



François-Michel Hautemanière
École Centrale de Nantes
22 ans

L'eau de mer : l'énergie du futur

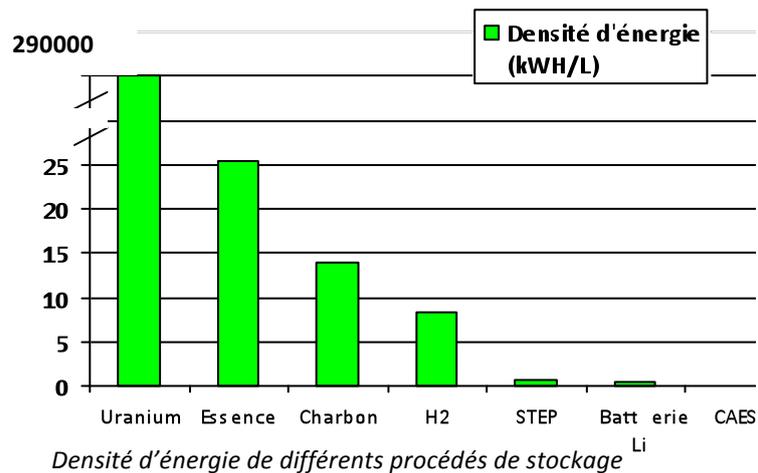
Eolien, solaire, houlomoteur... La plupart des sources d'énergie renouvelables de demain seront intermittentes. Ainsi, si nous n'apprenons pas à stocker en grande quantité notre production il nous sera impossible d'abandonner complètement les énergies fossiles qui, dans le mix énergétique actuel sont les seules à fournir des solutions réactives face aux fluctuations de consommation journalières. Les mers pourraient cependant nous offrir une solution d'avenir : les atolls artificiels.

Des énergies renouvelables mais intermittentes

Aujourd'hui, faute de moyens de stockage suffisant, les parcs de production d'électricité sont généralement conçus pour répondre et s'adapter instantanément à la consommation du réseau. Pour obtenir la flexibilité nécessaire les moyens de production en base sont donc souvent complétés par des centrales thermiques polluantes qui permettent de répondre rapidement à la demande de pointe. Cependant, alors que l'éolien et le solaire semblent être les pistes privilégiées pour le futur, le stockage de l'énergie devient une véritable préoccupation. En effet, dans leur configuration actuelle les technologies éolienne onshore et photovoltaïque ne sont disponibles que 2000 à 3000 heures par an soit moins de 30% du temps et l'éolien offshore guère plus de 4500 heures. Ainsi, en plus d'être peu disponibles par rapport aux centrales nucléaires ou thermiques actuelles, la production d'énergie solaire et éolienne reste sujette aux aléas climatiques et donc difficilement maîtrisable. A l'heure actuelle, la part de ces énergies dans le mix global reste faible et les problèmes d'intermittence sont facilement absorbables par le reste du réseau ; néanmoins en 2050, lorsque celles-ci permettront de répondre à une part importante de la demande énergétique, le stockage sera devenu absolument indispensable.

Le stockage de l'énergie : une problématique difficile

La question des vecteurs de stockage est difficile à résoudre. Les hydrocarbures et les matériaux radioactifs concentrent une énergie formidable mais ne sont pas exploitables pour stocker de l'énergie produite par ailleurs.



Parmi les solutions couramment envisagées, l'hydrogène est particulièrement dangereux à stocker et les batteries de forte capacité ont une empreinte environnementale importante. Une nouvelle technique utilisant de l'air comprimé stocké en cavité souterraine (CAES Compressed Air Energy Storage) est en cours de développement mais les contraintes géologiques liées à son installation sont très importantes. Ainsi, la solution la plus efficace reste celle utilisée sur certains grands barrages hydroélectriques avec les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP). Le principe est simple : on pompe de l'eau dans un bassin aval vers un bassin amont pendant les heures creuses que l'on returbine vers le bassin aval en heure pleine ; cela permet de distribuer l'énergie quand elle est nécessaire avec un rendement global de 75%. Néanmoins, la France comme la majorité des pays

développés n'a plus beaucoup d'emplacements géographiques adaptés pour développer ces installations.



