

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

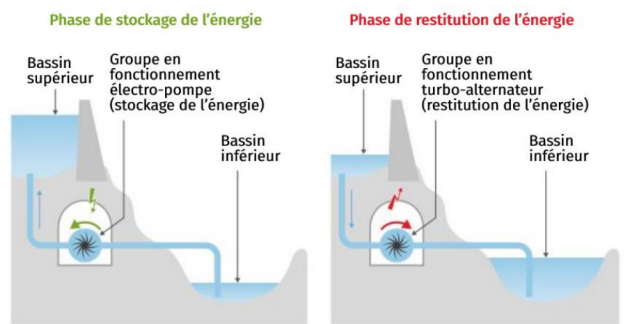
Comment stocker l'énergie électrique ?

✔ Objectifs	👤 Classe
<input type="checkbox"/> 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). <input type="checkbox"/> Comparer différents dispositifs de stockage d'énergie selon différents critères (masses mises en jeu, capacité et durée de stockage, impact écologique).	Terminale ES
	🕒 Durée
	1 h

Les sources d'énergie renouvelables et qui ne nécessitent pas de réactions de combustion 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.

📄 Document 1: Les Stations de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP)

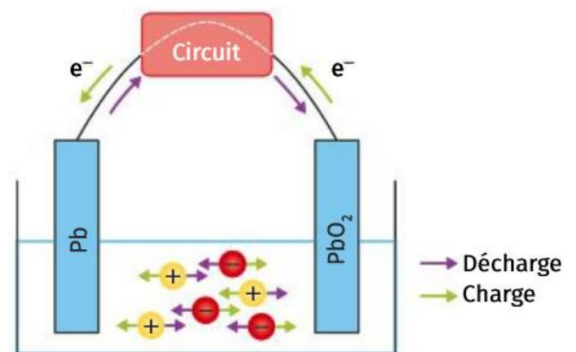
Une STEP est une usine de production d'énergie hydraulique capable de stocker de l'énergie sous forme d'énergie potentielle (énergie liée à la hauteur) : lorsque la demande en électricité est faible (la nuit par ex.) et en cas d'excès d'énergie dans le réseau, des masses d'eau sont remontées par une pompe dans un bassin supérieur. C'est donc une installation réversible de production et de stockage de l'énergie. Les performances sont intéressantes puisque son rendement de restitution varie de 65% à 80%.



Les STEP peuvent stocker de 1 à 100, GWh. La durée moyenne d'une STEP est 40 ans. Cette technologie de stockage est la plus utilisée dans le monde.

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

L'appellation « batteries » de la vie courante correspond en réalité à des accumulateurs. Un accumulateur fonctionne de la même manière qu'une pile lors de sa décharge (= production d'électricité) : des réactions chimiques d'oxydoréduction produisent un courant électrique. Mais, lors de la charge, 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 à nouveau chargé et l'énergie électrique est stockée sous forme chimique. Le nombre de cycles de charges-décharges est cependant limité dans le temps : il peut atteindre 4000.

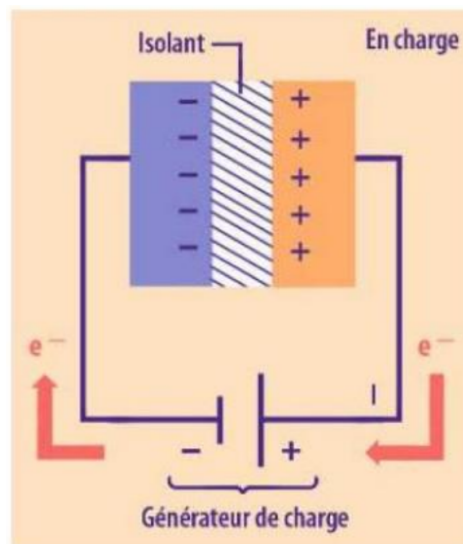


Les accumulateurs sont essentiellement utilisés pour les appareils mobiles (smartphone, appareil photo, calculatrice, voiture ...). Les batteries industrielles actuelles les plus massives peuvent stocker jusqu'à 100 MWh pendant plusieurs mois et restituer l'énergie avec une puissance maximale de 10 MW.

Document 3: Les supercondensateurs

Un super condensateur 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.

À la décharge, les deux électrodes redeviendront neutres par une circulation d'électrons (courant électrique) dans un circuit extérieur. Le principal avantage des supercondensateurs est leur puissance de charge et de décharge (de 10 kW à 5 MW), nettement supérieure à celle des batteries, mais ils peuvent stocker une plus faible quantité d'énergie. Cette propriété est notamment intéressante dans des véhicules tels que les bus de ville qui s'arrêtent et redémarrent souvent.



Questions

1. Nommer sous quelles formes d'énergie est stockée l'électricité dans les trois systèmes décrits.

.....

2. Réaliser la chaîne énergétique de la STEP lors du stockage de l'électricité.

3. Réaliser la chaîne énergétique correspondant à la charge d'un accumulateur de téléphone portable.

4. Compléter le tableau ci-dessous à l'aide des documents:

Technologie	Puissance de restitution	Capacité énergétique	Autonomie	Rendement	Durée de vie	Coût (euros par kWh)
STEP	0,1 à 1 GW		Quelques jours			75 - 150
Super-condensateur		1 à 5 kWh	Quelques minutes	90 à 95%	De 10000 à 500000 cycles	16000
Accumulateur			10 min à 15 h	70 à 80%		50-1000

5. Rappeler les valeurs, en puissance de 10, des multiples « Kilo », « Méga », « Giga » et « Téra ».

.....

.....

.....

6. Choisir, en proposant des arguments, la technologie la plus adaptée pour stocker :

- le surplus quotidien d'énergie d'un réseau électrique de 54 MWh;
- l'énergie nécessaire à l'autonomie d'un appareil photo soit 7,7 Wh;
- l'énergie dissipée lors du freinage d'autobus soit 1,1 kWh utilisée comme appoint pour un démarrage ultérieur.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. La capacité (= énergie stockée) des « batteries » des derniers smartphone atteint 36000 J en moyenne.

(a) Montrer que $1\text{Wh} = 3600\text{J}$ puis convertir la capacité du smartphone en wattheure.

.....

.....

.....

.....

(b) Avec l'hypothèse qu'une recharge quotidienne est nécessaire pour activer les multiples applications, montrer que le coût annuel des multiples recharges pour une famille de 4 personnes possédant chacun un portable

est de l'ordre de 2,5€. **Donnée:** En France le coût moyen du kilowattheure est de 0,1765€.

.....

.....

.....

.....

Remarque:

Dans son foyer, un ménage français s'expose à d'autres dépenses électriques plus onéreuses. Par exemple, il paie en moyenne près de 2,5 euros par an pour recharger un ordinateur portable, 27 euros pour laver son linge, 39 euros pour alimenter un réfrigérateur/congélateur, 83 euros pour s'éclairer et plus de 1 130 euros pour se chauffer. En dehors des recharges, notons toutefois que de nombreuses consommations liées à l'usage d'un smartphone sont cachées : sa construction et les data centers qu'il sollicite lors de téléchargements engendrent notamment une consommation d'électricité importante. En intégrant ces critères, on estime que la consommation réelle d'un smartphone dépasse souvent celle d'un réfrigérateur en tenant compte de l'ensemble de leur cycle de vie. À noter que le coût énergétique d'internet équivaut à 30 centrales nucléaires !!!