

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 à l'avenir.

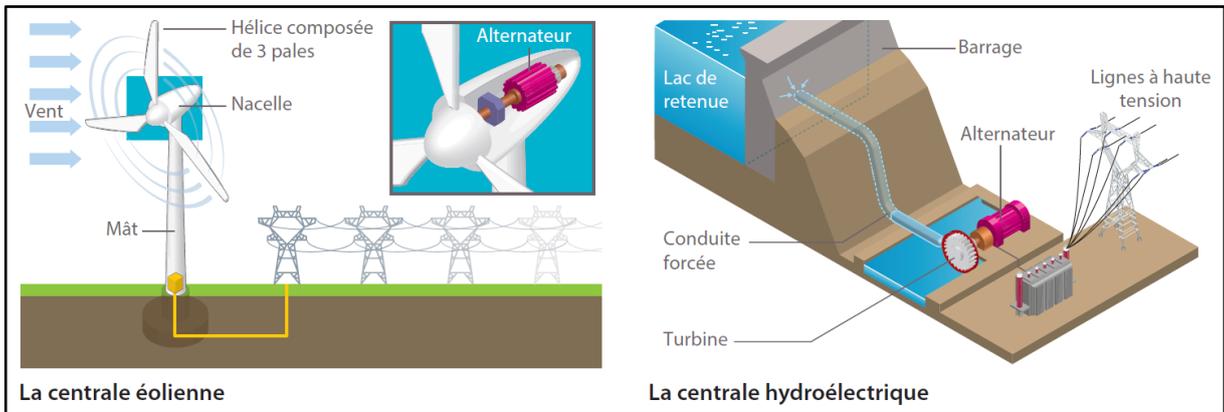
I – Obtention d'énergie électrique sans combustion

L'efficacité de ces différents modes de production est variable, et se calcule sous la forme d'un rendement de conversion (voir chapitre précédent).

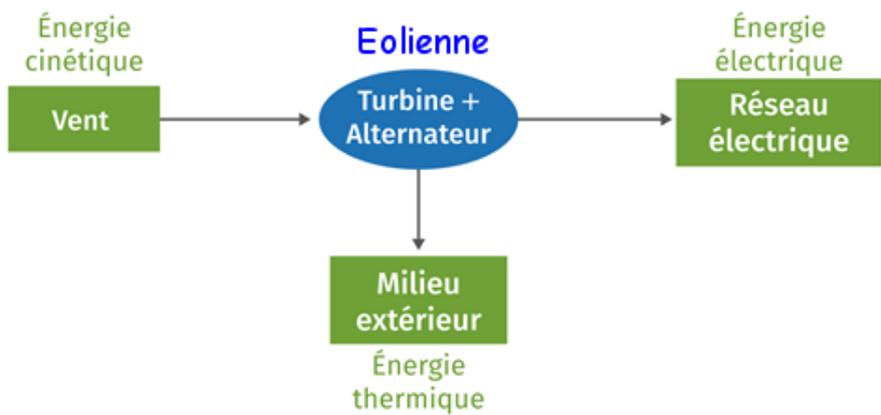
1) Par conversion directe d'énergie mécanique

Dans une dynamo, une éolienne, une hydrolienne ou un barrage hydroélectrique, la conversion d'énergie mécanique en énergie électrique se fait **directement** : un fluide fait tourner une turbine, reliée à un alternateur électrique.

Exemple : l'eau retenue dans un barrage constitue un réservoir d'énergie potentielle de pesanteur. Lorsque l'eau chute, son énergie potentielle de pesanteur se transforme en énergie cinétique, ce qui provoque la mise en mouvement de rotation d'une turbine qui entraîne un alternateur.



