

# L'ÉNERGIE ET SES ENJEUX

---



---

## Table des matières

<b>I- L'énergie</b>	<b>1</b>
1- Les différentes sources et formes d'énergie . . . . .	1
2- Énergie et puissance . . . . .	2
<b>II- Chaîne énergétique : étude d'une centrale hydroélectrique</b>	<b>5</b>
1- Stockage et conversion d'énergie . . . . .	5
2- Conservation et dissipation thermique . . . . .	7
3- Le rendement . . . . .	8
<b>III-Exercices</b>	<b>10</b>

**Objectifs :**

- Schématiser une chaîne énergétique
- Réaliser un bilan énergétique
- Exploiter la formule  $E = P \times \Delta t$
- Calculer un rendement et estimer l'énergie dissipée
- Exploiter la relation entre flux énergétique et éclairement

## I- L'énergie

Vidéo d'introduction : <https://bit.ly/introenergie>

### 1- Les différentes sources et formes d'énergie



*Les différentes sources d'énergie*

**Question 1 :** Indiquer les sources d'énergie présentés dans l'image et les classer en sources d'énergie renouvelables et non renouvelables.

**Question 2 :** Un baril correspond à environ 160 L de pétrole et un litre de pétrole peut fournir une énergie de  $3,6 \times 10^4$  kJ. Calculer la quantité d'énergie stockée dans un baril de pétrole en joule.

## LES DIFFÉRENTES FORMES D'ÉNERGIE

- L'énergie **rayonnante** est l'énergie qui existe dans les rayonnements électromagnétiques : lumière (énergie **lumineuse**), infrarouge, ultraviolet, rayons X...
- L'énergie **mécanique** est l'énergie du mouvement des objets (énergie cinétique) et de leur position (énergie potentielle). Pour le mouvement de l'eau on parle d'énergie **hydraulique** et pour le vent d'énergie **éolienne**.
- L'énergie **chimique** est l'énergie qui est stockée dans les édifices chimiques
- L'énergie **thermique** est l'énergie qui existe sous forme de chaleur
- L'énergie **électrique** est l'énergie transférée par le courant électrique
- L'énergie **nucléaire** est l'énergie stockée dans les noyaux des atomes et libérée dans les étoiles et les centrales nucléaires



*L'énergie sous toutes ses formes*

**Question 3 :** Pour chaque source, précisez la forme d'énergie utilisée.

*Petit aparté historique :*

*L'histoire de l'énergie suit l'histoire de l'être humain. Les premiers hommes ne disposaient que de l'énergie musculaire, puis sont apparus le feu, l'énergie mécanique du bétail et l'énergie hydraulique avec les moulins à eau. A la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, la révolution industrielle et la naissance des machines à vapeur entraîne une exploitation croissante du pétrole et du gaz. La « fée électricité » apparaît à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Après la Seconde Guerre mondiale son utilisation se généralise dans tous les domaines : électroménager, chauffage, électricité... Et à la fin des années 1960 les premières centrales nucléaires voient le jour, elles permettent de répondre à la demande en électricité. Depuis les années 2000, face aux enjeux démographiques et environnementaux, la consommation et la production d'énergie est repensée et la notion « d'énergie renouvelable » voit le jour, et sont à l'heure actuelle un domaine de recherche important.*



<https://bit.ly/histoire-energie>

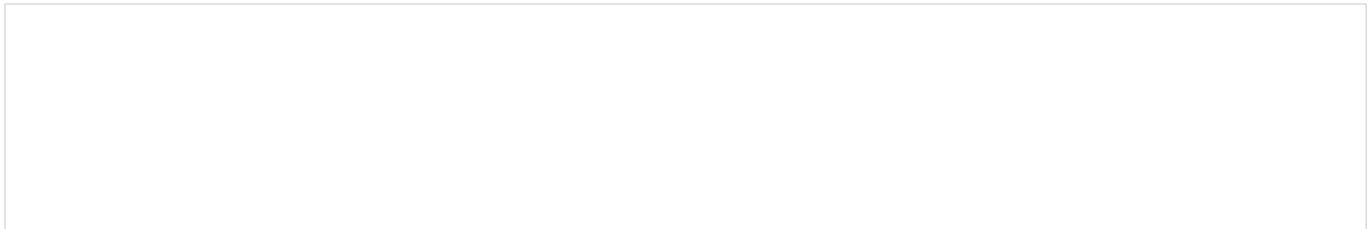
## 2- Énergie et puissance

### ÉNERGIE ET PUISSANCE : LES UNITÉS

Un watt représente un flux d'énergie de 1 joule par seconde ( $1 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}$ ) L'unité de l'énergie est le joule (J), mais on utilise souvent le wattheure ( $\text{W}\cdot\text{h}$ ), c'est à dire la quantité d'énergie consommée pendant une heure.

