



**Pumped Storage Powerplants,
*Challenges and opportunities***
**Stockage d'énergie par pompage,
*Challenges et opportunités***

23 and 24 November 2011, Lyon (France)

Quelques conclusions

La manifestation « Stockage d'énergie par pompage, défis et opportunités », a été organisée par la Société Hydrotechnique de France et le pôle de compétitivité Tenerdis les 23 et 24 novembre 2011. Elle a rassemblé environ 150 participants venus de nombreux pays Européens (France, Suisse, Norvège, Allemagne, Portugal, Italie...). 23 conférences émanant d'énergéticiens, d'industriels, de bureaux d'étude et d'universitaires de ces mêmes pays ont été présentées, dressant un état du développement mondial du stockage d'énergie par pompage, des enjeux sociétaux, économiques, techniques et scientifiques liés à ce développement.

Les conditions actuelles du développement du stockage d'énergie par pompage sont très marquées par le fort développement des énergies renouvelables intermittentes, éolienne et solaire, développement impulsé par les objectifs, fixés par l'Europe et d'autres pays comme la Chine, de réduction des émissions de CO₂ et de développement des énergies renouvelables. En 2020, les énergies intermittentes devraient fournir 16% de l'électricité consommée en Europe, et 26% pour la seule Allemagne. Mais les énergies intermittentes sont ainsi nommées parce qu'elles ne permettent de produire de l'électricité qu'aux moments où la ressource est disponible (soleil, vent), et non aux moments où la demande en électricité est la plus forte : pointe du matin et/ou du soir, périodes froides au cours desquelles la consommation du chauffage est plus importante, ou pour les pays du sud périodes chaudes au cours desquelles le développement de la climatisation conduit à un pic de la demande en électricité. Pour les pays du nord, une situation météo anticyclonique froide régnant sur une large emprise et pouvant subsister plusieurs jours constituera une situation difficile à gérer. Le développement des énergies renouvelables intermittentes conduit donc à développer le stockage d'énergie.

Parmi les pays européens, l'Allemagne affiche un besoin extrêmement important en stockage d'énergie. Ce pays dispose à ce jour d'une puissance de stockage par pompage hydraulique d'environ 6 700 MW. Dans le contexte des plans actuels de développement des énergies intermittentes, un expert estime qu'en Allemagne en 2050 il faudrait disposer d'une capacité de stockage 100 fois plus importante qu'aujourd'hui pour faire face à une situation météorologique à très faible vent persistant pendant 10 jours.

La conférence a montré que le stockage d'énergie est à même de fournir de nombreux services, à différentes échelles de temps. Parmi les différentes technologies de stockage d'énergie électrogènes, le stockage par pompage et turbinage entre deux réservoirs d'altitudes différentes est la solution qui est, de très loin, la plus développée dans le Monde. En 2010, la capacité mondiale des stations de pompage et turbinage hydraulique est estimée à 140 000 MW ; dont 21 000 aux USA, 46 000 en Europe, 45 000 en Asie. Elle est la technologie la moins coûteuse, la plus efficace en terme de rendement énergétique, et la plus à même de répondre aux besoins de stockage à long terme (du jour à la semaine, pour pallier à des situations météorologiques défavorables à l'éolien et pouvant durer plusieurs jours). Elle peut répondre à des besoins de services de réglage de la tension et de la fréquence des réseaux électriques (à l'échelle de la minute), en turbinage aussi bien qu'en phase de pompage grâce au développement de technologies de « bypass hydraulique », et grâce au développement des pompes-turbines à vitesse variable.

Ces besoins des systèmes électriques en ajustement rapide de la puissance conduisent à utiliser les pompes-turbines dans des régimes très instationnaires, ce qui nécessite de conduire des études avancées, et constitue un savoir-faire recherché que détiennent les industriels européens, et qui est pour eux un avantage compétitif.

On assiste de par le Monde à un développement massif et rapide des stations de pompage-turbinage hydrauliques : en Allemagne, au Portugal, en Suisse, en Norvège, pour ne citer que les pays représentés lors de cette conférence, ainsi qu'en Chine, où des industriels européens sont impliqués, et au Japon.

