



# Les centrales hydroélectriques

Comment fonctionne une centrale hydroélectrique ?

Quels sont les principaux types de centrales hydroélectriques ?

Quels sont les intérêts et les problèmes liés à l'utilisation de ce mode de production d'électricité ?

**Aujourd'hui, il existe de nombreux moyens pour produire de l'électricité, avec des avantages et des inconvénients différents, plus ou moins respectueux de l'environnement, plus ou moins coûteux...**

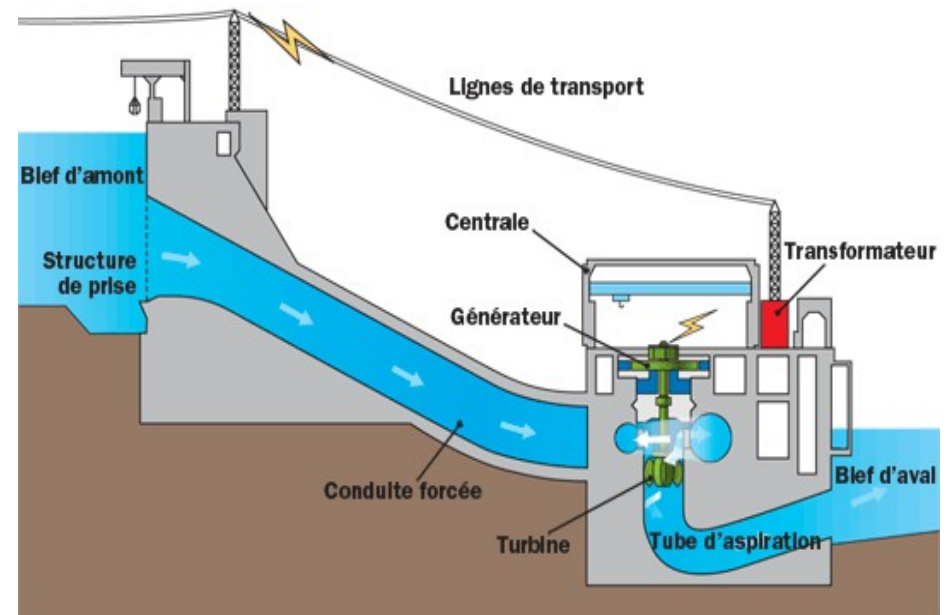
**Les centrales hydroélectriques se servent du mouvement naturel de l'eau dans les fleuves pour produire de l'électricité.**

# Fonctionnement d'une centrale hydroélectrique

Le barrage retient une partie de l'eau qui s'écoule et crée un lac de retenue. Ce lac constitue un stock d'eau, c'est donc un moyen de stocker de l'énergie renouvelable. Dans le cas de centrales au fil de l'eau, cette réserve n'existe pas et il n'est pas possible de moduler le débit de l'eau en fonction des besoins.

Le débit du cours d'eau ou l'ouverture des vannes du barrage entraîne l'eau dans un canal de dérivation jusqu'aux turbines électriques. Plus le débit et la hauteur de chute d'eau sont importants, plus l'eau transporte d'énergie.

Cette eau actionne les turbines qui entraînent à leur tour des alternateurs pour produire du courant électrique. Un transformateur injecte ensuite cette électricité dans le réseau, où elle est transportée par des lignes à haute ou très haute tension.



# Composition d'une centrale hydroélectrique

## Un aménagement hydroélectrique se compose :

d'ouvrages de génie civil plus ou moins important selon la taille de l'ouvrage, qui permet d'orienter le débit du cours d'eau vers les installations hydromécaniques. Selon les cas, il peut s'agir :

d'un barrage ;

des ouvrages de dérivation (canal, conduite forcée, canal de fuite) ;

du bâtiment de la centrale (qui abrite les éléments hydromécaniques) ;

d'une installation hydromécanique, qui transforme l'énergie hydraulique en énergie mécanique, il s'agit :

de la turbine ;

de ses éléments de régulation (vannes) ;

d'une installation électromécanique, qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique, il s'agit :

de l'alternateur ;

éventuellement d'un élément de couplage entre la turbine et l'alternateur ;

d'une installation électrique :

un système de contrôle ;

un système de régulation ;

un système de distribution du courant électrique (transformateur).

