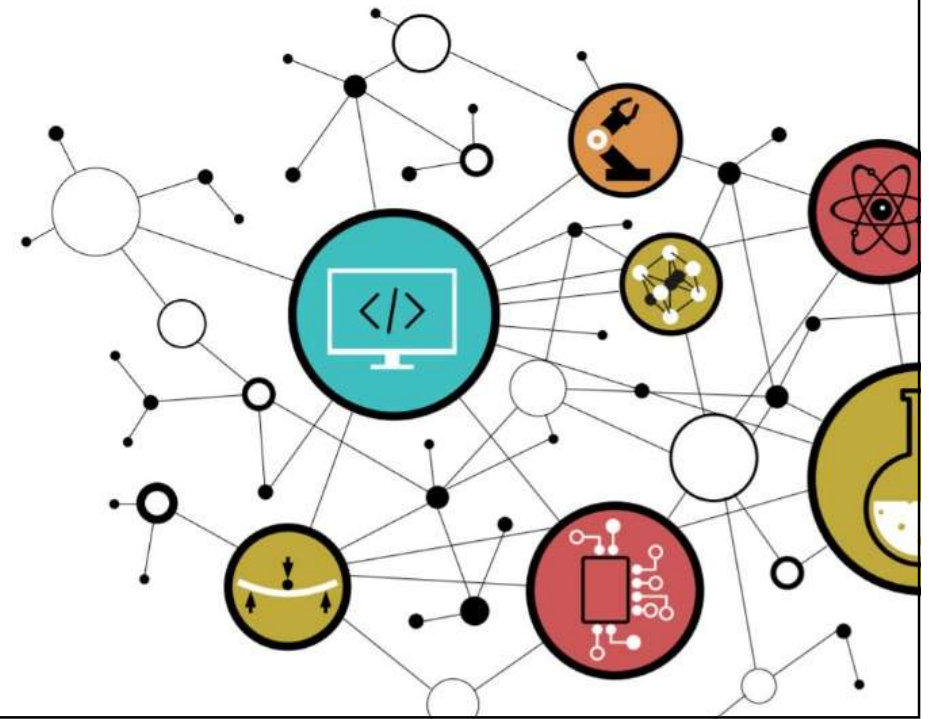


STOCKAGE



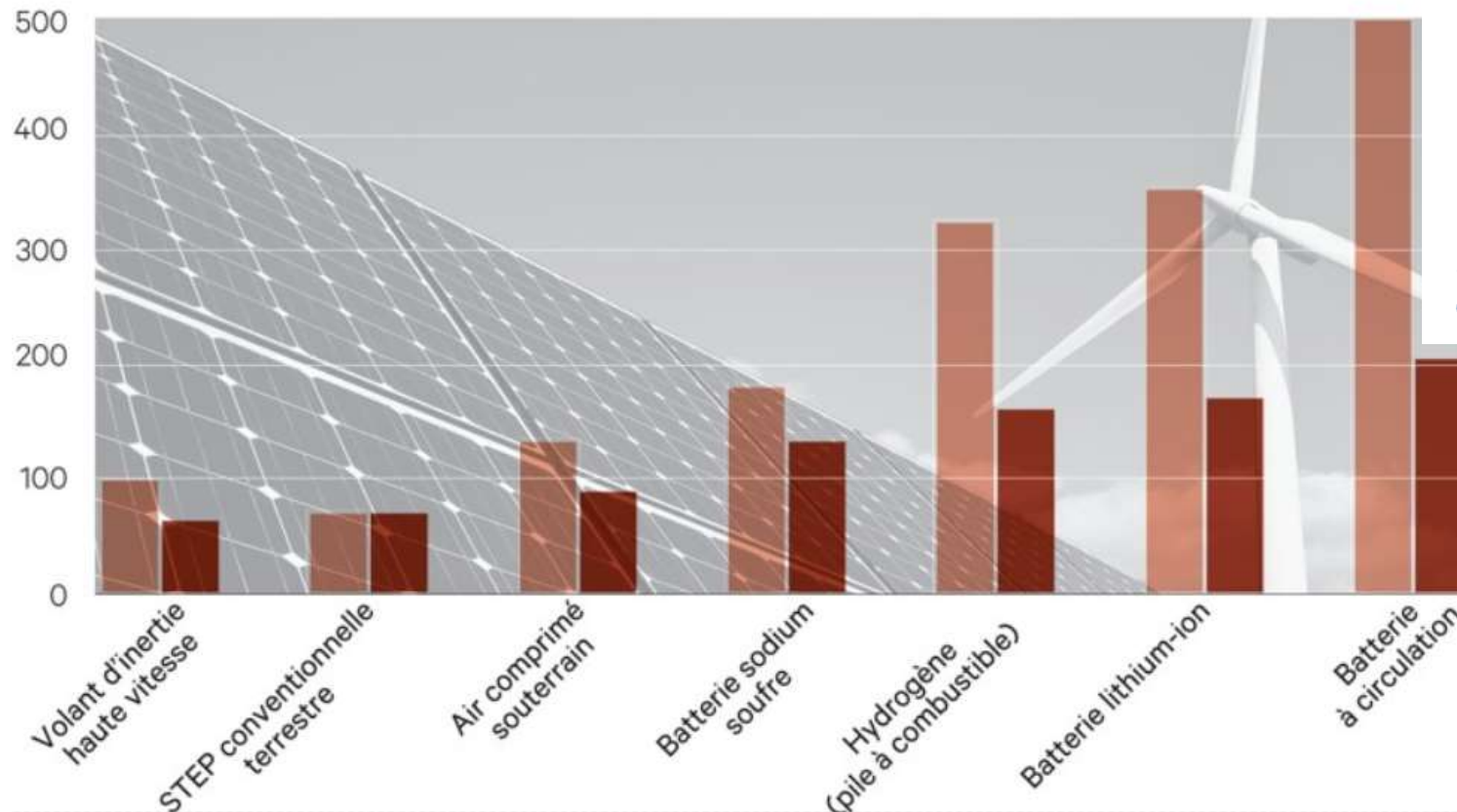
Avec l'émergence grandissante des EnR (éolien, solaire, etc) ainsi que les besoins en stabilité et continuité du service, le stockage d'énergie va devenir un enjeu majeur de demain

- *Energie mécanique* : STEP (Station de Transfert d'Energie par Pompage), volant inertiel, CAES (Compressed Air Energy Storage)
- *Energie électrochimique et électrostatique* : Batterie, supercondensateur, condensateur électrolytique classique
- *Energie chimique* : pile à combustible, P2G (Power to Gas)
- *Supraconductivité* : SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage)

Observons les solutions pour le stockage d'énergie électrique classées par coût (source – ADEME). A notre époque, il reste moins coûteux de produire que de stocker (appoint)

