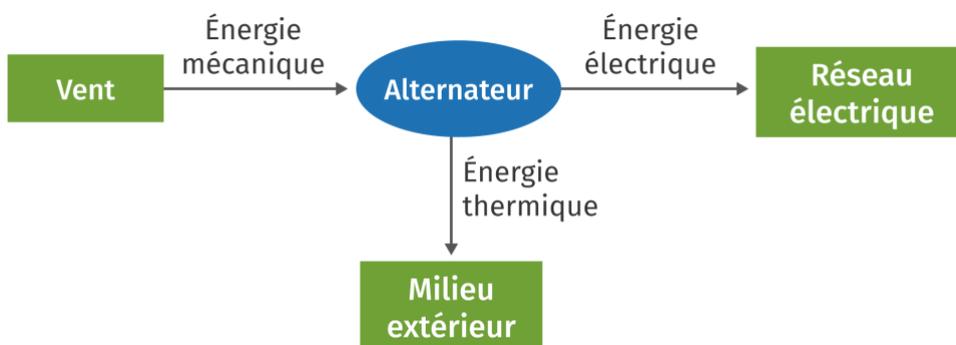
Proposition 1 :



Proposition 2 :

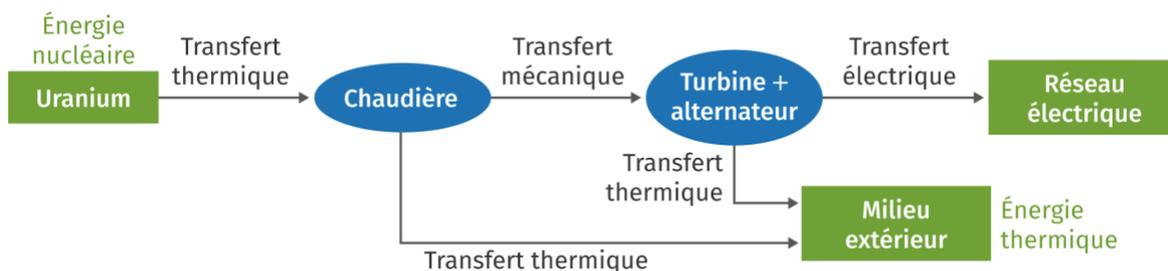


Proposition 3 :

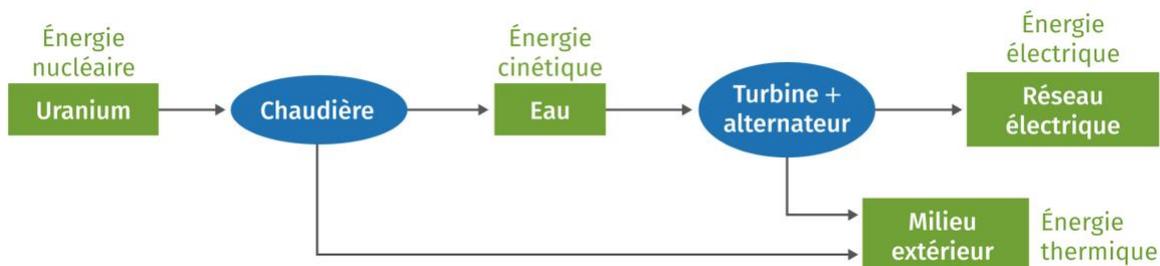


Chaîne énergétique associée à une centrale nucléaire :

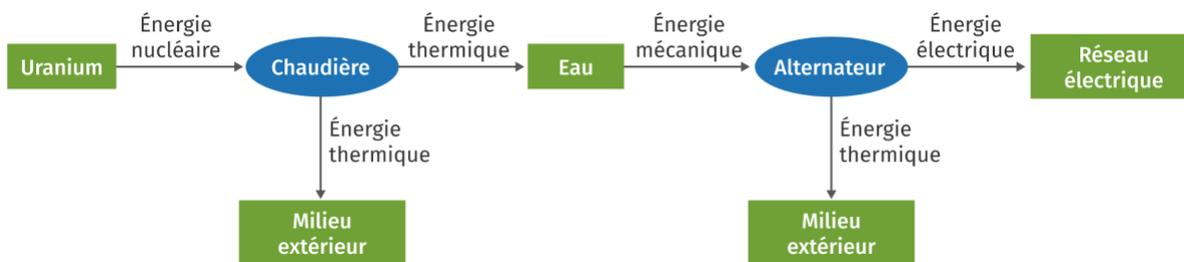
Proposition 1 :



Proposition 2 :

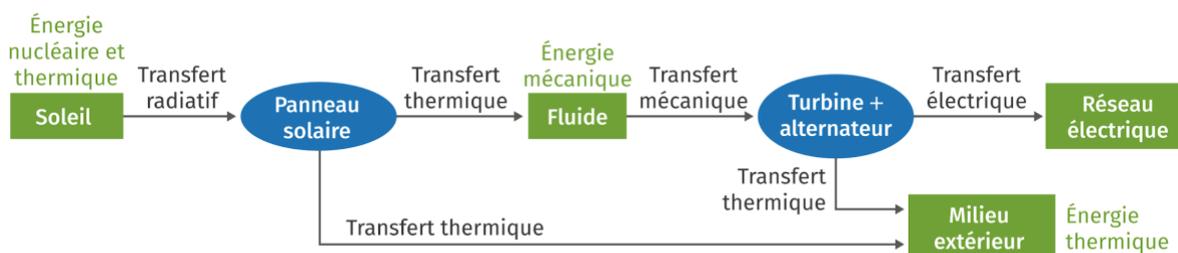


Proposition 3 :

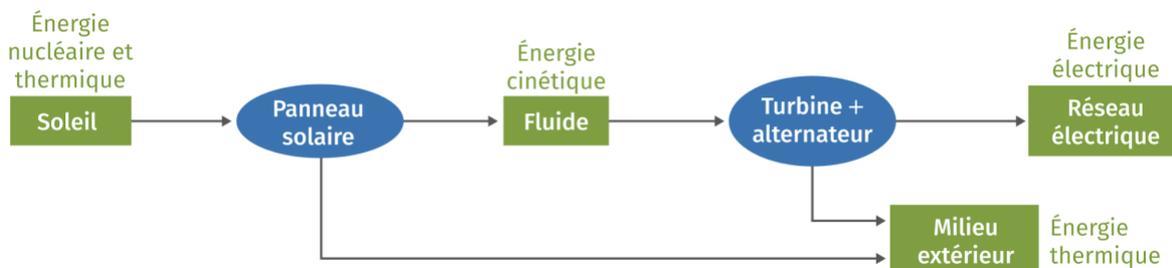


Chaîne énergétique associée à un panneau solaire thermique :

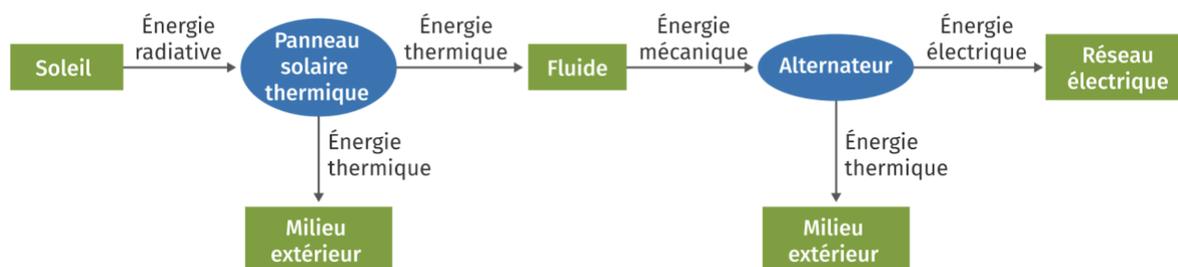
Proposition 1 :



Proposition 2 :

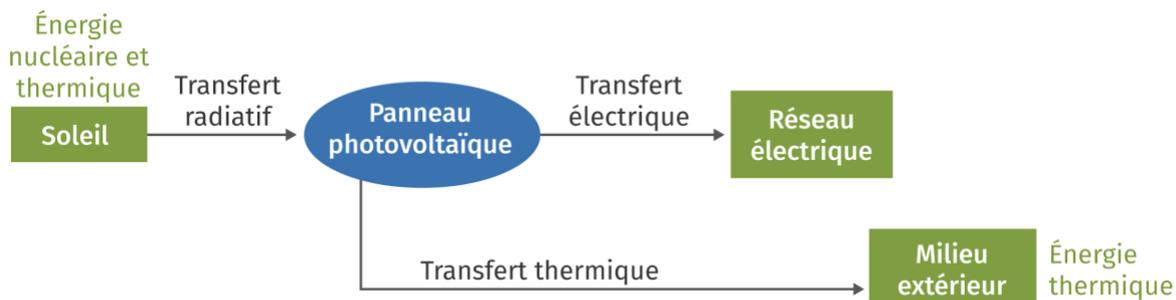


Proposition 3 :

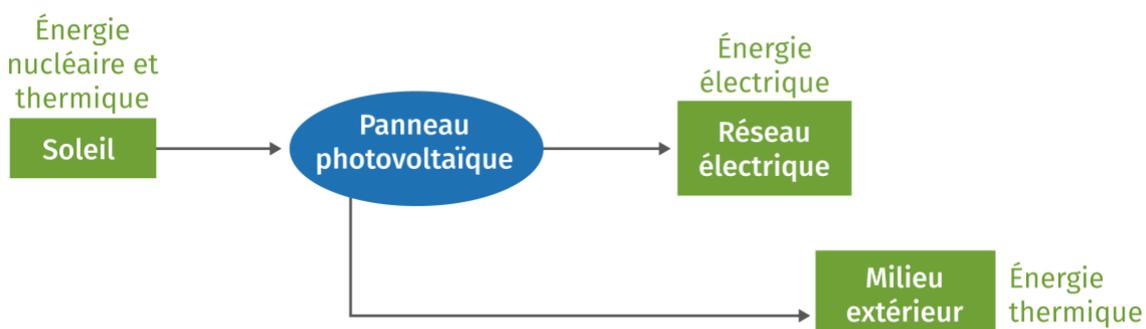


Chaîne énergétique associée à un panneau photovoltaïque :

