

L'ENERGIE HYDRAULIQUE

FICHE TECHNIQUE.

I. PRINCIPE

L'énergie hydroélectrique nécessite un cours d'eau ou une retenue d'eau. La centrale exploite l'énergie potentielle créée par le dénivelé de la chute d'eau.

La centrale se compose **d'un réservoir**, d'une **chute d'eau** caractérisée par sa **hauteur**. L'énergie hydraulique est convertie en électricité par le passage de l'eau dans une turbine reliée à un alternateur. La puissance de la centrale dépend également du **débit d'eau**. (1)

II. DIFFERENTS TYPES DE CENTRALES

On peut les classer par type d'aménagement : (2)

- **La centrale au fil de l'eau** (la centrale est sur un fleuve, le débit est important, le réservoir est petit, la hauteur de chute est faible)



Centrale de Beauharnois au Québec : Puissance 1660MW ; hauteur de chute 24m ; source : http://www.hydroquebec.com/production/hydroelectrique/saint_laurent/beauharnois/index.html

- **La centrale de lac** (la centrale comporte un réservoir important : le lac artificiel, le lac est maintenu par un barrage)



Barrage de Tignes, le plus haut de France (160 m il retient 230 millions de m³) ; source : http://www.industrie.gouv.fr/energie/hydro/f1_hydro.htm

- Les centrales peuvent aussi stocker l'énergie, c'est le cas des **STEP** (station de transfert d'énergie par pompage). Le pompage s'effectue par des turbines entre deux bassins à des altitudes différentes. Ces centrales permettent de stocker l'électricité excédentaire sur le réseau. C'est le cas du barrage de Montézic dans l'Aveyron d'une puissance installée de 910MW il peut produire en 1 an 1400GWh (3)

- Ce principe de fonctionnement s'applique également **aux centrales éclusées** dont la hauteur de chute est moins importante qu'une STEP et qui fonctionnent avec des débits importants. C'est le cas du barrage de Génissiat sur le Rhône avec une puissance installée de 420MW et une énergie produite d'environ 1612GWh par an.



Source : <http://www.cnr.tm.fr/fr/index.htm>

On rencontre également des classements par type de barrage : (dont voici 3 exemples)

Barrages-poids	Barrages-voûtes	Barrages à contrefort

Source : http://www.industrie.gouv.fr/energie/hydro/f1_types.htm

III. LA TAILLE DES CENTRALES:

La classification se fait aussi par quantité d'électricité produite.