**Question 1 :** En utilisant les unités, déterminer la relation entre la puissance  $P$ , l'énergie  $E$  et la durée  $\Delta t$ .

**Question 2 :** A combien de joule correspond un wattheure ?



Le tableau ci-dessous permet de déterminer la distance que l'on peut parcourir en moyenne en utilisant 1,0 kW·h par personne :

Moyen de transport	Marche	Course	Vélo	Voiture	Bus	TGV	Avion
Distance parcourue en km	13,7	11,6	40,0	1,6	5,5	12,5	2,0
Durée du parcours	3 h 15	1 h 15	40 min	1,0 min	3,5 min	4 min	10 s
Durée du parcours en s							
Puissance en W							

**Question 3 :** Quel avantage présente la marche à pied par rapport à la course du point de vue énergétique ? Quel inconvénient présente-t-elle ?

**Question 4 :** Remplir la ligne *Durée du parcours en s*. On détaillera le calcul pour la marche à pied.

**Question 5 :** Remplir la dernière ligne du tableau. On détaillera le calcul pour la marche à pied.

#### Utiliser 1 kW·h à la maison

1 kW·h représente l'énergie nécessaire pour faire fonctionner son réfrigérateur pendant une journée, chauffer 1 m<sup>2</sup> de son logement pendant 6 h ou rafraîchir son logement à l'aide d'un climatiseur pendant 20 minutes environ. C'est aussi l'énergie globale utilisée pour que l'on puisse visualiser une vidéo en streaming pendant 10 s, en tenant compte de l'énergie nécessaire aux fonctionnements des infrastructures d'Internet et notamment les Data Centers.

Avec 1 kW·h, on peut aussi envoyer environ 40 emails, 10 000 SMS ou encore effectuer 3500 recherches sur Google.



<https://youtu.be/3nueWof0724>

**Question 6 :** On estime que, dans le monde, environ 200 millions d'emails sont échangés toutes les heures. Calculer l'énergie nécessaire au fonctionnement d'Internet, juste pour l'envoi d'emails, pendant 24h.

## II- Chaîne énergétique : étude d'une centrale hydroélectrique



*Petit aparté étymologique : Attention on écrit « énergie hydraulique » mais « centrale hydroélectrique ». Cela peut sembler étrange... Le préfixe associé à l'eau (*υδρός*) est hydro- (qui devient hydr- devant une voyelle). C'est le préfixe que l'on retrouve dans hydroélectrique et hydraulique.*

*Le terme « hydraulique » signifie mu par l'eau, qui utilise l'énergie de l'eau ou par extension d'un liquide. Il vient du grec *aulos* (*αὐλός*) qui signifie tuyau.*

### 1- Stockage et conversion d'énergie

#### LES CHAÎNES ÉNERGÉTIQUES

L'énergie peut exister sous plusieurs formes et passer d'une forme à l'autre, grâce à un convertisseur d'énergie. On parle alors de chaîne d'énergie lorsque les changements de forme d'énergie peuvent être utilisés pour l'activité humaine.

