

# Stocker l'énergie dans les réseaux : le nouveau défi mondial

Par *mogirard*

Créé le 23/09/2016 - 00:00

## Edito : Stocker l'énergie dans les réseaux : le nouveau défi mondial

Jeudi, 22/09/2016 - 23:00 [4 commentaires](#)

- [Diminuer la police](#)
- [Augmenter la police](#)
- [Imprimer](#)
- [Version PDF](#)

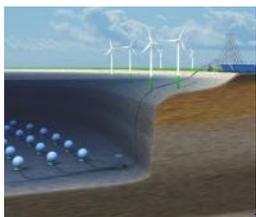
•

- [Tweeter](#)

•

•

7 avis :



[zoom](#)

Au début du mois d'août, NOAA, l'agence américaine océanique et atmosphérique, annonçait dans son rapport annuel de référence une dégradation inquiétante des principaux indicateurs du climat sur la planète en 2015 : selon cet organisme réputé, 2015 a été l'année la plus chaude depuis plus d'un siècle, surpassant de 0,1°C le record de 2014. Les températures à la surface de la Terre ont excédé de plus de 1°C la moyenne des relevés établis depuis le début de l'ère industrielle. La NOAA précise que la Terre a connu son mois de juillet le plus chaud depuis 137 ans, avec une moyenne s'élevant à 16,67°C au-dessus des terres et à la surface des océans. Cette moyenne est supérieure de 0,79°C à la moyenne établie au cours du 20e siècle (Voir [NOAA](#)).

Heureusement, les Etats-Unis et la Chine viennent d'annoncer il y a quelques jours qu'ils ratifiaient les accords de Paris conclus fin 2015 à l'issue de la COP 21. Comme ces deux géants économiques représentent à eux-seuls 45 % des émissions mondiale de CO2, cette double ratification devrait avoir un effet d'entraînement et permettre une entrée en vigueur plus rapide que prévue de cet accord international conclu en décembre dernier.

La dynamique de la transition énergétique est elle aussi bien engagée : près de 20 % de l'énergie au niveau mondial est issue de sources renouvelables (26 % en France), et leur coût ne cesse de décroître. A cet égard, le dernier rapport de l'organisation WWF est particulièrement instructif. Il montre que la transition énergétique est non seulement bien en route au niveau mondial, mais qu'elle est irréversible et qu'elle se déroule plus vite que prévu (Voir [WWF](#)).

Ce rapport souligne notamment que, sur l'ensemble des installations de production d'électricité construits depuis un an dans le monde, 90 % étaient des sites d'énergies renouvelables (des centrales solaires, des parcs éoliens ou des barrages). Autre indicateur important : les coûts de production d'électricité photovoltaïque ont chuté de plus de 80 % depuis 2009 et les prévisions indiquent que ces coûts vont encore diminuer de 59 % d'ici 2025. Dans une telle perspective, l'électricité issue de l'énergie solaire photovoltaïque deviendrait d'ici 10 ans moins chère et plus compétitive que l'électricité produite à partir des énergies fossiles, surtout si les principales entités géopolitiques polluantes de la planète (Europe, USA, Chine et Inde) mettent en place une taxation coordonnée des émissions de CO<sub>2</sub>.

Cette étude souligne également que les investissements mondiaux dans la production basée sur les énergies renouvelables ont atteint 286 milliards de dollars dans le monde (dont un tiers en Chine), un niveau record. Autre indicateur remarquable : les énergies propres représentent à présent plus de huit millions d'emplois dans le monde, dont 2,8 millions pour la seule énergie solaire.

Mais surtout, cette étude de WWF souligne que, fait sans précédent, les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie ont stagné en 2015 pour la deuxième année consécutive, et cela en dépit de la reprise de la croissance économique mondiale, estimée à 3 % par an ! L'étude conclut que « Les États et organismes internationaux ont sous-estimé le potentiel des technologies des énergies renouvelables et que l'évolution constatée montre un changement important, rapide et irréversible dans notre consommation mondiale d'énergie ».

