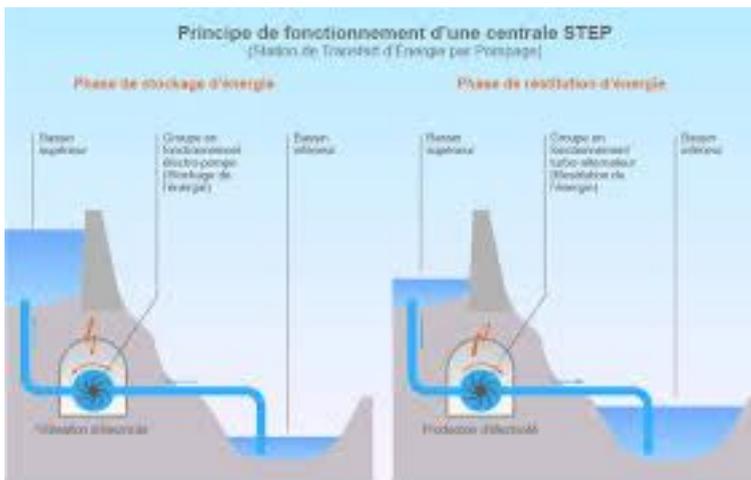


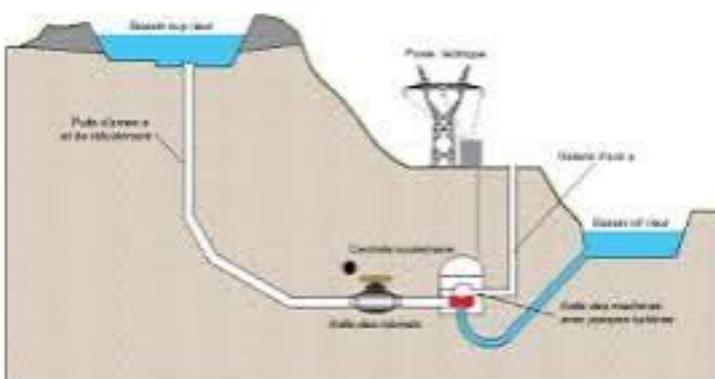
# Le pompage-turbinage comme solution de stockage de l'électricité? Par Hugues HENRI



## CONTEXTE

L'inconvénient principal des énergies renouvelables est d'être intermittentes, c'est d'ailleurs l'argument principal utilisé par leurs opposants, comme ils l'ont exploité après le black-out intervenu récemment dans la péninsule ibérique. Cependant, il existe des solutions de stockage de l'électricité comme le pompage turbinage.

Le pompage-turbinage est une technique de stockage de l'énergie électrique consistant à remonter de l'eau (d'un cours d'eau ou d'un bassin) pour la stocker en hauteur dans des bassins d'accumulation quand la production d'électricité dépasse la demande — c'est le pompage —, puis de turbiner l'eau ainsi mise en réserve pour produire de l'énergie électrique lorsque la demande est forte — c'est le turbinage.



Cette technique participe à l'ajustement entre l'offre d'électricité et la demande. Utilisée pour la première fois

en Suisse et en Italie dans les années 1890, elle présentait en 2022 une puissance mondiale installée d'environ 175 GW.

Les centrales de pompage-turbinage sont également appelées STEP pour « stations de transfert d'énergie par pompage » en France, ou « centrales hydroélectriques à réserve pompée » au Québec.