Cependant, il est à noter qu'un aménagement hydroélectrique est toujours un cas particulier : les éléments cités ci-dessus sont choisis en fonction de la taille et du type du cours d'eau à équiper ainsi que de la puissance électrique que l'on souhaite produire...

## On distingue deux types d'équipements hydroélectriques :

Les grands barrages dont la puissance est supérieure à 10 MW. Il s'agit de grands ouvrages, très coûteux, dont la construction prend de nombreuses années les impacts environnementaux sont importants (inondations de vallées, déplacements de populations...). Ces ouvrages sont connectés aux réseaux électriques nationaux.

La petite hydroélectricité dont la puissance est inférieure à 10 MW. Il s'agit principalement d'ouvrages "au fil de l'eau" dont les impacts écologiques sont minimes. Ces centrales sont souvent utilisées pour des

# Les principaux types de barrages

Parmi les barrages, on distingue :

- Le barrage-voûte est un type de barrage à forme arquée dont la courbe permet de reporter les efforts dus à la poussée de l'eau sur chaque côté des rives plutôt que sur le barrage lui-même. Cette technique est inspirée des voûtes des cathédrales.

Les barrages-voûtes sont essentiellement utilisés dans des vallées étroites disposant de versants rigides.

- Le barrage-poids est un barrage dont la propre masse suffit à résister à la pression exercée par l'eau. Ce sont des barrages souvent relativement épais, dont la forme est généralement simple (leur section s'apparente dans la plupart des cas à un triangle rectangle).

Les barrages-poids sont privilégiés lorsque le rocher du site (vallée, rives) est suffisamment résistant et lorsque les conditions pour construire un barrage-voûte ne sont pas réunies.

- Le barrage en remblais est un barrage constitué d'un matériau meuble, qu'il soit très fin ou très grossier (enrochements), ce qui le différencie du barrage-poids.

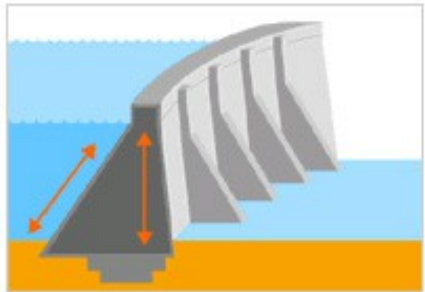
Les barrages en remblais regroupent plusieurs catégories, très différentes. Les différences proviennent des types de matériaux utilisés, et de la méthode employée pour assurer l'étanchéité.

- Le barrage à contreforts (ou barrage à voûtes multiples) est un barrage qui s'appuie sur une série de voûtes qui permettent de transmettre la poussée de l'eau vers la fondation du barrage.

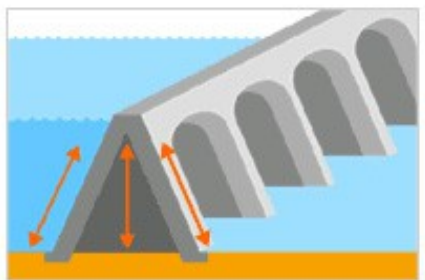
Les barrages à contreforts sont utilisés lorsque les appuis sont trop distants, ou lorsque le matériau local est tellement compact qu'une extraction s'avère presque impossible, la technique du barrage à contreforts permet de réaliser un barrage à grande économie de matériaux.