Reste que cet essor irrésistible des énergies renouvelables doit encore surmonter plusieurs défis de taille. Il faut en effet que nos réseaux de distribution d'énergie se réorganisent complètement, de façon à ce que, d'une part, la demande puisse s'adapter de manière intelligente à l'offre (C'est tout l'enjeu de la généralisation des compteurs intelligents et communicants et des appareils électriques connectés via le Web des objets) et, d'autre part, l'offre puisse répondre de manière souple à la demande. Mais pour relever ce dernier défi, nos réseaux devront non seulement gérer les fluctuations considérables inhérentes à une production massive d'énergie issue du vent et du soleil mais également s'adapter à la décentralisation des moyens de production vers des centaines de milliers de sites dispersés sur l'ensemble du territoire. Un seul chiffre illustre l'ampleur de cette mutation et de ce défi : notre pays compte aujourd'hui près de 350.000 producteurs d'énergie renouvelable, contre moins d'une centaine il y a seulement dix ans.

On comprend mieux, dans une telle perspective énergétique, à quel point la question du stockage massif, souple et peu coûteux de l'énergie est devenue stratégique pour nos économies et nos sociétés. Heureusement, en seulement quelques années, des ruptures technologiques majeures se sont produites et elles devraient permettre de relever ces défis et d'accélérer encore ce basculement énergétique si nécessaire pour la bonne santé de la planète. Il nous est impossible ici de passer en revue toutes les solutions techniques à l'étude pour répondre à ce défi du stockage massif d'énergie mais nous pouvons néanmoins évoquer quelques tendances qui semblent particulièrement intéressantes.

Un programme de recherche piloté par le BRGM (Bureau de Recherche Géologique et Minière) et baptisé FluidStory étudie actuellement la possibilité de stocker les excédents d'électricité sous forme de gaz dans des cavités salines souterraines. Pour ce projet, les chercheurs du BRGM ont travaillé à

améliorer le processus de méthanation qui repose sur une cascade de réactions chimiques successives. La première est l'électrolyse qui consiste à utiliser le surplus d'électricité pour produire du dihydrogène et du dioxygène par électrolyse de l'eau (H<sub>2</sub>O). Deuxième étape, la méthanation durant laquelle le méthane se forme par réaction entre le dihydrogène et du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Enfin, dernière étape, l'oxycombustion qui combine le méthane au contact du dioxygène au sein d'une turbine à gaz, ce qui permet la production d'électricité.

« L'avantage du concept EMO est de tourner en cycle fermé : le CO<sub>2</sub> produit par l'oxycombustion est réutilisé pour la réaction de méthanation », souligne le professeur Behrooz Bazargan-Sabet, en charge du projet. La méthanation (procédé industriel permettant de transformer les excédents d'électricité en méthane) offre donc la possibilité de stocker de grandes quantités d'énergie dans le réseau gazier, dans l'attente d'une reconversion en électricité.

L'objectif principal de FluidStory est de démontrer la faisabilité du stockage temporaire, massif et réversible d'une grande quantité de fluides (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>). Dans cette perspective, les cavités salines souterraines constituent autant de volumes de stockage potentiels. « Le sel est un milieu à très faible perméabilité permettant une remarquable étanchéité des cavités », précise M. Behrooz Bazargan-Sabet, qui ajoute que le BRGM a commencé un inventaire méthodique des formations salifères pouvant servir au stockage énergétique.

Outre-Rhin, nos voisins allemands travaillent également sur des solutions de stockage massif de l'énergie dans des cavités salines souterraines mais explorent également d'autres voies prometteuses. La première est le CAES (Compressed Air Energy Storage ou Stockage de l'Energie par Air Comprimé). L'idée, comme celle à la base de FluidStory, est de stocker l'électricité excédentaire issue des énergies propres sous forme d'air comprimé (à 200 bars), dans des cavernes souterraines. Il suffit alors de procéder à la détente de cet air comprimé pour produire de l'électricité. L'avantage de cette technique est qu'elle est relativement simple à mettre en œuvre et permet de surcroît de stocker de grandes quantités d'énergies, de l'ordre de plusieurs centaines de mégawatts par site, soit l'équivalent d'un barrage.

