

# ■ L'hydroélectricité : des techniques adaptées aux sites

La production d'électricité hydraulique exploite l'énergie potentielle des cours d'eau. Différentes techniques, sélectionnées en fonction des caractéristiques géographiques des sites, sont utilisées pour exploiter cette énergie.

## ■ Les différents types de centrales hydroélectriques

Une centrale hydroélectrique se compose d'une prise d'eau ou d'une retenue d'eau, ainsi que d'une installation de production. Sur la distance entre le barrage et la centrale, l'eau passe par une galerie et une conduite forcée. Plus la différence de hauteur est importante, plus la pression de l'eau dans la centrale sera grande et plus la puissance produite sera importante.

La quantité d'énergie est proportionnelle à la quantité d'eau turbinée multipliée par la hauteur de chute. Il existe plusieurs modes de production d'électricité à partir de l'hydraulique terrestre, qui remplissent des rôles différents dans la consommation d'électricité.

**La quantité d'énergie produite par une chute peut se calculer par la formule suivante :**

$$P = H \times Q \times g \times r$$

P : puissance produite mesurée (kW) - H : hauteur de chute (m) - Q : débit moyen mesuré (m<sup>3</sup>/s) - g : constante d'accélération de la gravité (≈9.8m/s<sup>2</sup>) - r : rendement de la centrale (compris entre 0.6 et 0.9)

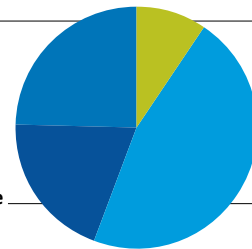
### Les centrales de lac

Elles sont associées à une retenue d'eau créée par un barrage. L'eau est captée par une série d'ouvrages dans les bassins versants en amont de la retenue, puis stockée derrière le barrage. Elle est ensuite acheminée jusqu'aux turbines de la centrale en contrebas. Capables de fournir très rapidement d'importantes quantités d'énergie, les centrales de lac sont appelées durant les heures de plus forte consommation, en période de pointe, et produisent une électricité à très forte valeur ajoutée. La capacité française est de 8 000 MW mobilisables très rapidement. Souples et faciles à télécommander, les ouvrages de lac sont un facteur précieux d'ajustement pour répondre aux variations brusques de la demande des consommateurs, comme par exemple au moment des pics de consommation le matin et le soir et dans les périodes de grand froid ou pour faire face aux incidents du réseau électrique. Les centrales de lac sont relativement peu nombreuses : une centaine en France, dont la moitié dans les Pyrénées et le Massif Central, et plus d'un quart dans les Alpes.

### Répartition de la production hydroélectrique française

source : SER

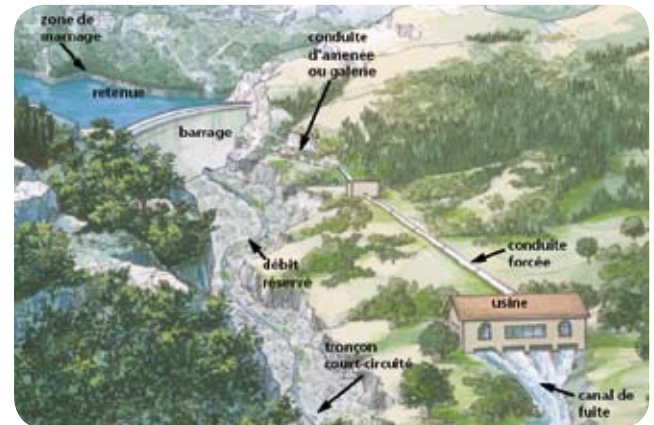
**Centrales de Lac**  
96 installations  
9 200 MW  
17 TWh



**STEP**  
11 installations  
5 000 MW  
6,5 TWh

**Centrales d'écluésée**  
141 installations  
4 200 MW  
13,6 TWh

**Centrales au fil de l'eau**  
2 000 installations  
8 500 MW  
32 TWh



### Les centrales au fil de l'eau

Ces centrales ne disposent pas de réservoir et fournissent une énergie de base, non modulable et non stockable, produite « au fil de l'eau », et injectée (consommée) immédiatement sur le réseau. 55 % de la puissance est garantie toute l'année.

