

Activité PC n°7 : Méthodes de stockage de l'électricité

Objectifs :

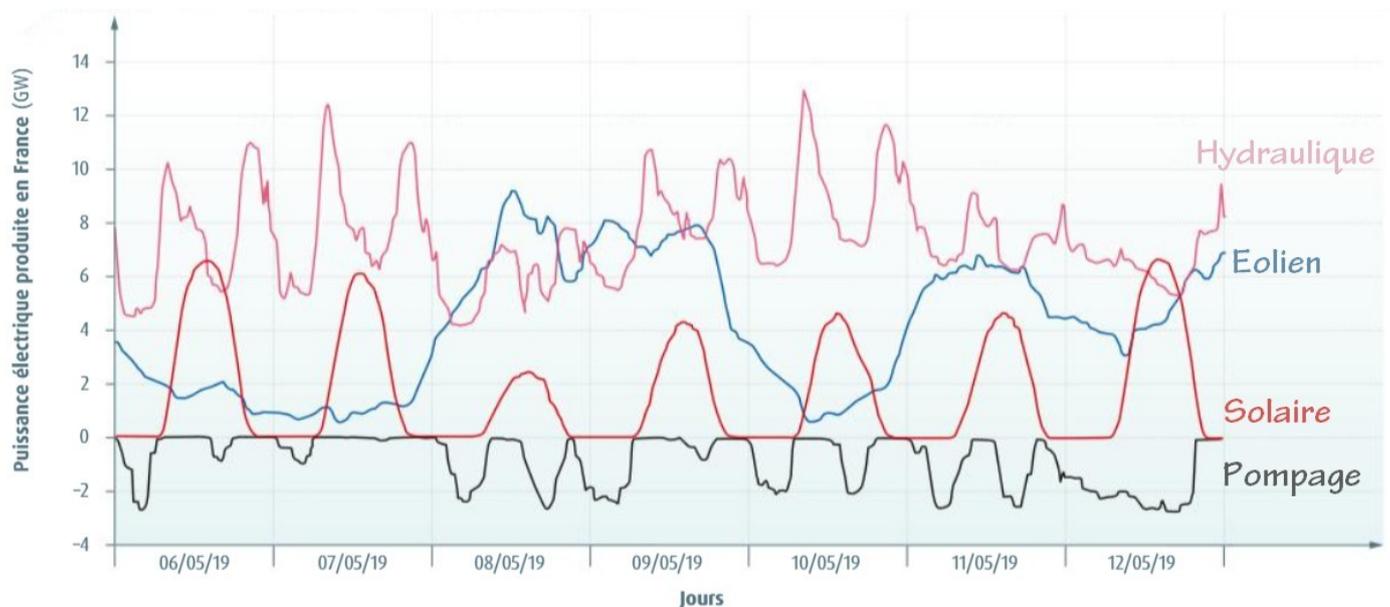
- Comparer différents dispositifs de stockage d'énergie selon différents critères (masses mises en jeu, capacité et durée de stockage, impact écologique)

La consommation d'électricité varie fortement tout au long d'une journée ou d'une année. De même, les sources d'énergie renouvelables sont toutes intermittentes : elles ne fonctionnent pas de façon continue et ne peuvent généralement pas être commandées. L'impossibilité d'adapter la production à la consommation d'énergie électrique nécessite de stocker l'excès de production pour pouvoir répondre à la demande à chaque instant, mais l'énergie électrique ne peut se stocker directement.

Comment stocker l'énergie électrique en cas de besoin d'électricité ?

Documents

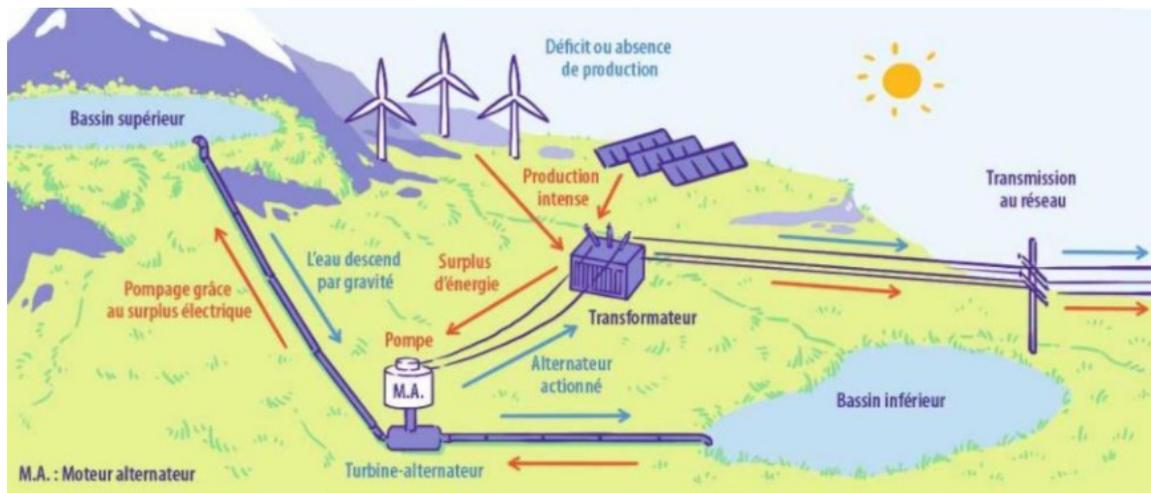
Document 1 : Production d'électricité à partir d'énergies renouvelables du 6 au 12 mai 2019 en France



Document 2 : Station de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP)

Une STEP est une usine de production d'énergie hydraulique capable de stocker de l'énergie sous une forme d'énergie potentielle : des masses d'eau sont remontées par une pompe dans un bassin supérieur en cas d'excès d'énergie dans le réseau. C'est donc une installation réversible de production et de stockage de l'énergie. Les performances sont intéressantes puisque son rendement de restitution peut atteindre 80%. Les STEP peuvent stocker de 1 à 100 GWh. La durée de vie moyenne d'une STEP est 40 ans. Cette technologie de stockage est la plus utilisée dans le monde, avec une capacité mondiale de 1 210 000 GWh en 2015 !

