

# POMPAGE DE L'EAU

## POMPAGE DE L'EAU



### C'est quoi ?

Les Stations de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP) sont des installations hydroélectriques qui puisent aux heures creuses (*la nuit*) de l'eau dans un bassin inférieur afin de remplir une retenue en amont (lac d'altitude). L'eau est ensuite turbinée aux heures pleines (*le jour*). L'électricité de ces stations est appelée essentiellement en période de pointe (là où la demande d'électricité est forte, ex : vers 19h00 l'hiver). Le stockage d'énergie par pompage a été développé pour optimiser le fonctionnement des grandes centrales hydrauliques dans les réseaux interconnectés, en face d'une demande en électricité variable dans le temps (heures pleines/heures creuses).



La station de transfert d'énergie par pompage (STEP) de Revin, dans les Ardennes, est alimentée par deux réservoirs de 7 millions de m<sup>3</sup> d'eau, séparés par un dénivelé de 230 mètres. L'eau du bassin inférieur est pompée aux heures de faible consommation d'électricité vers le bassin supérieur, pour être relâchée aux heures de pointe vers le bassin inférieur, en actionnant des turbines. ©EDF

## Comment ça fonctionne ?

L'énergie hydraulique est la première énergie renouvelable en France mais aussi dans le monde. Dans les barrages, on peut faire varier plusieurs paramètres :

- La hauteur
- Le débit de l'eau

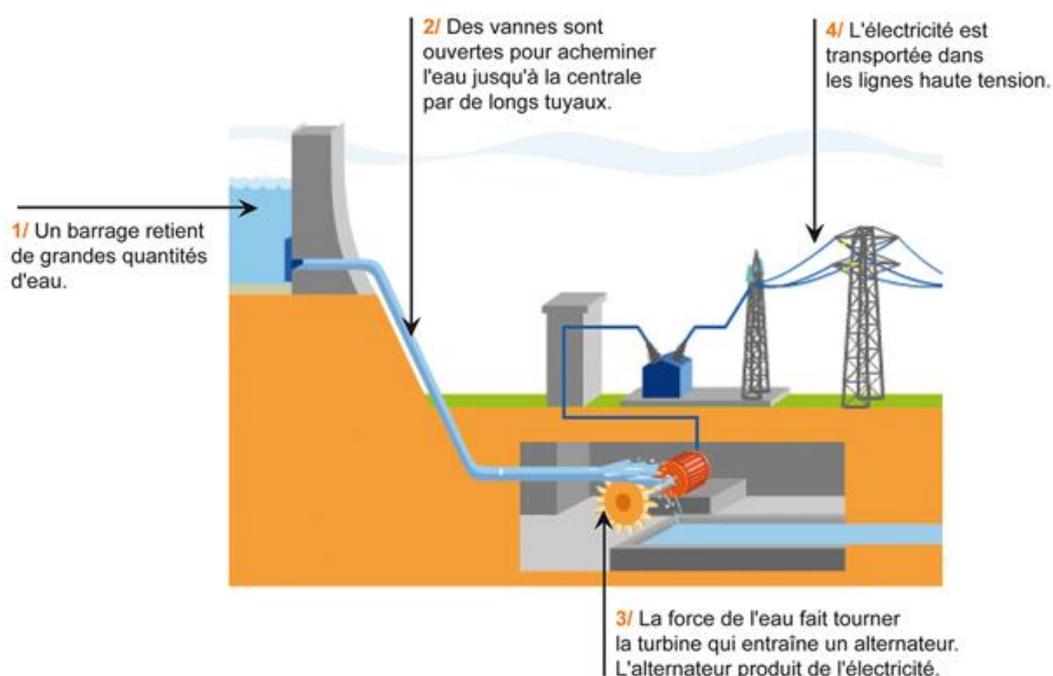
Il existe plusieurs types d'aménagement hydraulique :

- de moyennes chutes
- de hautes chutes
- au fil de l'eau

Les barrages forment un lac de retenue. Des vannes sont ouvertes au niveau du barrage pour que l'eau s'engouffre dans un tuyau appelé conduite forcée à taille humaine. Ils conduisent l'eau vers la centrale hydraulique.

