

## Activité n°4 : Stockage de l'énergie

### 1. Différents modes de stockage de l'énergie

Face à l'irrégularité de la disponibilité de certaines ressources énergétiques, le surplus d'énergie peut être stocké afin de pouvoir l'utiliser en période de besoin.

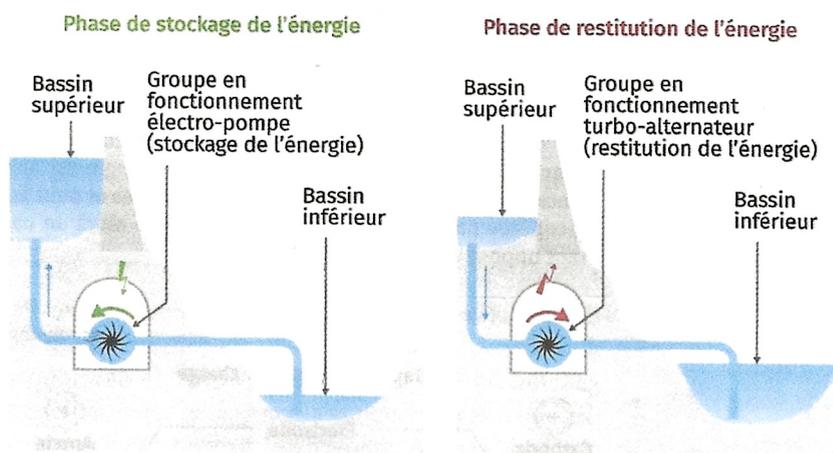
→ Quelles sont les méthodes utilisées pour stocker l'énergie ?

**Ce que j'ai déjà vu**

- Formes d'énergie
- Chaînes énergétiques

**Doc. 1** Principe de fonctionnement d'une STEP

*E. potentielle stockée*



Le barrage de Grand Maison en Isère a été mis en service en 1988. La centrale liée à ce barrage est une STEP, une 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 est importante, la centrale fonctionne comme une centrale hydroélectrique normale.

Source : [connaissancesdesenergies.org](http://connaissancesdesenergies.org).

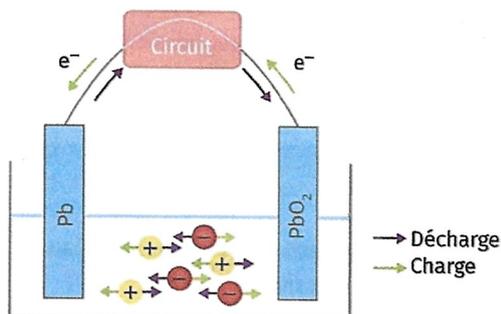
*Energie électrique → E. mécanique (potentielle)*

*E. potentielle → E. électrique*

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

*E. chimique stockée*

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.



► Fonctionnement d'un accumulateur au plomb.

**Doc. 3** Stockage à l'aide d'un supercondensateur

*E. électromagnétique stockée*

Un supercondensateur est constitué de deux électrodes, chacune en contact avec un électrolyte et séparées par un isolant. Lors de la charge du supercondensateur, les ions sont adsorbés à la surface des électrodes. Lors de la décharge, ils s'en éloignent. Le principal avantage des supercondensateurs est leur puissance de charge et de décharge, 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.

👉 Découvrez son schéma sur [LLS.fr/ESTstockage](http://LLS.fr/ESTstockage)

### ? Questions

1. Nommer la forme d'énergie stockée dans chacun des trois systèmes décrits.
2. Réaliser les chaînes énergétiques liées aux deux fonctionnements de la STEP.