Le barrage-poids

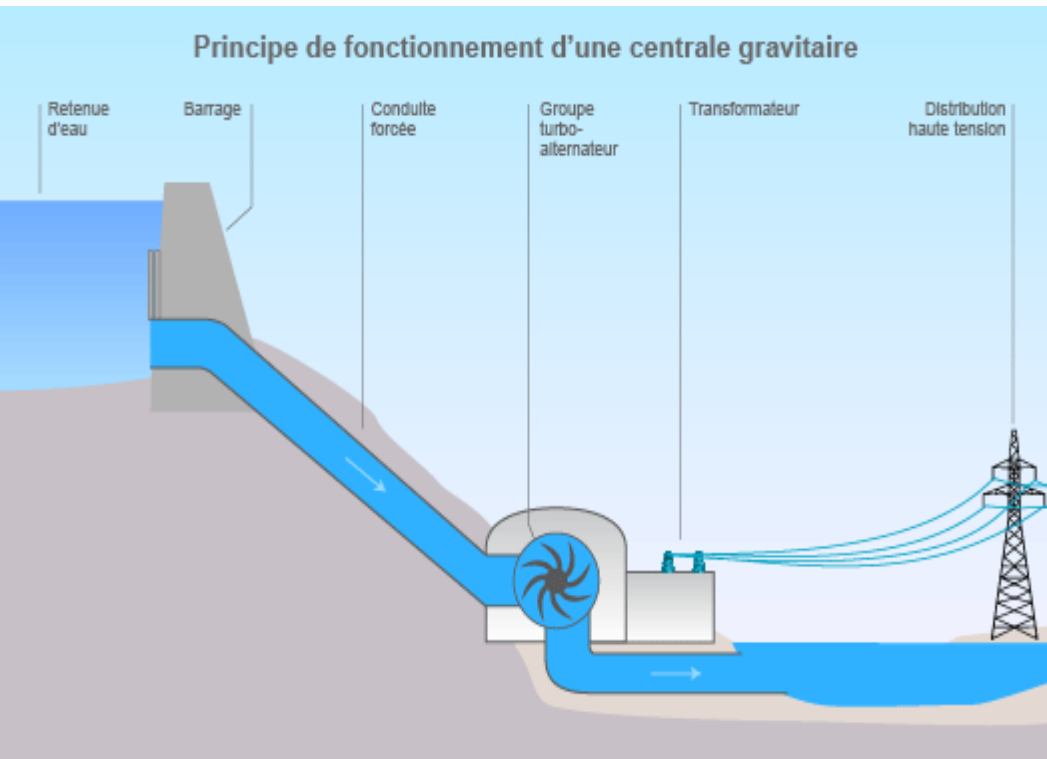


Le barrage-voûte



Le barrage à contreforts

# Les aménagements gravitaires



Les **centrales au fil de l'eau** utilisent le débit d'un fleuve et fournissent une énergie de base produite « au fil de l'eau » et injectée immédiatement sur le réseau. Elles sont généralement constituées d'une prise d'eau, d'un tunnel ou d'un canal, puis d'une conduite forcée et d'une usine hydroélectrique située sur la rive de la rivière.

Les **centrales d'écluse** dans les grands fleuves à relativement forte pente, des barrages sur le fleuve ou sur un canal parallèle au fleuve provoquent des suites de chutes d'eau. Les usines hydroélectriques placées aux pieds des barrages turbinent l'eau du fleuve. Une gestion fine de l'eau stockée entre deux barrages permet de fournir de l'énergie de pointe en plus de l'énergie de base ;

Les **centrales-lacs (ou centrales de hautes chutes)** sont également associées à une retenue d'eau créée par un barrage. Leur réservoir important permet un stockage saisonnier de l'eau et une modulation de la production d'électricité.

# Les autres types de centrales

## Les « usines marémotrices » :

L'énergie marémotrice est issue du mouvement des marées (qui sont elles-mêmes causées par les forces de gravitation de la Lune et du Soleil).

La force des marées est exploitée en Bretagne depuis le Moyen Age puisque les premiers moulins à marée y ont été construits vers 1120. Aujourd'hui encore, on peut voir dans cette région quelques exemples de moulins à eau fonctionnant grâce à l'énergie marémotrice.

Cette énergie peut être captée de deux manières :

- soit en exploitant les variations du niveau de la mer comme dans l'usine marémotrice de la Rance (énergie potentielle)
- soit en exploitant les courants de marée captés par des turbines appelées "hydroliennes" (énergie cinétique).

Une usine marémotrice exploitant les variations du niveau de la mer fonctionne sur le même principe qu'une centrale hydroélectrique. C'est une chute d'eau qui entraîne des turbines et permet de produire de l'électricité.

Pour exploiter l'énergie marémotrice, on construit un barrage qui laisse passer la mer à marée montante. L'eau remplit un bassin de retenue qui sert ensuite à faire tourner les turbines à marée basse.

