



Stockage de l'énergie

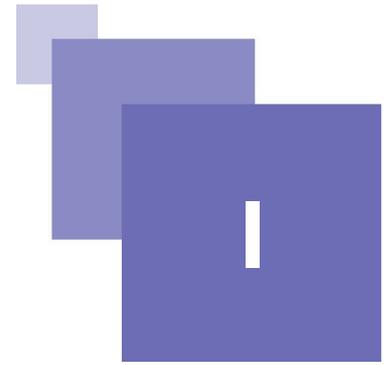
v1.0

DR. LADJEL DJELLOUL

28-04-2020

Pourquoi stocker de l'énergie ?

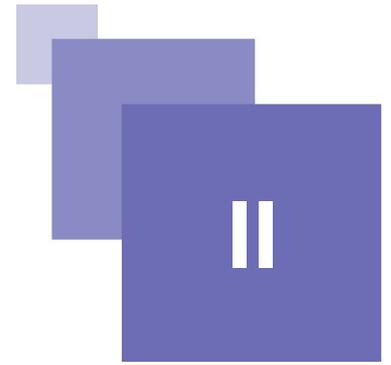
Pourquoi stocker de l'énergie ?



Le stockage de l'énergie est utilisé pour répondre à trois besoins principaux :

- Le besoin de se déplacer avec sa propre source d'énergie, c'est le besoin d'autonomie.
- Le besoin de compenser le décalage temporel entre la demande en énergie et la possibilité de production.
- Le besoin de compenser les fluctuations d'intensité du courant délivré sur le réseau électrique, par exemple dans le cas des éoliennes.

Le stockage électrochimique d'énergie électrique



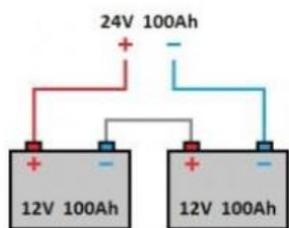
L'électricité ne peut pas être stockée directement. Il est donc indispensable de convertir l'énergie sous d'autres formes afin de la stocker. L'utilisation de batteries permet de stocker l'énergie électrique sous forme électrochimique. Les 3 grandeurs principales qui caractérisent les batteries sont :

- La tension ou différence de potentiel aux bornes de la batterie. Elle s'exprime en volts (V).
- La capacité de la batterie représente la quantité de charges électriques qu'elle peut stocker. Elle s'exprime en Coulombs (C) ou en Ampère-heure (Ah). $1\text{Ah} = 3600\text{C}$. La capacité est souvent rapportée à la masse (capacité massique) ou au volume (capacité volumique).
- La densité énergétique de la batterie est la quantité d'énergie stockée par unité de masse ou de volume. Elle s'exprime en Wh/kg ou en Wh/L.

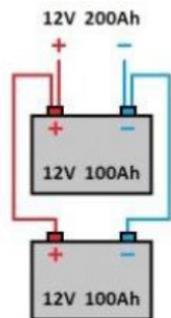
A. Capacité d'une association de batteries

La capacité représente la quantité de charges électriques stockées dans la batterie, mais pas la quantité d'énergie. Pour connaître cette quantité d'énergie (qui s'exprime en Watt-heure (Wh)), il faut multiplier la capacité par la tension de la batterie : $\text{Ah} \times \text{V} = \text{Wh}$. Il est important de ne pas confondre quantité de courant et quantité d'énergie. Par exemple, si on branche deux batteries 12V 100Ah en série on obtient l'équivalent d'une batterie de 100Ah, alors que la quantité d'énergie a doublé.

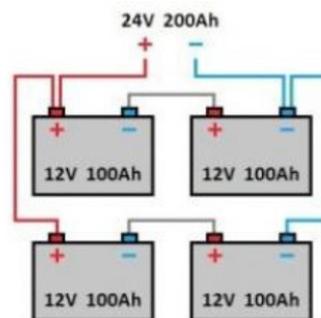
Le stockage électrochimique d'énergie électrique



BRANCHEMENT EN SERIE
Les tensions s'additionnent



BRANCHEMENT EN PARALLELE
Les intensités s'additionnent



BRANCHEMENT EN SERIE ET EN PARALLELE

Association de batteries

Le stockage cinétique de l'énergie

IV

Les volants d'inertie stockent l'énergie sous forme cinétique. Ils sont constitués d'une masse en rotation autour d'un axe. Les volants d'inertie sont des dispositifs qui se chargent et se déchargent sur quelques secondes à une minute. Ils sont donc réservés à des applications où les cycles de stockage sont de courte durée.