*Exemple : Le corps humain stocke l'énergie sous forme chimique dans ses tissus, la transforme en énergie mécanique pour se mouvoir ou en énergie thermique pour maintenir sa température.*

Pour représenter ses transferts et conversions d'énergie on utilise une chaîne énergétique avec :

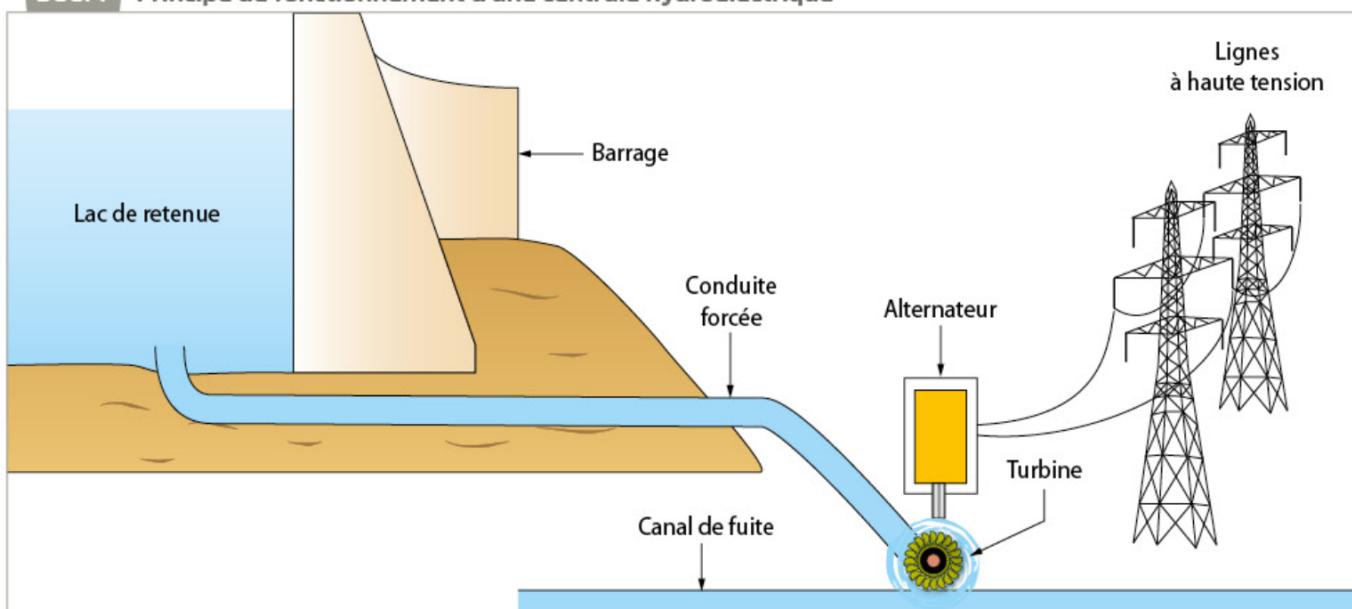
- Les réservoirs d'énergie représentées par des rectangles ;
- Les transferts d'énergie représentés par des flèches ;
- Les convertisseurs d'énergies représentés par des ellipses ou des cercles.

*Exemple : Chaîne énergétique du corps humain :*



*Comment modéliser la chaîne énergétique d'une centrale hydroélectrique ?*

#### DOC.1 Principe de fonctionnement d'une centrale hydroélectrique



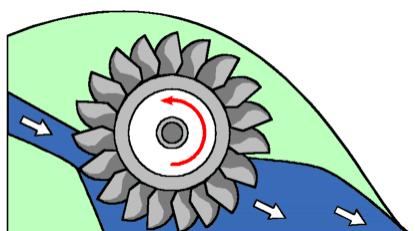
**Question 1 :** Quelle forme d'énergie est stockée dans l'eau du lac de retenue ?

*Coup de pouce : L'eau s'écoule naturellement du haut vers le bas, le barrage l'en empêche...*



**Question 2 :** Que pouvez-vous dire de l'énergie cinétique de l'eau lorsqu'elle s'écoule dans la conduite en pente ? Que pouvez-vous dire de son énergie potentiel de pesanteur ?

