



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم  
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

N° d'ordre : M...../GE/2022

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme du master en génie électrique

Spécialité : énergies renouvelables en électrotechnique

Par

Hammou Hichem

Kaddour ben cherif Hanaâ

## Etude Du Stockage D'énergie Renouvelable Sous Forme D'eau

Président : Mr.Meskine Said

Grade Professeur Université de Mostaganem

Examineur : Mr.Kouadria Mohamed abdljabar

Grade MCA Université de Mostaganem

Rapporteur : Mr. Yagoubi BenabdellahAde

Professeur Université de Mostaganem

Année Universitaire :2021/2022



# *Remerciements*



*Le travail présenté dans cette mémoire a été effectué dans le département de Génie électrique spécialité énergie renouvelable en électrotechnique de l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.*

*Mes remerciements, avant tout, à ALLAH tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il m'a donné durant ces longues années d'études afin que je puisse arriver à ce stade.*

*Je tiens à souligner l'estime que je porte à Monsieur **Yagoubi Benabdellah** Professeur à l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, pour son soutien et son encadrement scientifique qui m'ont été bénéfiques pour mener à bien ce travail.*

*Nous tenons également à remercier messieurs les membres du jury :*

***Mr. Meskine** d'avoir accepté de juger notre travail et de présider le jury.*

***Mr. Kouadria** pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger notre travail.*

# Sommaire:

Introduction générale.....	11
<b>Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité.</b>	
1. Introduction.....	14
2. Station de transfert d'énergie par pompage STEP .....	14
2.1. Modèles de STEP .....	15
2.2. Avantage et inconvénient de STEP.....	16
2.2.1. Avantage.....	16
2.2.2. Inconvénients.....	16
3. Système (éolienne-STEP) .....	17
3.1. schéma synoptique du système (éolienne-STEP) .....	17
3.2. Principe de fonctionnement.....	18
3.3. Les composants du système (éolienne-STEP) .....	18
3.3.1. Eolienne.....	18
3.3.1.1. Les éléments majeure d'une éolienne.....	20
3.3.1.2. Les différents types d'éolienne .....	20
3.3.1.3. Comparaison entre l'éolienne offshore et onshore .....	21
3.3.1.4. Le meilleur type d'éolienne.....	22
3.3.2. Les turbines hydraulique.....	23
3.3.2.1. Catégories des turbines .....	24
3.3.2.2. Le rendement de chaque turbine.....	28
3.3.3. Alternateur.....	29
3.3.4. Inverseur électrique.....	31
3.3.4.1. Définition.....	31
3.3.4.2. Les types d'inverseur électrique.....	32
3.3.5. Electrovanne hydraulique.....	34
3.3.6. Les pompes hydrauliques.....	35
3.3.6.1. Les différents types de pompe hydraulique.....	35
3.3.6.2. Principe du fonctionnement d'une pompe.....	38
3.3.6.3. Couplage d'une pompe avec éolienne.....	38
3.3.7. Flotteur électrique.....	39
3.3.7.1. Principe du fonctionnement.....	40
4. Conclusion.....	41

## **Chapitre 2 : Dimensionnement d'une maison.**

1. Introduction.....	43
2. La liste des appareilles.....	43
3. La consommation des quelques appareille.....	43
4. La consommation de tous les appareilles.....	47
5. Conclusion.....	48

## **Chapitre 3 : Estimation des besoins d'énergie et le calcul de la capacité de réservoir**

1. Introduction.....	50
2. Estimation des besoins annuels en énergie électrique pour un foyer algérien moyen.....	50
2.1. Première cas.....	50
2.2. Deuxième cas.....	51
2.3. Troisième cas.....	54
3. Commentaire.....	56
4. Conclusion.....	56

## **Chapitre 4 : Réalisation pratique du système (STEP-PV) .**

1. Introduction.....	58
2. conception du model .....	58
3. description des composons .....	58
3.1 Panneau photovoltaïque.....	58
3.2 Onduleur.....	58
3.3 Régulateur MPPT.....	59
3.4 Mini générateur hydraulique (turbine) avec une lampe.....	60
3.5 Les Réservoirs (supérieur etinferieur).....	60
3.6 Pompe.....	61
4. Résultat de l'expérience.....	62
5. étude économique .....	62
6. conclusion .....	64
7. Références.....	65
8.Résumé.....	68

## Liste des figures :

- Fig1** : Schéma principe d'une STEP en cycle fermé.
- Fig2** : STEP de l'île d'El Hierro.
- Fig3** : Barrage hydroélectrique.
- Fig4** : Les éléments d'éolienne.
- Fig5** : Les éléments majeurs d'éolienne.
- Fig6** : Les types d'éolienne.
- Fig7** : Eolienne offshore et onshore.
- Fig8** : Turbine à action.
- Fig9** : Turbine à réaction.
- Fig10** : Turbine Pelton.
- Fig11** : Turbine Kaplan.
- Fig12** : Turbine Francis.
- Fig13** : Turbine Banki.
- Fig14** : Rendement de chaque type de turbine.
- Fig15** : Alternateur d'une centrale hydraulique.
- Fig16** : Stator.
- Fig17** : Rotor d'alternateur.
- Fig18** : Inverseur électrique.
- Fig19** : Inverseur automatique (ATS) 3 pôles biphasé 30 A.
- Fig20** : Inverseur manuel triphasé de la source 40 A.
- Fig21** : Inverseur télécommandé.
- Fig22** : Electrovanne électrique.
- Fig23** : Pompe.
- Fig24** : Pompe à engrenage externe.
- Fig25** : Pompe à engrenage externe
- Fig26** : Les pompes à pistons
- Fig27** : Les pompes à palettes.
- Fig28** : Pompe à vis.
- Fig29** : Principe du fonctionnement d'une pompe.
- Fig30** : Une pompe couplée avec éolienne.
- Fig31** : Flotteur électrique balle flottant.
- Fig32** : Schéma du branchement d'un flotteur balle flottant.
- Fig33** : Télévision de 100 w.
- Fig34** : Réfrigérateur avec leur étiquette énergétique.
- Fig35** : Etiquette énergie & tiquez d'un réfrigérateur.
- Fig36** : Cuisinière.

**Fig37** : Calcule de la consommation d'un tablette.  
**Fig38** : Calcule de la consommation d'un téléphone.  
**Fig39** : La pyramide de consommation des appareils électrique.  
**Fig40** : Chute N 1.1.  
**Fig41** : Chute N 1.2.  
**Fig42** : Chute N 2.  
**Fig43** : Chute N 3.  
**Fig44** : Chute N 4.  
**Fig45** : Un système hybride dans une maison.  
**Fig46** : les panneaux solaires.  
**Fig47** : L'onduleur.  
**Fig48** : régulateur MPPT.  
**Fig49** : Mini-turbine avec une lampe.  
**Fig50** : réservoir supérieur et inferieur.  
**Fig51**: une pompe.  
**Fig52** : caractéristique de la pompe.  
**Fig53** : une lampe allumée par la turbine.

### **Liste d'abréviations:**

Fig : Figure.  
Tab : Tableau.  
STEP : Station de Transfert d'Energie par Pompage.  
PV : Photovoltaïque.  
MPPT : Maximum power point tracker.  
SPC : SwissPumpCompany

### **Liste des tableaux :**

Tab 1 : Les puissances des appareils pendant 4 heures.  
Tab 2 : Les puissances avec une hauteur de 100 m.  
Tab 3 : Les puissances avec une hauteur de 300 m.  
Tab 4 : composant de system STEP-PV.

# **Introduction Générale**



## Introduction Générale :

---

### Introduction générale :

Louange à Allah seul, et que la prière et paix sur celui après qui il n'y a pas de prophète, Mohamed, que la prière et la paix d'Allah soient sur lui.

La vie est une bénédiction donnée par Allah à tous, c'est pourquoi nous devons travailler pour une vie heureuse et confortable.

Actuellement, dans notre vie quotidienne et pour une vie de luxe, nous avons besoin d'utiliser la technologie et toute qui rend notre vie facile et confortable tel que les télévisions, les Smartphone, les ordinateurs et beaucoup de choses incommensurables et les toutes cela ne fonctionnent qu'avec l'électricité ce qui implique l'utilisation de l'énergie électrique. L'énergie électrique peut être issue de différentes sources d'énergie : à partir d'énergie nucléaire, d'énergie renouvelable et d'énergie fossile. Pour choisir une source nous devons considérer : le coût, la qualité, le délai, et le point le plus important quelle ne soit pas polluante. Cette spécification s'applique aux énergies renouvelables.