Exemple : afin de minimiser la consommation d'énergie du métro Rennais, le stockage de l'énergie de freinage est réalisé par volant d'inertie. Ce système à stockage inertiel (SSI) a été mis en place pour limiter les pertes calorifiques lors du freinage. Une partie de cette énergie est stockée dans le volant d'inertie au lieu d'être dissipée. Elle peut ensuite être restituée aux rames lors du démarrage.

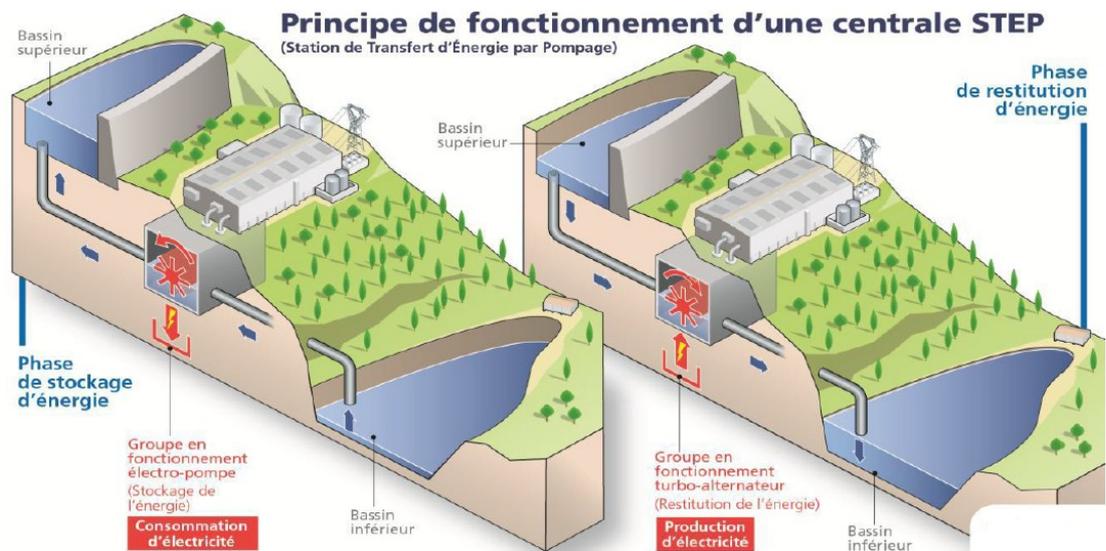


stockage de l'énergie de freinage

Le stockage d'énergie sous forme hydraulique

V

La figure ci-dessous illustre le principe de fonctionnement.