Le coût des technologies de stockage d'électricité

En euros par MWh 2013 2030

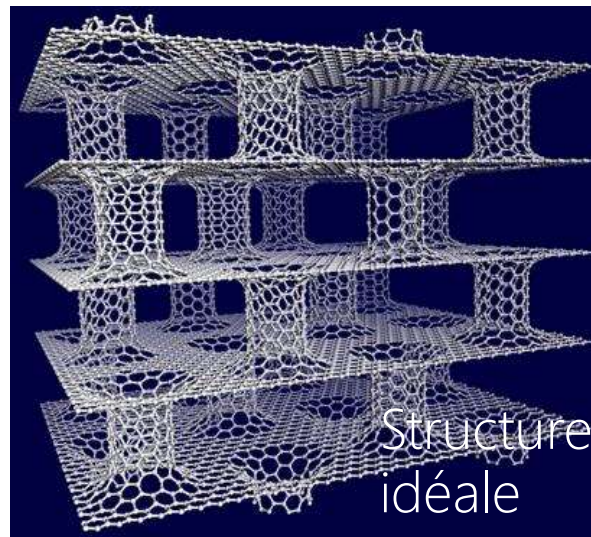
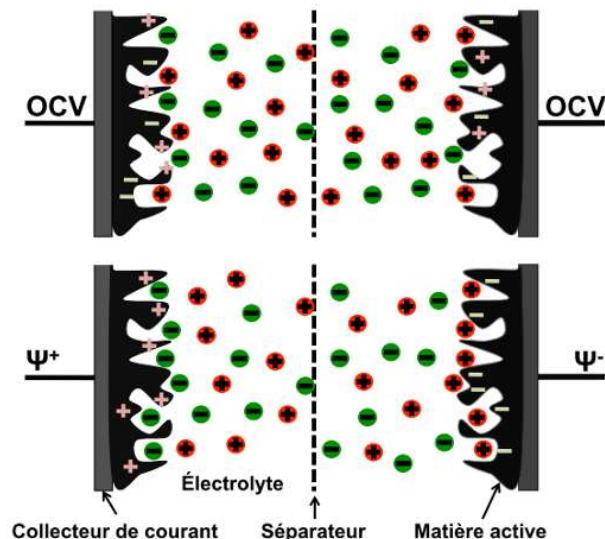


ADEME

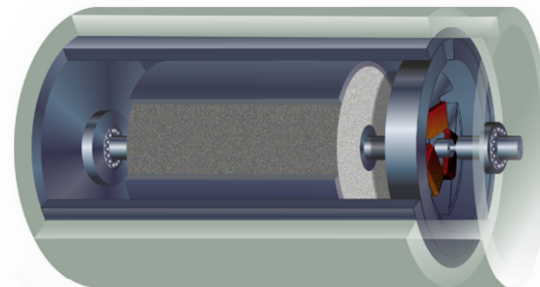


Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

De grands efforts sont fournis dans les différents développements autour des *supercondensateurs* (nanotechnologies, graphène, etc). Il s'agit de condensateurs utilisant des techniques particulières offrant une densité de puissance et d'énergie intermédiaire entre les batteries et les condensateurs électrolytiques classiques (électrodes en charbon actif). Temps de charge rapide et très grande durabilité (transport, solaire, etc)



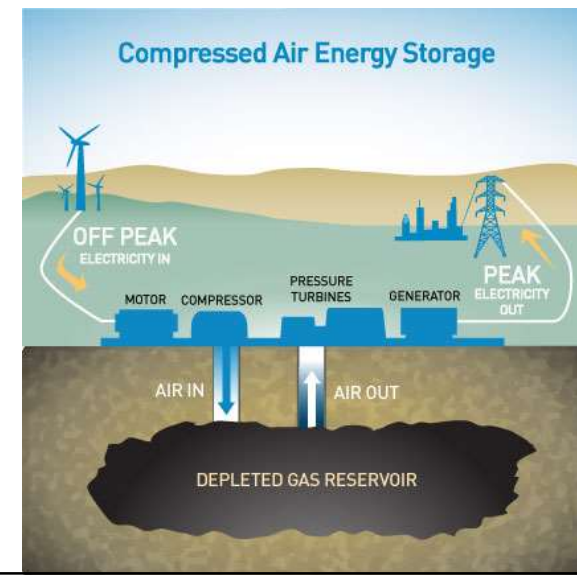
Un *volant inertiel* assure un stockage d'énergie sous forme d'énergie cinétique en rotation. Trois phases sont alors rencontrées, la phase de stockage (un machine tournante en fonctionnement moteur convertit énergie électrique en énergie cinétique), la phase stationnaire (vitesse constante et faible consommation électrique) et la phase de restitution (la machine tournante devient génératrice et est entraînée par la masse en rotation). Exemple de la société française *Energiestro* en 2017 pour une application dédiée à des parcs photovoltaïques.



