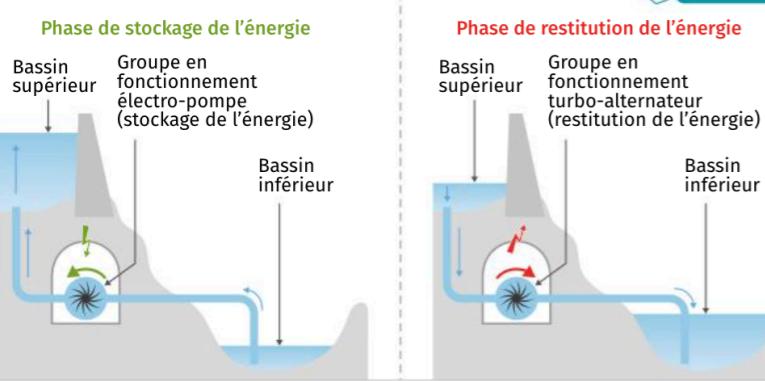


Doc. 1 Principe de fonctionnement d'une STEP

Schéma animé



Le barrage de Grand'Maison en Isère a été mis en service en 1988. La centrale liée à ce barrage est une STEP (station de transfert d'énergie par pompage). Elle permet de remonter l'eau dans le barrage lorsque la production est supérieure à la consommation. Lorsque la demande d'électricité devient plus importante, la centrale fonctionne comme une centrale hydroélectrique normale.



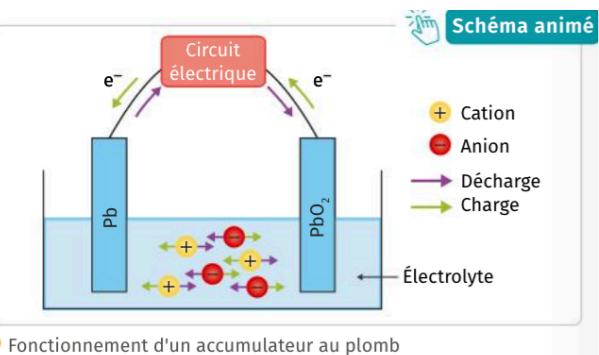
Le bassin supérieur peut contenir une masse d'eau de 132×10^6 t et chaque tonne d'eau permet de produire 272 W·h d'énergie électrique. Néanmoins, pour produire 100 kW·h d'énergie électrique lors de la phase de restitution, il faut consommer 125 kW·h d'énergie électrique lors du pompage de la phase de stockage.

Doc. 2 Stockage à l'aide d'un accumulateur

Ce que l'on appelle « batteries » correspond en réalité à des accumulateurs. Ils fonctionnent comme une pile lors de la décharge. Mais sous l'action d'un courant électrique, le sens de la transformation chimique s'inverse. Les produits formés lors de la décharge reforment alors les réactifs de départ : l'accumulateur est de nouveau chargé.



Aujourd'hui, les accumulateurs lithium-ion sont les plus utilisés (smartphones, tablettes, etc.). Ces accumulateurs peuvent atteindre une densité énergétique de 200 W·h par kilogramme de matière et peuvent supporter plusieurs centaines de cycles de charge. Ils ont en moyenne un rendement d'environ 90 %.



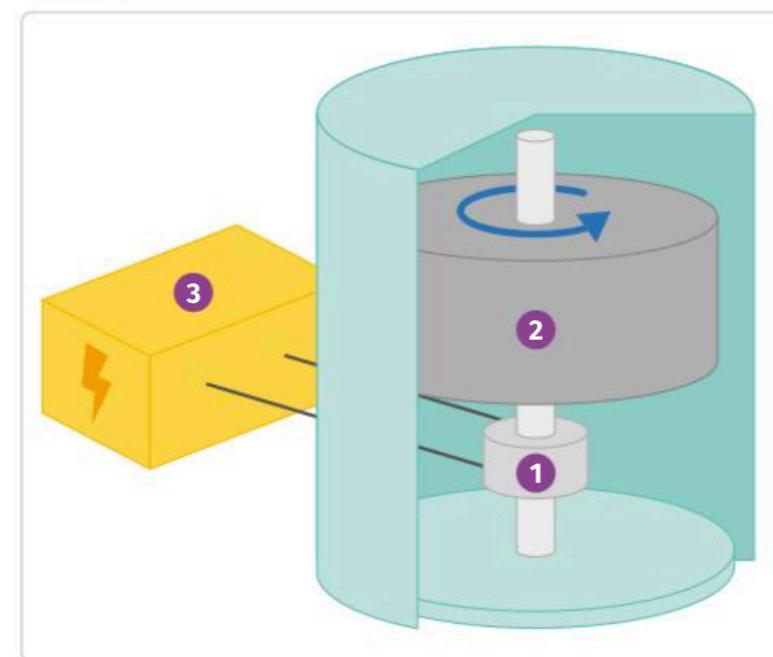
Fonctionnement d'un accumulateur au plomb

Vocabulaire

Densité énergétique : quantité d'énergie stockée en watt-heure (W·h) pour 1 kg du matériau de stockage.

Rendement : dans le cadre du stockage, rapport entre l'énergie électrique restituée après stockage et l'énergie électrique consommée pour le stockage.

Doc. 3 Volant d'inertie

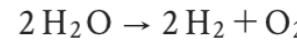


Un volant d'inertie permet de stocker de l'énergie sous forme cinétique avec un rendement de 80 % et une densité énergétique de plusieurs centaines de watts-heures par kilogramme. Durant le stockage, un moteur **1** convertit l'énergie électrique en énergie cinétique faisant tourner la roue **2**. En phase de restitution, le moteur **1** devient générateur et convertit l'énergie cinétique en électricité faisant ralentir la roue **2** et alimentant le circuit **3**.

Ce système est employé dans le métro de Rennes où une roue de 2,5 tonnes est installée au centre d'une ligne. Lors du freinage de la rame, une partie de l'énergie sert à accélérer la roue et cette énergie est restituée au redémarrage de la rame. Cela permet au métro d'économiser l'équivalent d'une dizaine de jours de consommation électrique par an.

Doc. 4 Dihydrogène, futur du stockage ?

Il est possible de former du dihydrogène H₂ par décomposition de l'eau H₂O en utilisant de l'énergie électrique (électrolyse).



Ensuite, la transformation inverse peut être réalisée dans une pile à combustible. Elle produit de l'eau et de l'électricité.



Cette méthode de stockage présente deux inconvénients :

- la molécule de dihydrogène H₂ est si petite qu'elle passe à travers la plupart des matériaux ; étant gazeux, le dihydrogène occupe un très grand volume. Ainsi, il faut le conserver à des pressions très élevées et des températures très faibles, ce qui implique de gros enjeux technologiques ;
- pour restituer 100 kW·h, il faut consommer 440 kW·h, ce qui engendre un rendement médiocre.

Mais, avec une densité énergétique de 33 kW·h par kilogramme, l'intérêt pour ce mode de stockage est croissant.



Questions ?

1. Doc. 1 à 4 Pour chaque système décrit, nommer la forme d'énergie stockée.
2. Doc. 1 Schématiser les chaînes énergétiques liées aux deux phases de fonctionnement de la STEP.
3. Doc. 1 Calculer le rendement et la densité énergétique d'une STEP.
4. Doc. 4 Calculer le rendement du stockage par dihydrogène H₂.
5. Bilan Comparer les différents modes de stockage vis-à-vis des critères suivants :
 - contraintes sur l'environnement ;
 - densité d'énergie ;
 - rendement.