

# L'HYDRO- ÉLECTRICITÉ :

## QU'EST-CE QUE C'EST ?

L'hydroélectricité est l'exploitation de la force motrice de l'eau afin de générer de l'énergie électrique. Cette force dépend de la hauteur de la chute d'eau et du débit du cours d'eau. L'énergie est produite grâce à une turbine hydroélectrique et à un alternateur qui convertit en électricité l'énergie de l'eau en mouvement se déplaçant d'un point haut vers un point bas (chute d'eau, courant ...).

Si l'énergie des cours d'eau est utilisée depuis plusieurs siècles pour actionner des machines (meules, etc.), son utilisation pour la production d'électricité n'apparaît qu'à la fin du 19<sup>e</sup> siècle avec l'invention des génératrices tournantes (x. Gramme), puis du transformateur électrique (gaulard et gibbs 1885) qui a permis le transport électrique à grande distance. Venant à la suite de l'invention de la turbine (b. Fourneyron 1833), de la maîtrise des hautes chutes (aristide bergès 1867) et des nouvelles possibilités du génie civil, ces innovations vont révolutionner l'utilisation de l'énergie hydraulique en remplaçant le long de nos cours d'eau les moulins d'antan par des installations dont l'impact était sans commune mesure avec celui de ces derniers : hauteurs des seuils, débits dérivés, longueur des tronçons court-circuités ... Ces innovations seront bientôt suivies par la construction des grands barrages fluviaux et d'altitude.

## DE QUOI PARLE-T-ON ?

### La puissance installée d'une installation :

La puissance installée d'une centrale hydroélectrique correspond à la valeur instantanée maximale susceptible d'être délivrée par cette centrale. Elle se mesure en watts (W), en kilowatts (kW), en mégawatts (MW) ou encore en gigawatts (GW).

#### QUELQUES REPÈRES

1kW = 1000 W  
1 MW = 1000 kW  
1 GW = 1000 MW

Lorsque la centrale est dotée d'un réservoir capable de stocker un certain volume d'eau, la puissance permet d'estimer la capacité de la centrale à apporter de l'énergie rapidement au réseau à un instant donné : c'est ce que l'on appelle le fonctionnement par éclusées<sup>1</sup>. Par exemple pour ajuster et répondre à une variation soudaine de la demande en électricité, lors d'une pointe de consommation.

<sup>1</sup> Les centrales disposant d'un réservoir s'appellent centrales de lacs ou d'éclusées suivant la rapidité du remplissage du réservoir par les apports d'eau naturels : quelques dizaines d'heures pour l'éclusée quelques centaines voire quelques milliers pour les centrales de lacs. Les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) peuvent aussi répondre à une consommation de pointe, généralement dans les mêmes conditions mais avec un système artificiel du remplissage de leur réservoir (voir la fiche 2 « Le parc hydroélectrique français »).

## La puissance maximale brute (PMB) :

C'est la puissance administrative d'une centrale visée par le code de l'énergie à l'article L511-5 (issu de la loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique). La PMB est une mesure légale qui ne tient pas compte des inévitables pertes de rendements et de hauteur de chute.

Elle est calculée sur la portion de rivière équipée (située entre la prise d'eau et la restitution). Elle est obtenue (en Watts) en multipliant la hauteur de chute maximale (en mètres) par le débit maximum dérivé (en litres/s) puis par  $9,81 \text{ m/s}^2$  (qui correspond à l'accélération de la pesanteur).

## La production hydroélectrique et le productible d'une usine :

Exprimée en watts heure (Wh) (ou un de ses multiples : kWh, MWh, GWh...), la production d'une centrale est obtenue en multipliant la puissance électrique fournie par la durée de fourniture de cette puissance exprimée en heures. Au cours d'une année la puissance électrique fournie évolue entre la puissance installée et ... 0, lorsque la centrale est arrêtée. Cette production annuelle varie d'une année sur l'autre. La moyenne statistique de cette production sur un grand nombre d'années s'appelle le productible.