Grande $P > 10\text{MW}$

Petite $10\text{MW} > P > 1\text{MW}$

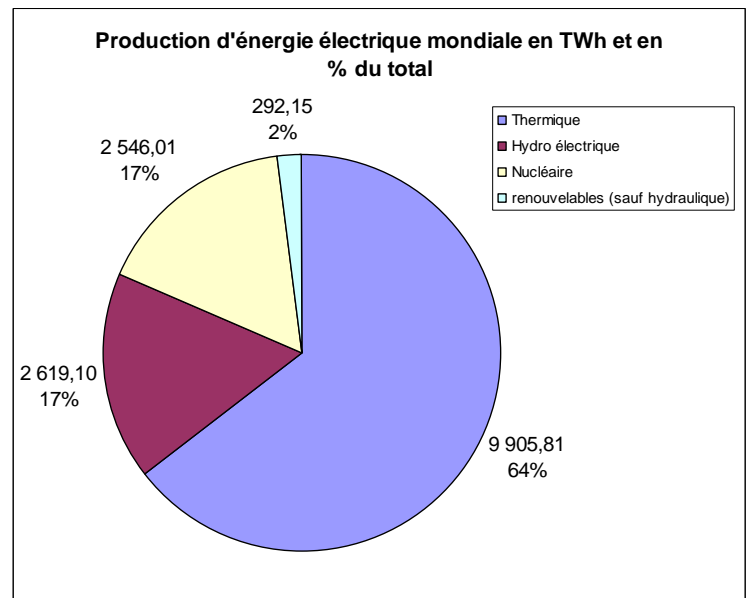
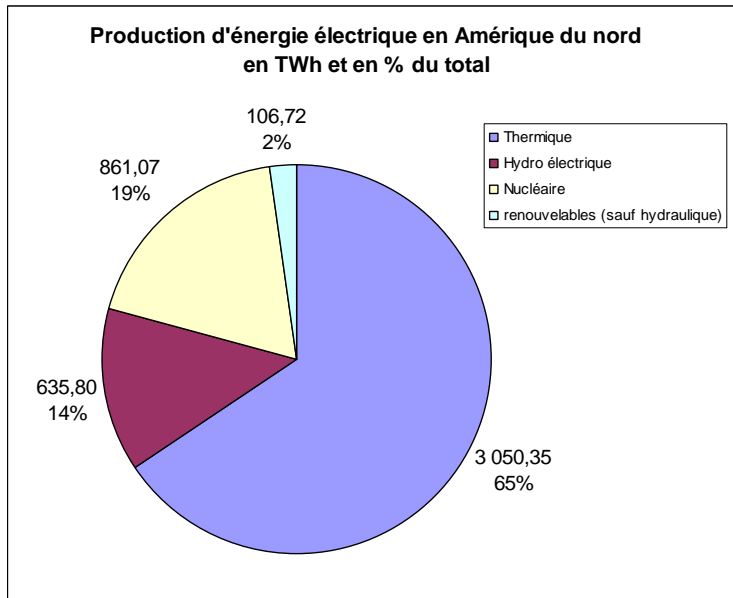
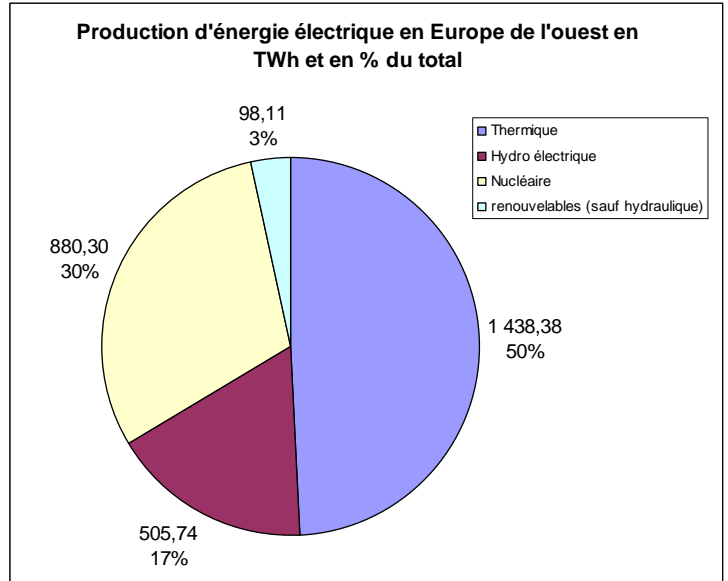
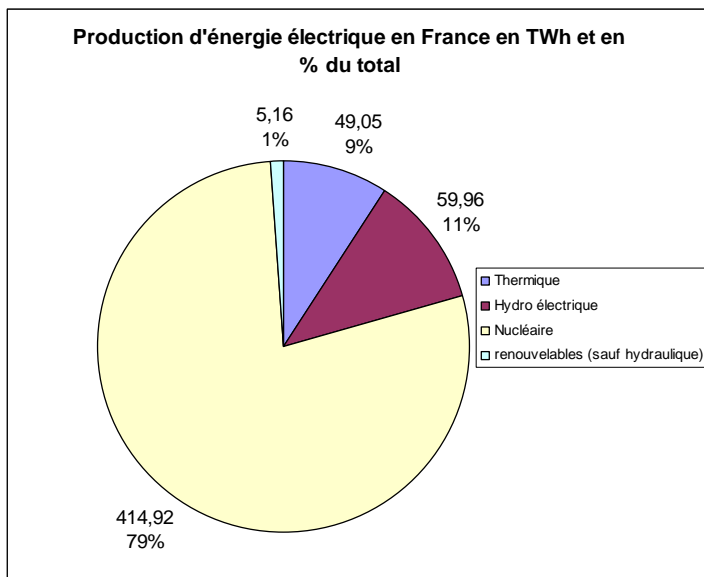
Mini $1\text{MW} > P > 10\text{kW}$