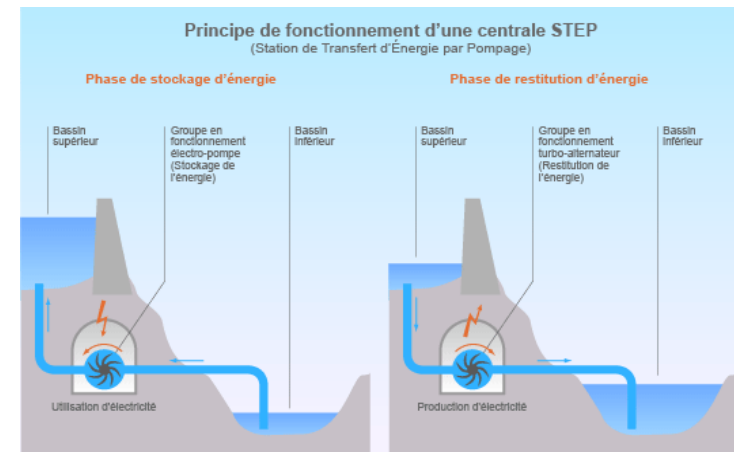
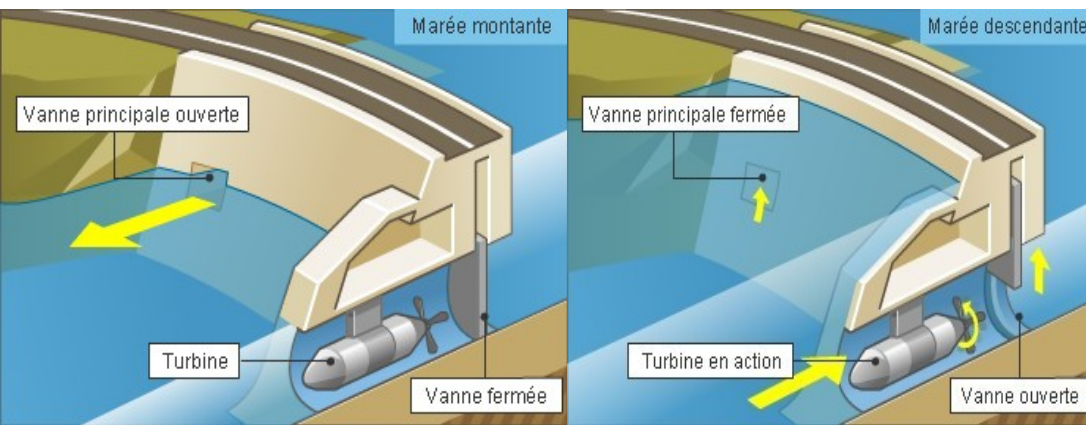
L'exploitation de l'énergie potentielle des marées nécessite donc des aménagements importants, qui modifient l'équilibre écologique du site d'implantation.

C'est pourquoi on explore aujourd'hui d'autres solutions comme le captage de l'énergie cinétique des courants de marée.

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

Les STEP possèdent deux bassins, un bassin supérieur (par exemple, un lac d'altitude) et un bassin inférieur (par exemple une retenue artificielle) entre lesquels est placé un dispositif réversible pouvant aussi bien fonctionner comme pompe ou turbine pour la partie hydraulique et comme moteur ou alternateur pour la partie électrique.

L'eau du bassin supérieur est turbinée en période de forte demande pour produire de l'électricité. Puis, cette eau est pompée depuis le bassin inférieur vers le bassin supérieur dans les périodes où l'énergie est bon marché, et ainsi de suite. Les STEP ne sont pas considérées comme productrices d'énergie de source renouvelable puisqu'elles consomment de l'électricité pour remonter l'eau turbinée. Ce sont des installations de stockage d'énergie. Elles interviennent fréquemment pour des interventions de courte durée à la demande du réseau et en dernier recours (après les autres centrales hydrauliques) pour les interventions plus longues, notamment en raison du coût de l'eau à remonter. Le rendement entre l'énergie produite et l'énergie consommée est de l'ordre de 70% à 80%. L'opération se révèle rentable lorsque la différence de prix de l'électricité entre les périodes creuses (achat d'électricité à bas prix) et les périodes de pointe (vente d'électricité à prix élevé) est importante.