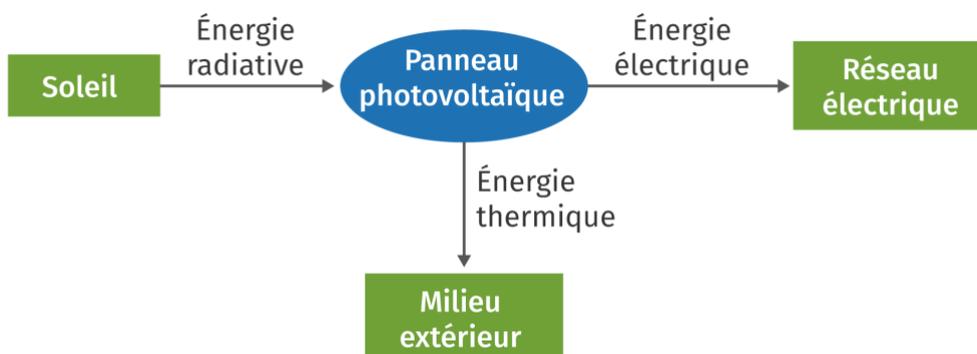
Proposition 1 :



Proposition 2 :



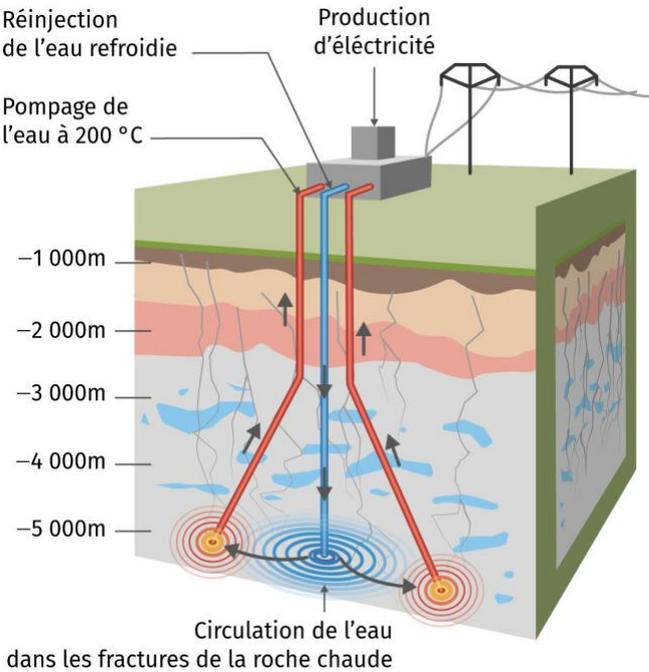
Proposition 3 :



Ressources complémentaires :

- Fonctionnement d'une centrale géothermique, à retrouver ci-dessous est en version numérique :

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.

- Un article de Planète énergies sur les différentes formes d'énergie : <https://www.planete-energies.com/fr/medias/decryptages/les-differentes-formes-d-energie>
- Deux vidéos pour comprendre comment le fonctionnement d'une centrale géothermique :
 - <https://www.youtube.com/watch?v=ABp9A-ozIV4>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=6gllq6oog2g>

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

Cette activité permet aux élèves de développer une méthode de recherche documentaire, pour se forger une opinion à partir de sources nombreuses et développer leur esprit critique. C'est la raison pour laquelle il est intéressant de rechercher les points positifs et négatifs pour toutes les méthodes employées aujourd'hui.

Les technologies actuelles pouvant évoluer au cours de la mise en œuvre de ce programme, l'idée est donc que les élèves puissent rechercher de nouvelles sources afin de compléter et actualiser eux-mêmes les informations de l'activité.

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.

Autres compétences mobilisables dans cette activité :

- Apprécier la fiabilité des informations recueillies (EMI).

Durée estimée : 60 minutes.

Présentation des documents

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 des élèves afin qu'ils les confrontent aux résultats de leurs 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

3. Sans objet : création des groupes.

4. Sans objet : mise en commun des argumentaires.

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.

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.

Objectifs méthodologiques :

- Rechercher et extraire l'information utile.

Durée estimée : 30 minutes.

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.

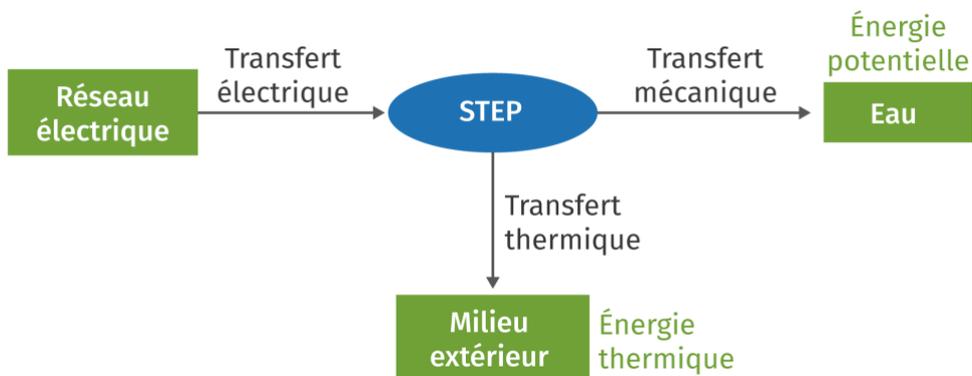
Document 3 : Stockage à l'aide d'un supercondensateur

Ce texte explique le principe de fonctionnement d'un supercondensateur en stockage et déstockage d'énergie. Le schéma de principe est à retrouver en version numérique sur LLS.fr/ESTstockage.

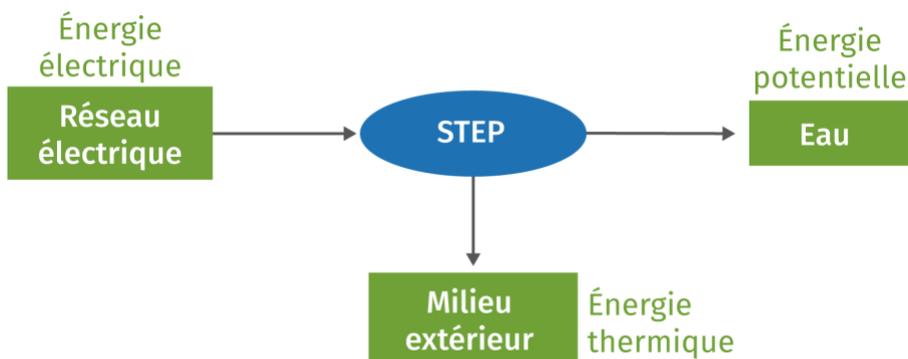
Réponses attendues aux questions :

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.

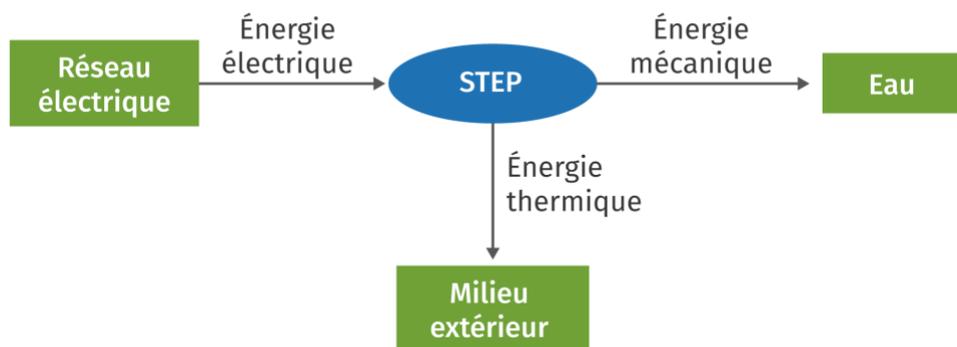
2. La chaîne énergétique correspondant au stockage d'énergie dans la STEP est :
Proposition 1 :



Proposition 2 :

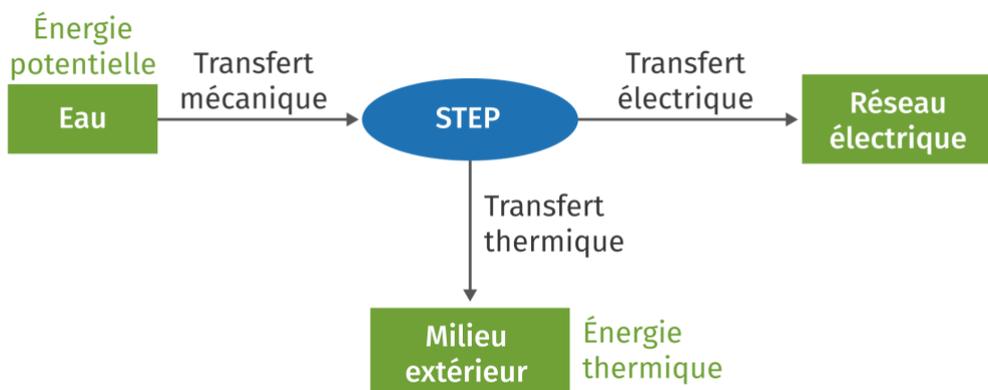


Proposition 3 :

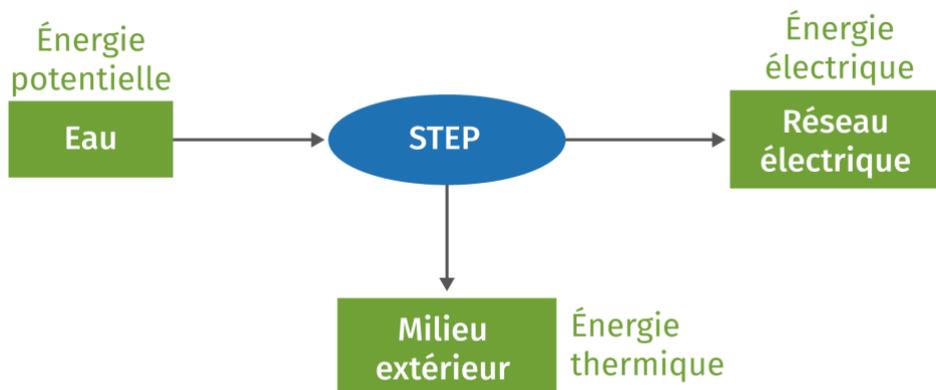


La chaîne d'énergie correspondant au déstockage d'énergie de la STEP est :