*Coup de pouce : L'énergie cinétique dépend de la vitesse et l'énergie potentielle de pesanteur dépend de l'altitude*

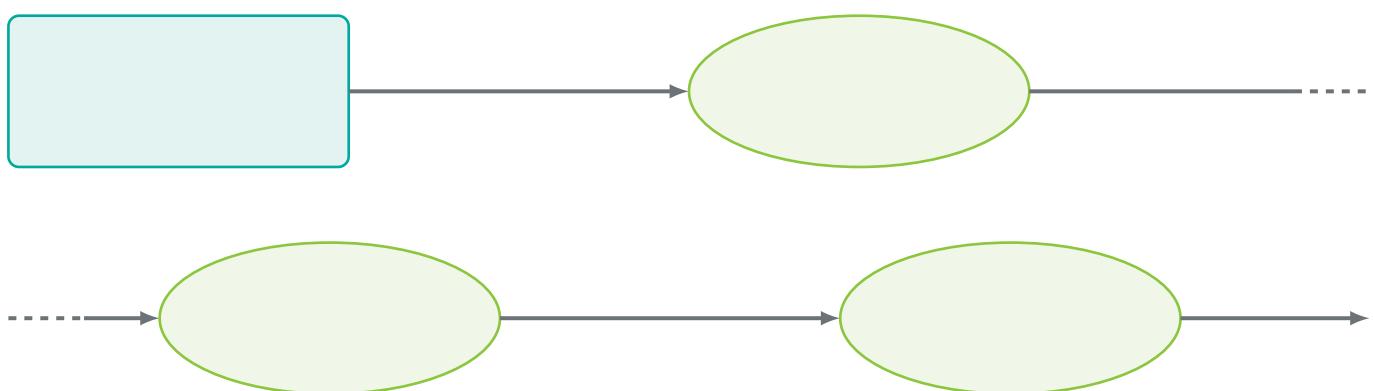


*Fonctionnement d'une turbine*

**Question 3 :** Lorsque l'eau arrive sur la turbine, elle la fait tourner. La turbine joue le rôle d'un convertisseur d'énergie : quelle sont les formes d'énergie avant et après la turbine ?

**Question 4 :** Un alternateur permet de produire de l'électricité grâce à la rotation d'aimants (le rotor) à l'intérieur d'une bobine de cuivre (le stator). Schématiser la chaîne énergétique de l'alternateur.

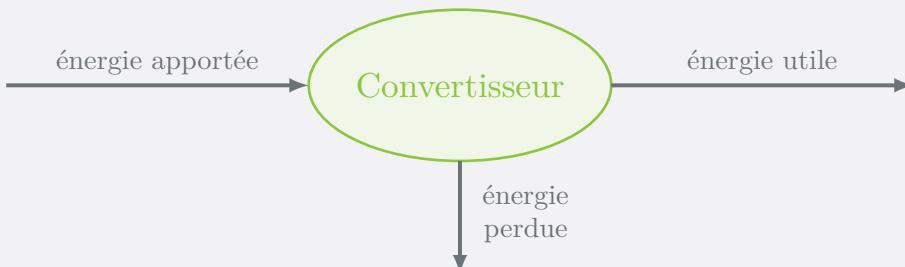
**Question 5 :** Pour conclure, compléter la chaîne d'énergie de la centrale hydroélectrique :



## 2- Conservation et dissipation thermique

### CONSERVATION DE L'ÉNERGIE ET DISSIPATION THERMIQUE

la célèbre phrase de Lavoisier « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme » s'applique aussi à l'énergie. Lorsqu'on parle de « pertes d'énergie », on ne dit pas qu'une partie de l'énergie s'est volatilisée mais qu'elle s'est dissipée sous une forme non exploitable par l'activité humaine : c'est la dissipation thermique due aux frottements ou à l'effet Joule.



**Question 1 :** Quelle est la relation entre  $E_a$  l'énergie apportée,  $E_u$  l'énergie utile et  $E_p$  l'énergie des pertes ?

Cette relation est aussi valable pour les puissances, il suffit de tout diviser par  $\Delta t$



Barrage de Grand'Maison dans l'Isère

**Question 2 :** Ajouter sur la chaîne énergétique de la centrale hydroélectrique les flèches symbolisant les pertes d'énergie.

On peut montrer que la puissance utile libérée par le lac de retenue est  $P_{lac} = \rho_{eau} \times g \times \Delta h \times D_v$  avec, pour le barrage Grand'Maison, plus grand barrage de France :

- $\rho_{eau} = 1,00 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  la masse volumique de l'eau ;
- $g = 9,81 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  l'intensité de la pesanteur ;
- $\Delta h = 700 \text{ m}$  le dénivelé de la conduite forcée ;
- $D_v = 216,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  le débit volumique dans la conduite.