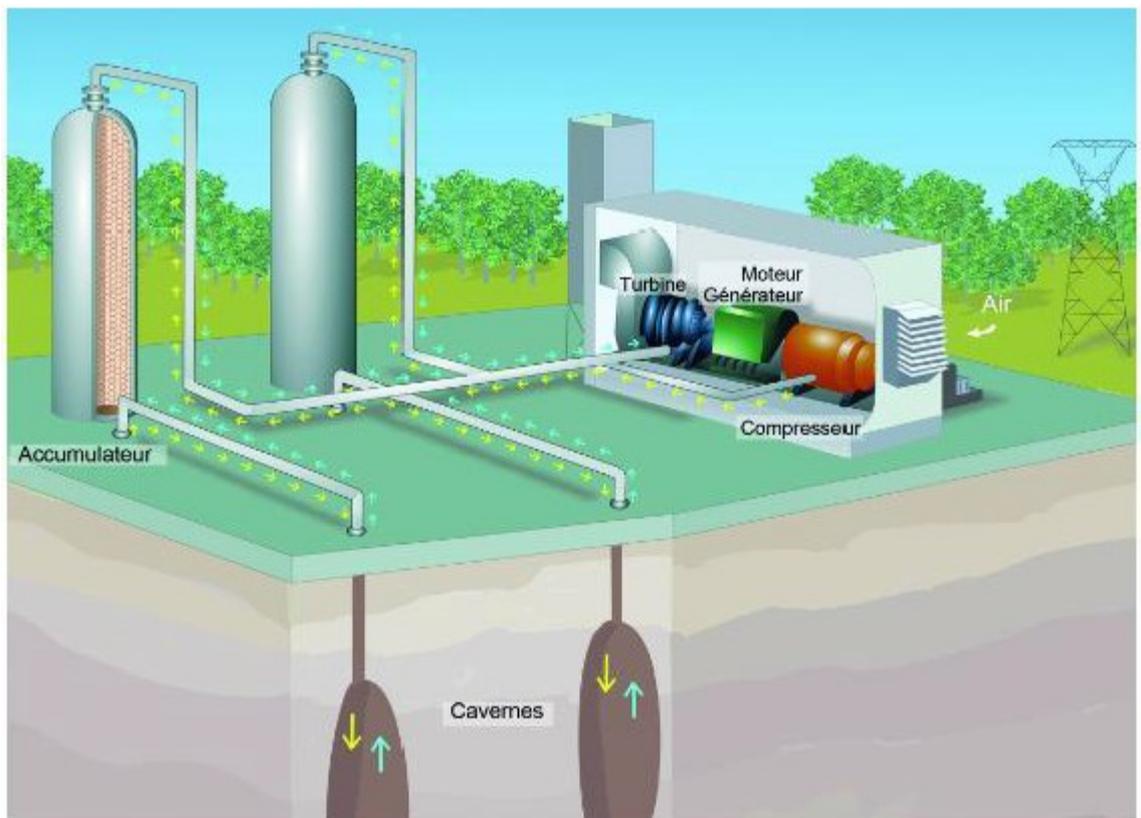


Centrale STEP

Le stockage d'énergie sous forme d'air comprimé

VI

L'air comprimé peut être utilisé pour produire un travail mécanique. Quand il y a une forte demande d'électricité, on utilise l'air qui a été précédemment comprimé et stocké pour mettre en mouvement une turbine qui grâce à un alternateur produit de l'électricité. Un des avantages de la solution est de ne générer que peu de risques (pas ou peu de produits toxiques, métaux rares, etc.) et de n'avoir aucune contrainte géographique (solution décentralisée) ni d'échelle dès lors qu'une source d'électricité est disponible.

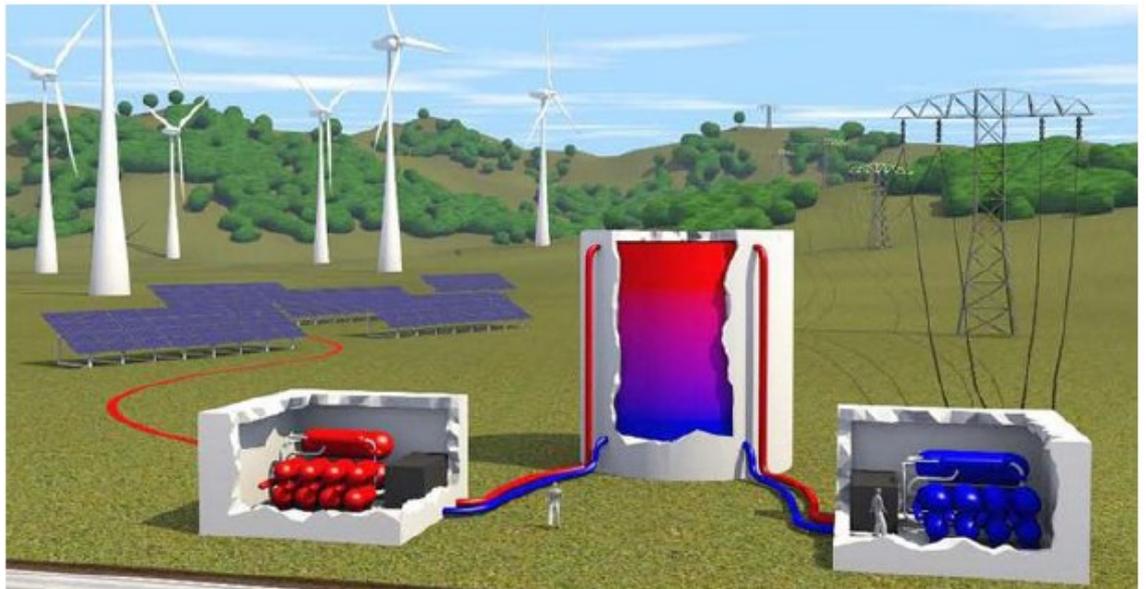


Stockage d'énergie sous forme d'air comprimé

Le stockage d'énergie sous forme de chaleur

VII

Lorsque l'énergie électrique est produite par des sources intermittentes (éoliennes, panneaux solaires), l'énergie peut être stockée sous forme de chaleur pour être distribuée sur le réseau au moment des pics de demande.