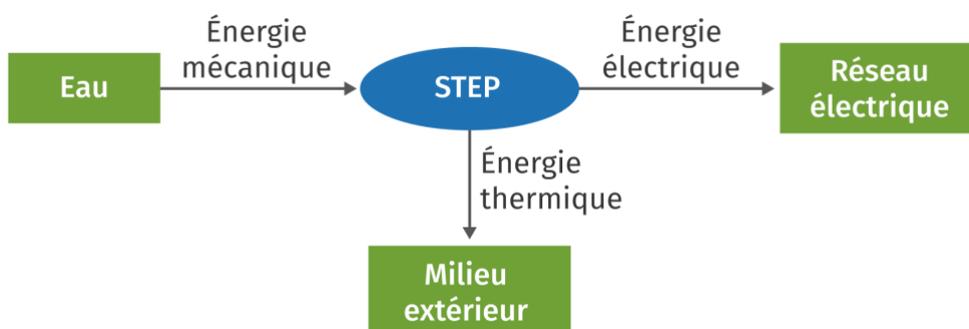
Proposition 1 :



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

Ressources complémentaires :

- Un article de la Commission de régulation de l'énergie sur le stockage de l'électricité : <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=stockage-technologies>
- Un article de la revue *Sortir du nucléaire* sur le stockage de l'énergie électrique : <https://www.sortirdunucleaire.org/Le-stockage-de-l-energie-electrique-Pourquoi-est>
- Un article de *Futura sciences* sur le projet Energy Vault : <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/energie-renouvelable-stockage-energie-invention-geniale-startup-suisse-73877/>
- Un dossier de Planète énergies intitulé « Comment stocker l'électricité ? » : <https://www.planete-energies.com/fr/medias/dossiers/comment-stocker-l-electricite>
- Une série de vidéos du CEA dans la série ScienceLoop :
 épisode 1 : <https://www.youtube.com/watch?v=VQyooUrr5B8&list=PLLKquSi64nRatXwGz1vJeJo02wXIPRxlA&index=2>
 épisode 2 : <https://www.youtube.com/watch?v=n4PzflXG3Rk&list=PLLKquSi64nRatXwGz1vJeJo02wXIPRxlA&index=1>
 épisode 3 : https://www.youtube.com/watch?v=Ln7m3_mquY0&list=PLLKquSi64nRatXwGz1vJeJo02wXIPRxlA&index=1

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.

Durée estimée : 30 minutes.

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.

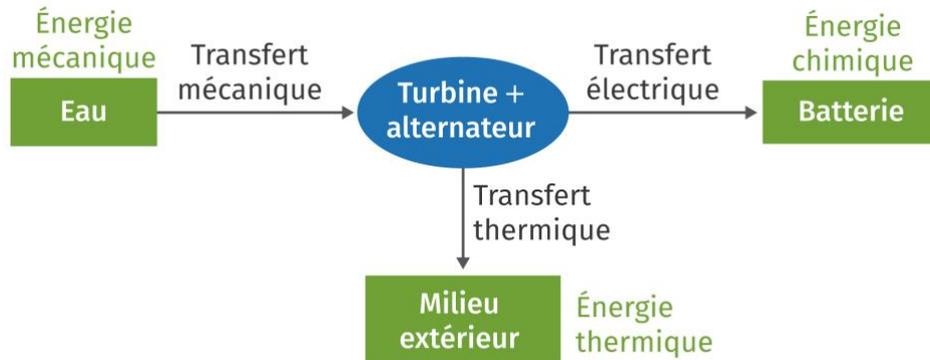
Réponses attendues aux questions :

1. L'énergie nécessaire pour remplir complètement la batterie du smartphone est :

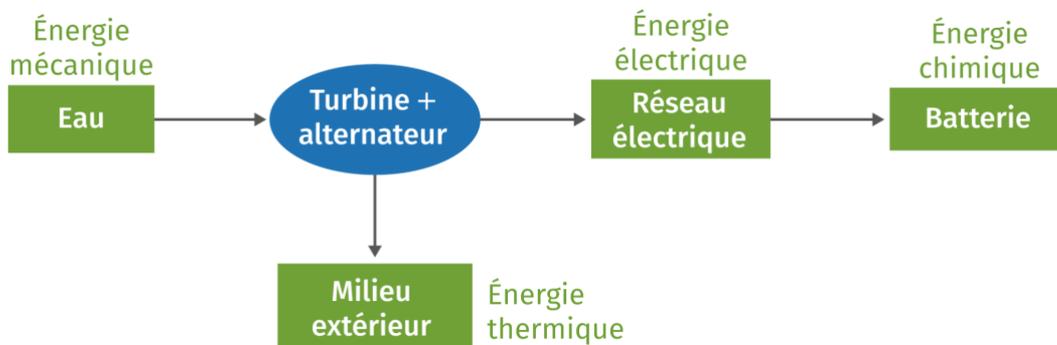
$$E_{el} = 11,40 \text{ W} \cdot \text{h} \text{ soit } E_{el} = 11,40 \times 3\,600 = 41,04 \times 10^3 \text{ J} = 41,04 \text{ kJ}$$

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

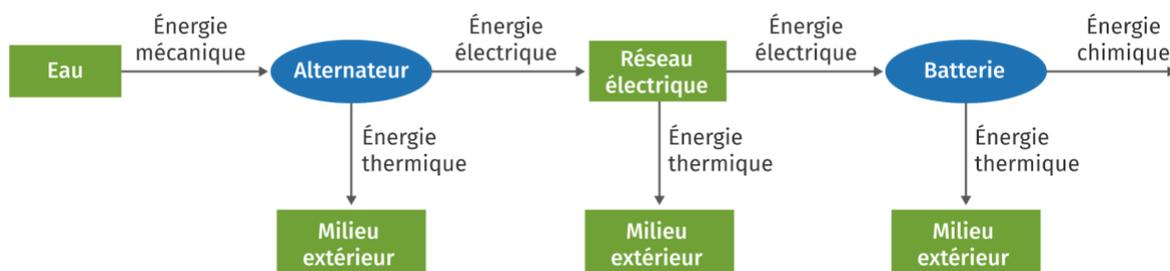
Proposition 1 :



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 :

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

Ressources complémentaires :

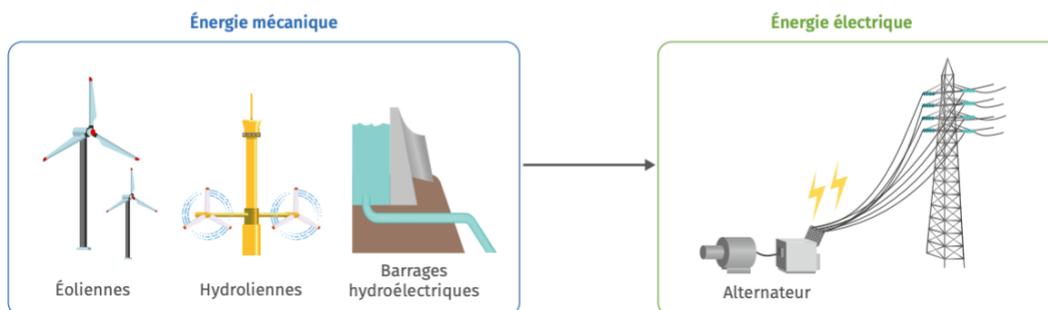
- Un article sur le rendement et les pertes sur le réseau électrique : <https://www.picbleu.fr/page/electricite-rendement-et-pertes-sur-le-reseau>
- Un article de Planète énergies sur le rendement, la puissance et la mesure de l'énergie : <https://www.planete-energies.com/fr/medias/decryptages/l-energie-rendement-puissance-et-mesure>

Bilan (p. 121)

Production d'électricité

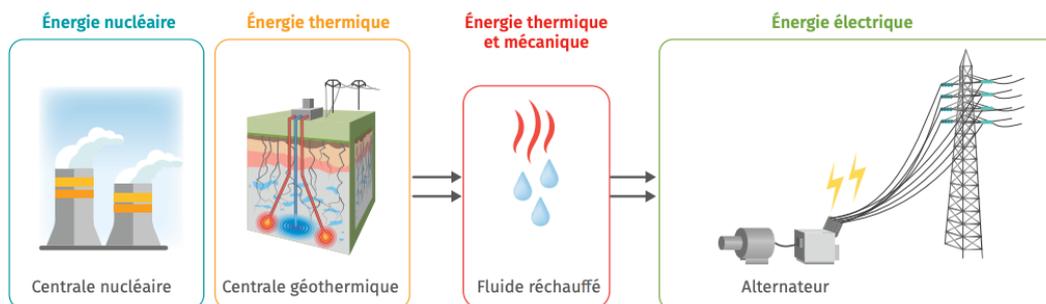
CONVERSION DIRECTE D'ÉNERGIE MÉCANIQUE

Au sein d'éoliennes, d'hydroliennes ou de barrages hydroélectriques, des turbines mettent en mouvement un alternateur qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique



CONVERSION INDIRECTE D'ÉNERGIE MÉCANIQUE

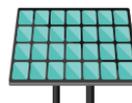
Dans les centrales nucléaires ou géothermiques, un fluide réchauffé met en mouvement une turbine qui entraîne un alternateur



CONVERSION D'ÉNERGIE CHIMIQUE



CONVERSION DIRECTE D'ÉNERGIE RADIATIVE



Stockage d'énergie

Énergie chimique



Énergie électromagnétique



Énergie potentielle de pesanteur



Exercices

Zone d'échauffement (p. 122)

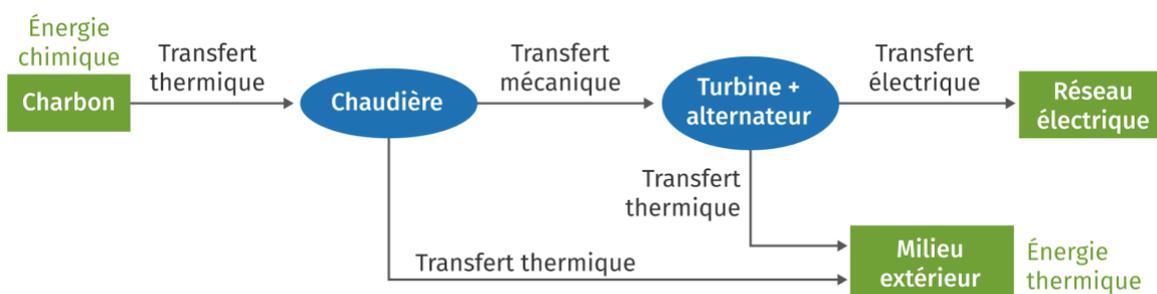
1. Rendement global.

