

Les barrages

Introduction

Les barrages sont un important moyen de production renouvelable au niveau mondial, représentant, en 2023, 14% de la production mondiale. En utilisant la puissance naturelle de l'eau, on peut produire une quantité très importante d'électricité. Les premières installations hydroélectriques remontent à la fin du 19^e siècle d'abord aux États-Unis, puis à partir du début du 20^e siècle en Europe.

L'hydraulique en Suisse

La production hydraulique en Suisse est extrêmement importante et permet à la Suisse d'avoir un grand potentiel renouvelable dans sa production énergétique. En 1970, cette part atteignait presque 90%, mais l'arrivée du nucléaire suisse a diminué cette part à 53.1% en 2023^{1,2}. Cependant, cela ne signifie pas que la production ou que la puissance installée a été réduite, bien au contraire, car la consommation électrique ne cesse d'augmenter. Le graphique ci-dessous nous permet de s'en rendre compte. En 2023, la production hydroélectrique suisse a été de 37'171 GWh.

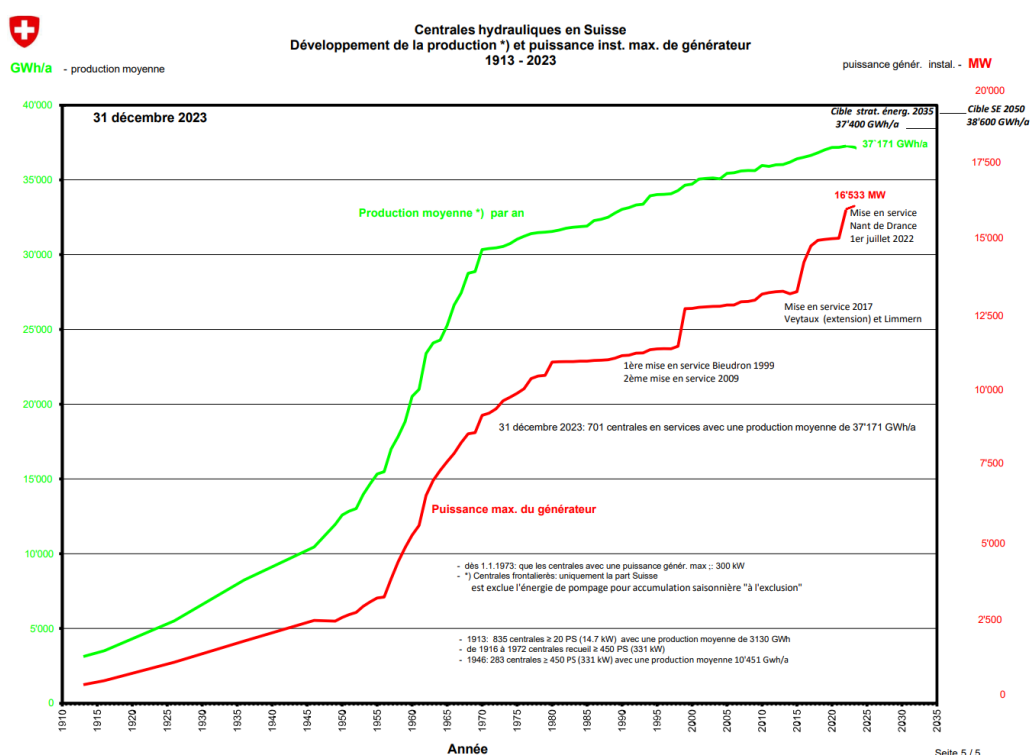


Figure 1 : Évolution de la production et de la puissance disponible en Suisse entre 1913 et 2023³

¹ <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/energies-renouvelables/force-hydraulique.html#kw-117186>

² <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/statistiques-et-geodonnees/statistiques-de-lenergie/statistiques-sectorielles.html#kw-109556>

³ <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/versorgung/erneuerbare-energien/wasserkraft.exturl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWRTaW4uY2gvZGUvcHVibGJlYX/Rpb24vZG93bmVxYWQvOTIw.html>

Familles de barrages

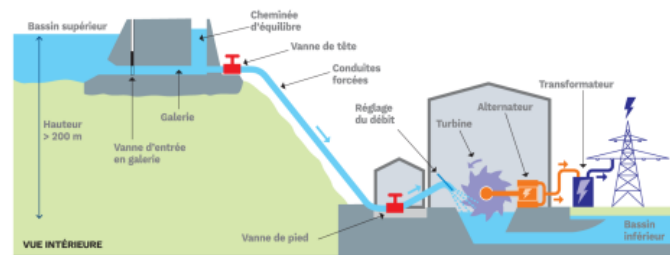
Il existe deux familles principales de barrages hydroélectriques : les barrages de chute (moyenne ou haute) et les barrages au fil de l'eau.

Barrage chute

Leur fonctionnement se base sur le principe de l'énergie potentielle. La construction du barrage va permettre de stocker une importante quantité d'eau et donc une importante masse d'eau en hauteur. On va alors se servir de la gravité pour accélérer cette masse, et faire tourner des turbines qui transformeront le débit d'eau provenant du barrage en énergie mécanique de rotation, puis en électricité grâce à une génératrice rotative.

La différence entre moyenne et haute chute réside dans la hauteur entre le bassin supérieur et la station de turbinage.