Micro $P < 10\text{kW}$

La plupart des centrales en France sont de type Grande hydroélectricité. Cependant de nombreux moulin pourraient être rénovés en centrales du type mini, micro ou petite hydroélectricité. L'ADEME estime que le potentiel de puissance est de 2000MW. (4)

IV. L'ENERGIE HYDRAULIQUE EN FRANCE ET DANS LE MONDE, QUANTITE D'ENERGIE PRODUITE :

Diagrammes fait à partir des fichiers du « Department of Energy (DoE) » (5), productions sur l'année 2002 :



En résumé, la France a produit environ 60TWh (60 000 milliards de Watt heure) grâce à l'énergie hydraulique en 2002, soit 11% de sa production totale d'électricité. Dans le monde, l'énergie hydraulique représente 17% de la production d'électricité soit 2600TWh.

La puissance hydroélectrique installée en France est de 21GW (21 milliards de Watt) ce qui correspond environ à l'équivalent de 21 réacteurs nucléaires (en comptant 1 GW par réacteur nucléaire) soit 18% de la puissance électrique installée dans notre pays.

Les barrages ont été construits principalement dans les années 1950. Depuis 1980, la puissance installée est passée de 16GW à 21GW (en 2003).

V. EXEMPLE DU BARRAGE DES TROIS GORGES .:

Le barrage des 3 gorges (Chine) correspond quasiment à lui seul à la puissance hydraulique installée en France soit 19GW. Il fournira 5% de la production de l'électricité en Chine (356 GW en 2003). C'est la plus grande usine hydroélectrique au monde.



Image Google Earth

A titre indicatif, on peut comparer la surface du lac créé par la retenue avec la surface prise au sol en utilisant d'autres types d'énergie.

- La surface du lac du barrage des 3 gorges sera de **6900 km²** pour une puissance de 19 GW.
- Cette puissance correspond à **190 km²** de panneaux solaires si on pouvait en produire autant.
- Elle correspond aussi à environ 5 centrales nucléaires du type du Bugey dont la surface est de 1 km² soit **5 km²**

VI. AUTRES INTERETS ET INCONVENIENTS DES RETENUES D'EAU.

Il ne faut pas oublier que les retenues d'eau permettent également de mieux irriguer, de mieux gérer les crues d'un fleuve, de rendre des fleuves navigables. Par contre la création d'un réservoir peut engendrer des déplacements de population (2 millions de personnes pour le barrage des 3 gorges)

VII. EXPERIENCES POSSIBLES AVEC LES ELEVES.

On peut réaliser des « nano » centrale hydroélectriques avec les élèves, il suffit d'un peu de PVC, d'une dynamo de vélo d'ampoules et de multimètres. (6)