En outre, ce procédé peut être adapté aux différentes sources d'énergie. En Allemagne, le site d'Huntorf utilise le CAES pour stocker 290 MW d'électricité et ce pays, en pointe dans ce domaine, développe à présent le projet ADELE qui devrait permettre de fournir 80 MW sur 5 h en continu à partir d'énergie éolienne. Soulignons également que cette technique de stockage par air comprimé ne cesse d'être améliorée : son rendement qui est de l'ordre de 50 % pourrait en effet être porté à 70 %, en récupérant la chaleur produite lors de la compression pour le restituer à la détente.

Mais l'Allemagne, décidément très offensive sur cet enjeu industriel et technologique majeur du stockage d'énergie, mise massivement sur le développement du concept de "Power to Gas". L'idée de base est de stocker la grande quantité d'électricité produite par les énergies renouvelables intermittentes (éoliennes par exemple) en produisant de l'hydrogène par électrolyse de l'eau. Ce dernier gaz peut ensuite être combiné à du dioxyde de carbone pour obtenir du méthane de synthèse, aux propriétés identiques à celles du gaz naturel: le gaz ainsi produit peut ensuite être réinjecté dans le réseau de transport. La plus puissante installation de Power To Gas au monde, développée conjointement par E.ON et l'institut Fraunhofer, est entrée en service fin 2015 à Hambourg ; elle atteint une puissance de 1,5 MW et peut produire et injecter dans le réseau urbain de gaz, 290 m<sup>3</sup> de dihydrogène par heure.

En France, GRTgaz et le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) ont annoncé en mars 2016 la prochaine installation sur le port du démonstrateur "Jupiter 1000", un projet de conversion et de stockage de l'électricité sous forme de gaz. Ce démonstrateur sera le premier projet "Power to gas" relié au réseau de transport de gaz en France. Il doit permettre d'évaluer la faisabilité et la rentabilité du

procédé et de faire émerger une nouvelle filière de production de gaz renouvelable à l'horizon 2030.

« Le Power to gas » favorise le développement des énergies renouvelables en facilitant l'équilibrage des réseaux électriques et en valorisant les surplus de production », soulignent les acteurs de ce projet, qui associe, outre GRTgaz et le Port, Atmosat, CNR, le CEA, Leroux & Lotz Technologies, McPhy Energy et TIGF. Le démonstrateur devrait être mis en service en 2018. Le montant du projet s'élève à 30 millions d'euros et est subventionné à hauteur d'un tiers par l'Union européenne, l'Etat et la région Paca. Ce projet tout à fait novateur au niveau européen doit permettre de montrer qu'il est possible de faire d'une pierre deux coups : recycler le CO<sub>2</sub> issu des activités industrielles, d'une part, et stocker massivement sous forme de gaz la production excédentaire d'électricité issue des énergies propres, d'autre part. Il s'agit là d'un enjeu technologique, économique et politique majeur, surtout quand on sait que plus du quart de la production européenne d'électricité sera assurée par les énergies renouvelables dans dix ans.

Autre exemple des avancées rapides vers la transformation de nos réseaux d'énergie : la coentreprise Areva H2Gen a inauguré en juin dernier une usine de fabrication d'électrolyseurs PEM aux Ulis dans l'Essonne. Cette unité de production unique en France marque une autre étape déterminante dans le développement de la filière de stockage de l'énergie du « Power to gas » qui permet notamment d'utiliser la production d'hydrogène pour le stockage des énergies renouvelables. Créée en 2014 par Areva, SMART ENERGIES et Ademe (dans le cadre du Programme des Investissements d'avenir), la coentreprise AREVA H2Gen, a pour objectif de fabriquer des électrolyseurs par membrane à échange de protons, semblables à ceux utilisés dans le projet allemand d'Hambourg.

Cette technologie PEM, conçue pour répondre aux besoins de l'industrie, se répand à présent dans le secteur du stockage des énergies renouvelables afin d'alimenter en hydrogène les stations-service pour les véhicules à pile à combustible ou les réseaux de gaz naturel (Power-to-Gas). L'hydrogène constitue en effet, à condition d'être produit à partir des énergies propres, un excellent vecteur pour stocker et restituer la production électrique excédentaire issue des énergies solaires et éoliennes. Comme l'explique Luc Oursel, président du directoire d'AREVA, « l'électrolyse PEM est une solution pertinente car le marché du stockage d'énergie à base d'hydrogène croît rapidement. Elle répond notamment aux attentes des clients qui cherchent à optimiser l'utilisation des sources d'énergies renouvelables locales ».

