

Une centrale hydroélectrique se compose d'une prise d'eau ou d'une retenue d'eau et d'une installation de production. 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 puissance récupérable d'une chute d'eau se calcule par la formule: $P = H \times Q \times g \times \eta$

- P : puissance produite mesurée (kW) ;
- H : hauteur de chute (m) ;
- Q : débit moyen mesuré (m³/s) ;
- g : constante d'accélération de la pesanteur ($\approx 9,8 \text{ m/s}^2$) ;
- η : rendement de la centrale (compris entre 0,6 et 0,9).

Les atouts des centrales hydroélectriques :

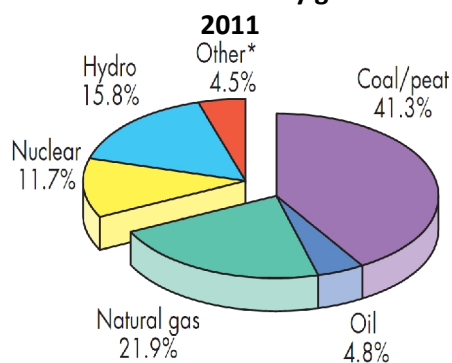
- elles utilisent une énergie renouvelable,
- elles ont un faible coût d'exploitation.

1. L'hydroélectricité dans la production énergétique mondiale.

La puissance moyenne de la production mondiale d'électricité s'élève à environ 2.2TW. (T « téra » = 10^{12})

1. Calculer la production mondiale d'électricité en 2011, en Wh.
2. En déduire la production hydroélectrique mondiale en 2011.
3. Sachant que la production d'énergie solaire est de 200TWh, calculer le pourcentage d'électricité produite par l'énergie solaire.

Fuel shares of electricity generation



* Other includes geothermal, solar, wind, biofuels and waste, and heat.

2. Etude de la production hydroélectrique en France.

ÉNERGIE ÉLECTRIQUE EN FRANCE (DONNÉES RTE) - ANNÉE 2010

ÉNERGIE PRODUITE		TWh	PARC DE PRODUCTION EN FRANCE	
Production nette		550,3	PUISSANCE MAXIMALE (GW)	31/12/2010
	Nucléaire	407,9	Nucléaire	63,1
	Thermique à combustible fossile	59,4	Thermique à combustible fossile	27,4
	dont charbon	19,1	dont charbon	7,9
	dont fioul	7,9	dont fioul	10,4
	dont gaz	30,0	dont gaz	9,0
	Hydraulique	68,0	Hydraulique	25,4
	Éolien	9,6	Éolien	5,6
	Photovoltaïque	0,6	Photovoltaïque	0,8
	Autres sources d'énergie renouvelables*	4,8	Autres sources d'énergie renouvelables*	1,2
			Total	123,5

* Principalement : déchets urbains, déchets de papeterie, biogaz.

* Principalement : déchets urbains, déchets de papeterie, biogaz.

4. A partir des données du tableau ci-dessus, déterminer le pourcentage de la part de l'hydroélectricité dans la production d'énergie électrique totale française.

Les taux d'utilisation d'une capacité de production sont définis comme l'écart entre la production effective et la production potentielle.

5. Donner le taux d'utilisation du parc hydraulique et le comparer à celui du parc nucléaire sur l'année 2010. Comment expliquer cette différence ?

3. Etude de la production hydroélectrique sur la Mayenne.

La rivière Mayenne est jalonnée par 16 aménagements hydroélectriques réalisés par EDF entre 1959 et 1965 et fonctionnant au fil de l'eau. Les hauteurs de chute, comprises entre 1,50 m et 2,75 m, classent ces ouvrages dans la catégorie « très faibles chutes d'eau ».

L'étude porte sur la mise en place d'un nouveau type de turbine adapté aux très basses chutes d'eau dite VLH (Very Low Head) en lieu et place des anciens groupes.



Vue d'un ancien groupe siphon



Vue d'une VLH en fonctionnement



Groupe générateur d'une turbine VLH

Les données hydrométriques de la Mayenne dans le secteur d'implantation des VLH sont rapportées ci-dessous :

Ecoulements mensuels (naturels) - données calculées sur 41 ans												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Débit (m ³ /s)	64,3	61,6	50,3	33,8	22,8	14,1	9,1	6,0	6,4	12,5	27,6	47,5

La réalisation du projet est soumise à une contrainte de rentabilité. Dans ce but, on se propose de réaliser une estimation de la production des 16 sites Mayennais.

Pour simplifier le calcul, on considèrera que chacun des sites sera équipé d'une VLH 3550 (diamètre 3550 mm) et que la hauteur de chute nette est identique pour chacun des 16 sites et égale à 2 m.

Caractéristiques générales d'une turbine VLH								
	Hauteur de chute nette (en m)							
	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
Débit maximum (m ³ /s)	11,2	11,8	12,5	13,1	13,7	14,2	14,8	15,3
Puissance électrique max. (kW)	137	163	191	221	252	284	317	352

6. D'après les données constructeur fournies ci-dessus, donner une estimation du rendement des turbines. Le comparer à celui des anciens groupes siphon qui était de l'ordre de 60 %.

En juillet 2008, le ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire a présenté un plan de relance de la production hydroélectrique, dans le droit fil des conclusions du Grenelle de l'environnement : en 2020, la production annuelle devrait avoir augmenté de 7 TWh. Pour atteindre cet objectif, la puissance du parc français devra augmenter de 2500 MW.

7. En considérant que les centrales hydroélectriques sur la Mayenne ne fonctionnent que de Novembre à Mai (durant lesquels le débit moyen est bien supérieur au débit maxi de la turbine), donner une estimation de la production d'énergie électrique sur une année pour l'ensemble des 16 sites et comparer le résultat obtenu aux objectifs fixés par le Grenelle de l'environnement.