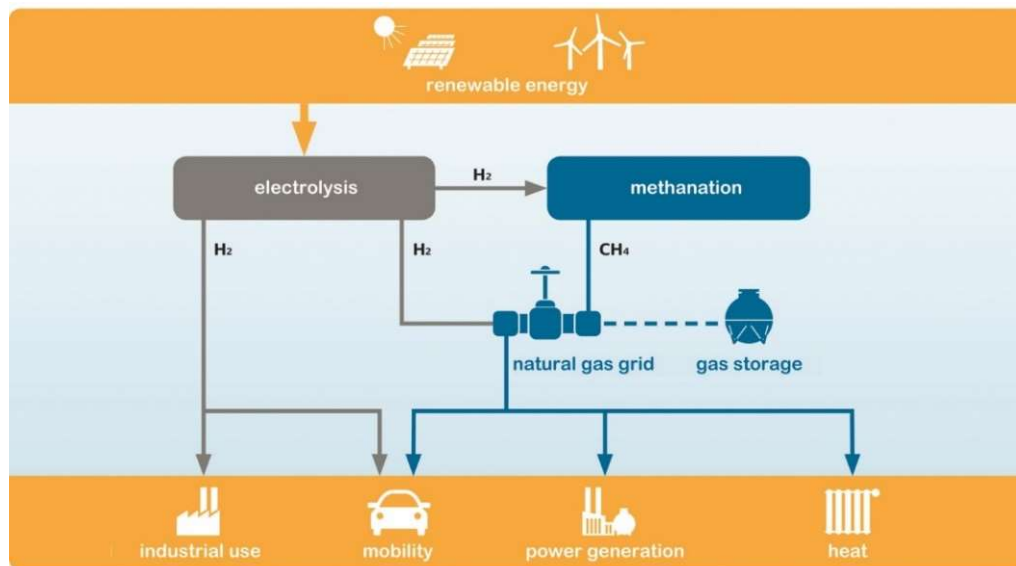
Le stockage *CAES (Compressed Air Energy Storage)* utilise le principe d'élasticité de l'air. L'énergie à emmagasiner est indirectement stockée par compression d'air dans des cavités souterraines pour être récupérée par détente d'air attaquant un turbo-alternateur. Bien qu'existant depuis 1978 (Huntorf, Allemagne), il n'existe en 2017 qu'une dizaine de projets en production ou en construction de part le monde. Néanmoins, de nouveaux projets sont en cours de financement. Des solutions adiabatiques (A-CAES) sont en études et pourraient relancer le CAES

Huntorf

2 cavités de 150 000m³
650-800m profondeur
45-70 bar
290MW (durant 2-3h)
Rendement 40-50%