A l'arrivée de l'eau, l'énergie mécanique acquise lors de la chute fait tourner une turbine qui entraîne un alternateur. L'alternateur est composé d'un rotor (partie mobile) et d'un stator (partie fixe). Le rotor est constitué d'électroaimants (fils de cuivre enroulés autour d'un noyau de métal). Lorsque le rotor est mis en rotation, il provoque un déplacement d'électrons à l'intérieur du stator. C'est ce qui fabrique de l'électricité.

L'eau qui a perdu toute sa puissance est ramenée dans le lit de sa rivière par un canal de fuite.



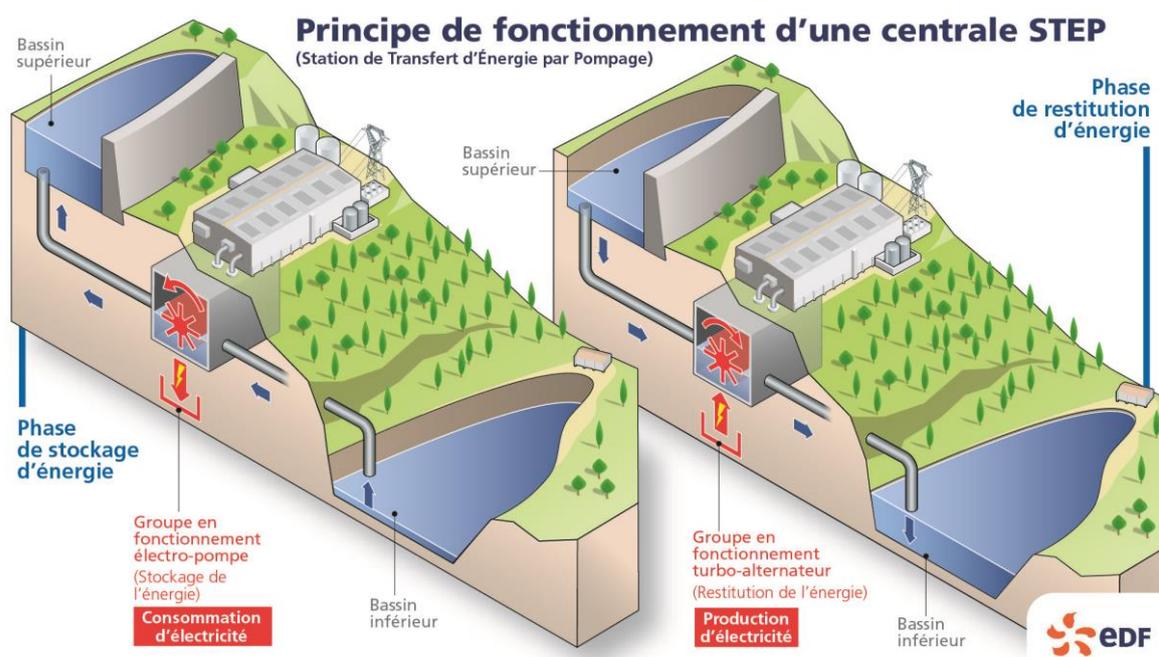
## STEP stockage d'énergie par pompage turbinage

La technique de pompage-turbinage est une technologie éprouvée connue depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle.

Utilisée à travers le monde, elle permet de stocker de grande quantité d'énergie électrique par l'intermédiaire de l'énergie potentielle de l'eau.

Utilisant cette technique, les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) permettent d'éviter le gaspillage d'énergie pendant les heures creuses [nuit, week-end] et de pallier à l'intermittence de la production électrique du secteur éolien et solaire.

Une centrale hydroélectrique réversible [pompage ou turbinage] est utilisée pour transférer l'eau entre deux bassins situés à des altitudes différentes.