L'énergie éolienne est une source renouvelable cent pourcent non polluante, se présente de façon générale comme un ensemble industriel destiné à transformer de l'énergie cinétique. Cette énergie peut être stockée au bien l'utilisée directement avec un procédé spéciale. Mais le problème principale dans les énergies renouvelables c'est comment en peut stocker cette énergie pour l'utiliser le temps dont nous avons besoins. Pour résoudre ce problème nous avons présenté une solution c'est l'utilisation de l'eau avec deux altitudes différents et un alternateur.

Notre étude est basée sur l'idée de construire un réservoir plus haut pour stocker l'eau et un plus bas pour recevoir cette eau qui tombe qui doit être réutilisée plusieurs fois. Donc, pour produire de l'électricité pendant la coupure du vent, l'eau du réservoir supérieur tombe par une turbine hydroélectrique entraînée par la chute d'eau. Cette turbine hydroélectrique produira l'électricité pendant. L'eau qu'a déjà traversée la turbine dans le réservoir bas pendant la coupure est pompée à nouveau chaque jour en utilisant l'énergie éolienne pour remplir le réservoir supérieur de stockage. Ainsi, ce dernier fonctionne de la même manière qu'une batterie. L'avantage d'utiliser ces réservoirs de stockage par pompage pour alimenter les maisons en électricité est qu'ils sont assez petits et leurs coûts de construction sont généralement faibles par rapport aux barrages hydroélectriques et source d'énergie totalement renouvelable non polluante.

## **Introduction Générale :**

---

Pour présenter cette solution du stockage, nous avons divisé notre mémoire en quatre chapitres : Dans le premier chapitre on présente une étude de la production d'électricité, nous avons étudié le principe de fonctionnement de notre projet de système éolienne-STEP pour le stockage d'énergie. Dans le deuxième chapitre nous présentons un dimensionnement d'une maison. Dans le troisième chapitre nous avons fait une estimation des besoins d'énergie et le calcul de la capacité du réservoir. Pour le quatrième chapitre nous avons présenté la réalisation pratique de notre projet STEP-PV Et finalement, nous terminons notre mémoire par une conclusion général.

# **Chapitre 1 :**

## **Etude de la production d'électricité**

# Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

## 1. Introduction :

Le problème principale dans les énergies renouvelables c'est comment on peut stocker cette énergie, pour l'utiliser le temps dont nous avons besoin ?

Nous avons travaillé pour éviter les batteries c'est pour ça on propose un système qu'utilise l'eau avec deux altitudes et un alternateur, on utilise le système (éolienne-STEP).

Notre projet basé sur deux opérations sont :

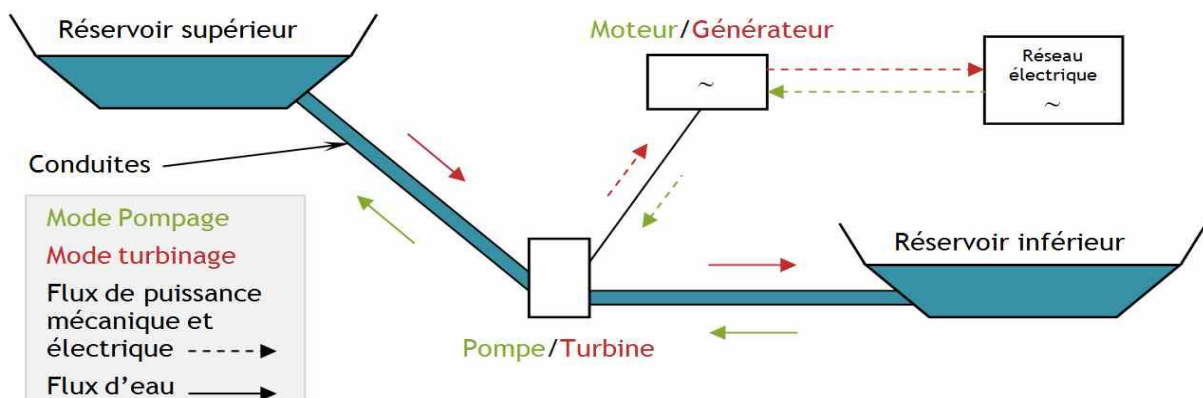
\*Le pompage : pompe de l'eau avec le sur plus de l'éolienne.

\*Le turbinage : l'électricité avec l'énergie cinétique de la chute d'eau.

Dans ce chapitre on va expliquer c'est quoi STEP et on présente le schéma synoptique du notre système et le détail des composants du système (éolienne-STEP).

## 2. Station de transfert d'énergie par pompage (STEP) :

Une STEP est un moyen de **stocker l'électricité** qui exploite la différence d'énergie **potentielle** entre deux **bassins**. Elle se compose de deux réservoirs d'eau séparés par un dénivelé. Lorsqu'il y a un surplus d'énergie, une pompe puise l'eau dans le bassin inférieur pour l'acheminer vers le bassin supérieure relâchée vers le bassin inférieur et alimente une turbine qui produit de l'électricité.[1]



**Fig1** : schéma principe d'une STEP en cycle fermé [2].

# Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

---

## 2.1. Modèles de STEP :



**Fig2** : STEP de l'île d'El Hierro [3].



**Fig3** : Barrage hydroélectrique [4].

# Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

---

## 2.2. Avantages et inconvénients deSTEP:

### 2.2.1. Avantages :

\*Une STEP est capable de délivrer de l'énergie en quelques minutes , et avec un très bon rendement (entre 70 % et 85 %).[1]

\*Autre avantage : sa **durée** du vie élevée (supérieure à 70 ans), une technologie simple, éprouvée et un coût de stockage 20 fois inférieur par MWh que celui d'une **batterie lithium-ion**. [1]

### 2.2.2. Inconvénients :

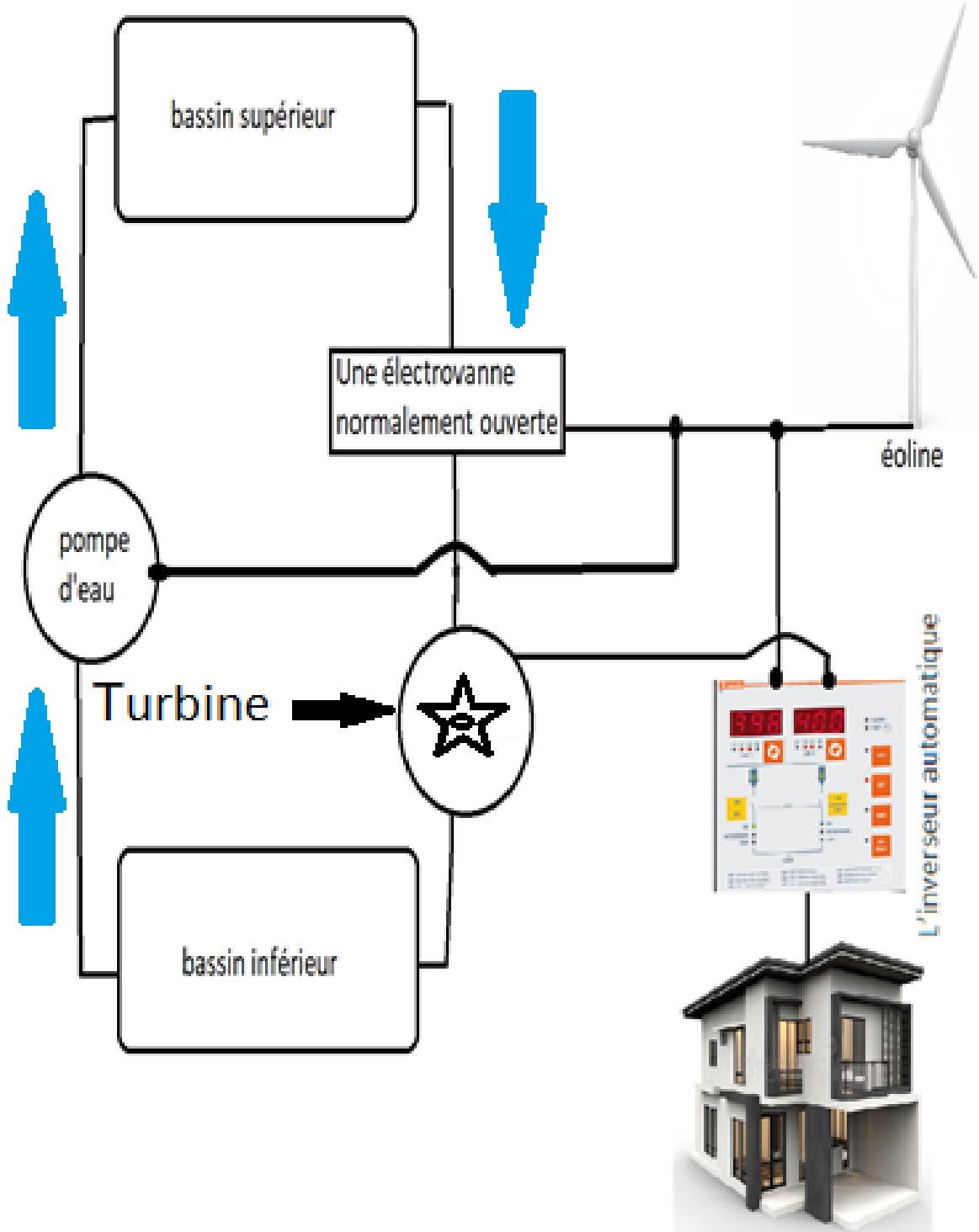
\*Forte modification de l'environnement. [5]