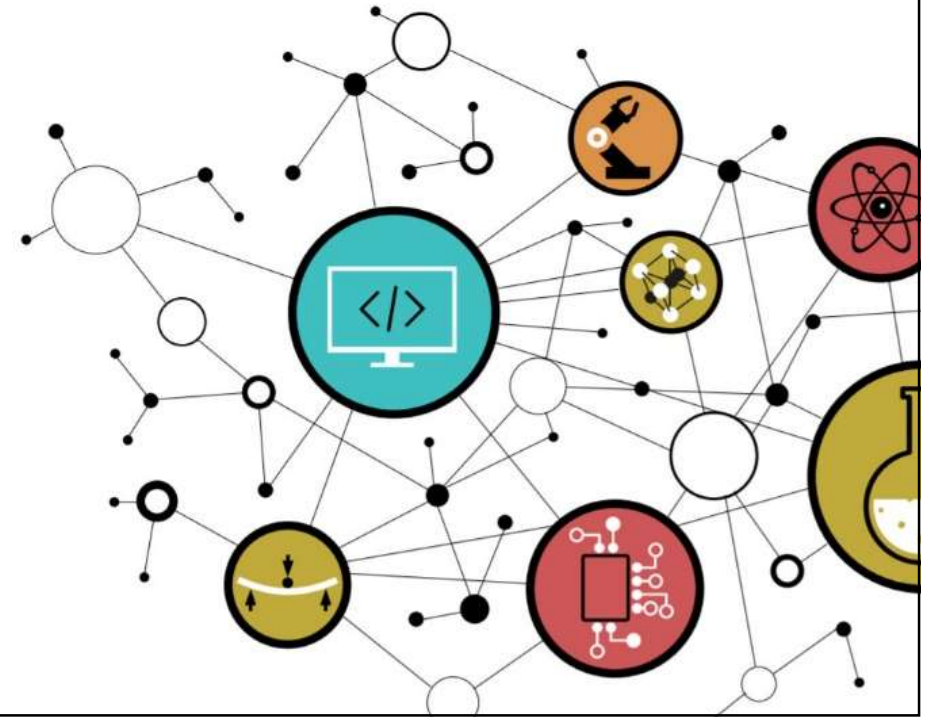


Le *P2G (Power to Gas)* consiste à transformer de l'électricité en hydrogène par électrolyse de l'eau lorsque celle-ci est excédentaire sur le réseau. L'hydrogène peut alors être valorisé de différentes manières (cf. image ci-dessous). Une fois converti en méthane, il offre l'avantage de devenir facilement stockable. En raison de l'accroissement des sources intermittentes de production sur les réseaux, derrière l'Allemagne et le Danemark, il est à noter quelques projets Français (GRHYD Dunkerque, Jupiter 1000 Fos, etc)