Vue de la turbine



Vue de la turbine dans la canalisation



La turbine raccordée à la dynamo

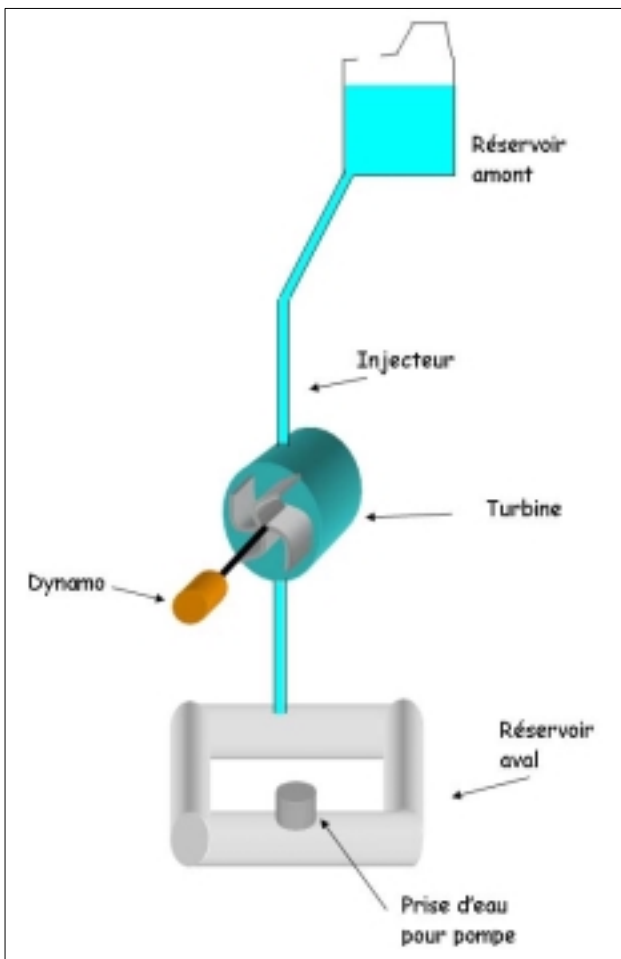


Schéma de l'installation hydraulique

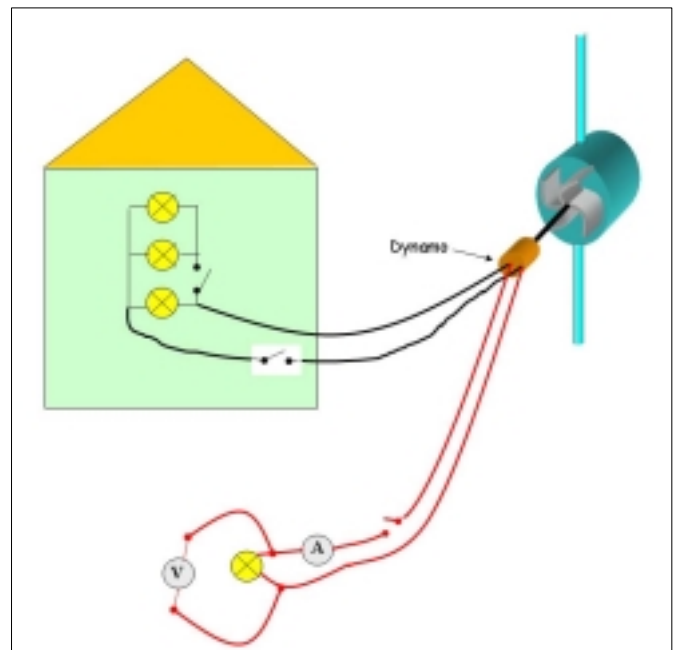


Schéma de la réalisation électrique

VIII. REFERENCES

- (1) La fiche EDF sur l'énergie hydraulique :
http://www.edf.com/fichiers/AteliersEnergie/PDF/0601_dpi_hydraulique.pdf
- (2) « *L'énergie en 2050* » de Bernard Wiesenfeld paru en 2005 aux éditions EDP sciences est un des rares ouvrages actuels qui consacre un chapitre aux énergies hydrauliques.
- (3) Le site du ministère de l'industrie sur les barrages :
http://www.industrie.gouv.fr/energie/hydro/fl_hydro.htm
- (4) L'ADEME consacre un numéro spécial sur la petite hydroélectricité (PHE) :
<http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=30100&p1=00&p2=08&ref=12441>
- (5) Recensement de la production et consommation d'énergie électrique mondiale par le « Department of Energy (DoE) ». Ce sont des documents excel, possibilité de les faire exploiter par par les élèves
<http://www.eia.doe.gov/iea/elec.html>
Fiche sur la production d'électricité par pays (puissance installée) :
<http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/table64.xls>
Fiche sur la production d'électricité hydraulique par pays (puissance installée) :
<http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/table64h.xls>
Consommation mondiale d'énergie électrique par catégorie :
<http://www.eia.doe.gov/pub/international/iea2003/table63.xls>
- (6) Voir : « un exemple d'atelier scientifique sur les énergies renouvelables pour l'habitat » :
<http://acces.inrp.fr/eedd/climat/pedagogie/>