## 2. Comparaison des différents modes de stockage

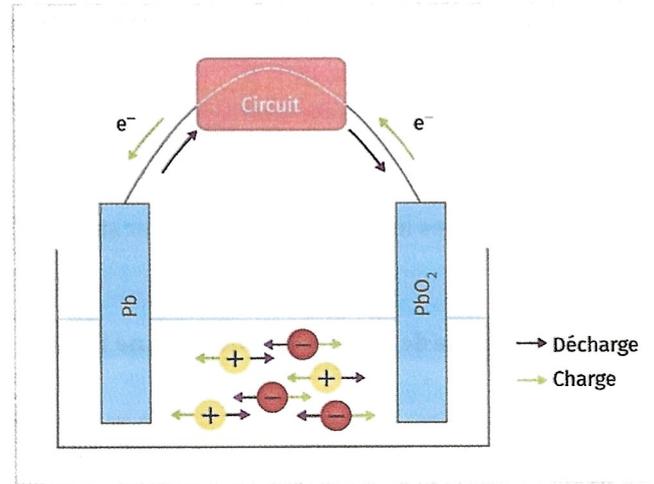
### a) Comparaison entre supercondensateurs et accumulateurs

Un condensateur est un dispositif susceptible de stocker de l'énergie électromagnétique. Il est constitué de deux électrodes séparées par un matériau isolant.

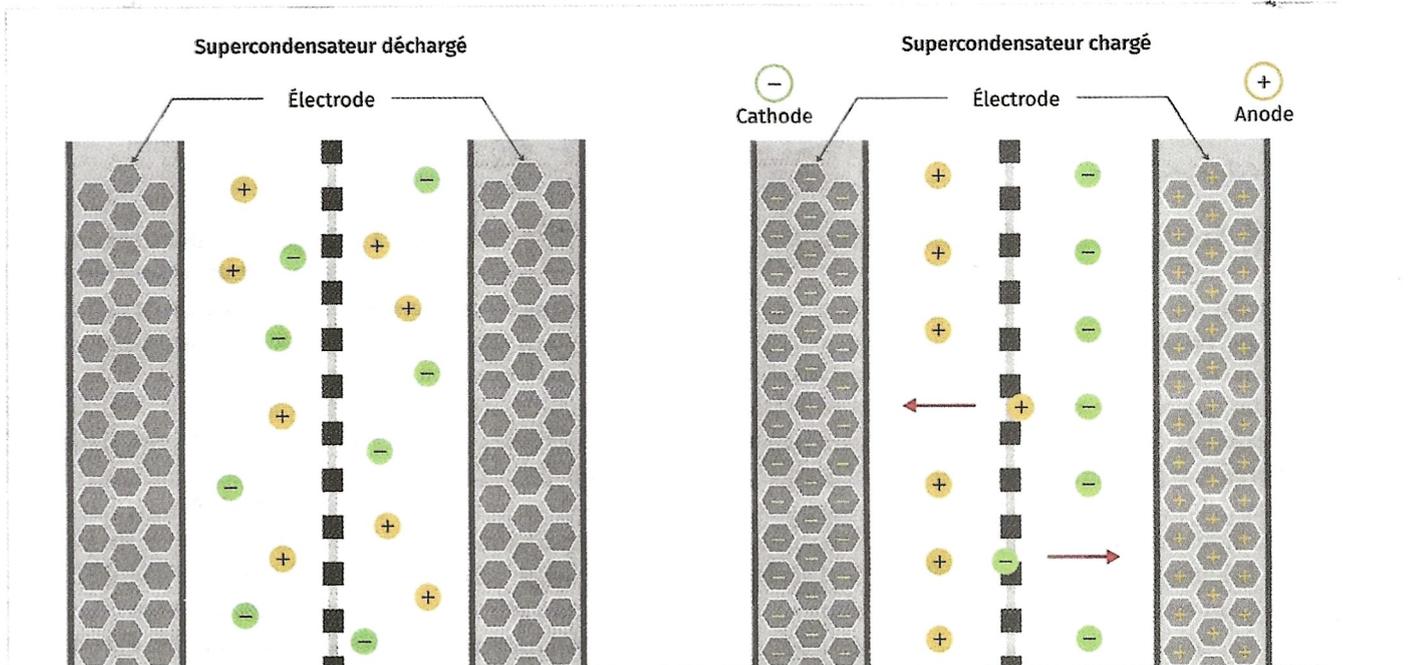
**Charge :** lorsque les deux électrodes sont soumises à une tension électrique, aussi appelée différence de potentiel, des électrons migrent vers une des électrodes. Cette électrode se charge alors négativement, tandis que la seconde se charge positivement.