En France, la production hydroélectrique a atteint 75,7 TWh en 2013 (année de très forte production) et 50,3 TWh en 2011.

### **Fonctionnement d'une usine de production d'hydroélectricité**

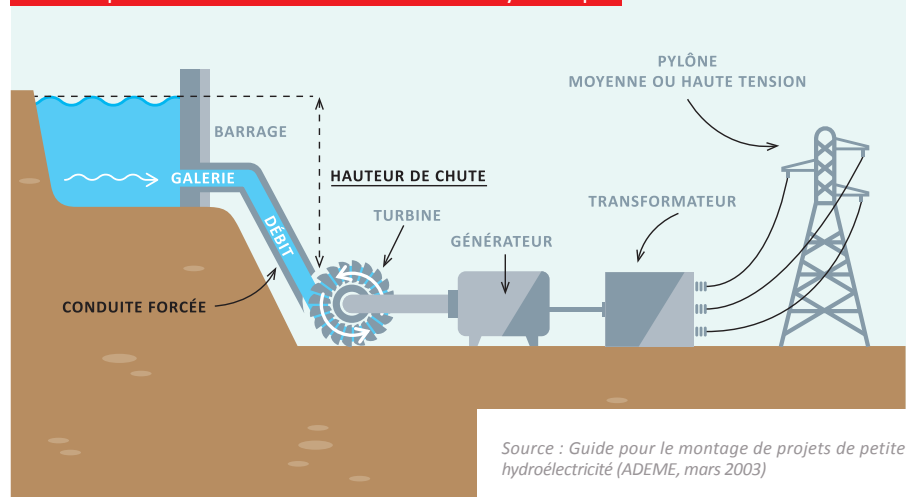
L'hydroélectricité est l'exploitation de l'énergie hydraulique afin de générer de l'électricité. Cette exploitation est assurée par des centrales hydroélectriques.

L'eau est prélevée dans le cours d'eau puis dérivée vers la centrale à partir d'une prise d'eau *via* un canal d'amenée plus ou moins long suivant le type de centrale. Ce canal s'achève dans une conduite forcée amenant l'eau à la turbine ou aux turbines de la centrale. Le transit de l'eau à travers la turbine met celle-ci en mouvement qui est transmis aux générateurs. En tournant les générateurs produisent de l'électricité sous une tension insuffisante pour son transport. Le rôle du transformateur est d'élever la tension de l'électricité produite pour l'injecter sur le réseau public de transport et de distribution de l'électricité. La prise d'eau est placée sur un ruisseau, une rivière, un fleuve ou un lac naturel. Cette prise d'eau peut éventuellement comporter un réservoir (qui permettra de stocker les apports naturels d'eau pour une production ultérieure). Après son passage dans la turbine l'eau est restituée au cours d'eau, parfois plusieurs kilomètres en aval, par un canal de fuite.

La plupart des prises d'eau<sup>2</sup> sont formées par un seuil (ou barrage, terme plutôt réservé aux ouvrages importants) dont la hauteur de chute peut varier de un ou deux mètres jusqu'à plusieurs dizaines de mètres.

Dans certaines centrales le bâtiment est intégré au seuil : dans ces centrales le canal ou conduite d'amenée disparaît et la conduite forcée se confond avec l'entrée vers la turbine (figure B « centrale de basse chute »). Lorsque la centrale n'est pas intégrée au seuil (figure D « centrale de haute et de moyenne chute »), la partie de cours d'eau située entre le barrage et le point de restitution du canal de fuite détermine un « tronçon court-circuité » (TCC), dans lequel ne coule plus qu'une très petite partie du débit arrivant à l'amont du barrage. Ce débit est appelé « débit réservé ». Il doit au minimum garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces présentes. La hauteur du seuil détermine, avec la pente du cours d'eau en amont de ce seuil, la capacité de la retenue et sa plus ou moins grande capacité à fonctionner par écluses.