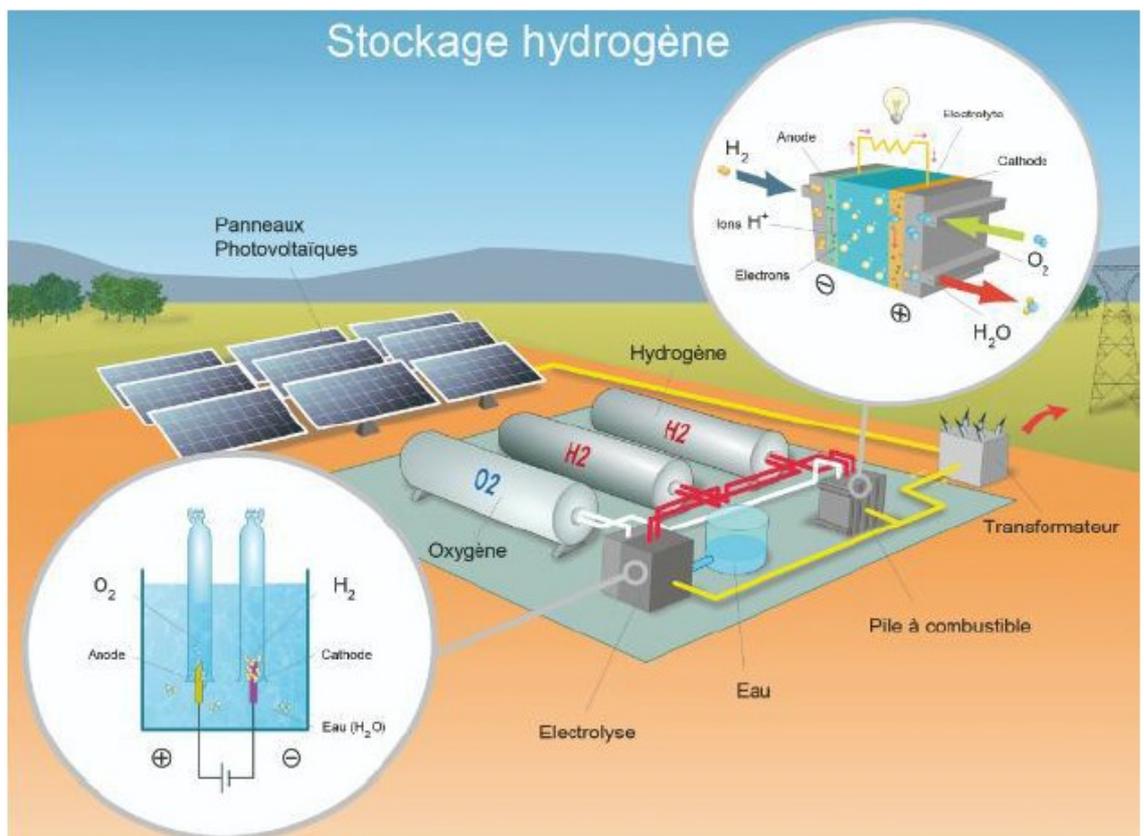


Stockage d'énergie sous forme de chaleur

Le stockage d'énergie sous forme d'hydrogène

VIII

L'électricité va permettre de produire, via un électrolyseur, du dihydrogène (H_2). Le gaz est ensuite stocké soit sous forme liquide, solide ou gazeuse avant d'être à nouveau transformé en électricité dans une pile à combustible.



Stockage d'énergie sous forme d'hydrogène

Conclusion

Transformations de l'énergie – SYNTHÈSE :

Propriétés de l'énergie:

- L'énergie peut prendre différentes formes.
- L'énergie ne peut ni se créer, ni disparaître.
- L'énergie peut subir des transformations.



Transformations de l'énergie