Le rendement global des conversions d'énergie de l'uranium à l'eau de la bouilloire est égal au produit des rendements des différents convertisseurs soit :

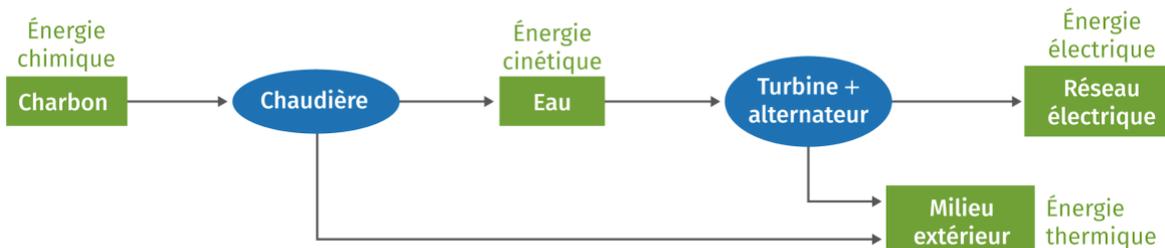
$$r = 0,30 \times 0,94 \times 0,85 = 0,24 = 24\%$$

2. Centrales à charbon.

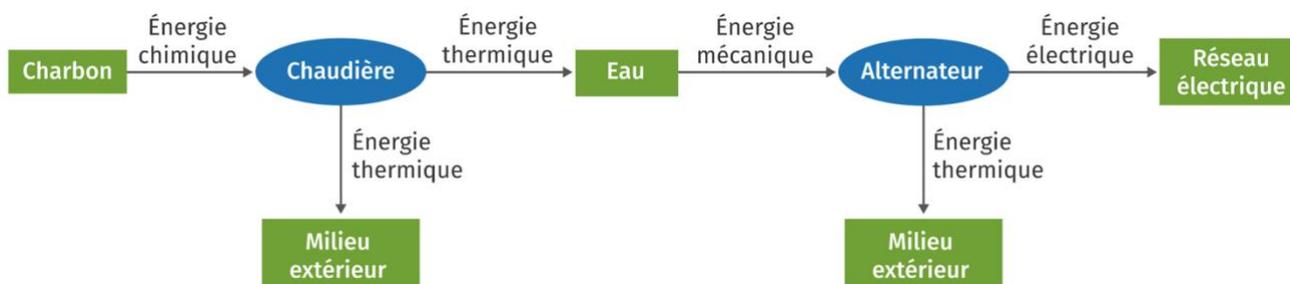
Proposition 1 :



Proposition 2 :



La chaîne énergétique des conversions et des transferts qui s'effectuent du charbon au réseau électrique est :



3. Extraction du gaz de schiste.

a. Une raison économique pour laquelle le gaz de schiste n'était pas très exploité réside dans la complexité de l'extraction et la nécessité des moyens techniques assez coûteux. Une raison écologique est que la technique employée peut entraîner une pollution des nappes phréatiques.

b. Le gaz de schiste commence tout de même à être exploité, car il constitue une source d'énergie fossile. Or, ces sources sont de moins en moins disponibles sur notre planète.

4. Présenter les deux moyens d'obtention de l'énergie électrique autre que l'alternateur.

La pile électrochimique et les panneaux photovoltaïques sont les dispositifs permettant d'obtenir de l'énergie électrique. Les piles électrochimiques permettent de convertir l'énergie chimique en énergie électrique. Les panneaux photovoltaïques permettent de convertir l'énergie radiative (ou lumineuse) en énergie électrique.

L'atelier des apprentis (p. 123)

4. Les métaux rares, des métaux très utiles

Compétence principalement travaillée : Analyser des documents présentant les conséquences de l'utilisation de ressources géologiques

Correction :

1. Ces métaux étaient qualifiés de rares, car ils étaient initialement considérés comme peu abondants. Cependant, en réalité ils sont aussi abondants que le cuivre ou le nickel, donc ils ne sont pas si rares que cela.

2. Les minerais dont sont extraits ces métaux sont des mélanges de lanthanides et ont des propriétés physico-chimiques très proches, ce qui rend difficile les procédés de séparation chimique. Cette extraction s'effectue très majoritairement en Chine.

3. Les métaux rares sont utilisés dans les aimants pour leurs propriétés magnétiques ou dans les DEL pour leurs propriétés optiques.

4. Le principal problème de l'exploitation de ces métaux rares, outre les procédés complexes mis en jeu, est la pollution que cela engendre (rejets, d'acides, de bases, de métaux lourds ou de déchets radioactifs).

5. Un comportement à adopter pour réduire la quantité de métaux rares à extraire est le recyclage de ces derniers.

Suggestion de questions supplémentaires :

6. Donner cinq exemples de terres rares avec leur symbole.

Les terres rares sont le scandium (Sc), l'yttrium (Y), le lanthane (La), le cérium (Ce), le praséodyme (Pr), le néodyme (Nd), le prométhium (Pm), le samarium (Sm), l'euprécium (Eu), le gadolinium (Gd), le terbium (Tb), le dysprosium (Dy), l'holmium (Ho), l'erbium (Er), le thulium (Tm), l'ytterbium (Yb) et le lutécium (Lu).

6. Comment évolue la production mondiale de métaux rares depuis 1994 ? Proposer une explication.

Globalement, entre 1994 et 2017, la production de métaux a fortement augmenté, elle a plus que doublé. Cela est dû à la hausse de la production de DEL qui sont favorisées pour les éclairages, car peu consommatrices d'énergie électrique.

Sources/Bibliographie :

- « Les terres rares, et après ? », CNRS le journal : <https://lejournel.cnrs.fr/billets/les-terres-rares-et-apres>
- Des définitions de « terres rares » :
 - https://fr.wikipedia.org/wiki/Terre_rare
 - <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-terre-rare-1647/>
- Une émission de France Culture sur les terres rares : <https://www.franceculture.fr/sciences/les-terres-rares-en-cartes-et-dans-la-presse-un-marche-strategique>

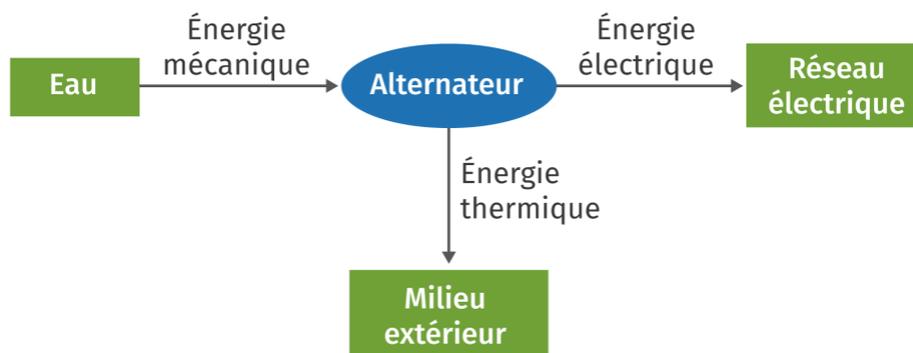
- Un article sur les terres rares en Chine : <https://www.connaissancedesenergies.org/les-terres-rares-et-la-chine-la-notion-de-criticite-en-question-190124>
- « Les terres rares qu'est-ce-que c'est ? », Géo, 2014 : <https://www.geo.fr/environnement/definition-terres-rares-scandium-yttrium-et-lanthanides-124433>
- Un article de Futura Sciences sur les terres rares et leurs utilisations : <https://www.futura-sciences.com/planete/photos/geologie-merveilleuses-terres-rares-leur-utilisation-1323/>

5. Usine marémotrice

Compétence principalement travaillée : Décrire des chaînes de transformation énergétique

Correction :

1. La puissance électrique totale maximale de cette centrale est : $P_{\max} = 24 \times 10 = 240$ MW.
2. Le barrage perd 1% de sa capacité par an du fait de son envasement. Des végétaux peuvent s'emmêler dans les turbines et les ralentir. De plus, la puissance électrique produite dépend de la puissance de la marée. La puissance mécanique fournie à l'alternateur par l'eau peut être moindre et donc entraîner une puissance électrique plus faible.
3. L'avantage de l'utilisation des marées pour produire de l'énergie électrique est qu'il s'agit d'une source d'énergie renouvelable.
4. La chaîne énergétique liée à cette usine est :



5. La construction d'une usine marémotrice peut provoquer des modifications de l'écosystème (hausse de la température de l'eau, pollution du sol à cause des travaux, assèchement lors de la construction). Autre inconvénient, cette forme d'énergie est intermittente.

Sources/Bibliographie :

- Un article de Planète énergies sur l'énergie marémotrice : <https://www.planete-energies.com/fr/medias/decryptages/l-energie-maremotrice>
- Les avantages et inconvénients des énergies renouvelables : <http://ats.energies.free.fr/spip.php?article24>

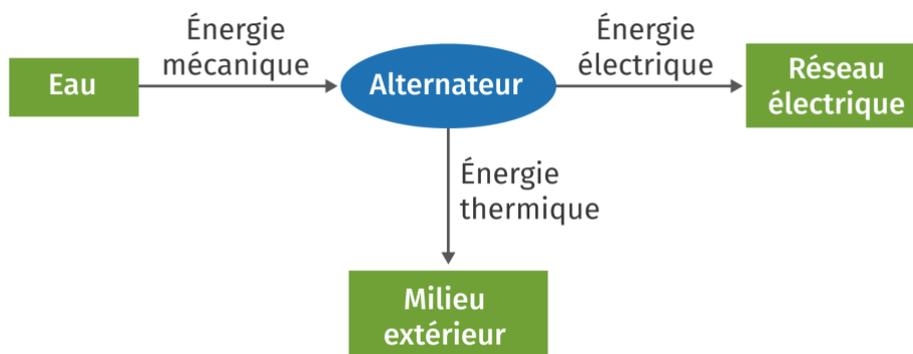
- L'usine marémotrice de la Rance :
 - https://fr.wikipedia.org/wiki/Usine_mar%C3%A9motrice_de_la_Rance
 - <https://www.edf.fr/groupe-edf/producteur-industriel/energies-renouvelables/hydraulique/edf-hydraulique-bretagne-normandie/l-usine-maremotrice-de-la-rance/decouvrir-et-comprendre>
- Un focus de Total sur l'énergie marémotrice : <https://total.direct-energie.com/particuliers/parlons-energie/dossiers-energie/energie-renouvelable/focus-sur-l-energie-maremotrice>

Correction de l'exercice décliné en version expert :

Compétence principalement travaillée : Décrire des chaînes de transformation énergétique

1. Représenter la chaîne énergétique de l'usine marémotrice.

La chaîne énergétique liée à cette usine est :



2. Calculer la puissance maximale de l'installation.

La puissance maximale de l'installation est : $P_{\max} = 24 \times 10 = 240 \text{ MW}$.