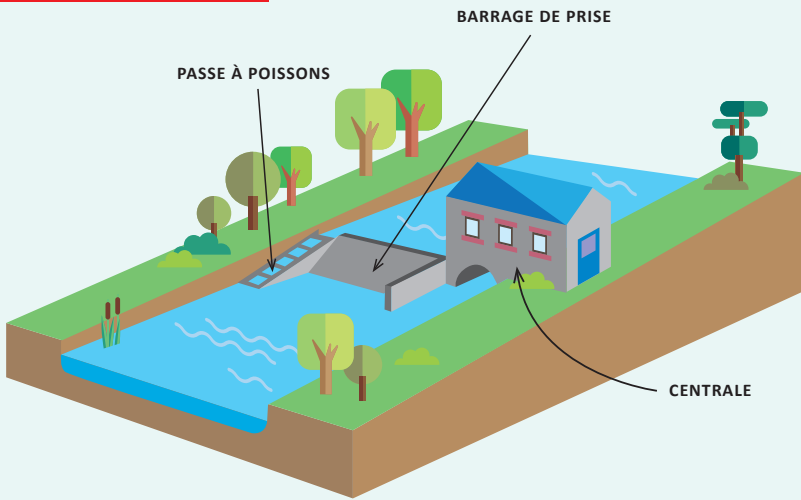
#### **A - Principe de fonctionnement d'une centrale hydraulique**



<sup>2</sup> En montagne on trouve des prises d'eau « par en dessous » formées d'un canal creusé à travers le lit de la rivière et protégées par une grille dans sa partie supérieure.

Source : Guide pour le montage de projets de petite hydroélectricité (ADEME, mars 2003)

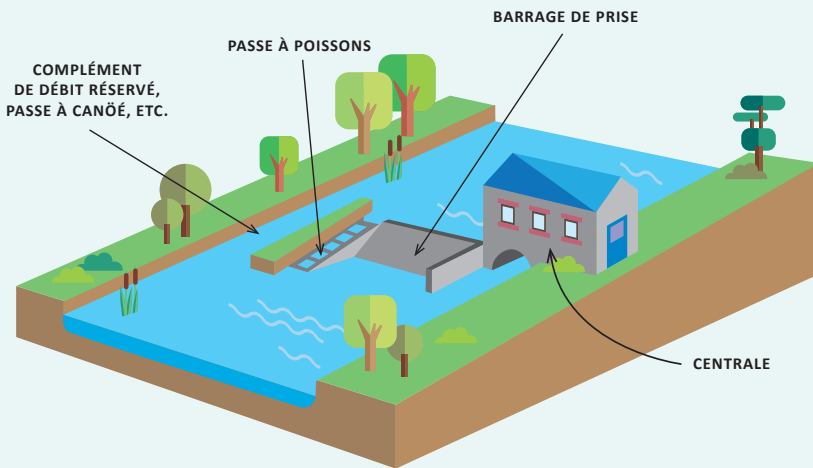
### B - Centrale de basse chute



Source : Fonctionnement de petites centrales hydroélectriques de basse chute (ADEME, mars 2003). Schéma modifié par FNE.

Les centrales de basse chute sont équipées d'un ouvrage de prise d'eau et d'un seuil (digue ou barrage). Sur ce schéma, comme pour les centrales de moyenne et haute chute (schéma D ci-dessous), l'ouvrage entrave la continuité longitudinale du cours d'eau bien qu'atténué par la passe à poissons.