\*Nécessite un environnement compatible. [5]

# Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

## 3. Système (éolienne-STEP) :

### 3.1. Schéma synoptique du système (éolienne-STEP) :



# Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

---

## 3.2. Principe de fonctionnement :

\*Si on a le vent l'éolienne tourne elle allument la maison et la pompe d'eau. L'électrovanne est fermée, quand le bassin supérieur est rempli le flotteur il va arrêté la pompe.

\*Sinon dans l'absence du vent l'électrovanne s'ouvre car elle n'est pas alimentée par l'éolienne .Donc, on a une chute d'eau qui va tournée

la turbine hydraulique, cette dernière va actionnée l'alternateur qui est relié avec l'inverseur automatique, ce dernier va comparé entre l'énergie éolienne et l'énergie hydraulique, après il prend la plus performante entre les deux pour allument la maison.

## 3.3. Les composants du système (éolienne-STEP):

\*Eolienne.

\*Turbine hydraulique.

\*Alternateur.

\*Inverseur.

\*Flotteur.

\*Electrovanne hydraulique.

\*Pompe hydraulique.

### 3.3.1. Eolienne :

Une éolienne est un dispositif qui utilise du vent pour pomper l'eau ou pour Produire de l'électricité. Les éoliennes les plus connues sont celles qui servent à produire de l'électricité.

La taille d'une éolienne suivant le type, le mât mesure entre 10 m et 100m de haut. Le rotor mesure entre 5 m et 90 m de diamètre.

Le mât est en général deux fois plus haut que la longueur des pales (de l'ordre de 100 m pour des pales de 50 m).

Elle ce fonctionne sous l'effet du vent. Pour pouvoir fonctionner, l'éolienne

Nécessite une vitesse de vent minimale d'environ 10 à 15 Km/h.

Pour des questions de sécurité, elle s'arrê automatiquement de fonctionner



## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

Lorsque le vent dépasse 90 Km/h. Par conséquent, elle ne fonctionne pas toujours. La durée dépend des conditions météorologiques. Le tout varie en fonction des saisons.

La puissance électrique d'une éolienne s'exprime en kilo watts (KW) ou en méga watts (1MW=1million de watts).

La capacité d'une éolienne à produire est appelée sa « puissance nominale ».

Plus la puissance nominale d'une éolienne est élevée, plus elle produira d'énergie dans des conditions identiques (de vent et de durée d'utilisation).[1]

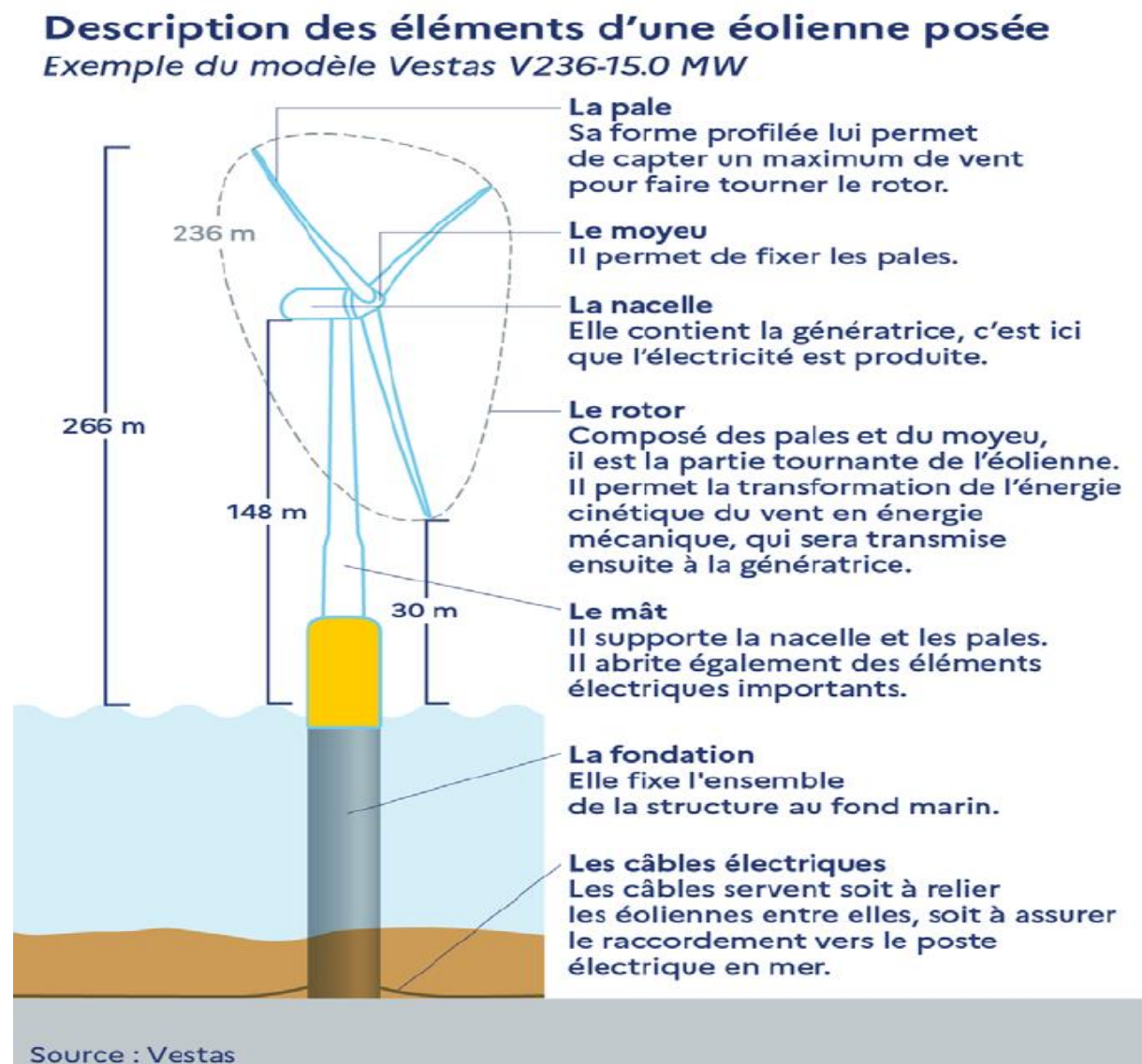


Fig4 : Les éléments d'éolienne[6].

# Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

## 3.3.1.1. Les éléments majeurs d'une éolienne:

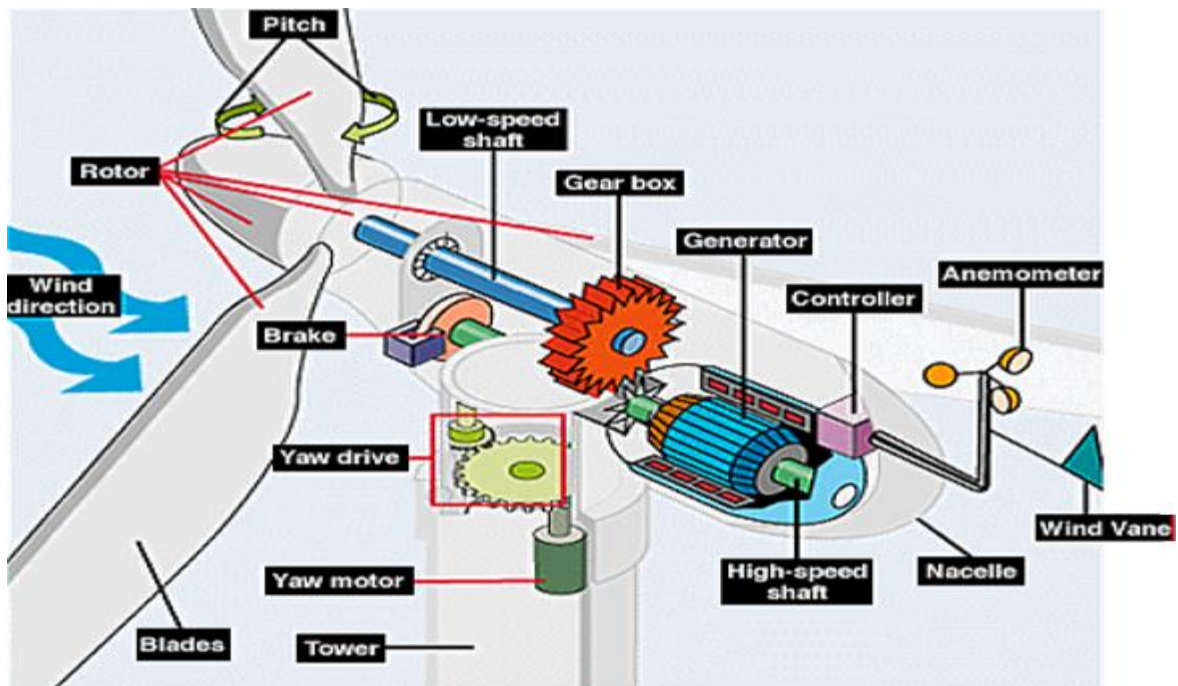


Fig5 :Les éléments majeurs d'une éolienne [7].

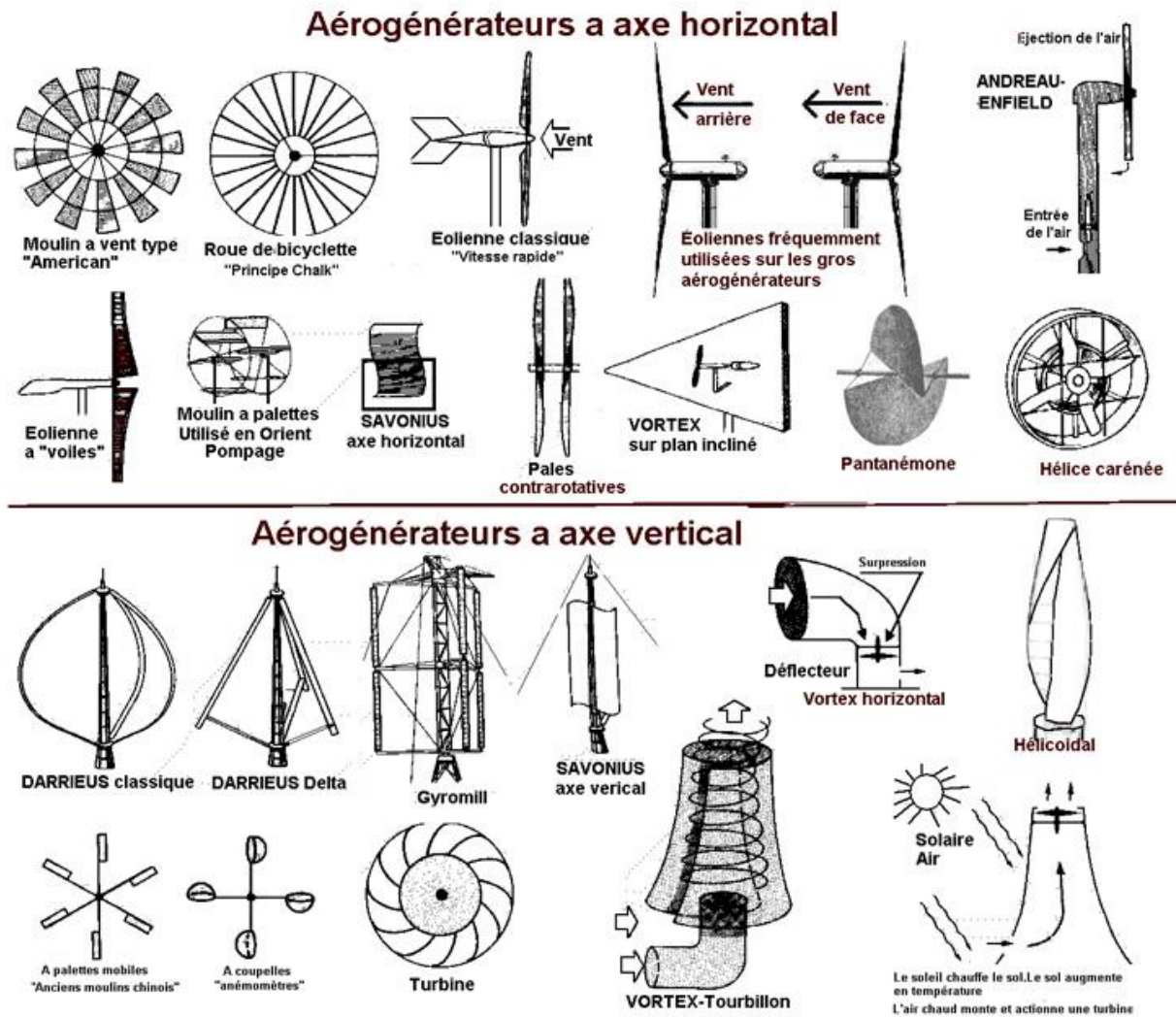
## 3.3.1.2. Les différents types d'éolienne :

Il y a deux types d'éolienne :

\*Eolienne à axe horizontal.

\*Eolienne à axe verticale.

# Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité



**Fig6 :** Les types d'éolienne.[8]

### 3.3.1.3. Comparaison entre l'éolienne offshore et on shore :

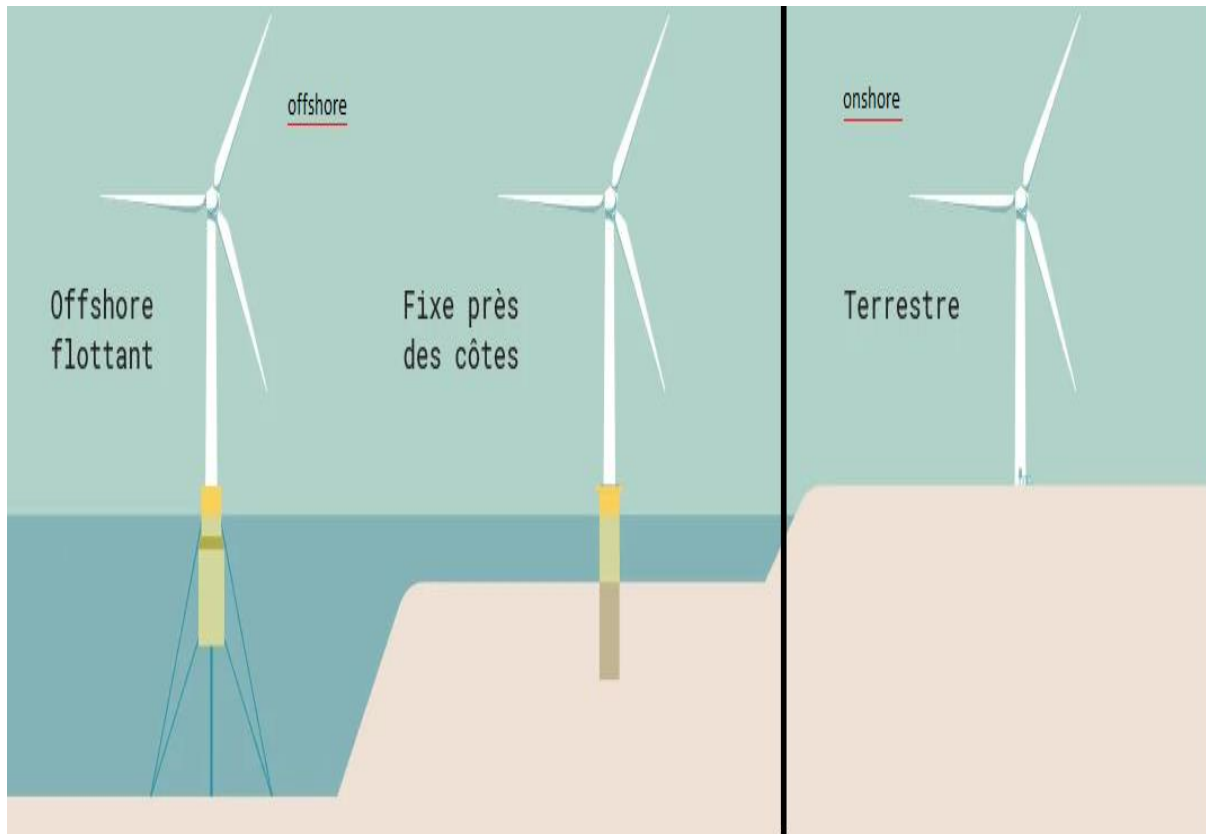
\*« Offshore » en anglais signifie « hors côtes », par opposition à « onshore » qui caractérise une éolienne terrestre. Une éolienne offshore est donc une éolienne en mer. Le fonctionnement des modèles offshore est similaire à celui des éoliennes terrestres : elles utilisent l'énergie du vent pour produire de l'électricité. [9]

\*L'éolienne offshore peut ainsi produire plus d'électricité deux fois qu'une éolienne terrestre ; avec l'implantation de fermes d'éoliennes offshore, un pays

## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

---

avec une zone côtière exposée aux vents peut compenser une zone terrestre moins propice à l'installation d'éolienne. [10]

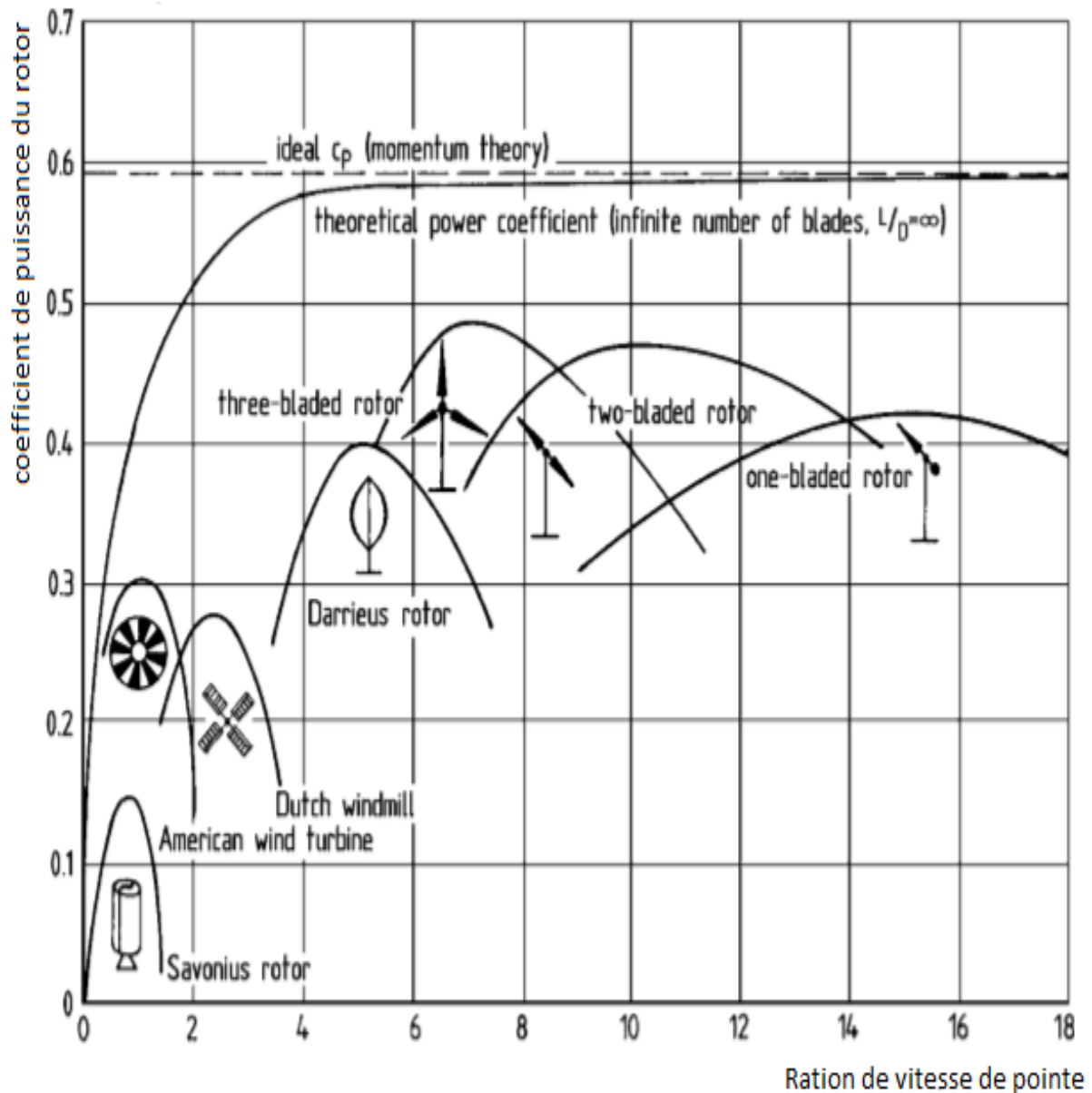


**Fig7** : Eolienne offshore et onshore.[11]

### 3.3.1.4. Le meilleur type d'éolienne :

Le principe de l'éolienne à axe horizontal est simple et rappelle celui du moulin à vent. C'est le type d'éolienne le plus répandu, le plus connu.

C'est également celle qui présente les meilleurs rendements. [12]



**Fig6** : schéma de Le meilleur type d'éolienne.[13]

### 3.3.2. Les turbines hydrauliques :

Une turbine hydraulique est une machine qui transforme l'énergie d'un écoulement d'eau en énergie mécanique au moyen d'un système de pales en rotation. Cette énergie mécanique peut être utilisée pour un générateur électrique. Une turbine simple se compose d'un seul rotor avec des pales, qui assurent l'échange d'énergie avec le flux. Les aubes de turbine deviennent le cours d'eau pour transformer l'énergie cinétique et l'énergie de pression, ou pour échanger la quantité de mouvement fluide avec un moment de force sur l'arbre. Dans la plupart des turbines hydrauliques, le débit d'eau est axial ou radial.

## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

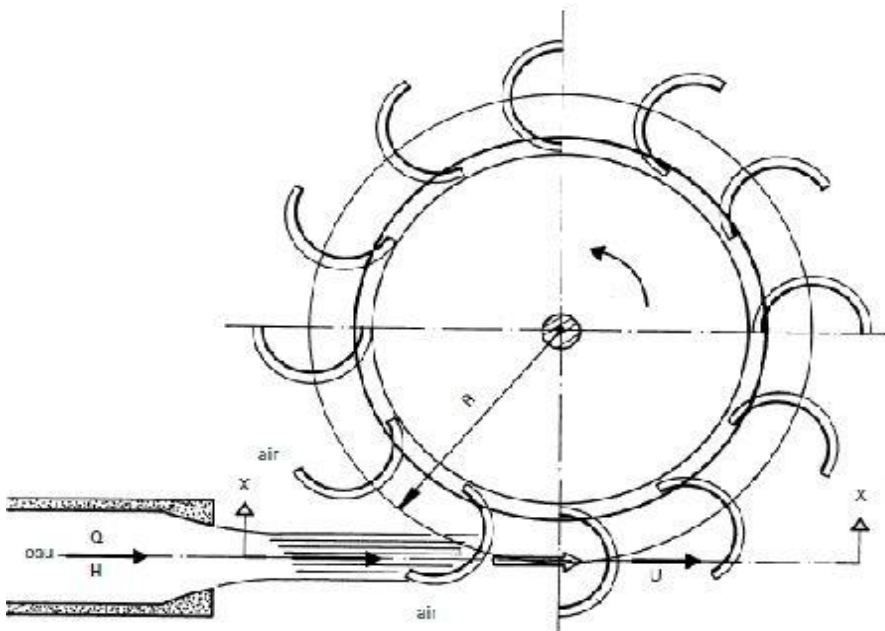
---

Cependant, dans une turbine à courants croisés, l'eau traverse les aubes de la turbine deux fois dans le sens transversal, d'abord vers l'arbre puis en s'éloignant de celui-ci. [14]

### 3.3.2.1. Catégories des turbines :

#### \* Turbine à action :

La turbine à action est reposée par le fait que l'énergie de l'aubage est totalement sous forme d'énergie cinétique. La pression reste constante entre l'eau et l'aubage (pression atmosphérique). La roue de la turbine est dénoyée et tourne dans l'air. Un jet entraîne les augets en exerçant une force pour les mettre en mouvement de rotation. Ce mouvement est transformé en couple et puissance mécanique sur l'arbre de la turbine. Comme la turbine PeltonetBanki. [14]



**Fig8** : Turbine à action .[14]

## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

### \* Turbine à réaction:

La turbine à réaction est une machine fermée. Elle utilise deux sources d'énergies ; une énergie cinétique qui est la vitesse de l'eau, et une deuxième énergie qui est la différence de pression. Le principe de fonctionnement de ce type est basé sur la création d'un tourbillon au moyen d'une bêche, d'aubages directeurs, ou les deux à la fois. Récupération du mouvement circulaire du tourbillon par les aubages d'une roue en rotation qui dévient les filets d'eau pour leur donner une direction parallèle à l'axe de rotation. Comme la turbine Francis, et Kaplan. [14]

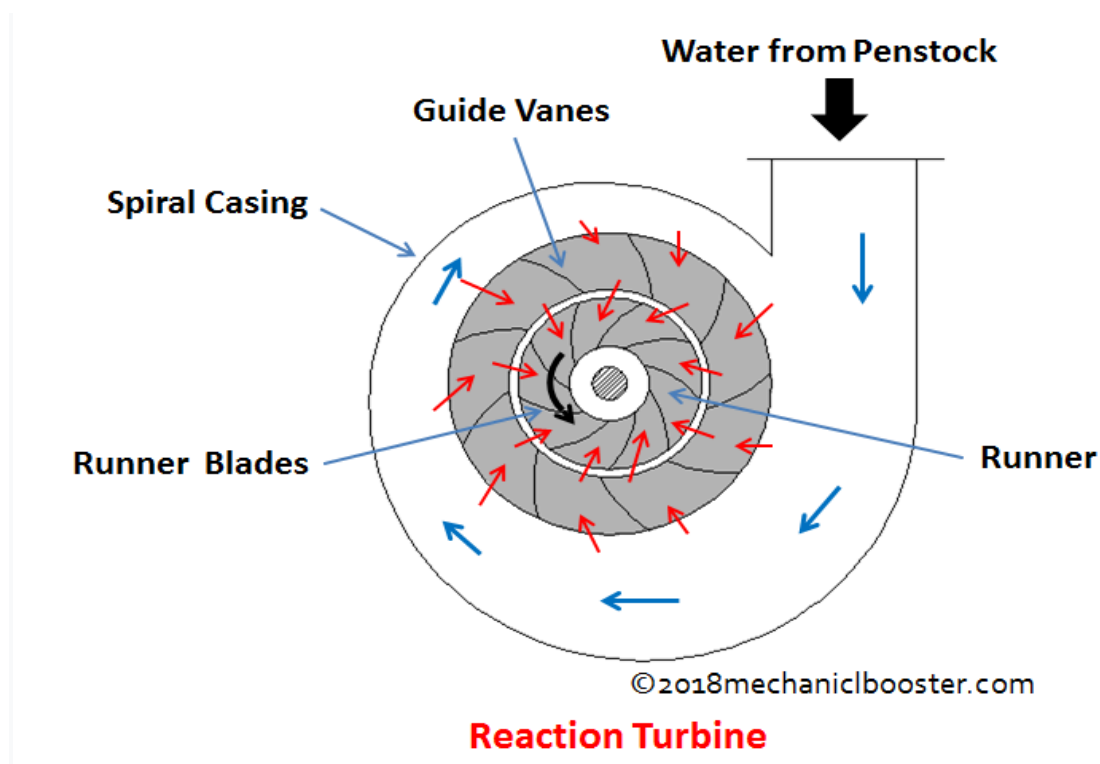


Fig9 : Turbine à réaction.[15]

### 3.3.2.2. Les différents types de turbine :

\*Turbine Pelton : est une turbine fonctionnant sous haute chute, plusieurs centaines de mètre .C'est une turbine à action dont le jet est freiné par les augets en rotation, il s'agit d'un écoulement à surface libre. De ce fait, la roue tourne dans l'air et est suspendu au dessus du canal de fuite. Il peut en résulte une perte de chute. L'effort sur chaque auget est le résultat d'une impulsion qui cause une fatigue importante. [16]

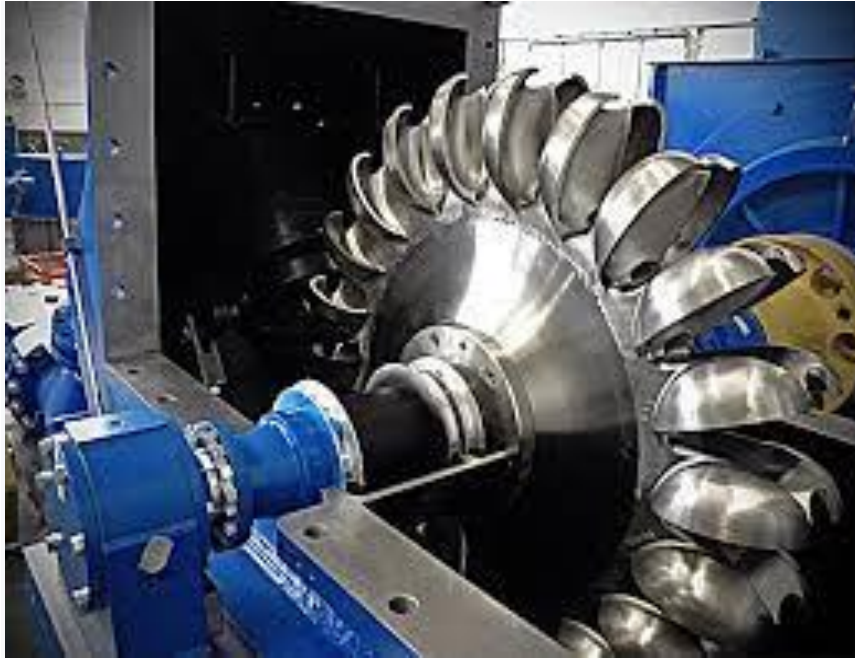


Fig10 : Turbine Pelton.[17]

\*Turbine Kaplan : est généralement installée sous des chutes variant de 15 à 40m. L'axe est vertical .Il s'agit d'une machine assez courante qui présente un enfoncement modéré d'environ 5 m sous le niveau aval .Grace au pas des pales ajustable, la Kaplan a un rendement très peu variable sur une grande gamme de débit.[16]



Fig11 : Turbine Kaplan. [17]



## **Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité**

---

\*Turbine Francis : Le plus ancien et le plus répandu des types de turbine. La turbine Francis a un très grand domaine d'application. En axe vertical pour les grandes dimensions, horizontal en mini-hydro où on retrouve plusieurs configurations possibles : roue simple ou roue double (axe horizontal).