Parallèlement à ce développement des technologies de stockage « Power To Gas », la capacité totale du système de stockage d'énergie par batterie devrait passer au niveau mondial de 1,5 gigawatt (GW) en 2015 à plus de 14 GW d'ici 2020, selon le cabinet d'analyse GlobalData. D'après ce dernier, un grand nombre de projets devrait être mis en service durant cette période du fait de l'augmentation des installations d'énergies renouvelables et la recherche de la stabilité du réseau. "Les systèmes de stockage par batterie en cours d'installation dans les réseaux d'électricité permettront une alimentation à partir de sources d'énergie renouvelables plus lisses et plus fiables", considère Swati Gupta, une des analystes de GlobalData. Ce cabinet estime également que le prix de ces dispositifs devrait chuter de près de moitié de 2015 à 2020 grâce à l'innovation technologique, l'amélioration des procédés de fabrication et la compétitivité croissante.

Mais une autre solution de stockage encore plus innovante est en cours d'expérimentation : le stockage sous-marin. En Allemagne, l'Institut Fraunhofer travaille sur un projet baptisé Stored Energy in the Sea (StEnSEA). Plus efficace et moins coûteuse que le concept de pompage-turbinage, l'idée est d'utiliser des sphères en béton plongées dans l'eau et capables de produire de l'énergie une fois immergées. Ces sphères creuses sont assez lourdes pour s'installer dans l'eau à 800 mètres de profondeur sans avoir besoin d'ancre. Chaque sphère fait 30 mètres de diamètre, avec des parois de 3 mètres d'épaisseur. Le rendement est de 20 MW par unité. Un parc de 200 sphères pourrait alors produire jusqu'à 4 GW

d'énergie en quelques heures d'après les chercheurs.

Comme dans les bassins d'accumulation traditionnels, la force qu'engendre le déplacement de l'eau permet de produire l'énergie. La sphère fait ici office de réservoir d'eau et va se remplir en cas de besoin d'électricité. Le mouvement de l'eau actionne une turbine qui génère du courant et fournit de l'énergie au réseau. Si le réseau sature à cause d'un afflux d'énergie trop important, l'eau est directement pompée dans la boule et l'énergie est stockée. Selon l'Institut Fraunhofer, ce nouveau concept de stockage massif d'énergie pourrait être opérationnel dès 2020.

Autre innovation de taille : celle présentée par General Electric en mars dernier. Il s'agit d'un nouveau type de turbine fonctionnant spécifiquement avec du CO<sub>2</sub> et stockant l'énergie sous forme de sels fondus (Voir [GE REPORTS](#)).

Cette turbine combine deux technologies complémentaires : d'une part, le stockage de la chaleur avec des sels fondus, notamment utilisé pour le solaire à concentration, où des miroirs concentrent l'énergie solaire pour chauffer un fluide. La chaleur est ainsi stockée assez longtemps pour être ensuite réutilisée pendant les heures sans soleil. D'autre part, les chercheurs de GE ont utilisé du CO<sub>2</sub> en lieu et place de l'eau pour faire tourner la turbine. Sous l'effet de la chaleur libérée par les sels fondus, le CO<sub>2</sub> sous forme de glace carbonique passe sous haute pression en phase supercritique à 700°C. La turbine développée par GE et baptisée "Sunrotor" est capable de convertir jusqu'à 68 % de l'énergie stockée (contre 60 % pour les centrales à gaz) sous forme de chaleur en électricité. En outre, ce nouveau type de turbine présente l'avantage de monter en puissance en seulement deux minutes, contre une demi-heure pour une turbine classique à vapeur. General Electric devrait commercialiser un système de ce type capable de stocker 100 MWh (suffisant pour alimenter une ville de 100 000 habitations) pour un coût de production du MWh 2,5 inférieur à celui d'une centrale à gaz.