3. La production d'énergie électrique annuelle moyenne de ce site est d'environ 500 GW·h. Calculer la puissance moyenne de l'installation.

La puissance moyenne de l'installation est :

$$P_{\text{moy}} = \frac{E}{\Delta t} = \frac{500}{365,25 \times 24} = 0,0575 \text{ GW} = 57,5 \text{ MW}$$

4. Calculer le rendement moyen de l'installation.

Le rendement moyen de l'installation est : $r = \frac{P_{\text{moy}}}{P_{\max}} = \frac{57,5}{240} = 0,240 = 24,0 \%$

5. Lister les avantages et les inconvénients d'une telle solution de production d'électricité.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • ressource énergétique renouvelable inépuisable • peu soumise aux aléas climatiques • ne produit pas de gaz à effet de serre 	<ul style="list-style-type: none"> • coût de production de l'usine élevé • engendre des nuisances • modifie l'écosystème en amont et en aval du barrage • production intermittente

Le repaire des initiés (p. 124-125)

6. Pile à combustible

Compétence principalement travaillée : Comparer différents dispositifs de stockage d'énergie selon différents critères

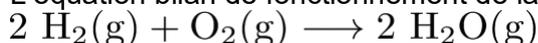
Correction :

1. Les réactifs dans une pile à combustible sont le dihydrogène $H_2(g)$ et le dioxygène $O_2(g)$ issu de l'air. Le seul produit formé est l'eau $H_2O(l)$.
2. L'avantage de ce type de pile à combustible est qu'elle ne rejette que de l'eau, donc elle ne pollue pas lors de son utilisation. De plus, elle ne se détériore pas, car l'apport de dihydrogène s'effectue par l'extérieur de la pile avec un apport d'une bouteille pressurisée.

Suggestion de questions supplémentaires :

3. En déduire l'équation-bilan ajustée de fonctionnement de la pile à combustible.

L'équation bilan de fonctionnement de la pile à combustible est :



4. Quels sont les inconvénients d'une pile à combustible ?

Une pile à combustible a tout de même un impact écologique lors de sa fabrication. Mais le dihydrogène doit surtout être synthétisé pour alimenter la pile et cela nécessite plus d'énergie que ce que peut fournir la pile. Il peut aussi être produit par électrolyse de l'eau, mais c'est très énergivore. D'autres inconvénients sont la pollution entraînée lors de la synthèse à partir d'hydrocarbures, avec rejets de gaz à effets de serre, mais aussi le caractère très explosif de ce gaz. De plus, la taille de ces dispositifs reste également un frein à leur utilisation.

Sources/Bibliographie :

- Un article sur les piles à combustible : <https://www.ecosources.info/dossiers/439-la-pile-a-combustible>
- Un article du CEA sur l'hydrogène et la pile à combustible : <http://www.cea.fr/Pages/domaines-recherche/energies/energies-renouvelables/recherches-CEA-hydrogene-pile-a-combustible.aspx>
- Une vidéo du CEA qui présente le fonctionnement d'une pile à combustible : <http://www.cea.fr/multimedia/pages/animations/energies/fonctionnement-pile-a-combustible.aspx>
- Une autre vidéo du CEA sur la pile à combustible : <http://www.cea.fr/comprendre/enseignants/Pages/ressources-pedagogiques/videos/energies/mobilite-electrique-pile-a-combustible.aspx>

7. Le nucléaire entre danger et sécurité

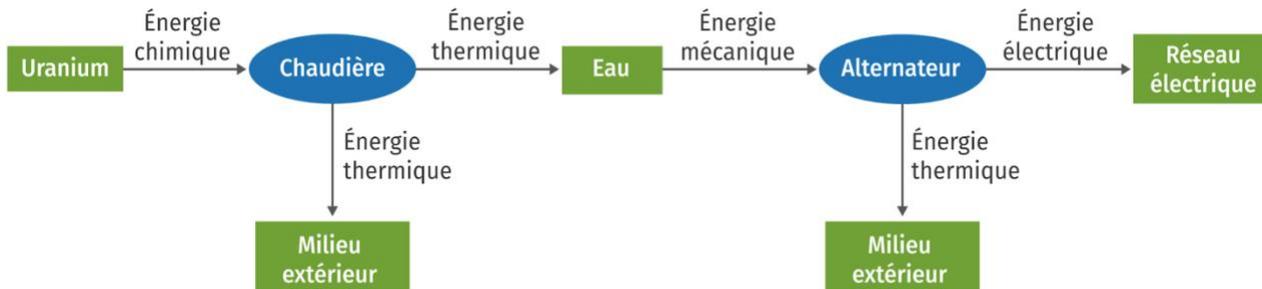
Compétence principalement travaillée : Extraire des informations du document.

Correction :

- Les deux principaux intérêts d'une centrale nucléaire sont :
 - la production d'une grande quantité d'énergie électrique ;
 - le dégagement d'une faible quantité de dioxyde de carbone.
- Les conséquences de l'exposition à des rayonnements radioactifs vont de la brûlure aux cancers. Cela peut atteindre les systèmes nerveux, digestifs, reproductifs, etc.
- La dose moyenne annuelle d'exposition aux rayonnements d'origine naturelle en France est de 2,4 mSv. Celle occasionnée par les rejets des centrales nucléaires est de 2 μ Sv (0,002 mSv).
- Les trois dispositifs de sécurité mis en place dans une centrale nucléaire sont :
 - une enveloppe étanche pour entourer les barres d'uranium ;
 - une enveloppe en acier inoxydable très épais autour du circuit primaire ;
 - une enceinte de confinement constituée d'une ou deux parois en béton armé revêtu d'une peau interne en acier.

Suggestion de questions supplémentaires :

5. Réaliser la chaîne énergétique associée à une centrale nucléaire.



6. Rechercher les inconvénients de l'utilisation d'une centrale nucléaire.

Le plus gros inconvénient des centrales nucléaires est la gestion des déchets radioactifs. De plus, la construction d'un tel site modifie l'équilibre de l'écosystème où il est implanté. Finalement, il existe aussi un risque d'accident industriel.

7. La France a fait le choix du nucléaire depuis plus de 50 ans alors que la production mondiale d'électricité est surtout issue du thermique à flammes. Pourquoi ?

La France a fait le choix du nucléaire pour ne pas trop dépendre des pays producteurs de pétrole. La France disposant peu de cette ressource, elle est obligée de l'importer. Ce sont donc surtout pour des considérations économiques et souveraines.

8. La France a aussi fait le choix de limiter le nucléaire à 50 % après la présentation du Plan Climat à l'horizon 2025. Quelles seront les technologies développées pour produire l'électricité ?

La France a fait le choix de développer les énergies renouvelables comme le photovoltaïque, l'éolien, l'hydroélectrique, etc.

Sources/Bibliographie :

- EDF, « Qu'est-ce que l'énergie nucléaire ? » : <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/qu-est-ce-que-l-energie-nucleaire>
- Un dossier du CEA pour découvrir et comprendre l'énergie nucléaire : <http://www.cea.fr/comprendre/Pages/energie-nucleaire.aspx>
- Les mesures du gouvernement français pour réduire la part du nucléaire dans la production d'énergie : <https://www.gouvernement.fr/des-mesures-pour-reduire-la-part-du-nucleaire-a-50-a-l-horizon-2025>
- Un dossier sur la radioprotection sur le site de l'Institut de la radioprotection et de la sûreté nucléaire : <https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Sante/Pages/Home.aspx>

8. Différents systèmes de stockage

Compétence principalement travaillée : Comparer différents dispositifs de stockage d'énergie selon différents critères

Correction :

1. L'intérêt des supercondensateurs pour les bus de ville est de fournir une grande puissance utile sur une courte durée lors des démarrages fréquents par rapport aux batteries lithium-ion. De plus, lors des freinages, ils peuvent convertir une partie de l'énergie cinétique en énergie électromagnétique. Leur rendement, ainsi que leur durée de vie, sont plus importants que ceux des batteries lithium-ion.

2. Les batteries lithium-ion sont intéressantes, car elles sont de petites tailles et ont une grande densité d'énergie.

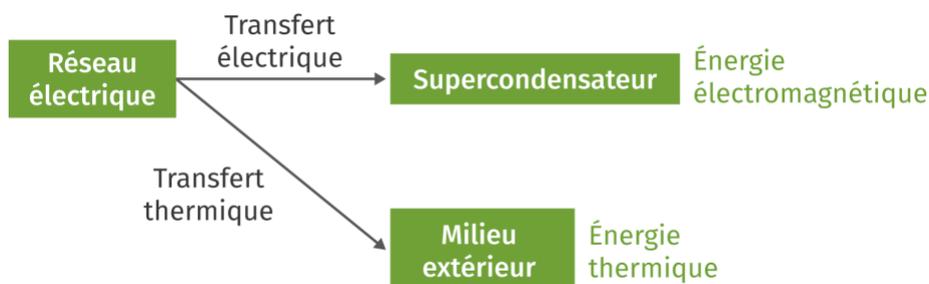
3. L'extraction du lithium pose aussi des problèmes :

- grande consommation d'eau ;
- possibilité de fuites de produits toxiques ;
- diminution des ressources en lithium ;
- conditions de travail ;
- exploitations des enfants ;
- etc.