Le Portugal dispose aujourd'hui d'environ 4500 MW de « grande » hydroélectricité, dont 1100 MW de capacité de pompage. En 2020, ce pays prévoit de disposer d'une capacité éolienne installée de 6800 MW qui devrait être adossée à une capacité de stockage d'énergie par pompage d'environ 4000 MW.

La France, qui dispose actuellement d'une puissance de stockage par pompage assez importante et d'un grand savoir-faire, est peu présente dans cette dynamique de développement. Il y a en France 6 stations de pompage et turbinage (Stations de Transfert d'Energie par Pompage, ou STEP), totalisant une puissance de 4900 MW en pompage et 4200 MW en turbinage. La plus récente station en France, celle de Grand Maison, a été mise en service en 1985 par EDF ; elle reste encore aujourd'hui la plus puissante d'Europe, avec 1160 MW en pompage et 1790 MW en turbinage. La station de Revin (720 MW) est l'objet d'un projet de rénovation et d'augmentation de puissance.

La Suisse et la Norvège se présentent très ouvertement comme destinées à devenir demain les « batteries vertes » de l'Europe, grâce à un développement important des stations de pompage, favorisé par des volontés politiques fortes et des contextes réglementaires et fiscaux favorables : ceci se traduit, en Suisse, par des grands projets de nouvelles stations et d'élargissement des stations existantes, et en Norvège par des projets d'augmentation de la capacité de pompage sur les réservoirs existants, avec un développement des interconnexions du réseau électrique sous la mer du Nord par des liaisons sous-marines à courant continu.

La Suisse dispose à ce jour de 11 stations de pompage-turbinage hydrauliques, représentant une capacité de stockage par pompage de 1400 MW ; sont en construction environ 2100 MW supplémentaires, et 1600 MW de plus sont en cours d'instruction. Deux stations importantes devraient être mises en service en 2015 en Suisse : Nant de Drance sur les lacs d'Emosson (620 MW) par Alpiq, et Linthal sur les lacs de Limmern et Mutt (1000 MW). La Norvège dispose actuellement de 11 stations de pompage, construites entre 1950 et 2005, avec une puissance de pompage de 1400 MW, et prévoit de disposer d'une capacité nouvelle de stockage par pompage de 20 000 MW en 2030, qui nécessitera le creusement de nouvelles galeries de communication entre ses nombreux réservoirs, et l'équipement correspondant en pompes.

La Chine, qui a un programme important de développement des énergies éoliennes et solaire, développe également de façon très importante le stockage d'énergie par pompage et turbinage : les stations de Tianhuangping (1800 MW) et Guangzhou (2400 MW) ont été mises en service en 2000 / 2001. Le Japon développe également le stockage d'énergie par pompage ; ce pays détient le record mondial de la plus puissante station de pompage, la station de Kannagawa de TEPCO (2820 MW), mise en service en 2005.

Si l'importance du besoin en moyens de stockage de l'électricité, au regard du développement des énergies intermittentes, est clairement exprimé et perçu, il ressort toutefois de la conférence que les modèles économiques du stockage d'énergie sont complexes, et parfois difficiles à déterminer. Un partage autour des « études de cas » concrètes de modélisation économique du stockage, tenant compte des différents services rendus aux systèmes électriques, serait de nature à permettre aux énergéticiens et industriels européens de répondre plus facilement aux enjeux du développement des nouvelles énergies.

Pierre-Louis Viollet

Président du Comité Scientifique et technique de la SHF

et le Comité d'organisation

Didier Roullet (CNR)
Bruno Mathex (CNR)
Aziz Ouaabi (CNR)
Frédéric Louis (EDF-CIH)
Alain Petitjean (EDF-CIH)

Vincent Capuozzo (ALSTOM)
Farid Mazzouji (ALSTOM)
Pierre Louis Viollet (EDF)
Bruno Prestat (EDF-R&D)
Andrei Nekrassov (EDF-R&D)

Guy Caignaert (ARTS et
METIERS PARISTECH)
Roland Vidil (HYDRO21)
Claude Guilbaud (SOGREAH)
Olivier Metais (ENSE3)