C'est une machine robuste et très efficace. Son enfoncement est faible, environ 2 m sous le niveau aval, mais dans certain cas la roue peut être au dessus du niveau aval. [16]



Fig12 : Turbine Francis.[18]

## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

\*Turbine Banki : La turbine cross-flow ou Banki-Mitchell ou encore Ossberger :

Cette turbine simple et robuste convient essentiellement aux chutes moyennes et élevées, où elle peut concurrencer la turbine Francis en cas de débit très variable car si son rendement de pointe est nettement inférieur à celui d'une Francis moderne, la machine cross-flow permet dans une certaine mesure, une meilleure valorisation des petits débits. [16]



Fig13 : Turbine Banki. [19]

### 3.3.2.3. Rendement de chaque type de turbine :

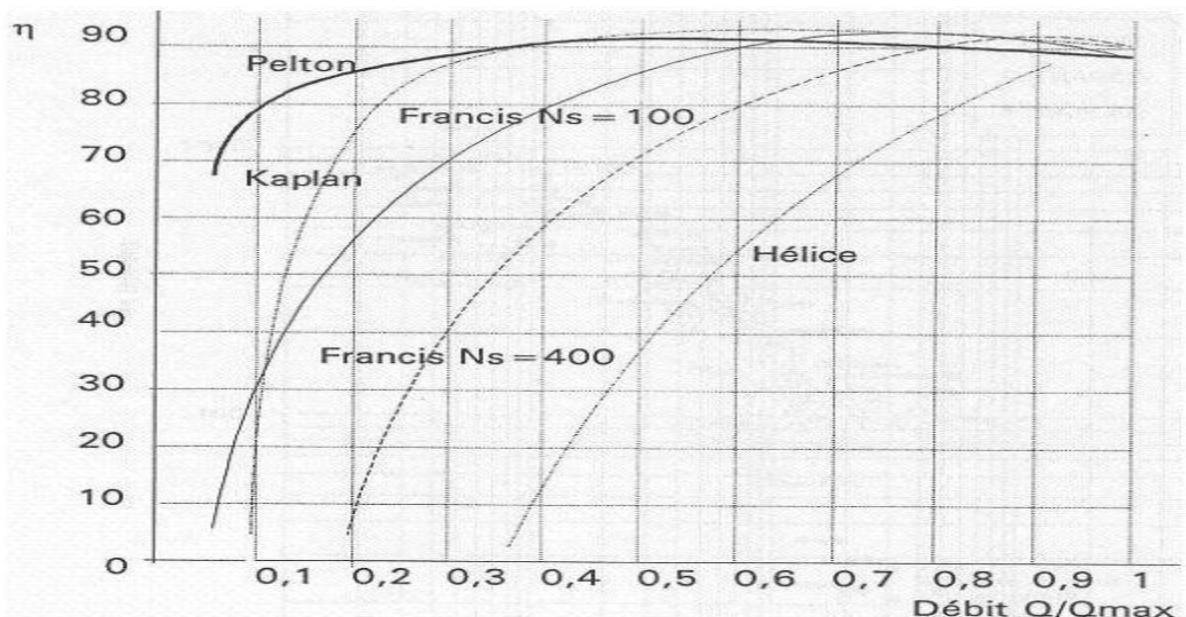


Fig14 : Rendement de chaque turbine. [19]

## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

---

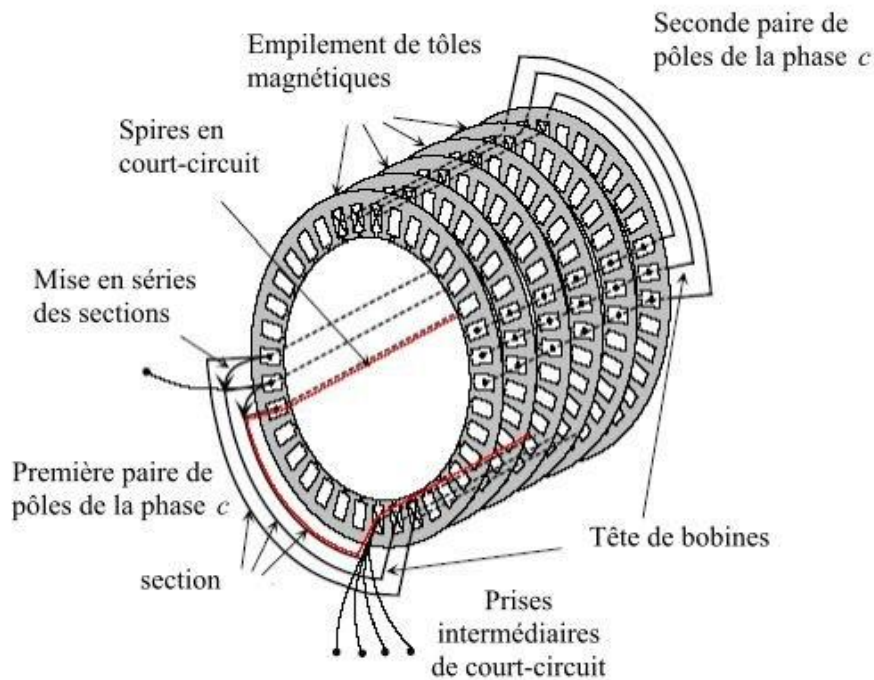
### 3.3.3. Alternateur :

Un alternateur transforme l'énergie mécanique de la turbine en énergie électrique, ils sont des machines très puissantes en service dans les centrales hydrauliques. Un alternateur est composé de deux parties ; une partie mobile appelée ROTOR et une partie fixe appelée STATOR. Un alternateur correspond à l'association d'une bobine et d'un aimant qui peut tourner. Lorsque l'aimant tourne, ses pôles magnétiques sud et nord s'approchent puis s'éloignent successivement de la bobine ainsi l'apparition d'une tension aux bornes de cette dernière, c'est-à-dire lorsque le rotor tourne dans le stator, le mouvement des électrons consiste à créer un courant électrique.[20]



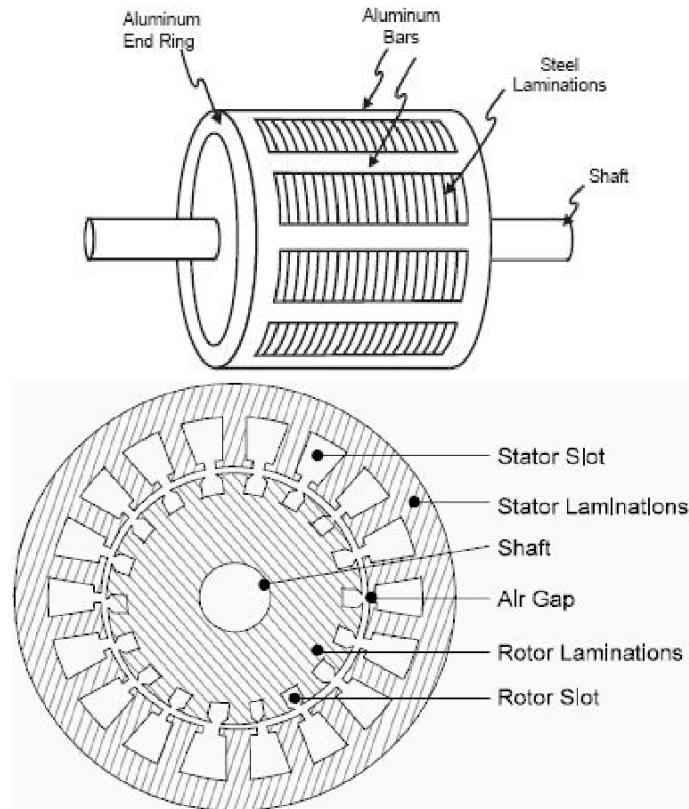
**Fig15** :Alternateur d'une centrale hydraulique. [21]

\* **Un stator** : est l'induit, il est constitué d'enroulement qui vont être le siège de courants électriques alternatifs induits par la variation du flux du champ magnétique due au mouvement relatif de l'inducteur par rapport à l'induit.[22]



**Fig16** : Stator .[23]

**\*Un rotor** : est entraîné par le moteur à l'aide d'une courroie. Généralement, il tourne 2 à 3 fois plus vite que le vilebrequin grâce à la démultiplication induite par le diamètre de la poulie d'entraînement. Le rotor prend la forme d'un axe métallique entouré par un courant électrique (principe de l'électroaimant). Ce champ (généralement au nombre de 12) du stator (lui-aussi bobiné), ce qui génère un courant électrique. [24]