## **Stockage d'énergie : cette STEP flambant neuve affiche un rendement record de 82%**

*D'après Kevin CHAMPEAU*



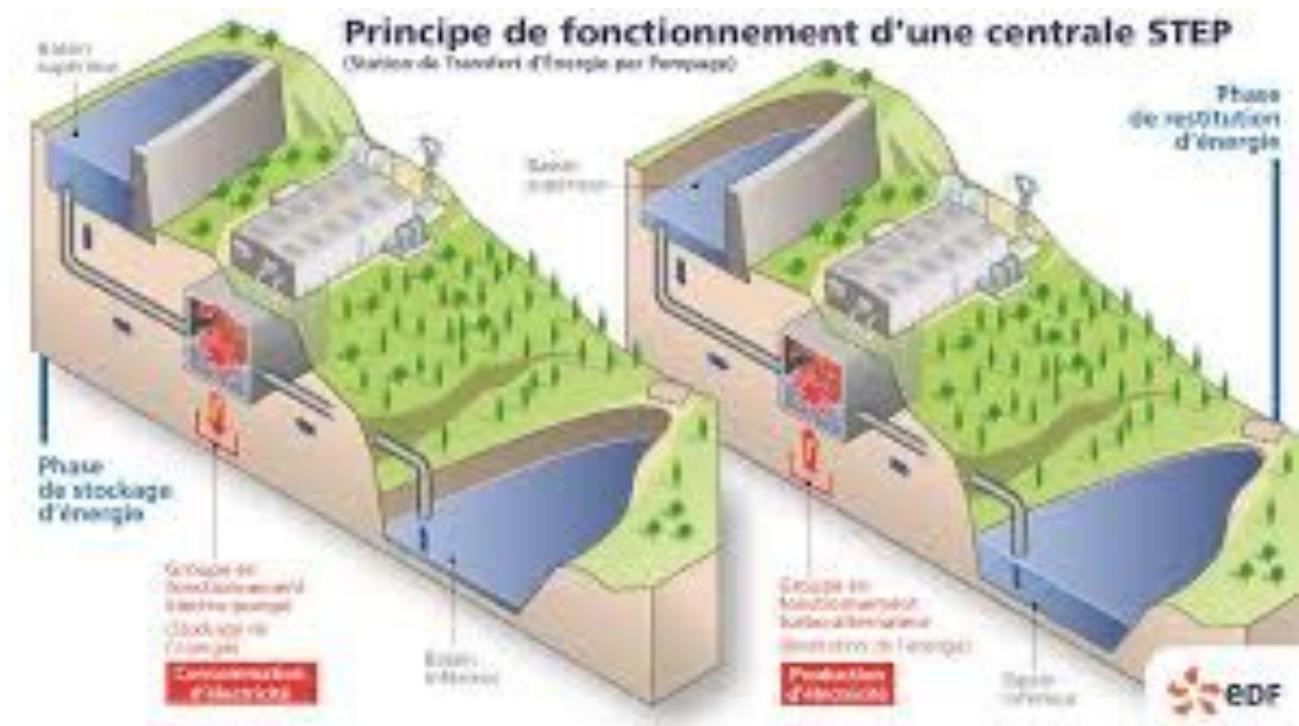
*Une caverne souterraine de la STEP du Nant de Drance / Image : Nant de Drance SA.*

Depuis le sommet du Cheval Blanc (Suisse), à 2 830 mètres d'altitude, l'idée de créer une station de pompage turbinage entre les réservoirs du Vieux Émosson et de l'Émosson sonne presque comme une évidence, grâce aux 300 mètres dénivelé qui les séparent. Après 14 ans de travaux, la STEP Nant de Drance et ses 20 GWh de capacité fonctionnent à merveille, en témoigne son rendement record.

Moins de trois ans après sa mise en service, la STEP suisse Nant de Drance tourne à plein régime et prouve son parfait fonctionnement. Sur l'année 2024, la centrale a fonctionné, en moyenne, 18 heures par jour, et ses turbines ont cumulé 19 000 heures de fonctionnement. Résultat : l'installation a consommé 1 176 GWh d'électricité pour en restituer 974 GWh à des moments clés, afin de stabiliser le réseau national suisse. En d'autres termes, la batterie géante de 20 GWh affiche un rendement de 82 % !

## Un projet pharaonique

La STEP Nant de Drance aura nécessité près de 14 ans de travaux, afin de réaliser les quelque 18 km de galeries souterraines, de rehausser le barrage du Vieux Emosson d'environ 20 mètres, ou encore de creuser la caverne principale de 192 mètres de long, 32 mètres de large et 52 mètres



de haut. Au total, ce sont 1,7 million de mètres cube roche qui ont dû être excavés.

## La STEP : solution la plus efficace pour stocker de grandes quantités d'énergie

Cet outil de stockage d'énergie est le fruit d'un investissement financier colossal. Si le budget prévisionnel a quasiment été respecté, ce sont plus de 2 milliards de francs suisses qui auront été nécessaires à la construction de l'ouvrage. Mais le jeu en vaut la chandelle. Si le coût global est élevé, le prix

par MWh de capacité de stockage, situé à environ 110 000 €/MWh, est très intéressant, en comparaison à d'autres technologies.