**Décharge :** lorsqu'un condensateur chargé est relié à un circuit électrique, les électrons se déplacent de l'électrode négative vers l'électrode positive : de l'électricité circule dans le circuit.

Ces condensateurs ne peuvent stocker qu'une faible quantité d'énergie et c'est pour cela que les supercondensateurs ont été développés. Entre chaque électrode et l'isolant a été ajouté un électrolyte. Cet électrolyte contient des ions pouvant être adsorbés à la surface des électrodes. De plus, ces électrodes sont poreuses pour augmenter la surface d'adsorption, ce qui augmente encore la quantité d'énergie pouvant être stockée.



1 **Charge d'un accumulateur.** Les accumulateurs se rechargent par le fonctionnement inverse des piles : un courant électrique provoque une réaction chimique. L'énergie est alors stockée au sein des liaisons des entités formées et peut être récupérée par la réaction inverse qui génère alors un courant opposé au courant de charge.



2 **Fonctionnement d'un supercondensateur déchargé et chargé.**

### Questions

- Nommer la forme d'énergie stockée dans un condensateur. *E. chimique*
- Identifier le sens de déplacement des électrons lors de la charge et lors de la décharge du condensateur.
- Identifier l'avantage d'un supercondensateur par rapport à un condensateur classique. *Quantité d'E stockée plus grande*
- Identifier la principale différence de constitution entre un condensateur et un supercondensateur. *4 - électrolyte entre isolant et électrodes (+ électrodes poreuses)*
- Identifier la différence entre un supercondensateur et un accumulateur classique. *5 - Pas de réaction chimique dans le supercondensateur*

Plutôt que de stocker l'énergie sous forme chimique comme dans les batteries, les supercondensateurs stockent l'énergie électrique sous forme de charges statiques, ce qui permet de les charger et les décharger plus rapidement (en quelques minutes plutôt qu'en quelques heures. Voici d'autres critères de comparaison :

	Supercondensateur	Batterie lithium-ion
Densité d'énergie W-h/kg	4 à 10	100 à 265
Puissance maximale W·kg <sup>-1</sup>	3 000 à 40 000	1 500
Nombre de cycles de charge	Jusqu'à 20 000 000	500 à 1 000
Rendement	Environ 98 %	Environ 90 %
Durée de décharge sans utilisation	Semaines	Mois

1 Comparaison d'un supercondensateur et d'une batterie lithium-ion.

Questions

1. Identifier l'intérêt de l'utilisation des supercondensateurs dans des bus de ville. *grande puissance*
2. Expliquer pourquoi les batteries lithium-ion sont intéressantes pour le stockage d'énergie des smartphones.
3. Nommer des problèmes liés à l'extraction du lithium.

*petite taille  
grande densité d'E*

*Risques écologiques  
grande consommation d'eau*

Les supercondensateurs sont testés dans des bus, notamment le modèle *Watt System* depuis 2014 en France. Leur grande puissance, par rapport aux batteries lithium-ion, les rend notamment intéressants lors des multiples démarrages des bus ainsi que pour la récupération d'une partie de l'énergie du freinage.

Les batteries lithium-ion ont quant à elles envahi notre quotidien. Elles ont l'avantage de posséder une densité d'énergie plus importante, et d'être de petite taille. Cependant, l'extraction des métaux tels que le lithium ou le cobalt interroge : grande consommation d'eau, possibilité de fuite de substances toxiques, toxicité forte du cobalt, etc.

Les conditions d'extraction en Chine et en Amérique du Sud sont également remises en cause : conditions de travail, travail des enfants, etc.

2 Des utilisations diverses, des impacts divers.

b) Critères de comparaison entre batteries



Pour limiter l'utilisation de la voiture, la ville des Sables d'Olonne utilise des navettes maritimes électriques « zéro émission ». Le choix de la technologie « lithium fer phosphate » pour les batteries, combiné à une installation photovoltaïque à haut rendement, procure une autonomie suffisante pour effectuer une journée de service sans recharge.

