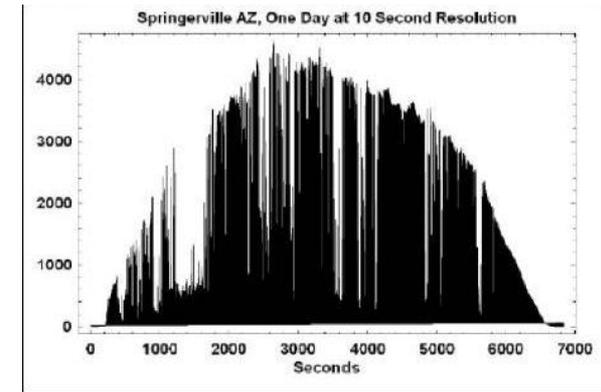
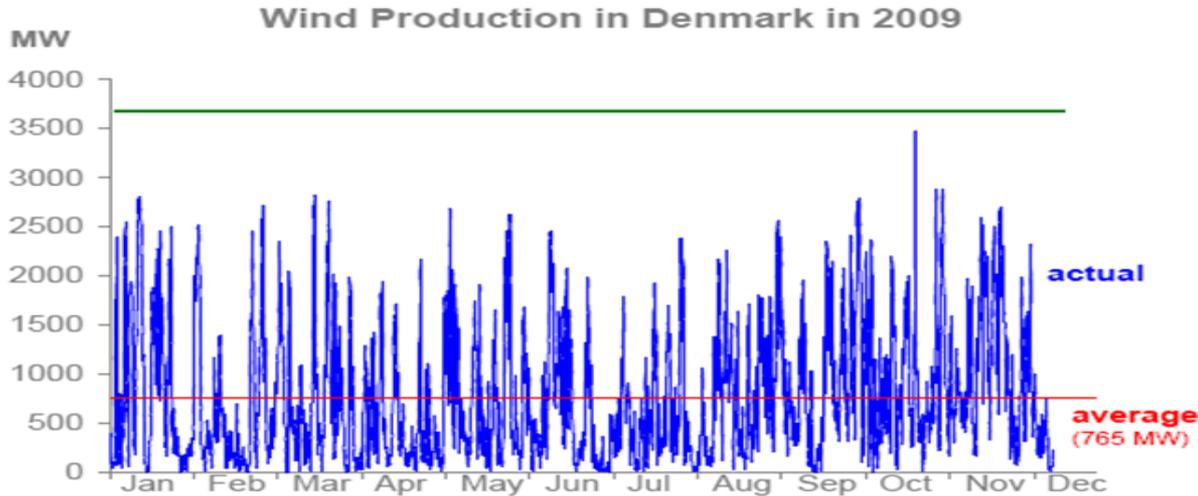


Stockage d'énergie

Technologie et perspectives

Pierre ODRU

**Consultant
Fondation Tuck**



Solaire PV

Les énergies renouvelables issues du vent et du soleil peuvent permettre d'atteindre un mix énergétique décarboné. Elles sont toutefois intermittentes et décorrélées de la demande. Hors l'électricité ne se stocke pas, et la chaleur dans certaines conditions seulement.

Le stockage d'énergie est une solution qui pourrait permettre, en synergie, d'améliorer fortement leur introduction massive.

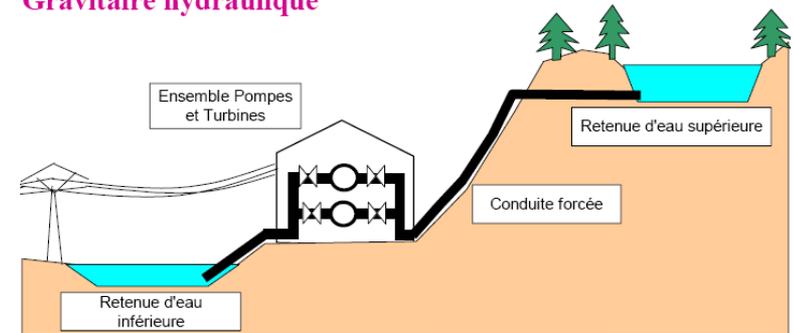


L'électricité ne se stocke pas directement mais peut l'être à partir d'une transformation réversible en un potentiel (gravitationnel, électrochimique, air comprimé...) ou en un vecteur d'énergie (hydrogène, chaleur...) .

