



**Nouveau parc éolien en mer au large de la Normandie au sein de la zone « Centre Manche » -
Concertation préalable du public du 03/01/22 au 07/03/22 du 25/04/22 au 16/05/22**

Le stockage de l'électricité

Le stockage de l'électricité représente un enjeu de plus en plus important en France notamment en raison de l'évolution du mix électrique avec l'intégration de nouvelles sources d'électricité non pilotables comme l'éolien en mer.

Le stockage de l'électricité, apporte une réponse aux enjeux liés à la variabilité de la production et de la consommation. Il permet d'aplanir les pointes de production et de transférer l'énergie vers les pointes de consommation et ce à différentes échelles temporelles (allant de quelques secondes ou minutes à plusieurs mois voire années en fonction des technologies). Le stockage de l'énergie apparaît ainsi comme une solution complémentaire aux effacements et au déploiement de réseaux intelligents pour accroître la part des énergies renouvelables.

Les services rendus par le stockage pour le système électrique sont de natures différentes :

- Production d'électricité : optimisation de la production (ex : lissage, suivi de charge, déplacement de la production, arbitrage marché) ;
- Transport et distribution d'électricité : participation aux services systèmes conformément aux codes de réseau, arbitrage avec la construction de nouvelles lignes, optimisation de la gestion du réseau, contrôle de la tension et sécurisation de la distribution ;
- Consommation : diminution de la pointe de consommation, continuité de la fourniture, autoconsommation voire autonomie énergétique sur des sites isolés.

État des lieux des technologies

Il existe à ce jour un grand nombre de technologies de stockage d'électricité, chacune avec des coûts, des degrés de maturité et des caractéristiques techniques de puissance, énergie, temps de réponse, durées d'intervalles entre charge et décharge, densité énergétique différentes visant des marchés de stockage centralisé, distribué ou diffus. En permettant de répondre à des services différents, les technologies offrent ainsi une certaine complémentarité les unes par rapport aux autres. Les solutions de stockage d'énergie se divisent en trois catégories principales :

Le stockage « mécanique » :

- les installations utilisant l'énergie mécanique potentielle telles que les Stations de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP), les barrages hydro-électriques, le stockage d'énergie par air comprimé (CAES – *Compressed Air Energy Storage*), qui sont plutôt des technologies de stockage centralisé et qui sont capables de restituer l'électricité sur des périodes allant de la journée à la semaine ;
- les installations utilisant l'énergie mécanique cinétique telles que les volants d'inertie, qui sont plutôt des moyens de stockage de très court terme.

Le stockage « électrochimique » :

- les piles, batteries, condensateurs sont des technologies de stockage décentralisées ou diffuses plutôt adaptées à un stockage de très court terme (quelques secondes ou minutes) ou de court terme (de l'ordre de la journée) ;
- l'hydrogène produit par électrolyse est quant à lui plutôt considéré comme un moyen de stockage intersaisonnier via le *power-to-gas*, même si l'électrolyseur est également capable de fonctionner rapidement sur demande ;

Le stockage « thermique » :

Ce type de stockage se fait par chaleur latente ou sensible (ex : ballons d'eau chaude), pour du stockage de l'ordre de la journée ou de plusieurs jours.

A l'heure actuelle, aucune technologie de stockage d'électricité ne permet de couvrir l'ensemble de ces services simultanément et les services rendus peuvent également dépendre du positionnement de l'installation sur les réseaux électriques.

État des lieux du stockage en France

Les STEP et les barrages hydroélectriques constituent actuellement le moyen de stockage à grande échelle le plus important en France (4,3 GW de STEP et 13 GW d'hydraulique avec réservoir). Il est estimé qu'il existe encore un potentiel d'environ 2 GW en France continentale pour cette technologie. Les STEP restent aujourd'hui les seuls moyens de stockage « économiquement compétitifs », même si les conditions de marché actuelles ne permettent pas de rentabiliser un nouvel investissement sans des aides à court terme. A cela s'ajoutent 13 à 20 TWh de stockage thermique via les ballons d'eau chaude.

Les perspectives de développement

Dans des mix électriques comprenant une part très importante d'énergies renouvelables variables, différents types de stockage sont nécessaires pour assurer l'équilibre offre-demande, par exemple :

- A très court terme, des moyens capables de réagir très rapidement, tels que des batteries, volants d'inertie, ou supercondensateurs, sont utiles pour compenser une éventuelle baisse de fréquence, et d'autant plus rapide que le système comportera moins d'inertie avec le développement accru de photovoltaïque ou d'éolien ;
- Des moyens de court terme (journalier) comme des batteries ou des STEP, permettent de passer la pointe du soir, par exemple en utilisant d'éventuels surplus de production solaire à midi pour les restituer à la pointe ;
- Des moyens de plus long terme (infra-hebdomadaires à inter-saisonnier) permettront de pallier par exemple plusieurs jours sans vent ou sans soleil. Il s'agit donc d'un besoin pour des moyens de stockage « longs » auxquelles sont susceptibles de répondre les STEP mais également d'autres technologies de stockage telles que l'hydrogène, le stockage d'énergie par air comprimé, certaines formes de stockage thermique.

Les besoins dans chacun de ces types de stockage sont intrinsèquement liés au mix électrique qui est envisagé en France continentale, mais également à celui de nos voisins européens du fait des inter-connexions. A l'horizon de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE), en 2028, avec le développement des énergies renouvelables et l'évolution du mix électrique fixés par la PPE, il n'y a pas de besoins additionnels de stockage pour assurer l'équilibre offre-demande.

Le système électrique métropolitain, intégré au système électrique européen, a déjà suffisamment de résilience. Ce constat reste valable jusqu'à l'horizon 2035 dans certains scénarios présentés par RTE dans ses bilans prévisionnels.

Toutefois, dans son rapport « Futurs énergétiques 2050 » d'octobre 2021, RTE précise que les moyens de pilotage dont le système a besoin pour garantir la sécurité d'approvisionnement sont très différents selon les scénarios. Il existe un intérêt économique à accroître le pilotage de la consommation, à développer des interconnexions et le stockage hydraulique, ainsi qu'à installer des batteries pour accompagner le solaire. Au-delà, le besoin de construire de nouvelles centrales thermiques assises sur des stocks de gaz décarbonés (dont l'hydrogène) est important si la relance du nucléaire est minimale et il devient massif – donc coûteux – si l'on tend vers 100% renouvelable

Pour plus d'informations sur le sujet, vous pouvez consulter :

- la programmation pluriannuelle de l'énergie

<https://www.ecologie.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe>

- le rapport « Futurs énergétiques 2050 » d'octobre 2021 par RTE

<https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>