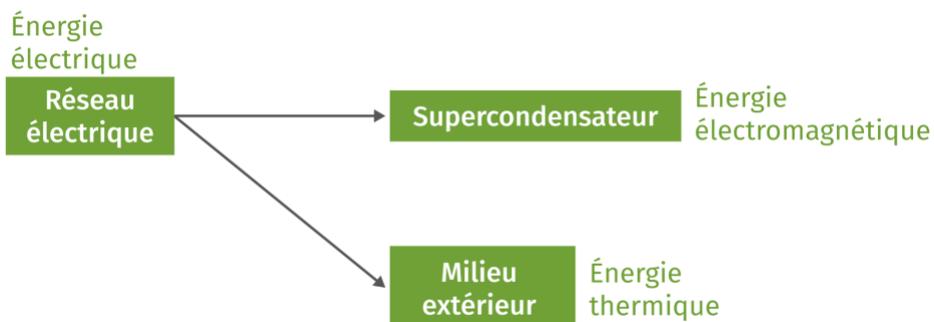
Suggestion de questions supplémentaires :

4. Réaliser la chaîne énergétique associée à la charge d'un supercondensateur.

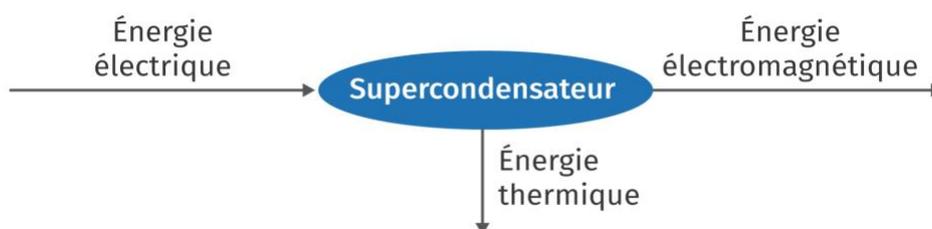
Proposition 1 :



Proposition 2 :

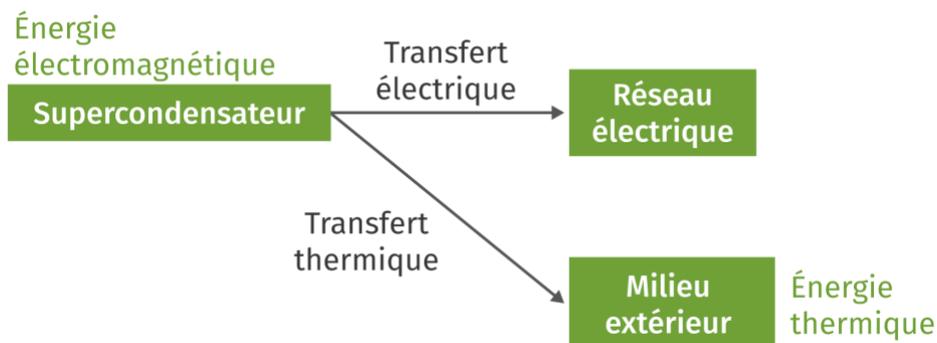


Proposition 3 :

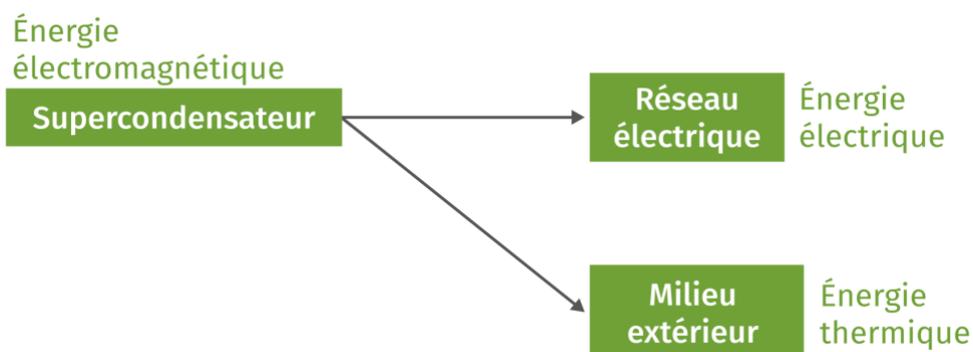


5. Réaliser la chaîne énergétique associée à la décharge d'un supercondensateur.

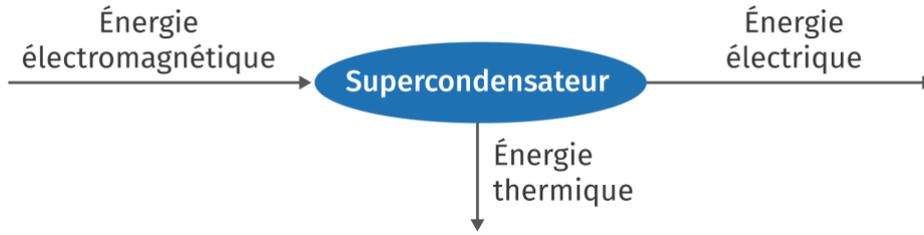
Proposition 1 :



Proposition 2 :

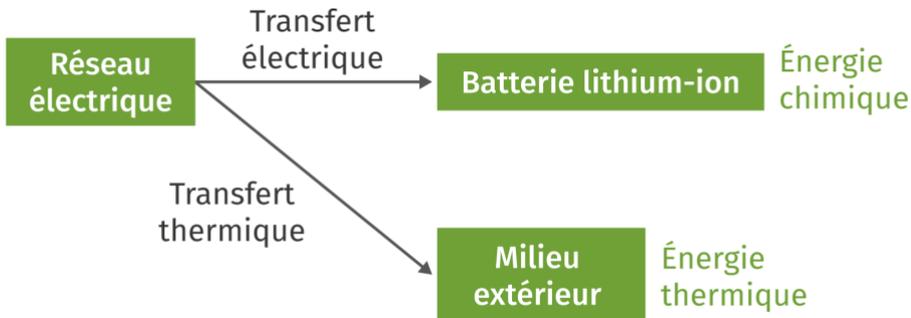


Proposition 3 :

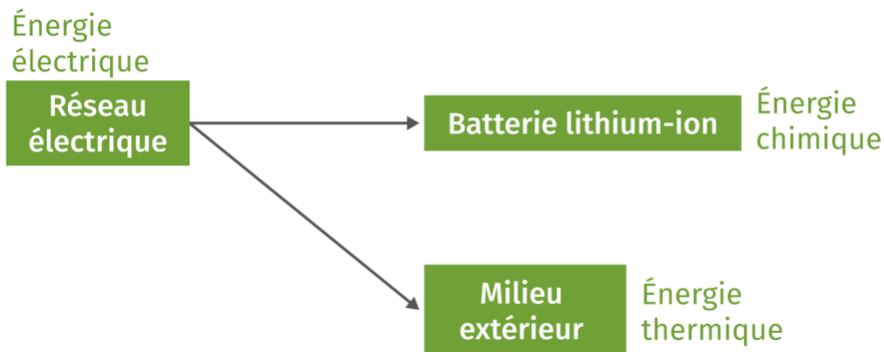


6. Réaliser la chaîne énergétique associée à la charge d'une batterie lithium-ion.

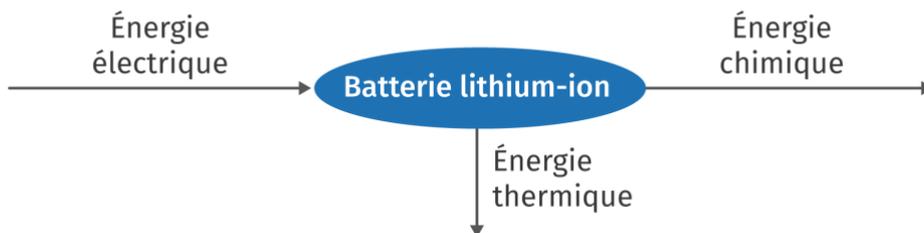
Proposition 1 :



Proposition 2 :

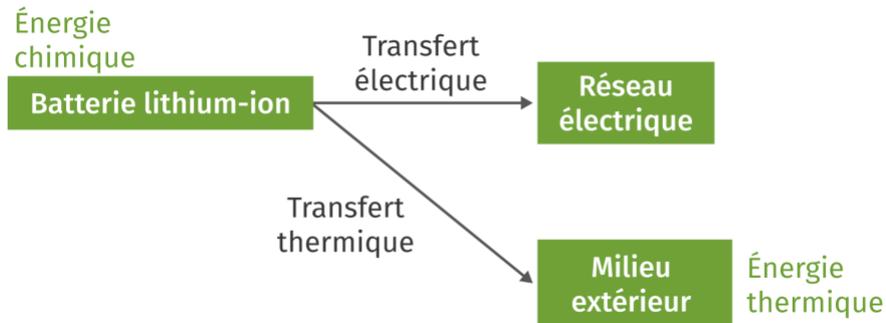


Proposition 3 :

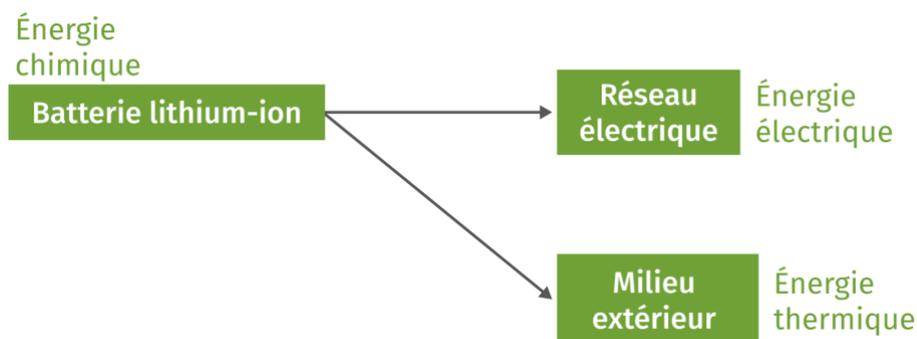


7. Réaliser la chaîne énergétique associée à la décharge d'une batterie lithium-ion.

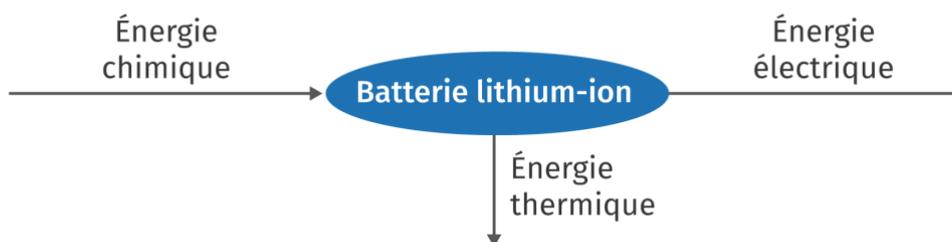
Proposition 1 :