Cependant, la densité énergétique d'une STEP est relativement faible. 1 m³ d'eau (1000 kg) à une altitude de 100 m possède une énergie potentielle de position de 272 Wh. Les STEP doivent donc utiliser de très importants volumes d'eau pour produire une quantité significative d'énergie.



Exemple : Barrage de Grand'Maison (réservoir supérieur à 1694 m) et barrage du Verney (réservoir inférieur à 771 m). Il s'agit de la plus grande centrale STEP en Europe (7^e au monde).

Document 3 : Stockage chimique

L'appellation « batteries » de la vie courante correspond en réalité à des accumulateurs. Un accumulateur fonctionne de la même manière qu'une pile électrochimique lors de sa décharge. Mais sous l'action d'un courant électrique, la transformation chimique s'inverse. Les produits formés lors de la décharge reforment alors les réactifs de départ. L'accumulateur est de nouveau chargé. Les batteries industrielles actuelles les plus massives peuvent stocker jusqu'à 100 MWh pendant plusieurs mois et restituer l'énergie avec une puissance maximale de 10 MW. Le nombre de cycles de charges-décharges peut atteindre 4000. Aujourd'hui, les accumulateurs lithium-ion sont les plus utilisés. L'extraction du lithium est cependant source de pollution.

Exemple :

Le constructeur automobile Tesla qui possède une part importante du marché des batteries de stockage a mis au point des batteries plus performantes.



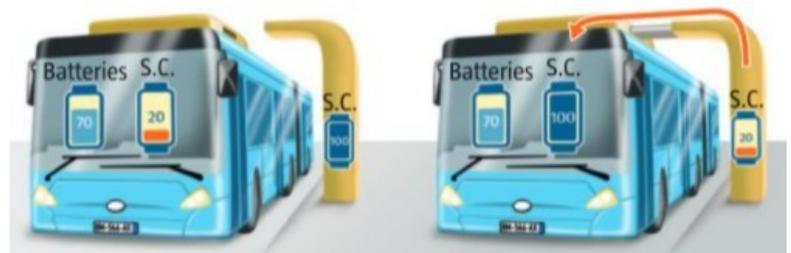
La Powerwall, à usage domestique, a une capacité de stockage de 14 kWh pour une masse de 114 kg. On peut donc disposer d'une énergie de réserve en cas de panne du réseau et n'utiliser le réseau qu'aux heures creuses.

Document 4 : Stockage électromagnétique

Un super-condensateur (ou super-capacité) est constitué de deux cylindres métalliques séparés par un isolant. Cette technologie repose sur un dispositif dans lequel l'énergie est stockée sous forme de charges électriques accumulées sur deux électrodes au cours de la charge. A la décharge, les deux électrodes redeviendront neutres par une circulation d'électrons (courant électrique) dans un circuit extérieur.

Les processus de charge et décharge sont très rapides. Avec une puissance de restitution de 10 kW à 5 MW, c'est un dispositif de choix qui stocke généralement 6 Wh par kilogramme et qui présente l'avantage d'une très grande cyclabilité (permet une utilisation plus longue par rapport aux batteries classiques).

Exemple : Entre les terminaux de l'aéroport de Nice-Côte d'Azur et les parkings alentours, six arrêts de bus sont équipés de « totems », qui rechargent les bus en 10 secondes grâce à des supercondensateurs (S.C) Le bus peut alors parcourir entre 800 mètres et un kilomètre selon les conditions de circulation. Un bus roulant au Diesel aurait utilisé pour les mêmes trajets 30 000 litres de carburant en un an.



EXPLOITATION :

1. Indiquez combien de pics d'énergie hydraulique sont observés par jour. Formulez une hypothèse pour expliquer ces pics.
2. Expliquer pourquoi un stockage d'énergie est nécessaire.
3. Représenter les chaînes énergétiques liées aux deux fonctionnements d'une STEP.

(formes à copier-coller)



Aides :

- bien ouvrir l'activité avec LibreOffice
- copier coller les formes ci-dessus dans l'activité 5 (double clic pour modifier le texte)
- si besoin, pour tourner la flèche : clic droit puis « Pivoter » et faire pivoter avec la souris
- pour assembler toutes les formes (pas obligatoire mais évite que les formes ne se « baladent ») : touche MAJ () toujours enfoncée et clic gauche sur chaque forme puis clic droit et « Grouper ».

4. Expliquer pourquoi la courbe « Pompage » du document 1 présente des valeurs négatives.
5. Calculer la densité énergétique massique (rapport entre l'énergie maximale stockable et la masse du système de stockage) de la batterie Powerwall de Tesla.
6. Comparer les différents dispositifs de stockage présentés en décrivant les avantages et les inconvénients de chacun (utiliser un tableau).

À retenir :

Certains modes de production de l'électricité sans combustion sont intermittents. De même, la consommation d'électricité n'est pas 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 l'énergie électrique lorsque celle-ci est disponible en une autre forme d'énergie.

Comparaison des types de stockage :

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