**Question 3 :** Montrer que la formule est bien homogène.

**Question 4 :** Calculer la puissance utile libérée par le lac de retenue.

**Question 5 :** Sachant que 119 MW sont perdus à cause des frottements de l'eau dans la conduite, quelle est la puissance utile fournie par la conduite forcée à la turbine ?

*Coup de pouce : On rappelle que le préfixe kilo- est associé à  $10^3$ , Méga- à  $10^6$  et Giga- à  $10^9$*

**Question 6 :** Représenter la chaîne énergétique de la conduite forcée en indiquant les différentes valeurs de puissance.

### 3- Le rendement

**Question 7 :** Quel est le pourcentage de la puissance qui est perdue dans la conduite ?

#### LE RENDEMENT

Une chaîne énergétique réelle n'est jamais parfaite, il y a des pertes thermique par frottement ou par effet joule. Pour quantifier ces pertes, on définit le rendement  $\eta$  (lettre grecque *êta*) :

$$\eta = \frac{E_u}{E_a} = \frac{P_u}{P_a}$$

Le rendement est toujours compris entre 0 et 1. Si on souhaite l'exprimer en pourcentage il faut multiplier par 100.

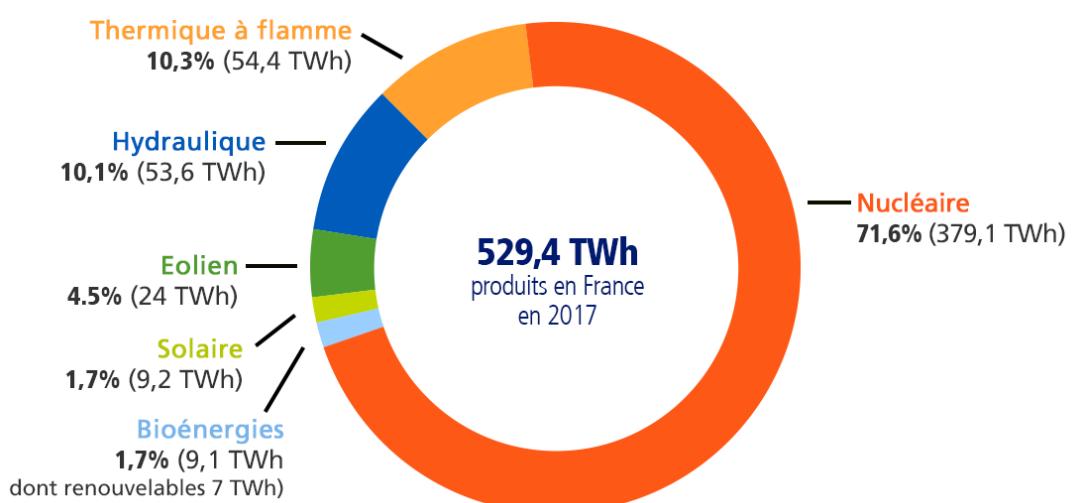
**Question 8 :** Calculer le rendement de la conduite forcée.

**Question 9 :** Exprimer la puissance utile fournie par la turbine,  $P_{u,turb}$  en fonction du rendement de la turbine  $\eta_{turb}$  et de la puissance reçue par la turbine  $P_{a,turb}$ . Calculer  $P_{u,turb}$  sachant que le rendement de la turbine est 0,90.

**Question 10 :** Le rendement de l'alternateur est  $\eta_{alt} = 0,96$ . Déterminer la puissance utile fournie par l'alternateur.

**Question 11 :** Quel est le rendement de l'ensemble de la centrale hydroélectrique ?

**Question 12 :** Déterminer l'énergie produite par ce barrage par an ?



**La production française d'électricité en 2017**

Source RTE - bilan électrique 2017

© EDF

Données : l'hydraulique en chiffre, <https://www.edf.fr>

**Question 13 :** Quel pourcentage de l'ensemble de la production d'énergie hydraulique représente le barrage de Grand'Maison ?

*Coup de pouce : Le préfixe Téra- est associé à  $10^{12}$*

### III- Exercices

#### 1- Maîtriser les bases



- a . Une ampoule à LED branchée sur une prise électrique produit de la lumière et de la chaleur. Tracer la chaîne énergétique de l'ampoule à LED.



