

## Energie hydraulique continentale<sup>1</sup>

L'énergie hydroélectrique fonctionne sur le principe de la transformation de l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique par le biais d'une turbine, et enfin de la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique par un alternateur. L'énergie cinétique c'est l'énergie du mouvement, elle prend en compte la masse et la vitesse de l'eau qui se déplace. Il est donc possible de valoriser cette énergie en la convertissant, soit en énergie mécanique (moulin à eau) ou en électricité (barrage hydroélectrique). La production hydraulique représente 12 % de la production électrique en France (69,3TWh) et 16 % de la production mondiale.



### 1. UTILISATION

Il existe trois types de centrales hydroélectriques :

- Les "**centrales au fil de l'eau**", qui ont pour caractéristique d'avoir une hauteur de chute d'eau inférieure à 25 m, elles privilégient le débit de l'eau à la pression.
- Les "**usines-écluses**" ou les "**usines de lac**", qui sont caractérisées par une hauteur de chute très élevée (plus de 300 m). Le débit de l'eau est beaucoup moins grand que pour les centrales "au fil de l'eau", cependant la hauteur de chute compense cela.

Les **STEP** (Stations de Transfert d'Énergie par Pompage), centrales dites "**de pompage**". Elles sont constituées de deux retenues d'eau situées à des hauteurs différentes. Lorsque la demande l'exige, on « turbine » l'eau du bassin supérieur. Lorsqu'il y a un excès de production – provenant par exemple de sources éoliennes ou solaires – on utilise l'électricité en surplus pour « pomper » l'eau du bassin inférieur et la remonter dans le bassin supérieur. Ce type de centrale est intéressant pour la régulation entre l'offre et la demande dans les pays équipés de gros moyens de production (centrales nucléaires), pour stocker de l'énergie produite à partir des modes de production moins maîtrisables (énergie éolienne) et pour compenser les chutes de vent.



<sup>1</sup> Par opposition à l'énergie hydraulique maritime (marée motrice et hydroliennes) qui est traitée dans une autre fiche. Ce terme est également désigné par le vocable « énergie hydraulique gravitaire ».

L'hydroélectricité continentale présente un bon rendement : environ **70 à 90 %** de l'énergie de l'eau se convertit en électricité. Le facteur de charge moyen en France est de **30 %** compte tenu du fonctionnement des barrages à la demande.

### Coût de l'énergie hydraulique continentale

Le coût moyen de l'hydroélectricité est actuellement compris entre **20 et 50 €/MWh** si l'on considère que la construction des barrages est amortie. Ce prix serait à multiplier par 4 si l'on doit inclure le coût de la construction.

## 2. AVANTAGES

- La source d'énergie est non polluante, sûre et fiable (il y a très peu de perturbations en termes de puissance électrique). Les pays qui disposent de grandes ressources hydrauliques utilisent cette énergie comme source fournissant la charge de base.
- Elle est toujours disponible (sauf en cas de sécheresse persistante) puisque l'eau est renouvelable et stockable.
- Le mode de production est flexible : Il est en effet facile d'ajuster le débit d'eau à la production de l'électricité voulue. Durant les périodes où la consommation d'énergie est faible, le débit d'eau est réduit et la capacité des barrages est conservée pour les moments où la consommation d'énergie est élevée.
- Les installations sont résistantes et leurs durées de vie sont élevées. Elles occasionnent peu de frais d'entretien.

## 3. INCONVÉNIENTS

- Les grosses retenues peuvent noyer des surfaces très importantes (par ex. Serre-Ponçon en France), pouvant comprendre des zones d'habitation (déplacement de population). Elles peuvent mettre en péril les écosystèmes locaux (faune et flore).
- Les barrages peuvent s'ensaver car ils réduisent l'écoulement de l'eau mais aussi de tous les éléments charriés par les cours d'eau (par ex. barrage Nasser en Haute Egypte, qui annihile le dépôt de limon qui était déposé par les crues du fleuve et fertilisait les terres).
- Le lâché d'eau (et plus exceptionnellement la rupture d'un barrage) peuvent provoquer des dégâts considérables en aval du barrage (raz-de-marée).
- La construction de centrales électriques hydrauliques est en général assez coûteuse.
- L'implantation de nouveaux sites devra se heurter aux obstacles liés à l'acceptabilité de ce type d'ouvrage (ex. barrage de Sivens) et les réserves d'eau sont par ailleurs limitées en France.
- Risque de rupture des ouvrages (plusieurs millions de noyés en cas de rupture : ex. barrage des Trois Gorges en Chine).

## 4. PERSPECTIVES

Aujourd'hui, il est difficile d'augmenter la part de l'énergie hydraulique dans le mix énergétique français car la construction d'un nouveau barrage est un projet titanesque, très coûteux, et qui implique souvent des déplacements de population. La construction d'une STEP en façade maritime paraît plus porteuse (cf. projet de STEP maritime envisagée en Guadeloupe, d'une puissance de 50 MW). Ce projet est aujourd'hui abandonné. Une autre étude est en cours à La Réunion.

Tableau de synthèse

| Source d'énergie         | Usage dans le système électrique | Atouts – Avantages  | Inconvénients – Contraintes  |
|--------------------------|----------------------------------|---|--|
| Hydraulique continentale | Energie de base ou semi base     | Faible émission de CO <sub>2</sub> : de 6 g (fil de l'eau) à 120 g (station de pompage) équivalent CO <sub>2</sub> /kWh [ACV].<br>Faible coût d'exploitation.<br>Démarrage très rapide pour les barrages et rapide pour les stations de pompage (STEP).<br>Puissance de sortie pouvant être très importante et modulable. | Contraintes géographiques<br>Acceptabilité et impact sur l'écosystème.<br>Modification profonde de l'écosystème en amont et en aval du barrage.<br>Délocalisation / Expulsion des populations humaines côtières (ex. barrage hydroélectrique de Yacyreta en Argentine).<br>Dégagement de méthane (gaz à effet de serre, dû à la fermentation anaérobie des végétaux inondés).<br>Coût de construction élevé.<br>Barrages susceptibles d'être affectés par la sécheresse. |