Lorsque le réseau fournit un surplus d'électricité [heures creuses ou pic de production] l'eau du bassin inférieur est pompée. Sous l'effet de la pesanteur, cette masse d'eau représente une future capacité de production électrique.

Lorsque le réseau connaît un déficit de production électrique, la circulation de l'eau est inversée. La pompe devient alors turbine et restitue l'énergie accumulée précédemment.

L'opération engendre au total entre 15% à 30% de perte, mais permet de stocker de l'énergie inutilisée.

Il existe deux sous-catégories de STEP:

- les **STEP « pures »** fonctionnant en circuit fermé avec un apport extérieur d'eau nul ou négligeable ;
- les **STEP « mixtes »** qui reçoivent des flux naturels d'eau provenant de l'extérieur. Les deux bassins sont alors situés sur un cours d'eau [délimités par des barrages] ou parallèlement à celui-ci. Ils peuvent pomper et turbiner 4 à 5 fois un volume d'eau avant de le restituer au cours d'eau dont il provient.



Le barrage de Grand'Maison en France est connecté par des galeries souterraines à une seconde retenue, 930m plus bas. Pomper l'eau en altitude vers ce lac artificiel permet un stockage gigantesque d'eau, et donc d'électricité. ©EDF

C'est la seule technique de stockage d'énergie à grande échelle dont la disponibilité permet de délivrer sur le réseau électrique une puissance équivalente à un ou deux réacteurs nucléaires [jusqu'à presque 1800 MW pilotables] en quelques minutes, et pendant quelques heures. Elle répond au besoin fluctuant de la consommation journalière en lissant les productions fatales des énergies renouvelables et en optimisant la production nucléaire.

Une STEP constitue donc un facteur essentiel de la stabilité du réseau d'électrique tout en évitant l'utilisation d'énergies fossiles polluantes.

## Monde

En 2018, 153 GW de capacité STEP étaient déployés dans le monde, dont 51,7MW en Europe, et assurent déjà 97 % du stockage d'énergie.

## France

EDF exploite 6 STEP représentant une puissance totale de 5 000 mégawatts (MW). La plus grande STEP (Grand'maison), qui a un dénivelé de 1 000m, demande 1275 MW en pompage et produit 1790 MW en turbinage (la puissance d'un réacteur nucléaire de dernière génération (EPR) est de 1660 MW).



## LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE pour la CROISSANCE VERTE

Dans le cadre de la loi sur la transition énergétique, la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) a fixé pour objectif une hausse des capacités de production des STEP de 1 à 2 GW d'ici 2030, soit 24 à 48 % d'augmentation par rapport aux 4,2 GW de puissance actuellement en opération.

Il faudra, pour cela, améliorer leur rentabilité : en raison du faible prix du gaz et de la réduction des écarts des prix de l'électricité entre les périodes de forte et de faible demande, celle-ci ne dépasse pas les 2,7 % en France, loin des 8 % qui seraient nécessaires à des investissements.



## AVANTAGES

- Permet de transformer une production excédentaire, issue par exemple de parcs éoliens ou photovoltaïques, en énergie potentielle stockée dans le réservoir et utilisable en période de forte demande.
- Permet d'équilibrer le réseau et de répondre rapidement aux besoins lors de pics de consommation.
- Sécurisation du réseau électrique.
- Technologie simple et éprouvée [pompe / turbine / barrage hydroélectrique].

## INCONVENIENTS

- Le système de pompage / turbinage engendre des pertes d'énergie allant de 15% à 30%.
- Impact possible sur le paysage et l'hydrologie.
- Nécessite un dénivelé important et un gros débit d'eau.

### Pour en savoir plus :

<https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/hydroelectricite-stations-de-transfert-d-energie-par-pompage-step>

[https://www.youtube.com/watch?list=PLC44EB462B47CC55E&time\\_continue=7&v=cOKSst-un8c&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?list=PLC44EB462B47CC55E&time_continue=7&v=cOKSst-un8c&feature=emb_logo)

<https://www.edf.fr/sites/default/files/Lot%203/CHERCHEURS/Publications/utdstepweb.pdf>