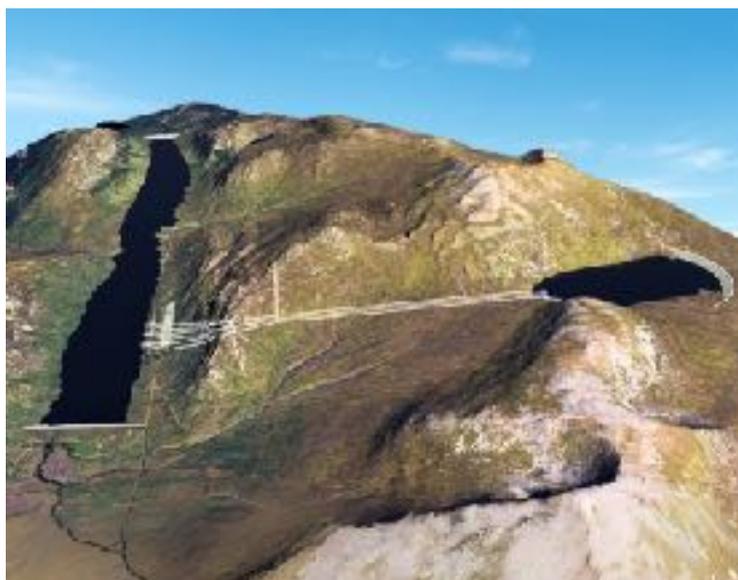
Pour s'en convaincre, il suffit de prendre l'exemple de la future plus grande batterie stationnaire (BESS) de France, qui sera bientôt mise en service du côté de Reims. D'une capacité de 480 MWh, cette installation devrait nécessiter 100 millions d'euros, soit près de 208 000 €/MWh.

## **Une durée de vie quasi infinie**

Certes, la BESS a pour elle un rendement supérieur, dépassant les 90 %. Néanmoins, sa durée de vie devrait être nettement inférieure. Les batteries au lithium qui la compose perdent en capacité au fil du temps, et leur durée de vie est généralement estimée aux alentours de 15 ans. De son côté, la durée de vie de la STEP devrait allègrement dépasser les 60 ans, voire dépasser le siècle selon l'entretien réalisé.

Si l'impact environnemental direct d'une STEP sur l'environnement est généralement plus important qu'une BESS, la centrale Nant de Drance profite de deux barrages existants, créés en 1955 et 1976, autour desquels de véritables écosystèmes se sont déjà créés. Pour compenser l'impact de la nouvelle construction, le projet suisse inclut 14 mesures de compensation environnementale, dont huit d'entre elles ont déjà été réalisées.

## **Stockage d'électricité : ce pays d'Europe va construire une STEP aussi puissante que celle de Grand Maison en France**



Plan de la future STEP du Loch Earba en Écosse / Image : Earba Storage, modifiée par RE.

Elle devrait afficher la même puissance que notre fleuron national : la station de transfert d'énergie par pompage-turbinage (STEP) de Grand'Maison. La future station de pompage-turbinage du Loch Earba, dont le permis de construire vient d'être approuvé, devrait jouer un grand rôle pour le réseau électrique du Royaume-Uni qui souffre de perturbations fréquentes.



Elle pourra alimenter 1,4 million de foyers écossais pendant 22 heures à pleine puissance. La future plus grande STEP du Royaume-Uni vient de faire un pas de plus vers sa mise en service, avec l'obtention du permis de construire. Cette station de pompage-turbinage, qui sera implantée au Loch Earba, affichera une puissance de 1,8 GW pour une capacité de stockage de 40 GWh. Au total, elle devrait demander 6 à 7 ans de travaux et nécessiter la création de 500 emplois.

Désormais, les entreprises Gilkes Energy et SSE Renewables ont la lourde tâche de trouver les financements nécessaires à la mise en œuvre du projet. Pour faciliter cette démarche, les deux entreprises ont recours au Cap and floor, un mécanisme financier mis en place par le gouvernement britannique, et dédié au stockage d'électricité de longue durée. Ce système garantit aux porteurs de projet un revenu minimal et limite le revenu maximal afin de les protéger des fortes fluctuations du marché de l'électricité.