- b . Représenter la chaîne énergétique d'une éolienne lorsque les pales sont en mouvement.

- c . Préciser les formes d'énergie stockées dans les réservoirs d'énergie suivants : un noyau de plutonium, un barrage hydraulique, une pile, du sucre.

#### 2- Puissance et énergie

- a . Donner la relation entre la puissance, l'énergie et la durée d'utilisation avec les unités.

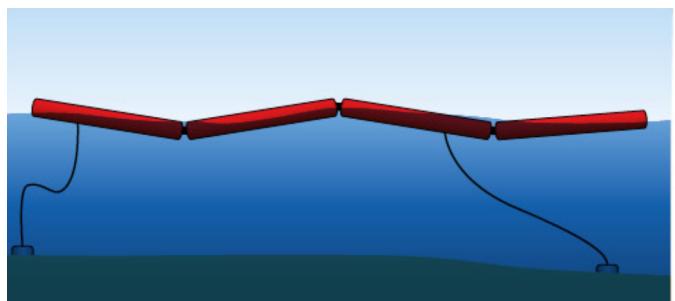
- b . Compléter le tableau suivant :

Appareil	Lampe	Télévision	Micro-onde	Lecteur DVD	Sèche-cheveux
<b>Puissance en W</b>	60 W	80 W	1300 W	25 W	
<b>Durée d'utilisation</b>	2 h	4 h	2 min		10 min
<b>Énergie en J</b>				$1,37 \times 10^5$	$4,2 \times 10^5$

### 3- Énergie houlomotrice : le Pelamis

Le Pelamis est un système permettant de produire de l'électricité à partir de la houle des vagues. Placé à cinq kilomètres de la côte, là où la profondeur est de 50 à 60 mètres, le Pelamis est constitué de quatres tubes cylindriques en métal reliés entre eux par des joints souples en caoutchouc.

C'est le mouvement des quatre tubes dû à la houle qui va entraîner les alternateurs qui vont à leur tour fournir de l'électricité. Cette électricité est transportée jusqu'au continent par des câbles sous-marins, et est directement injectée dans le réseau électrique.



Représentation du système Pelamis

a . Indiquer les formes d'énergie utilisées par le Pelamis.

b . Représenter la chaîne énergétique d'un Pelamis.

c . A l'aide du tableau ci-dessous, relever la puissance moyenne fournie par le Pelamis pour une hauteur de vague de 4 m et une période de vague de 10 s.

Données :  $1 \text{ W} \cdot \text{h} = 3600 \text{ J}$

		Période de la vague $T$ (s)															
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5
Hauteur de la vague (m)	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien
	Rien	22	29	34	37	38	38	37	35	32	29	26	23	21	Rien	Rien	Rien
1,0	32	50	65	76	83	86	86	83	78	72	65	59	53	47	42	37	33
1,5	57	88	115	136	148	153	152	147	138	127	115	104	93	83	74	66	59
2,0	89	138	180	212	231	238	238	230	216	199	181	163	145	130	115	105	92
2,5	129	198	260	305	332	340	332	315	292	266	240	219	210	188	167	149	132
3,0	-	270	354	415	438	440	424	404	377	362	326	292	260	230	215	202	180
3,5	-	462	502	540	546	530	499	475	429	384	366	339	301	267	237	213	
4,0	-	-	544	635	642	648	628	590	562	528	473	432	382	356	338	300	266
4,5	-	-	739	726	731	707	687	670	607	557	521	472	417	369	348	328	
5,0	-	-	-	750	750	750	750	750	737	567	658	586	530	496	446	395	355
5,5	-	-	-	-	750	750	750	750	750	750	711	633	619	558	512	470	415
6,0	-	-	-	-	-	750	750	750	750	750	750	743	658	621	579	512	481
6,5	-	-	-	-	-	-	750	750	750	750	750	750	750	750	676	613	584
7,0	-	-	-	-	-	-	-	750	750	750	750	750	750	750	688	622	593
7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	750	750	750	750	750	750	750	690	625
8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	750	750	750	750	750	750	750	

Variation de l'énergie récupérable (kWh)

Évolution de la production d'électricité en fonction de la période et de la hauteur des vagues