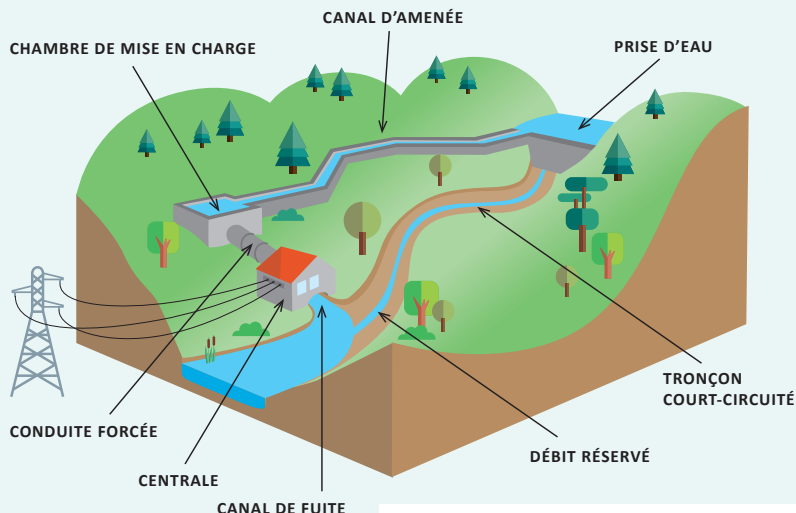
### C - Centrale de basse chute avec rivière de contournement



Source : Fonctionnement de petites centrales hydroélectriques de basse, moyenne et haute chute (ADEME, mars 2003). Schéma modifié par FNE.

Les aménagements les plus transparents écologiquement restent rares. Ils peuvent être équipés d'une rivière de contournement (voir schéma ci-contre).

### D - Centrale de moyenne et haute chute



Source : Fonctionnement de petites centrales hydroélectriques de moyenne et haute chute (ADEME, mars 2003). Schéma modifié par FNE.

La conduite forcée n'est présente que dans les cas d'aménagements de haute ou moyenne chute.

## HYDROÉLECTRICITÉ, NUCLÉAIRE, ÉOLIEN...

### QUELQUES REPÈRES :

Comparons 3 types d'énergie quant à leur production en fonction du nombre d'heures de fonctionnement et de leur puissance. Nous prendrons le cas d'une éolienne, d'un réacteur nucléaire et d'une centrale hydraulique :

INSTALLATION DE PRODUCTION ÉLECTRIQUE	NOMBRE D'HEURES ÉQUIVALENT DE FONCTIONNEMENT À PLEINE PUISSANCE (moy/an)	PUISSANCE INSTALLÉE	PRODUCTIBLE = PRODUCTION MOYENNE	EQUIVALENT EN NOMBRE D'ÉOLIENNES
Eolienne (1 éolienne)	2000 heures/an	2 MW	4 GWh	1
Nucléaire (1 réacteur)	7000 heures/an	1000 MW	7000 GWh	1750
Petite centrale hydraulique fonctionnant au fil de l'eau	4000 heures/an	2 MW	8 GWh	2
Grande centrale de lac	2000 heures/an	226 MW	300 GWh	75

Source : FNE

Une éolienne terrestre fonctionne environ l'équivalent de 2000 heures/an avec une puissance nominale de 2MW. Il faudrait donc 1750 éoliennes pour obtenir la production moyenne d'un réacteur nucléaire et 75 éoliennes pour obtenir celle d'une centrale de lac. On remarque par contre que la différence de production est peu importante entre une éolienne et une petite centrale hydraulique fonctionnant au fil de l'eau.

#### NB :

Cette comparaison ne prend en compte que l'aspect énergétique « comptable » mais pas une caractéristique importante de toute installation de production électrique : sa disponibilité, c'est à dire la probabilité de disposer de l'électricité lorsque l'on en a besoin. Cette comparaison ne tient pas compte non plus des externalités négatives sur les milieux naturels comme les traitements des déchets nucléaires, les impacts d'un barrage sur la continuité écologique...

**FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT**

**Réseau Eau et Milieux Aquatiques : 3, rue de la Lionne 45 000 Orléans - Tél. 02 38 62 44 48**

Rédaction : France Nature Environnement // Conception graphique : les-delo.com // Mai 2016 - IPNS

**AGISSEZ AVEC NOUS, REJOIGNEZ-NOUS SUR FNE.ASSO.FR**