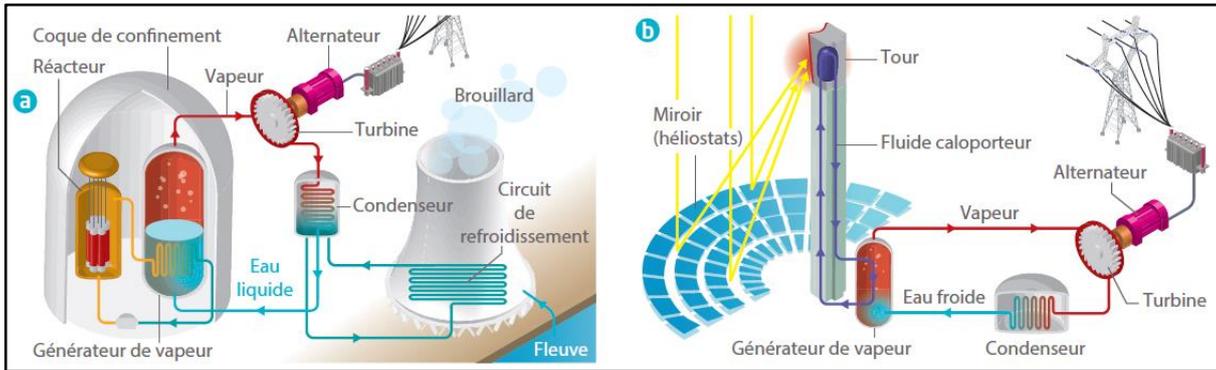
Bilan énergétique de l'éolienne :



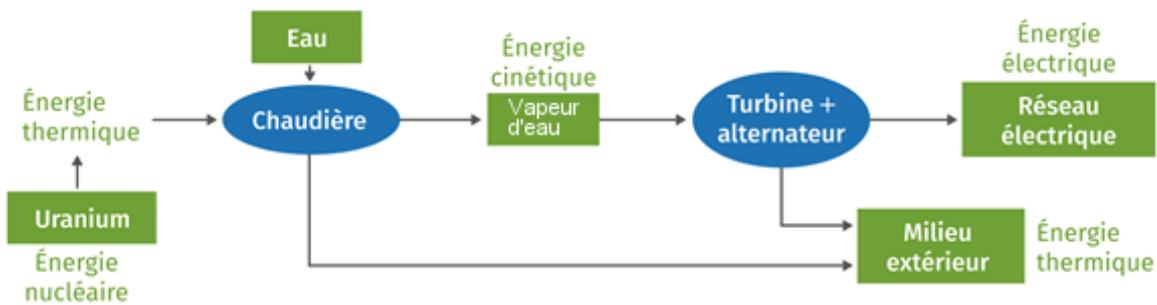
2) Par conversion indirecte d'énergie mécanique

Dans une centrale nucléaire (a), une centrale solaire thermique (b) ou une centrale géothermique, l'énergie primaire produit de la **chaleur** qui permet de chauffer de l'eau pour produire de la vapeur. C'est cette vapeur qui sert à faire tourner la turbine et l'alternateur. La conversion d'énergie passe par une transformation intermédiaire : elle est **indirecte**.

Exemple : La fission de noyaux d'uranium est provoquée dans le réacteur d'une centrale nucléaire. L'énergie thermique dégagée par la réaction est transférée à de l'eau qui se met à chauffer et qui se vaporise. La vapeur d'eau met en mouvement de rotation une turbine qui entraîne un alternateur.



Bilan énergétique d'une centrale nucléaire :

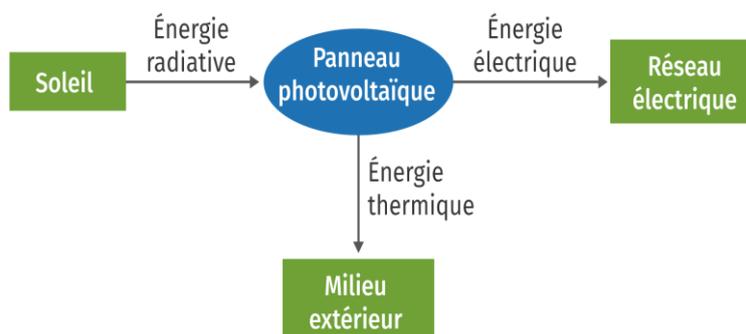


3) Par conversion de l'énergie radiative

Dans les panneaux photovoltaïques, la conversion de l'énergie radiative reçue du Soleil en énergie électrique a lieu dans les cellules photovoltaïques.



Bilan énergétique des panneaux photovoltaïques :



4) Par conversion de l'énergie chimique

Dans les piles ou des accumulateurs électrochimiques, l'énergie électrique est produite à partir de l'énergie chimique. C'est la réaction d'oxydoréduction entre plusieurs réactifs qui dégage des électrons, responsables de l'apparition d'un courant électrique. Les piles à hydrogène sont de plus en plus utilisées, car elles utilisent une réaction facile à mettre en œuvre, l'électrolyse de l'eau.