Audi, Allemagne
6MW

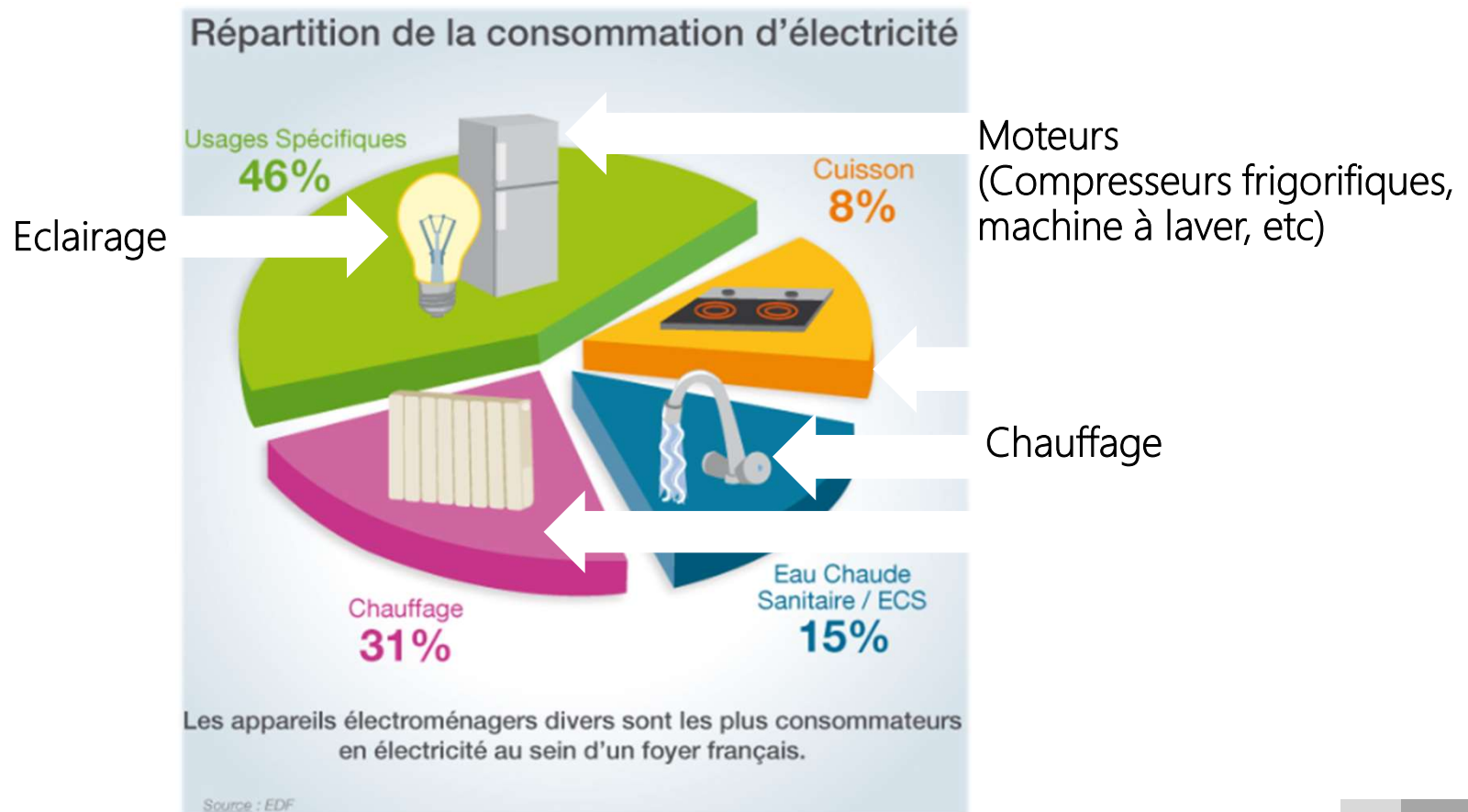
UTILISATION



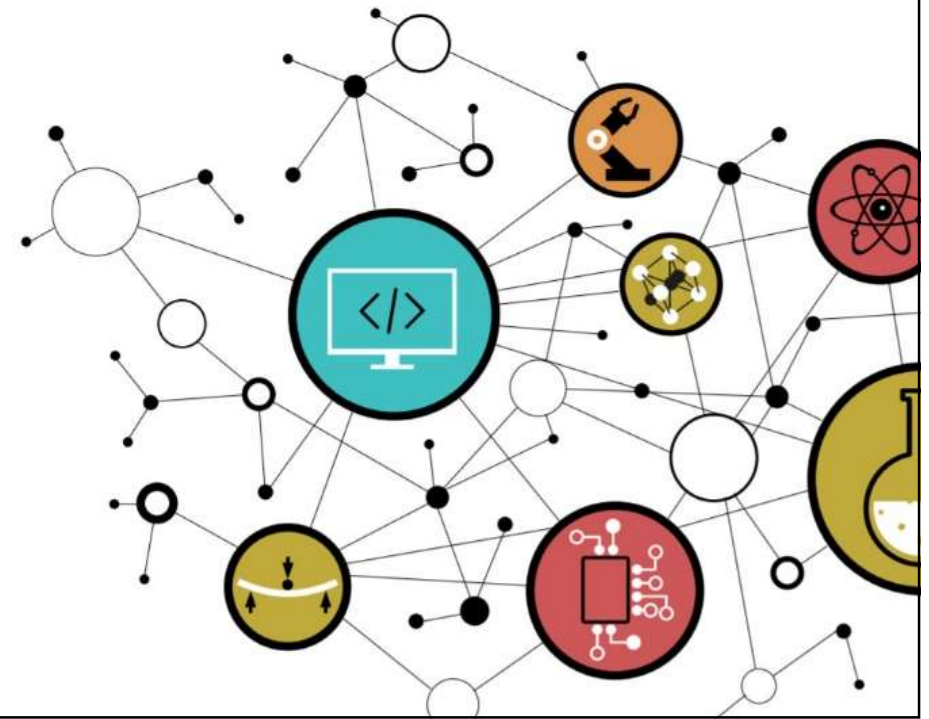
Cette dernière partie traite de domaines étroitement liés à celui du traitement de l'énergie électrique et pointes certains usages clés de cette énergie

- *Eclairage* : domestique, publique, industriel, etc
- *Chauffage* : domestique, publique, industriel, etc
- *Automatisme* : Automatisation du contrôle de procédés (API ou Automate Programmable Industriel), pilotage de machines outils, chaînes de production, etc (très nombreux moteurs)

Observons par exemple à notre époque les principales sources de consommation dans le domicile des usagers



SYNTHESE





Merçi