On compte plus de 2 000 installations au fil de l'eau. Parmi les plus importantes, on peut citer celles situées sur le Rhin ou le Rhône. Près de 1 700 centrales de petite hydroélectricité (d'une puissance inférieure à 10 MW) produisent 5 TWh par an, soit près de 10 % de la production hydroélectrique française.

## Les centrales d'éclusée

La réserve d'eau correspond à une période d'accumulation assez courte (moins de 400 heures de débit). Aux heures les moins chargées de la journée ou de la semaine, on reconstitue le stock pour apporter un concours précieux dans les heures pleines. Les trois quarts de ces installations sont localisées dans le sud de la France.

## Les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP)

Les stations de transfert d'énergie par pompage puisent, aux heures creuses, de l'eau dans un bassin inférieur, afin de remplir une retenue en amont (lac d'altitude). L'eau est ensuite turbinée en période de pointe. Les STEP interviennent en dernier recours, notamment en raison du coût de l'eau à remonter (alimentation électrique des pompes). Consommatrices d'énergie pour remonter l'eau, les STEP ne sont pas considérées comme productrices d'énergie de source renouvelable. Les 11 installations ont une puissance installée de 5 000 MW.

## ■ Les principales turbines

- La turbine Bulbe est utilisée pour les très faibles chutes (de 1 à 30 m), ou pour certaines installations marémotrices, tel que le barrage de la Rance, en Bretagne.
- La turbine Kaplan est la turbine la plus adaptée pour les faibles chutes (de 5 à 55 m) et les débits importants. Ses pales sont orientables et permettent par une simple rotation d'ajuster la puissance de la turbine.
- La turbine Francis est utilisée pour les moyennes chutes (de 40 à 600 m) et les débits moyens. L'eau entre par la périphérie, glisse sur les pales et s'évacue en son centre.
- La turbine Pelton est la turbine la plus adaptée pour les faibles débits et les hautes chutes (entre 200 et 1 800 m). Elle reçoit l'eau sous très haute pression par l'intermédiaire d'un ou plusieurs injecteurs.

## Les différents types de barrages



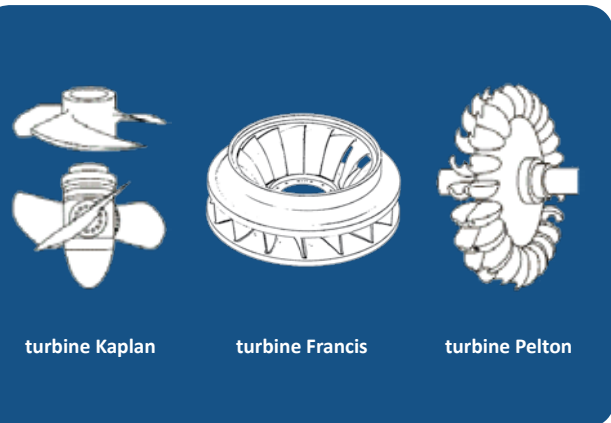
Les barrages voûtes en forme d'arc de cercle reportent sur les berges la poussée de l'eau.



Les barrages poids, les plus anciens et les plus répandus, opposent leur masse à la poussée de l'eau.



Les barrages à contrefort reportent la pression de l'eau sur le sol. Les contreforts supportent la voûte de faible portée.



turbine Kaplan

turbine Francis

turbine Pelton



© M2 TECHNOLOGIES

## La turbine VLH®

Un nouveau concept de turbine a été mis au point en 2006 : la turbine « très basse chute » (VLH®) qui présente plusieurs intérêts majeurs :

- son installation ne nécessite pas de travaux de génie civil importants, ce qui permet de réduire les coûts ;
- sa rentabilité permet d'équiper des très basses chutes (2 à 3 m), libérant ainsi un potentiel de développement pour la petite hydroélectricité ;
- sa conception « ichtyophile® » permet le passage des poissons sans dommage à travers la turbine, en particulier les anguilles.



Syndicat des énergies renouvelables  
48, boulevard des Batignolles  
75017 Paris  
Tél. : +33 1 48 78 05 60  
Fax : +33 1 48 78 09 07  
[www.enr.fr](http://www.enr.fr)

© BLANRICE PREVIZ / FOTOLIA