The diagram is divided into three parts:

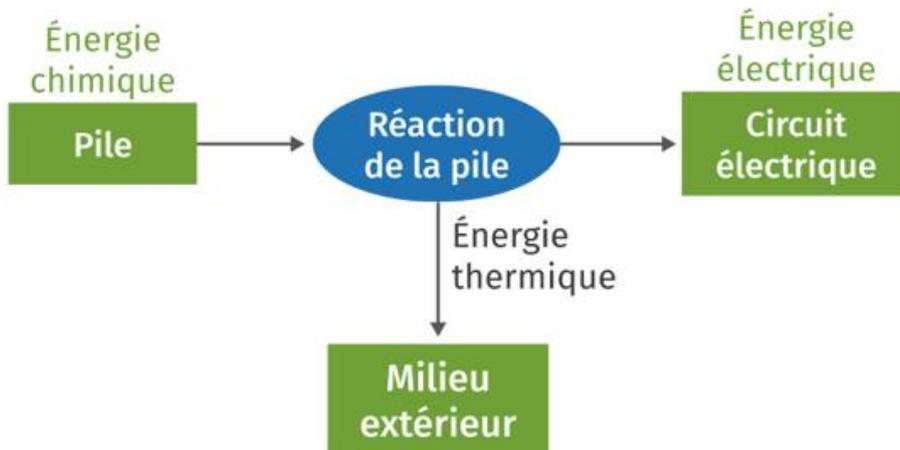
- Left:** Shows a battery (pile) where chemical energy is converted into electrical energy. It features two metal electrodes (Métal 1 and Métal 2) in a conductive solution. Electrons (e⁻) flow from Métal 1 to Métal 2 through an external circuit, lighting a bulb. Inside the solution, positive ions move towards Métal 1 and negative ions towards Métal 2.
- Middle:** Shows a generator (Générateur) where electrical energy is converted back into chemical energy to charge an accumulator. The setup is similar to the battery, but the external circuit is connected to a generator (G) that provides electrons to Métal 1.
- Right:** A detailed diagram of a hydrogen fuel cell. Hydrogen (Dihydrogène) enters from the left at Electrode 1, where the reaction $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ occurs. Oxygen (Dioxygène) enters from the right at Electrode 2, where the reaction $\frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$ occurs. Protons (H⁺) move through the electrolyte from Electrode 1 to Electrode 2. Electrons (e⁻) flow through an external circuit from Electrode 1 to Electrode 2, lighting a bulb. The final products are water (Eau) and heat (chaleur).

Text below the fuel cell diagram:

- La pile à hydrogène est constituée de deux **électrodes**, séparées par un **électrolyte** qui permet le passage des ions.
- Des transformations chimiques ont lieu à chacune des électrodes. La réaction modélisant le fonctionnement de la pile à hydrogène a pour équation :

$$2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$$

Bilan énergétique d'une pile :



II – Impacts de la production d'électricité

Ces méthodes de production de l'électricité, à partir de ressources d'énergie renouvelables, d'uranium ou d'autres éléments chimiques, ne produisent pas directement de GES. Elles sont donc mises en avant dans la lutte contre le réchauffement climatique.

Cependant, elles présentent d'autres effets néfastes :

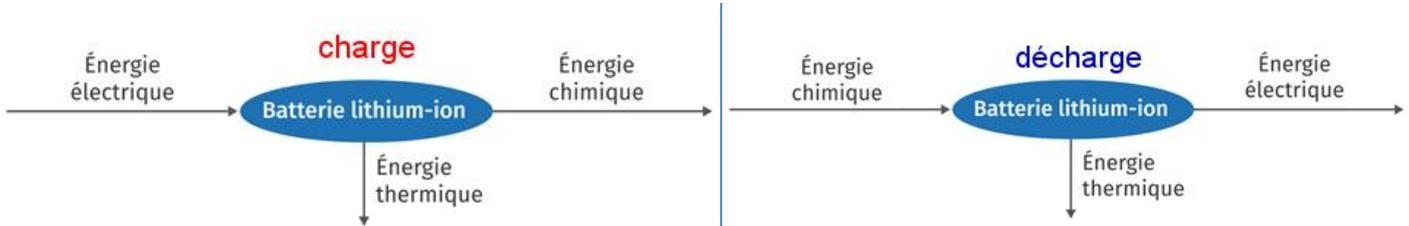
- Les matériaux utilisés nécessitent des ressources naturelles (qui s'épuisent) et de l'énergie, ils sont donc à l'origine d'émissions de CO₂ et parfois d'autres types de pollutions chimiques (lithium pour les piles et les batteries) ou nucléaires (déchets radioactifs) ;
- Des accidents peuvent se produire (Tchernobyl, Fukushima, barrage de Malpasset ...) ;
- L'environnement et la biodiversité sont impactés (paysage, bruit, oiseaux, etc.).



