

Stockage de l'énergie

But : Relever le caractère intermittent des ressources en énergies « renouvelables » – comprendre la nécessité du stockage de ressources.

Compétences : APP – REA – ANA

La production d'électricité sans combustion est une voie vers la diminution de la production de gaz à effet de serre comme le dioxyde de carbone en particulier. En dehors de la production d'électricité par « le nucléaire », la France dispose de ressources hydrauliques (comme les barrages associés aux centrales hydroélectriques) et développe d'autres moyens de productions en énergie dites « vertes » parce que s'appuyant sur des ressources renouvelables telles que la lumière ou le vent. Mais quels sont les inconvénients rencontrés dans l'exploitation de ces ressources ? Avec quels moyens de stockage peut-on pallier ces inconvénients.

Document 1 : Densité d'énergie

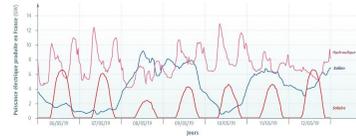
On évalue (en $J.kg^{-1}$ ou $Wh.kg^{-1}$), la densité d'énergie d'un dispositif de stockage par le rapport de la quantité d'énergie et de la masse de matière mise en jeu pour stocker cette énergie :

$$\frac{\text{Quantité d'énergie (J ou Wh)}}{\text{masse de matière (kg)}}$$

1. Caractéristique de la ressource en énergie « verte »

Observer le **graphique n°1 (Moodle) : Production en énergies renouvelables** représentant la production journalière d'énergie électrique par énergie renouvelable entre le 6 et 12 mai 2019 en France :

☞ Répondre aux questions du paragraphe 1. de la feuille bilan.



2. Stockage de l'énergie

Les ressources en lumière et vent ne pouvant être stockées et l'électricité ne pouvant être stockée directement, il faut imaginer des conversions en d'autres formes d'énergies pour disposer de ressources plus régulières et pouvant répondre aux demandes en électricité lors des pics de consommation. Mais sous quelle forme peut-on stocker l'énergie ?

☞ Voir la **vidéo n°1 (Moodle)** où Jamy Gourmaud donne quelques précisions à ce sujet.

(source : <https://www.youtube.com/watch?v=6xiY8UEbVeo>)

☞ Vérifier certaines réponses apportées au paragraphe précédent et les corriger le cas échéant.

2.1. 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. Aujourd'hui, les accumulateurs lithium-ion sont les plus utilisés. L'extraction du lithium est cependant source de pollution.

☞ Lire les **documents (Moodle) n°1 Pile lithium-ion** et **n°2 Pile zinc-air**.

☞ Répondre aux questions du paragraphe 2.2. de la feuille bilan.

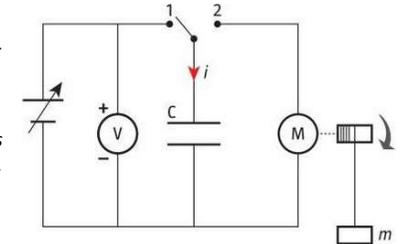
2.2. Une alternative à la batterie : le super condensateur

Un super condensateur (SC) est un condensateur permettant d'obtenir une densité de puissance et une densité d'énergie intermédiaire entre les accumulateurs et les condensateurs classiques. Lorsqu'il s'agit de stocker et de restituer rapidement de l'énergie électrique le super-condensateur est imbattable, avec des applications dans les voitures et bus électriques, les trains et trams, les ascenseurs, les grues, ..., mais aussi pour l'alimentation des unités de mémoire vive statique (SRAM).

✳ Montage de principe avec un condensateur

Un condensateur est branché aux bornes d'un générateur (alimentation stabilisée ajustable) par l'intermédiaire d'un interrupteur inverseur à 2 positions.

☞ Suivre les consignes opératoires et répondre aux questions 2.2.1. à 2.2.5. de la feuille bilan.



☞ Lire le **document n°3 Condensateurs**.

☞ Répondre aux questions 2.2.6. à 2.2.8 de la feuille bilan.

2.3. Stockage par énergie potentielle de pesanteur

Document 5 : Energie potentielle de pesanteur

L'énergie potentielle de pesanteur (**E_{pp}**) est l'énergie que possède un corps du fait de sa position dans le champ de pesanteur terrestre. Elle dépend de la masse du corps et de la hauteur à laquelle il se situe ainsi que de la valeur de l'intensité de pesanteur ($g = 9,8 N/kg$) : **E_{pp} = m × g × h**. Comme pour toute énergie, son unité dans le Système international est le joule (J). Les deux seules grandeurs que l'on peut maîtriser sont évidemment la masse et la hauteur.

Document 6 : Les STEP

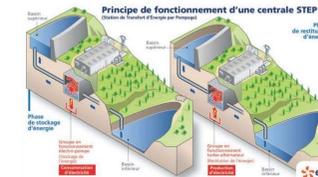
Mise en service entre 1970 et 1990, les 6 STEP exploitées par EDF en France, ont pour objectif d'assurer le stockage de la production nocturne du parc nucléaire français. Le Barrage de Grand'Maison (Isère) mis en service en 1988 est la station de transfert et la première construite dans le Monde et la plus grande en Europe aujourd'hui. Elle peut produire une puissance en turbine d'environ 1800 MW pour un débit de $216 m^3.s^{-1}$ et possède une capacité de pompage de 1270 MW avec un débit de $135 m^3.s^{-1}$. La densité énergétique d'une STEP est relativement faible. Or, comme 1000 kg d'eau à une altitude de 100 m possède une énergie potentielle de pesanteur de 272 Wh.

Il faut donc utiliser des volumes d'eau très importants pour produire une quantité significative d'énergie. A Grand'Maison, le pompage de l'eau de la retenue basse vers la retenue haute consomme 1720 GWh pour 1420 GWh de production électrique par turbinage en moyenne sur un an. Ce barrage offre donc la possibilité de stocker le surplus d'énergie produite par les barrages et centrales nucléaires lors des heures creuses pour en restituer en période de surconsommation.



☞ Voir la **vidéo n°2 (Moodle) : STEP**.

☞ Observer le **schéma (Moodle) du Principe de fonctionnement d'une centrale STEP (Moodle)**.



☞ Répondre aux questions 2.3.1. à 2.3.3 de la feuille bilan.

☞ Observer le **graphique n°2 (Moodle) : Production en énergies renouvelables et pompage** sur lequel on peut voir les périodes de pompage réalisées **avec des énergies renouvelables**, représentées par des valeurs négatives (courbe noire).

☞ Répondre aux questions 2.3.4. et 2.3.5 de la feuille bilan.