- Citer au moins trois avantages et au moins un inconvénient des batteries LFP (lithium fer phosphate).

Technologie	Plomb	Lithium ion Li-ion	Lithium polymère Li-Po	Lithium fer phosphate LiFePO <sub>4</sub>
Énergie stockée en Wh par kg	40	200	190	120 (+)
Durée de vie en nombre de cycles	200 à 400	300 à 500	300 à 400	2 000 (+)
Coût par Wh	0,20 €	0,65 €	0,70 €	0,90 € (-)
Dangers	Explosion et acide	Explosion et incendie	Incendie	Dégagement de chaleur
Polluants	Plomb ; mercure	Cobalt ; nickel	Cobalt ; nickel	Aucun (+)

■ Comparaison de différentes technologies pour les batteries.

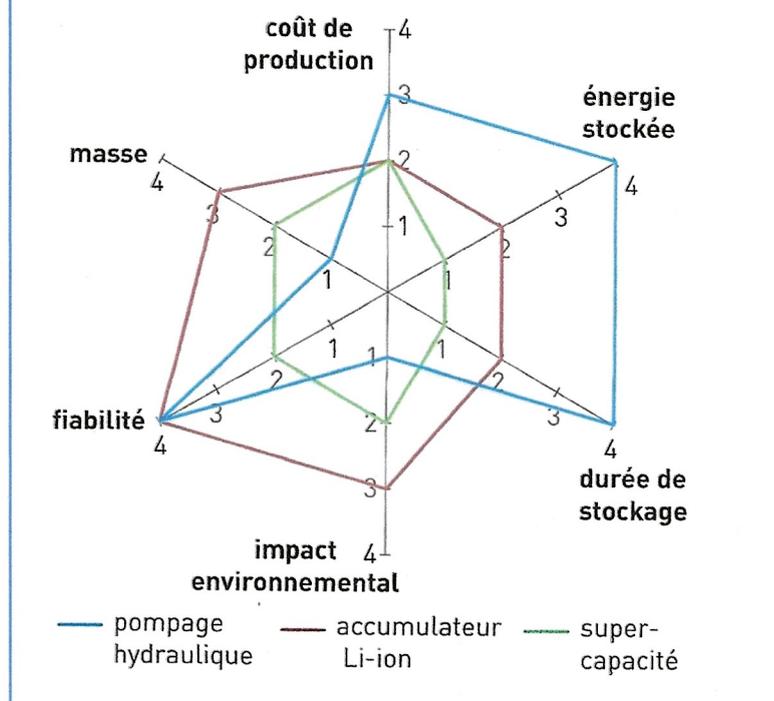
### 3. Bilan à l'aide d'un diagramme

Le diagramme ci-dessous compare six paramètres pour trois dispositifs de stockage d'énergie.

Les paramètres retenus sont :

- le coût de production d'un kWh ;
- la capacité de stockage d'énergie ;
- la durée de stockage ;
- l'impact environnemental ;
- la fiabilité (sécurité, maîtrise technologique, etc.) ;
- l'encombrement et la masse du dispositif.

Sur les axes, l'indicateur 4 correspond à la situation la plus favorable et le 1 à la plus défavorable.



1) A partir du diagramme ci-contre, identifier les avantages de chaque mode de stockage d'énergie :

- pompage hydraulique : Energie stockée importante, comme la durée de stockage (et faible coût de production), grande fiabilité
- accu Li-ion : fiabilité, (masse faible, faible impact environnemental)
- supercapacité : X

2) Quel mode de stockage choisira-t-on :

- Si l'on souhaite stocker beaucoup d'énergie ? ...pompage
- Si l'on désire que l'objet reste léger ? ...accu Li-ion
- Si l'on souhaite une forte autonomie ? ...pompage
- Si l'on souhaite un stockage mobile et respectueux de l'environnement ? ...accu Li-ion