Le potentiel de loin le plus utilisé (160 GW installés dans le monde, 5 en France) est le potentiel hydraulique gravitaire qui consiste à pomper de l'eau d'un bassin inférieur vers un bassin supérieur en cas d'excès d'électricité, pour le restituer ensuite par turbinage.

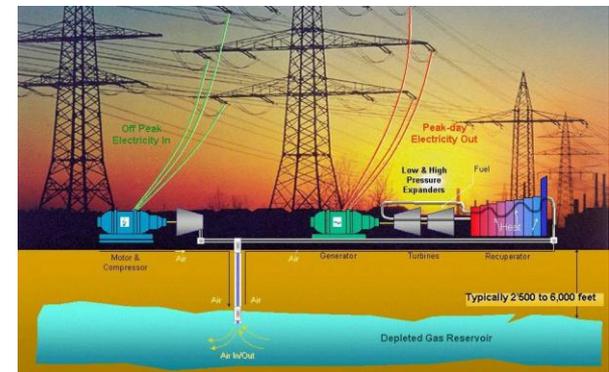
Un potentiel beaucoup moins développé consiste à comprimer de l'air dans une caverne saline.

Gravitaire hydraulique



STEP: Station de Transfert d'Énergie par Pompage

CAES: Compressed Air Energy Storage

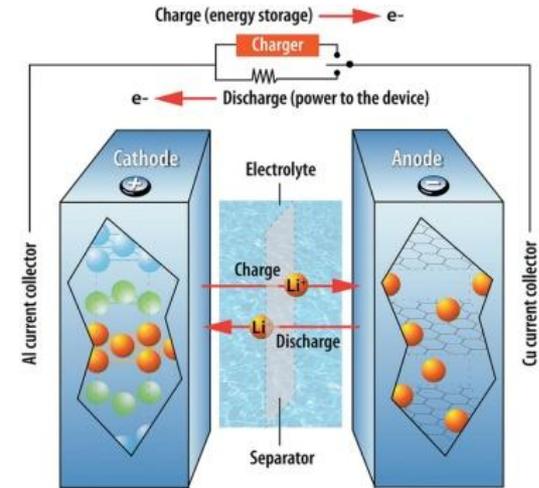




Les Batteries: réactions électrochimiques réversibles

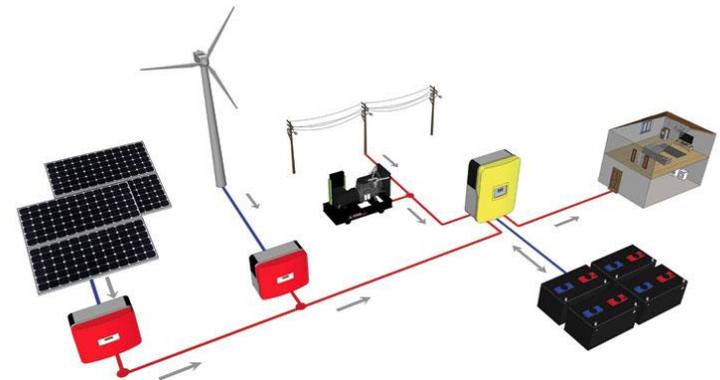
- Extension des batteries classiques (Plomb, Lithium, Ni-Cd...) au stockage stationnaire;
- Batteries spécialement conçues: NaS, Redox Flow...

Le coût des batteries, notamment Lithium ion, baisse fortement, entraînant une diffusion rapide et massive, mais qui reste cependant encore loin de l'hydraulique gravitaire.



Batterie Lithium Ion

Les batteries, très souples d'utilisation, peuvent conduire vers le concept d'autonomie énergétique, déjà développé dans les installations isolées.



Le stockage d'électricité peut aussi s'effectuer par transformation, réversible ou non, de l'électricité en un vecteur énergétique, hydrogène ou chaleur (et froid).