Dans cette compétition mondiale, la France n'est pas en reste et en avril dernier, une équipe de recherche de la fédération FCLAB-CNRS de Belfort (intégrant notamment le laboratoire AMPÈRE associé à l'école centrale, l'INSA et l'université de Lyon I) a présenté un remarquable prototype de groupe électrogène hybride, intégrant une pile à combustible.

Ce système très compact permet de délivrer une puissance de 1000W, pèse une quinzaine de kilogrammes, est silencieux et totalement respectueux de l'environnement, car il ne rejette que de l'eau. Celui-ci embarque une pile à combustible, qui produit l'électricité, associée à une batterie, qui la stocke temporairement. Ce système est contrôlé par des logiciels qui peuvent réguler les flux d'énergie dans le module. Il est également possible de contrôler et de piloter à distance et en temps réel ce groupe hybride.

Cette nouvelle génération de groupe électrogène à hydrogène, couplé à des sources d'énergies renouvelables, pourrait permettre de rendre autonome sur le plan énergétique des habitations individuelles ou des immeubles. La production excédentaire d'électricité issue de l'éolien ou du solaire, pourrait en effet être convertie beaucoup plus facilement en hydrogène via l'électrolyseur. Cet hydrogène pourrait alors être réutilisé, pour compenser les périodes de faible production d'électricité par les énergies renouvelables.

Actuellement, les énergies renouvelables représentent environ 20 % de la consommation énergétique globale de la planète (13 Gigateps en 2015) et si nous voulons diminuer au moins de moitié nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 ? condition absolue pour contenir le changement climatique en cours dans des limites supportables ? nous devons porter cette part des énergies propres dans le mix énergétique mondial à plus de 50 % dans les 25 prochaines années. Le rapport intitulé "Feuille de route pour un futur renouvelable", présenté en mars dernier à Berlin, dans le cadre d'une conférence

internationale sur la transition énergétique, montre que pour parvenir à porter la part de ces renouvelables à 36 % de la consommation énergétique mondiale d'ici 2030, il faudrait que la planète investisse chaque année 260 milliards d'euros de plus dans cette transition énergétique. Mais l'étude souligne que chacun de ces euros permettrait de réaliser au moins quatre euros d'économie, sous forme de vies sauvées (4 millions de morts par pollution en moins par an) et de dommages évités à l'environnement (Voir [IRENA](#)).

Face à de tels enjeux, nous devons faire preuve d'un volontarisme politique sans faille et mettre à profit ces avancées technologiques décisives dans le domaine du stockage de l'énergie pour accélérer cette transition énergétique mondiale, désormais inévitable, et faire en sorte que celle-ci se déroule pour l'essentiel avant le milieu de ce siècle. C'est à ce prix que nous aurons une chance raisonnable de laisser un monde vivable à nos enfants et petits-enfants et que nous pourrons reconstruire les bases du développement humain et économique en y intégrant le principe de coexistence harmonieuse et mutuellement profitable entre l'homme et la nature.

René TRÉGOUËT

Sénateur honoraire

Fondateur du Groupe de Prospective de Sénat

**Noter cet article :**

**Recommander cet article :**

- 
- [Tweeter](#)
- 
  
- **Nombre de consultations :** 817
- **Publié dans :** [Energie](#)
- **Partager :**
  - [Facebook](#)
  - [Viadeo](#)
  - [Twitter](#)
  - [Wikio](#)

[Energie](#) [Air](#) [atome nucléaire](#) [batterie](#) [biomasse](#) [carbone](#) [changement](#) [charbon](#) [Climat](#) [CO2](#) [combustible](#) [conversion](#) [développement](#) [distribution](#) [effet de serre](#) [efficacité](#) [électricité](#) [électrogène](#) [électrolyse](#) [Energie](#) [environnement](#) [éolien](#) [fossiles](#) [gaz](#) [hydrogene](#) [méthane](#) [Nature](#) [océans](#) [Pétrole](#) [pile](#) [planète](#) [pollution](#) [power](#) [production](#) [puissance](#) [réchauffement](#) [régulation](#) [rendement](#) [réseaux](#) [sel](#) [solaire](#) [stockage](#) [transformation](#) [turbine](#) [watt](#)

---

URL source: <https://www.rtflash.fr/stocker-l-energie-dans-reseaux-nouveau-defi-mondial/article>