# Les enjeux de l'énergie hydroélectrique

## Avantages :

- elle contribue à l'indépendance énergétique de la France sans émettre de CO2
- produite dans certaines conditions, c'est la seule forme d'électricité stockable à grande échelle, permettant ainsi d'absorber les pics de consommation en temps réel
- elle ne produit pas de déchets
- comme toute activité industrielle, elle permet le développement économique et social de communes isolées en stimulant l'activité locale (emplois,... )
- les retenues d'eau deviennent souvent, grâce à leurs aménagements paysagers, des zones de loisirs et des pôles d'attractions touristiques avec le développement de zones de pêches, de pratiques sportives tel le kayak
- 100 000 moulins en France seraient prêts à être réhabilités (souvent avec des matériaux de la région) et transformés en petites centrales. En effet, les propriétaires de moulins peuvent produire leur électricité et la consommer sur place ou l'injecter dans le réseau et la revendre.
- Malgré des coûts de réalisation généralement élevés, les coûts de maintenance sont raisonnables, les installations sont prévues pour durer longtemps, et l'énergie de l'eau est gratuite et renouvelable si elle est bien gérée . Donc le bilan est plutôt positif, c'est un des systèmes de production d'électricité les plus rentables.

## Inconvénients :

- la mise en eau des barrages induit très souvent des déplacements de population et la disparition de zones agricoles.
- les barrages formant un lac de retenue est un frein à la migration des espèces aquatiques. Dans certain pays, la solution est d'installer des « échelles à poissons » pour éviter leur transport par camion. Mais cette méthode reste très coûteuse et surtout lorsque il y a un enchainement de plus plusieurs barrages.
- La Commission Mondiale sur les Barrages a constaté que tous les réservoirs, étudiés à ce jour par les scientifiques, produisent des gaz à effet de serre (avec des émissions importantes dans les régions chaudes) ce pourrait remettre en cause les grands barrages (plus de 15 mètres de haut) dans les zones chaudes de la planète.
- la création de retenues d'eau artificielles peut entraîner la sous-oxygénation de l'eau. Au contraire, la libération subite de l'eau a pour conséquence une sur-oxygénation. Dans un cas comme dans l'autre, l'équilibre des écosystèmes est mis à mal
- les barrages arrêtent les sédiments créant des cuvettes artificielles. Les cours d'eau ont alors tendance à s'envaser (la Camargue est aujourd'hui dans cette configuration)
- les centrales ont des impacts sur la biodiversité (mortalité de certaines espèces comme l'anguille).
- Le bilan en gaz à effet de serre des systèmes hydroélectriques est à priori positif. Il faut néanmoins tenir compte qu'il faut plusieurs années avant que le CO2 dépensé lors de sa construction soit compensé par l'électricité produite. Par ailleurs, de récentes recherches émettent de très sérieux doutes sur le bilan en gaz à effet de serre des systèmes hydroélectriques : l'activité bactériologique dans l'eau des barrages (surtout en régions tropicales) relâcherait d'énormes quantités de GES.



# Conclusion

L'hydroélectricité est considérée comme une énergie propre et inépuisable, contrairement au pétrole ou au gaz naturel.

L'utilisation d'énergie de source hydraulique plutôt que provenant de sources non renouvelables est globalement positive pour l'environnement. Cependant les impacts environnementaux peuvent être très importants, surtout lors de la mise en place de structures souvent lourdes permettant la récupération d'énergie hydraulique.

Ces impacts varient avec le type et la taille de la structure mise en place : ils sont faibles s'il s'agit d'exploiter les chutes d'eau naturelles (ouvrages "au fil de l'eau") mais ils deviennent très importants s'il s'agit de créer des barrages et des retenues d'eau artificielles.

**Quelle que soit la taille de l'installation, il faut néanmoins faire de sérieuses études d'impact sur l'environnement avant de construire une installation hydraulique.**

# Source

- <http://www.riaed.net/?Hydroelectricite-et-centrales>
- <http://www.gralon.net/articles/commerce-et-societe/industrie/article-l>
- <http://barrageshydroelectriques.e-monsite.com/pages/les-barrages-h>
- <http://www.futura-sciences.com/fr/question-reponse/t/energie-renouv>
- <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/hydroe>