Proposition 2 :



Proposition 3 :



Sources/Bibliographie :

- Des supercondensateurs silicium ultrastables, haute performance et flexibles : <http://www.cea.fr/drf/Pages/Actualites/En-direct-des-labos/2019/des-supercondensateurs-silicium-ultrastables-haute-performance-et-flexibles-.aspx>
- Un pseudo-supercondensateur qui allierait la puissance des supercondensateurs avec l'énergie des batteries : <http://le-fil-science.cea.fr/actualites-scientifiques/Pages/sciences-de-la-matiere/alliance-supercondensateur-accumulateur.aspx>
- Un article du Muséum de Toulouse sur les supercondensateurs : <https://www.museum.toulouse.fr/-/les-supercondensateurs-a-la-loupe-ou-comment-l-ecorce-de-noix-de-coco-est-utilisee-pour-stocker-l-energie>

9. Des empilements de béton

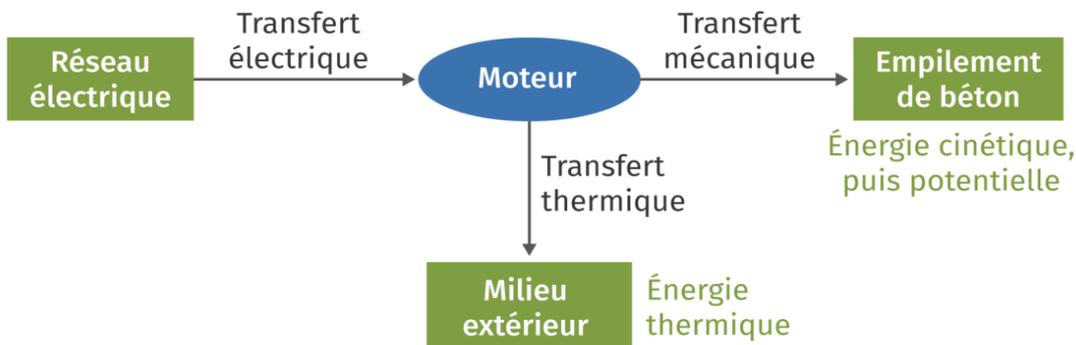
Compétence principalement travaillée : Décrire des chaînes de transformation énergétique

Correction :

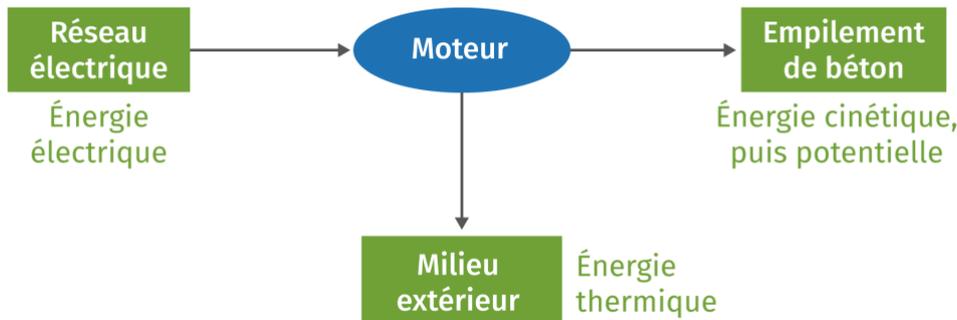
1. Le réservoir d'énergie est l'empilement de béton. La forme d'énergie stockée est de l'énergie potentielle de pesanteur.

2. La chaîne d'énergie liée au stockage de l'énergie est :

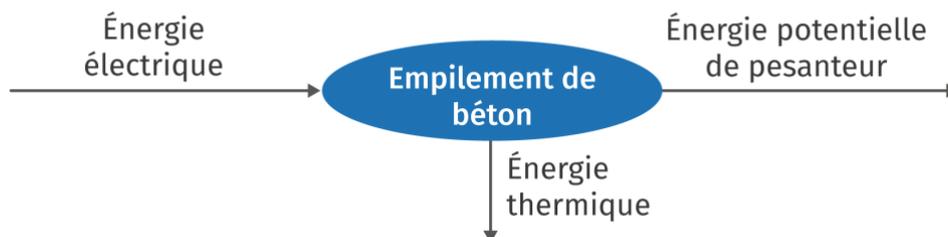
Proposition 1 :



Proposition 2 :

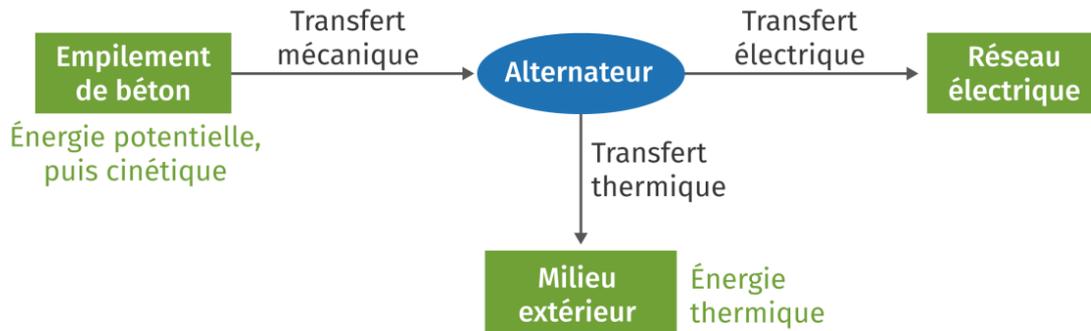


Proposition 3 :

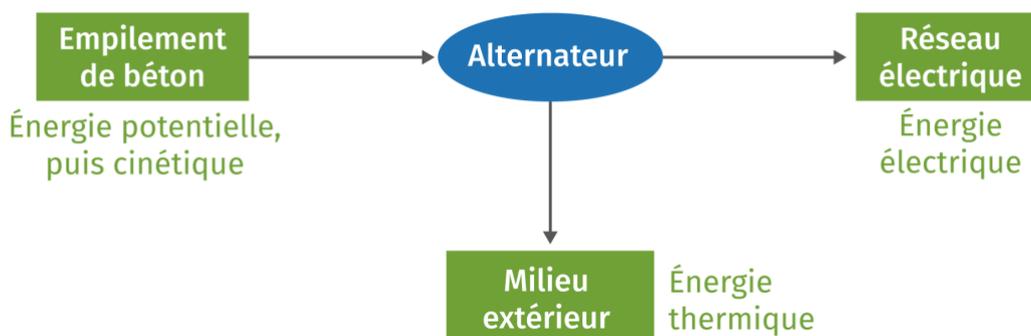


Celle liée au déstockage est :

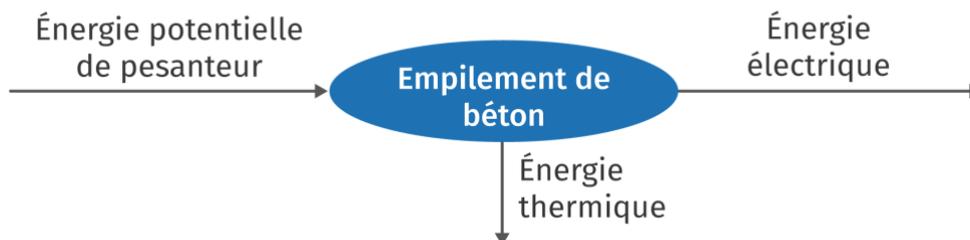
Proposition 1 :



Proposition 2 :



Proposition 3 :



3. L'énergie stockée dans un bloc de béton placé à 5 m du sol est :

$$E_{pp5} = m \cdot g \cdot h = 35 \times 10^3 \times 9,81 \times 5 = 1,7 \times 10^6 \text{ J} = 1,7 \text{ MJ}$$

L'énergie stockée dans un bloc de béton placé à 100 m du sol est :

$$E_{pp100} = m \cdot g \cdot h = 35 \times 10^3 \times 9,81 \times 100 = 34 \times 10^6 \text{ J} = 34 \text{ MJ}$$

L'énergie stockée dans une batterie est :

$$E_{el} = 2\,500 \times 10^{-3} \times 3,6 = 9,0 \text{ W} \cdot \text{h} \text{ soit } E_{el} = 9,0 \times 3\,600 = 32 \times 10^3 \text{ J} = 32 \text{ kJ}$$

Un empilement de béton situé à 100 m d'altitude permet de stocker l'équivalent en énergie d'environ 1 000 batteries de cette capacité. Un bloc de béton à 5 m d'altitude permet lui de stocker l'équivalent en énergie de ces 50 batteries.

4. L'énergie acquise lors de la descente du bloc est :

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \times 35 \times 10^3 \times 2,9^2 = 1,5 \times 10^5 \text{ J} = 150 \text{ kJ}$$

Un système de production d'électricité plus courant fonctionnant sur le même principe est la STEP (station de transfert d'énergie par pompage).

Sources/Bibliographie :

- Plusieurs ressources sur le projet Energy Vault :
 - <https://www.connaissancedesenergies.org/une-tour-de-blocs-de-betons-pour-stocker-lelectricite-190116>
 - <https://energyvault.com/>
 - <https://trustmyscience.com/stocker-energie-renouvelable-avec-simples-blocs-beton/>
- Le rôle et les chiffres clés des STEP :
<https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/hydroelectricite-stations-de-transfert-d-energie-par-pompage-step>

Correction de l'exercice décliné en version apprenti :

Compétence principalement travaillée : Décrire des chaînes de transformation énergétique

1. Sous quelle forme l'énergie est-elle stockée grâce aux empilements de béton ?

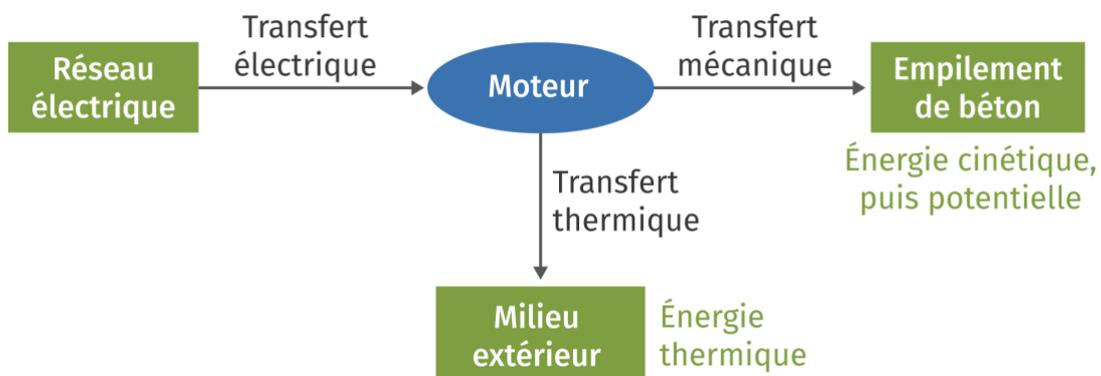
Le bloc de béton permet de stocker de l'énergie sous la forme d'énergie potentielle de pesanteur.