- **Haute chute** : hauteur supérieure à 200 m
- **Moyenne chute** : hauteur entre 50 et 200 m



Ces barrages ne permettent pas de produire de l'énergie de manière infinie, cela dépend de la taille du réservoir (du lac). Cependant, ils sont un excellent moyen de produire d'importante quantité d'énergie de manière quasi instantanée et permettent une excellente régulation du réseau électrique suisse. On peut ainsi s'adapter très vite lorsqu'il y a des fortes demandes soudaines, que ça soit journalières, comme le soir ou à midi, ou durant l'hiver et fournir assez d'énergie aux ménages.

Barrage au fil de l'eau (ou basse chute)

Les barrages au fil de l'eau utilisent le courant naturel de l'eau pour produire de l'électricité. C'est pour ça qu'on les trouve le long des fleuves et des rivières. Cela leur permet de produire de manière stable et continue de l'électricité, tout comme le fait une centrale nucléaire par exemple. Elle permette donc un approvisionnement constant et quotidien pour les ménages.

Les barrages au fil de l'eau représentent 47% de la production hydraulique Suisse.

Stockage d'énergie

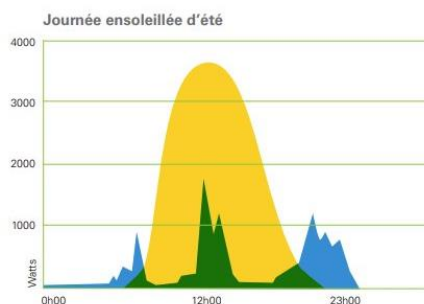
Les barrages de haute et moyenne chute ont un autre énorme atout : ils permettent de stocker de l'énergie, tout comme le fait une batterie mais dans des proportions gigantesques. L'eau retenue dans le barrage peut se considérer comme une quantité d'énergie potentielle, prête à être utilisée lorsque l'on souhaite produire de l'énergie. Donc si l'on remplit un barrage, c'est comme si l'on rechargeait une batterie, on met de côté de l'énergie pour l'utiliser plus tard.

Ce remplissage se fait d'une part naturellement, évidemment, grâce aux intempéries, à la fonte des neiges et au rivières d'altitude, et cela fournit une bonne base mais le remplir artificiellement permet

de booster ce potentiel. Cependant, remplir un barrage et donc amener de l'eau en altitude en grande quantité ne se fait pas à dos humain et requiert beaucoup d'énergie, plus que ce que produit le fait de vider à cause des différents rendements.

Quel est donc l'avantage et pourquoi le fait-on ?

Il existe des moments pendant l'année, et surtout pendant la journée, où la production d'électricité dépasse largement la consommation suisse et cela donne donc un excellent moyen de valoriser ce surplus et de ne pas simplement la jeter. Cette surabondance énergétique est notamment liée à la production irrégulière du solaire, qui va produire une quantité importante d'énergie durant l'été et la période de midi, alors que la consommation à cette période est modérée. Ci-dessous on peut voir le graphique d'une production solaire estivale typique avec, en jaune, la surproduction par rapport aux besoins (bleu) et à la part d'autoconsommation (vert).



Pour remplir ce barrage et faire du « pompage » comme on l'appelle, on va donc utiliser d'une part ces surplus d'énergie lorsqu'il y en a, et ainsi les stocker pour un autre moment, mais on va également utiliser de l'énergie achetée à bas coût aux pays européens voisins. Le prix du kWh d'électricité est très variable en fonction du moment de la journée et de l'offre à disposition sur le marché. Cela permet donc de pomper de l'eau dans les barrages à plus faible coût que ce que sa future production va ramener.

Pour le cas de la Suisse, les importations viennent de France, d'Allemagne et d'Autriche, en proportion variante selon la saison, avec bien évidemment une plus grande quantité importée durant l'hiver.

Fig. 3 Einfuhr-/Ausfuhrsaldo 2023 (in TWh), physikalische Werte
Solde importateur/exportateur 2023 (en TWh), valeurs physiques

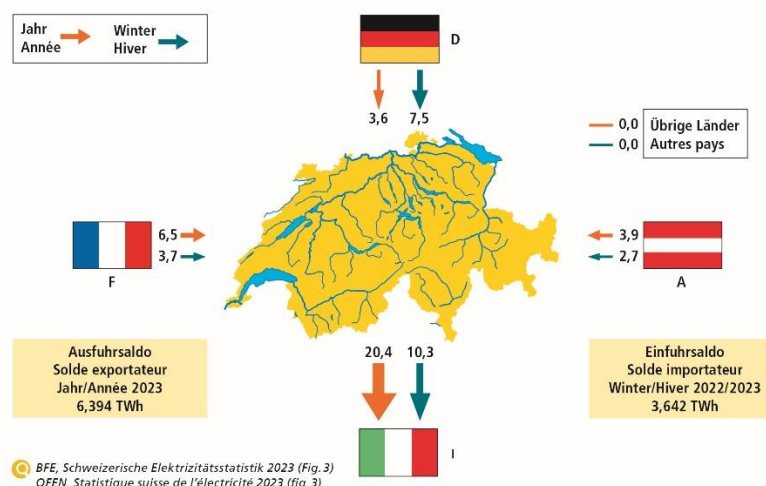


Figure 2 : Solde d'importations et d'exportations d'électricité en Suisse en 2023 (OFEN)