Barrage de Grand Maison, plus important STEP de France

A l'horizon 2050 : les lacs émeraudes

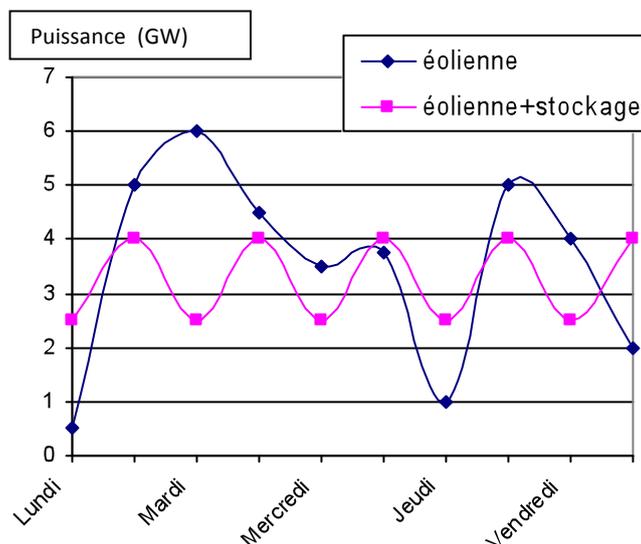
L'évolution de la maîtrise du génie océanique devrait permettre d'ici quelques années de construire des bassins onshores et offshore hydroélectriques. Le concept proposé par M.Lampérière, spécialiste mondial de l'hydroélectricité, est de former des atolls artificiels, appelés « lacs émeraudes » en référence à leurs qualités environnementales, dans des zones de faible profondeur. D'une hauteur de plus de 50 mètres ils nécessiteront un apport important de matériaux et un fort investissement. Un atoll de 23 km² pourrait ainsi avoir une puissance de 5 GW et une capacité de stockage de 160 GWh. Celui-ci aurait donc une puissance de plus de 8 tranches charbon et permettrait avec un rendement de 80% de récupérer l'énergie inexploitée en heure creuse. Le coup d'un tel atoll est estimé à 6 milliard d'euros, un investissement comparable au nucléaire actuel pour la même puissance. Les rapporteurs de l'Assemblée Nationale projettent que 2 atolls comme celui-ci suffiront à réguler le parc éolien français de 2020.

NOTES

- 1 L'objectif éolien en France est de 25 GW en 2020 sa puissance moyenne effective se situera autour de 6GW, d'après le rapport n°1493 devant l'assemblée nationale. Ce parc devrait plus que doubler d'ici à 2050.

SOURCES

- LE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE, ADEME COORDINATION PIERRE ORDU, DUNOD
- LES ENERGIE RENOUVELABLES, L.FRERIS D.INFIELD, DUNOD
- L'ÉNERGIE EN 2050, B.WIESENFELD, EDP SCIENCES
- PROBLEMATIQUES DU STOCKAGE D'ÉNERGIE, DIRECTION Y.BRUNET, LAVOISIER
- ÉNERGIE 2007-2050 LES CHOIX ET LES PIEGES, ACADEMIE DES SCIENCES
- DES « ATOLLS ARTIFICIELS » POUR STOCKER LE SURPLUS D'ÉNERGIE, LE FIGARO, 15/04/2009
- L'Évaluation de la stratégie nationale de recherche en matière d'énergie, rapport n°1493 des députés Birraux et Bataille
- [HTTP://WWW.ESPCI.FR/ESP/SLC/PERVES.PDF](http://www.espci.fr/esp/slc/perves.pdf), COURS EN LIGNE DE L'ESPCI SUR L'EOLIEN



Comparaison de la puissance moyenne distribuée par une éolienne avec et sans stockage

L'exemple ci-dessus montre que l'utilisation d'un bassin de 4 GW permettrait de distribuer l'énergie produite par un parc éolien de 6 GW [1] en supprimant le phénomène d'intermittence. En 2008, ces résultats ont intéressé deux entreprises hollandaises qui ont réalisé le dimensionnement d'une « energy island » de 2 GW économiquement rentable. Avec l'accord des autorités les études préliminaires à sa construction pourraient bientôt débuter.

Conclusion

Bien qu'il soit complexe, le stockage de l'énergie est un élément essentiel pour le développement des énergies renouvelables. Les atolls artificiels représentent un investissement lourd mais nos connaissances en génie océanique continuent de progresser et laissent espérer des réductions de coûts importantes. Associer à une volonté politique forte de tels projets pourraient voir le jour rapidement et offrir aux pays constructeurs un savoir-faire technologique stratégique à l'horizon 2050.