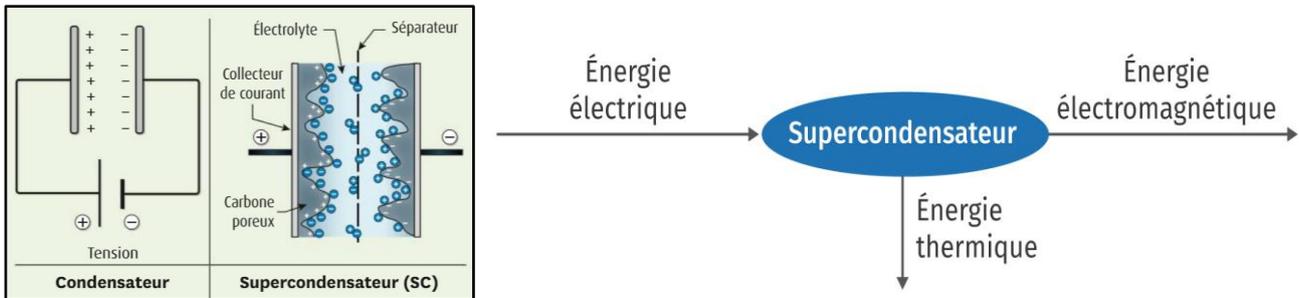
III – Stockage de l'énergie

Certains modes de **production** de l'électricité sans combustion sont **intermittents**. De même, la **consommation** d'électricité n'est pas constante et dépend de l'heure de la journée ou encore de la saison. Il est donc nécessaire d'avoir recours à un stockage de l'énergie en convertissant l'énergie électrique lorsque celle-ci est disponible en une autre forme d'énergie. Exemples :

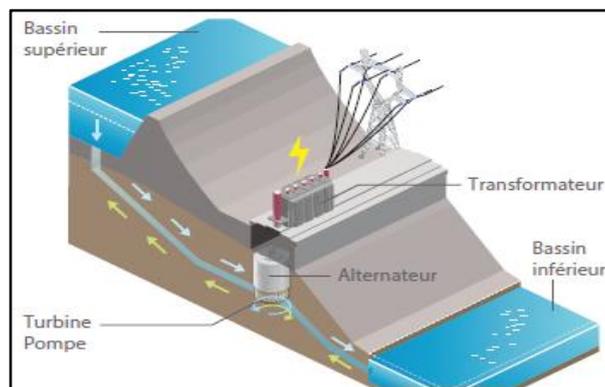
- Des **accumulateurs** électrochimiques convertissent de l'énergie électrique en **énergie chimique** sous un mode réversible (comme les batteries de téléphone portables).



- Des **supercondensateurs** convertissent de l'énergie électrique en **énergie électrostatique**. Les ions s'accumulent sur les électrodes en phase de charge. Lors de la décharge, les ions se déplacent, créant un courant électrique. L'énergie électrique stockée est rapidement disponible et est utilisée souvent pour recharger de grosses batteries, comme les bus électriques.



- Des **barrages** (STEP : Stations de Transfert d'Énergie par Pompage) convertissent de l'énergie électrique en **énergie potentielle**.



Comparaison des types de stockages :

	Forme d'énergie	Durée de stockage	Densité énergétique	Rendement	Durée de vie
STEP	Énergie potentielle de position	+++	+	++	+++
Batterie	Énergie chimique	++	+++	+	+
Supercondensateur	Énergie électrostatique	+	++	+++	++