2. Citer un autre dispositif permettant de stocker cette forme d'énergie.

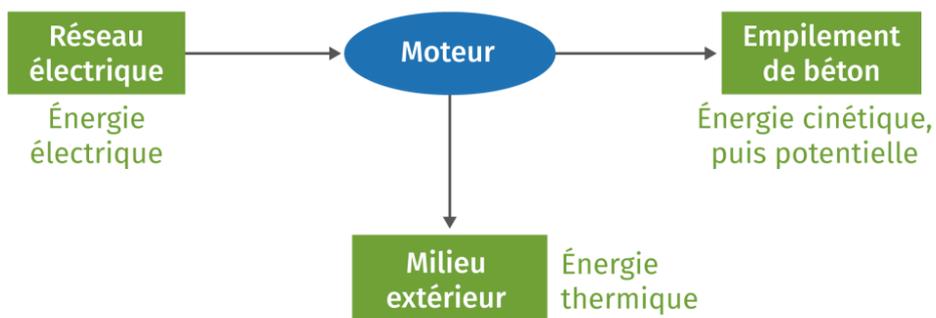
Un barrage hydraulique permet aussi de stocker de l'énergie potentielle de pesanteur.

3. Représenter la chaîne énergétique correspondant au stockage d'énergie.

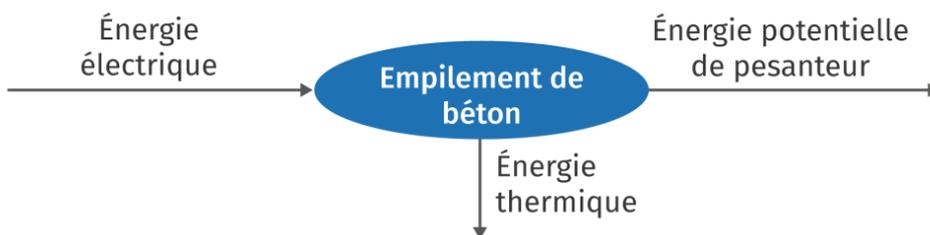
Proposition 1 :



Proposition 2 :

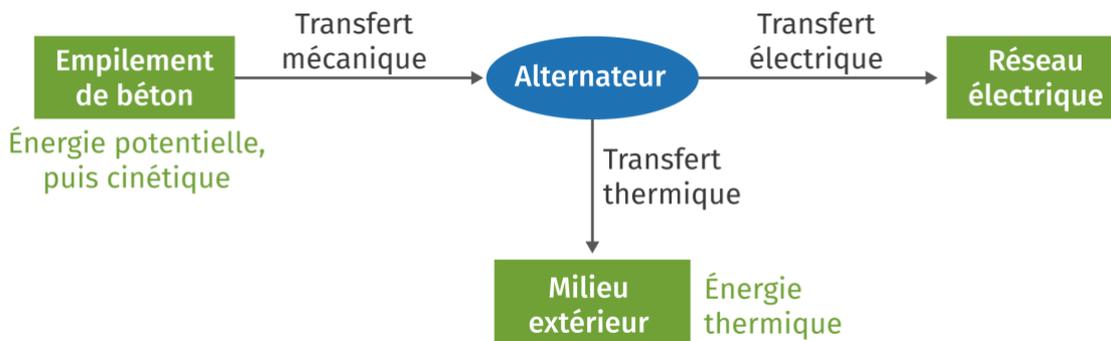


Proposition 3 :

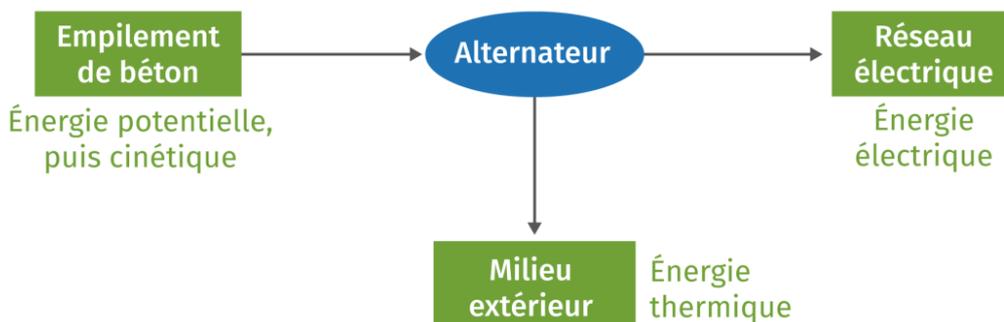


4. Représenter la chaîne énergétique correspondant au déstockage d'énergie.

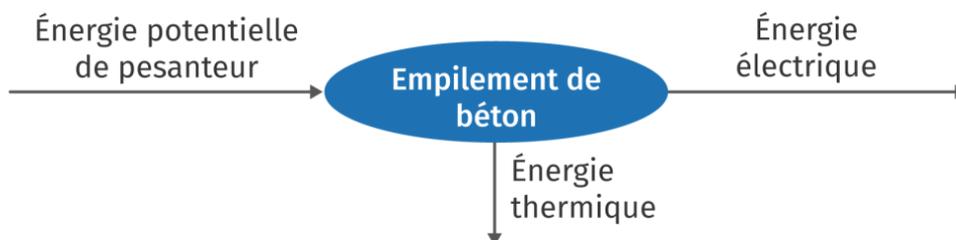
Proposition 1 :



Proposition 2 :



Proposition 3 :



5. Lors de la descente du bloc de béton, l'énergie stockée est convertie en une autre forme d'énergie, laquelle ?

Lors de la descente, l'énergie potentielle de pesanteur se transforme en énergie cinétique.

6. Calculer l'énergie stockée par un bloc de béton à 100 m d'altitude.

L'énergie stockée dans un bloc de béton placé à 100 m du sol est :

$$E_{pp100} = m \cdot g \cdot h = 35 \times 10^3 \times 9,81 \times 100 = 34 \times 10^6 \text{ J} = 34 \text{ MJ}$$

7. Calculer l'énergie électrique stockée dans la batterie.

L'énergie stockée dans la batterie est :

$$E_{el} = 2\,500 \times 10^{-3} \times 3,6 = 9,0 \text{ W} \cdot \text{h} \text{ soit } E_{el} = 9,0 \times 3\,600 = 32 \times 10^3 \text{ J} = 32 \text{ kJ}$$

8. Estimer à combien de batteries équivaut le stockage d'énergie à l'aide d'un bloc de béton.

Cela équivaut à environ 1 000 batteries de cette capacité.

9. Lister les avantages et les inconvénients d'un tel dispositif.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ● mise en place facile ● source d'énergie renouvelable ● rendement assez élevé ● solution peu coûteuse 	<ul style="list-style-type: none"> ● pollution visuelle et sonore ● modification de l'écosystème

Le coin des experts (p. 126)

10. Condensateur, un réservoir d'énergie électromagnétique

Compétence principalement travaillée : Comparer différents dispositifs de stockage d'énergie selon différents critères

Correction :

1. La forme d'énergie stockée dans un condensateur est de l'énergie électromagnétique.
2. Lors de la charge du condensateur, les électrons se déplacent de l'anode vers la cathode. Lors de la décharge, les électrons se déplacent dans l'autre sens, soit de la cathode vers l'anode.
3. L'avantage d'un supercondensateur par rapport à un condensateur classique est de pouvoir stocker une plus grande quantité d'énergie.
4. La principale différence de constitution entre un supercondensateur et un condensateur classique est la présence d'un électrolyte qui permet une meilleure absorption des charges sur les électrodes qui sont en plus poreuses.
5. La différence entre un supercondensateur et un accumulateur est la forme d'énergie qui est stockée. Il s'agit d'énergie électromagnétique pour un supercondensateur, mais d'énergie chimique pour un accumulateur. De plus, dans un accumulateur, les électrodes sont consommées lors de la décharge et reconstituées lors de la charge, alors que les électrodes ne sont pas modifiées dans un supercondensateur.

Sources/Bibliographie :

- Plus d'informations sur la différence entre condensateur et supercondensateur : <http://www.supercondensateur.com/non-un-supercondensateur-n-est-pas-un-condensateur>

Correction de l'exercice décliné en version initié :

Compétence principalement travaillée : Comparer différents dispositifs de stockage d'énergie selon différents critères

1. Nommer sous quelle forme est stockée l'énergie dans un condensateur.

Un condensateur stocke de l'énergie électromagnétique.

2. Nommer sous quelle forme est stockée l'énergie dans un accumulateur.

Un accumulateur stocke de l'énergie chimique.

3. En déduire la différence fondamentale entre un supercondensateur et un accumulateur.

La différence fondamentale entre les deux dispositifs est la forme d'énergie stockée.

4. Identifier la différence entre un condensateur classique et un supercondensateur.

Un supercondensateur permet de pouvoir stocker une plus grande quantité d'énergie par rapport à un condensateur classique. Le supercondensateur possède un électrolyte qui permet une meilleure absorption des charges sur les électrodes. De plus, celles-ci sont poreuses.

5. Identifier le sens de déplacement des électrons lors de la charge et de la décharge d'un supercondensateur.

Lors de la charge du condensateur, les électrons se déplacent de l'anode vers la cathode. Lors de la décharge, les électrons se déplacent dans l'autre sens, soit de la cathode vers l'anode.

6. Identifier le sens de déplacement des électrons lors de la charge et de la décharge d'un accumulateur.

Lors de la charge de l'accumulateur, les électrons se déplacent via le circuit électrique de l'électrode en oxyde de plomb vers l'électrode en plomb. Lors de la décharge, les électrons se déplacent dans l'autre sens, soit de l'électrode de plomb vers l'électrode en oxyde de plomb.