## **Le stockage d'électricité, élément incontournable d'un réseau électrique déséquilibré**

Cette STEP pourrait ne pas être la seule, car le Royaume-Uni cherche à fortement développer ses capacités de stockage d'énergie. Avec le développement massif des parcs éoliens offshore au large de l'Écosse, le réseau électrique se retrouve fortement déséquilibré, avec une grande part de la production au nord du pays et la majorité de la consommation au sud. L'Écosse possède, en effet, 17,8 GW de capacité de production installée pour des besoins limités à 4 GW du fait de ses 5,4 millions d'habitants. Du fait de cette situation, le réseau atteint parfois ses limites, notamment à cause de certaines portions sous-dimensionnées du réseau électrique entre l'Écosse et l'Angleterre. Ainsi, les éoliennes doivent être bridées tandis que des centrales à gaz sont allumées dans le sud du pays.

Le développement de moyens de stockage, que ce soit grâce à des batteries ou des STEP, permettrait de limiter ce phénomène en redistribuant la production électrique de manière plus homogène.

## **Stockage d'électricité : une nouvelle STEP géante en Écosse**



Une avancée majeure pour la transition énergétique européenne : le Royaume-Uni s'apprête à construire une station de transfert d'énergie par pompage (STEP) d'une puissance équivalente à celle de Grand'Maison, la plus grande STEP de France . Ce projet ambitieux prendra place au Loch Earba, en Écosse, et contribuera à équilibrer un réseau électrique de plus en plus sous tension.

## **Une puissance colossale pour stabiliser le réseau**

Avec une puissance de 1,8 GW et une capacité de stockage de 40 GWh, cette future STEP écossaise pourra alimenter 1,4 million de foyers pendant 22 heures à pleine puissance. C'est un véritable atout pour le réseau électrique britannique, souvent fragilisé par les fluctuations de production renouvelable. Ce projet représente également une aubaine pour l'économie locale, avec la création estimée de 500 emplois sur une période de 6 à 7 ans de chantier .

## **Un soutien financier solide pour un projet d'envergure**

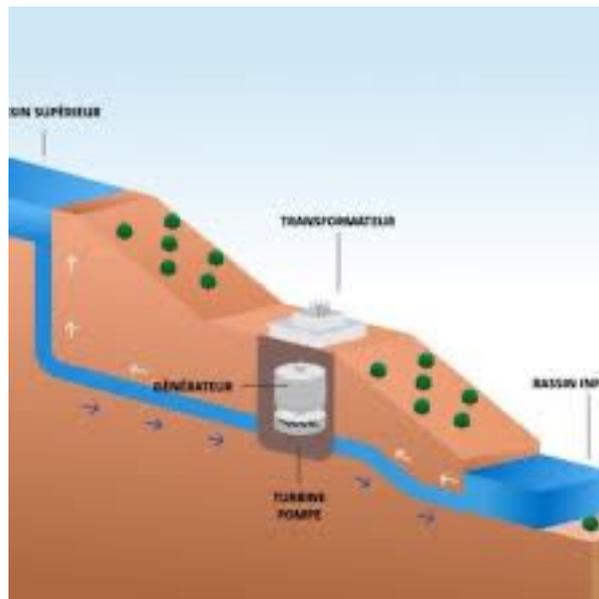
Le financement de cette installation titanesque repose sur le dispositif britannique Cap and Floor, qui assure un revenu minimal aux porteurs de projets tout en limitant les revenus maximums. Ce mécanisme permet de sécuriser les investissements dans le stockage d'électricité longue durée, une composante indispensable de la transition énergétique .

## **L'Écosse, pionnière des énergies renouvelables**

L'Écosse produit 17,8 GW pour une consommation d'environ 4 GW seulement, en grande partie grâce à ses parcs éoliens offshore. Cependant, l'infrastructure électrique ne permet pas de transporter efficacement l'énergie vers le sud du Royaume-Uni, plus consommateur. Résultat : des éoliennes bridées et des centrales à gaz rallumées. La STEP du Loch Earba permettra de lisser la production et de réduire le gaspillage.

L'Écosse a pris conscience de l'épuisement de la manne pétrolière et gazière de ses gisements en Mer du Nord, cela l'a amenée à diversifier ses sources d'énergies en misant sur les renouvelables : éoliennes et hydroliennes ont fleuri en Écosse qui cherche actuellement à résoudre ce problème de l'intermittence par le pompage-turbinage.

## **Conclusion**



Ce projet de STEP au Loch Earba s'inscrit donc dans une stratégie globale visant à renforcer la résilience des réseaux électriques en Europe. Il montre également à quel point le stockage d'électricité est devenu un levier incontournable pour accompagner les énergies renouvelables .