Transformation réversible:

Electricité -> électrolyse -> stockage -> pile à combustible -> électricité

La densité énergétique de l'hydrogène est plus élevée que celles des précédents systèmes. Le stockage à grande ou très grande échelle pourrait se faire dans des sites géologiques. Toutefois le rendement actuel est faible (35%) et les coûts élevés.

Utilisation directe (Power to gas):

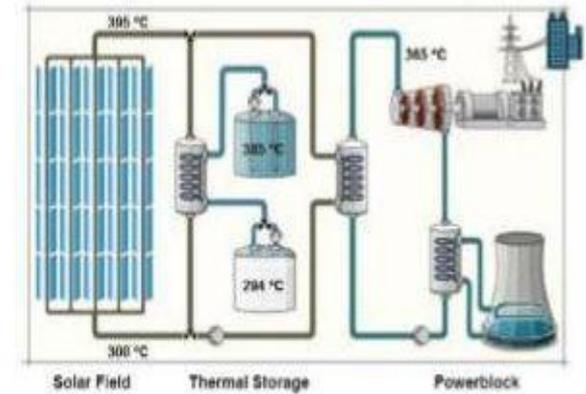
Pas de transformation inverse coûteuse (rendement 60%): injection en quantité importante possible d'hydrogène dans le réseau de gaz naturel, utilisation industrielle, stations services hydrogène, transformation en méthane ou méthanol possible si disponibilité de gaz carbonique (notamment d'origine biomasse).



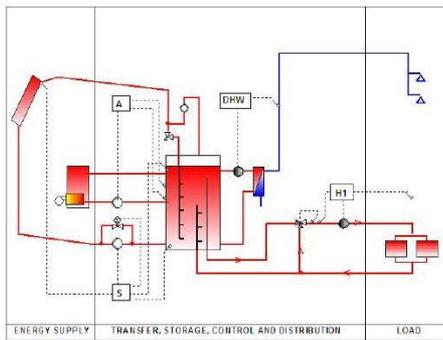
La transformation d'électricité excédentaire en chaleur ou froid existe déjà à travers de nombreuses petites unités. C'est le premier mode de stockage de l'électricité nucléaire en France.

Le stockage de froid est un excellent moyen de stockage de l'électricité. Une très grosse installation existe à La Défense.

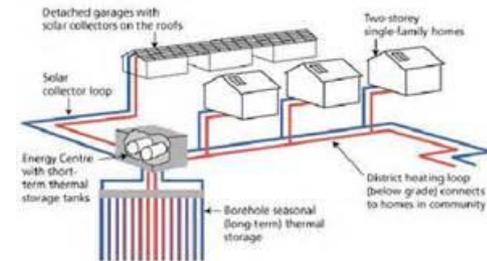
Les centrales solaires thermodynamiques fournissent un fluide chaud qui va alimenter un cycle thermodynamique classique. Le fluide chaud peut être stocké à différentes échelles de temps, permettant éventuellement d'atteindre la pointe de consommation du soir, voire la nuit entière.



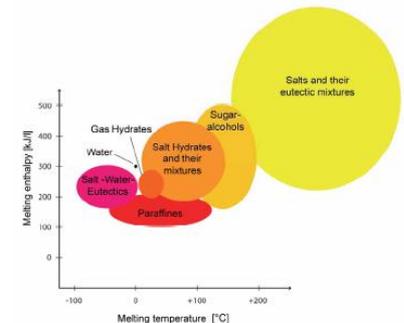
La chaleur (et le froid) représente plus de 45% de notre consommation d'énergie. Elle peut être obtenue à partir de panneaux solaires thermiques. Son stockage est possible mais délicat, et pas réellement résolu pour passer d'une saison sur l'autre.



Sous forme de chaleur sensible elle peut être stockée dans des réservoirs domestiques ou à plus grande échelle dans le sous sol.



La chaleur latente disponible dans les Matériaux à Changement de Phase permet de stocker de plus grande quantité de chaleur mais reste d'utilisation souvent délicate.



D'autres voies de stockage telle que la sorption et les réactions thermochimiques sont prometteuses, mais difficiles à mettre en œuvre.



Fondation Tuck

iDées

MERCI DE VOTRE ATTENTION

pierreodru@aol.com