**Fig17** : Rotor d'alternateur.[23]

### 3.3.4. L'inverseur électrique :

#### 3.3.4.1. Définition :

L'inverseur électrique, ou **inverseur de source**, est élément électrique indispensable dans le foyer .Il est le garant du bon fonctionnement de l'installation en cas de dysfonctionnement sur le réseau principal. Grâce à lui, un dispositif secondaire prend le relie en cas de problème. Ce dispositif sécuritaire est donc crucial dans certaines situations, à l'instar d'une coupure de courant. [25]



**Fig18** : Inverseur électrique. [26]

### 3/3.4.2. Les types d'inverseurs électriques :

On distingue trois types d'inverseurs électriques sur le marché :

**\*L'inverseur automatique**, ou motorisé qui se combine avec des programmes différents pour un fonctionnement automatisé. Le principal avantage est de ne pas nécessiter d'intervention humaine, ce qui est un gain en praticité. [25]



**Fig19** : Inverseur automatique (ATS) 3 pôles biphasé 30 A .[27]

## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

---

\* **L'inverseur manuel**, qui requiert l'intervention humaine. Cette enclenche le dispositif pour assurer le bon fonctionnement de l'électricité en utilisant la source de secours. [25]



**Fig20** : L'inverseur manuel triphasé de source 40 A.[28]

\***L'inverseur télécommandé**, sans intervention humaine grâce à un fonctionnement piloté électriquement. On l'utilise généralement pour le fonctionnement des appareils électriques à haute puissance (dés 400 Ampères). [25]



**Fig21** : Inverseur télécommandé.[29]

## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

---

### 3.3.5. Électrovanne hydraulique :

Une électrovanne est un dispositif électromécanique d'un circuit hydraulique, qui utilise un courant électrique pour générer un champ magnétique et actionner ainsi un solénoïde qui contrôle l'ouverture du flux de fluide dans une vanne. [30]



Fig22 :Électrovanne électrique.[31]

- Une électrovanne normalement fermée s'ouvre lorsqu'elle est alimentée électriquement.



- Une électrovanne normalement ouverte se ferme lorsqu'elle est alimentée électriquement.



**Pour dimensionner une électrovanne de façon optimale, il faut connaître :**

- Débit.
- Pression.
- Diamètre.
- Type de commande.
- Nombre de vois.



## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

---

### 3.3.6. Les pompes hydrauliques :

La pompe transforme l'énergie mécanique en énergie hydraulique. Il s'agit d'un dispositif qui prend de l'énergie d'une source (par exemple le moteur thermique, moteur électrique, etc.) et transforme cette énergie sous hydraulique.[32]



**Fig23:** Une pompe. [33]

#### 3.3.6.1. Les différents types de pompe hydraulique :[34]

**\*Les pompes à engrenages :** sont constituées de deux roues dentées qui s'engrènent l'une dans l'autre. C'est pompes ont également un débit constant. Elles fonctionnent à des pressions comprises général entre 50 et 210 bar. Les pompes fonctionnant avec les vitesses les plus élevées, soit jusqu'à 3000-6000 tr/min.

##### Avantage :

- Elles sont peu couteuses.
- Elles sont à cylindrée fixe.

##### Inconvénient :

- Leur rendement volumétrique est faible.

**\*Il existe deux types de pompes à engrenage :**

- Les pompes à engrenage externe.
- Les pompes à engrenage interne.

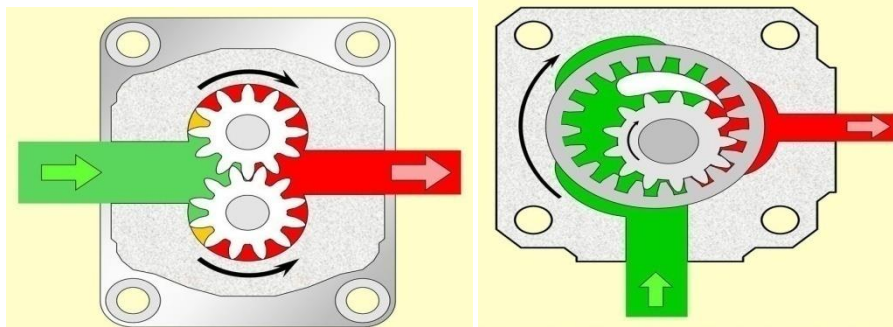


Fig24 : Pompe à

engrenage externe.  
externe. [35]

Fig25: Pompe à engrenage

interne.[35]

**\*Les pompes à pistons :** Elles fonctionnent grâce à des pistons animés d'un mouvement de va-et-vient continu. Les propriétés d'étanchéités des pistons sont excellentes, ce qui permet de fonctionner à des pressions élevées avec de faibles fuites de fluide.

Avantage :

- Elles offrent le meilleur rendement volumétrique global.
- Elles fournissent les plus hautes pressions.
- Elles sont fiables.
- Elles ont une forte densité de puissance.
- Il existe des modèles à cylindrée variable et cylindrée fixe.

Inconvénient :

- Elles sont les plus coûteuses.

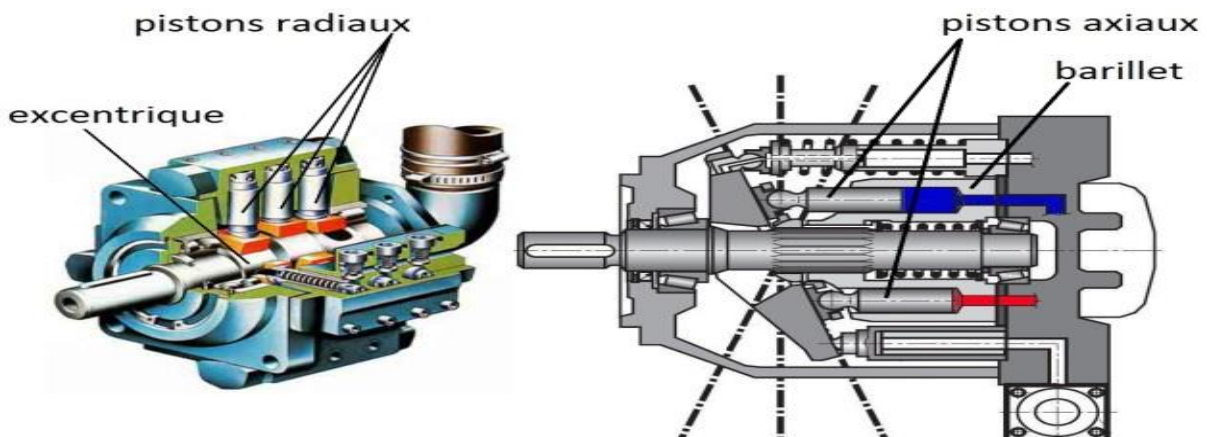


Fig26: Les pompes à pistons .[36]

**\*Les pompes à palettes :** Il s'agit de pompes renfermant des palettes de forme rectangulaire, introduites à l'intérieur du rotor grâce à des rainures radiales. De ce fait, les palettes peuvent se déplacer radialement.

## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

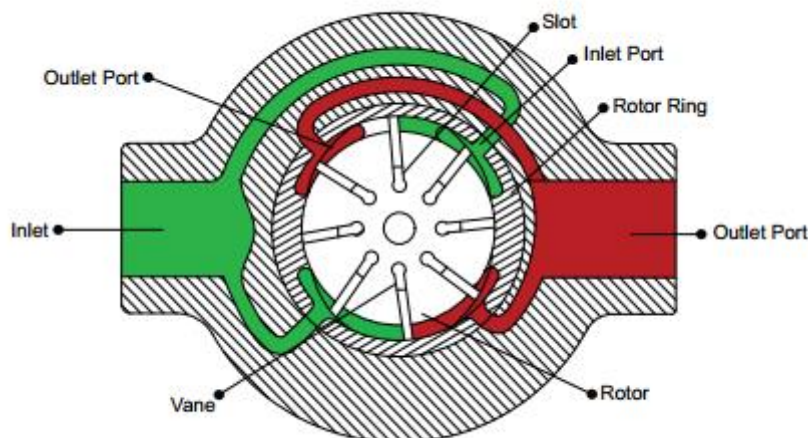
---

### Avantage :

- Elles offrent généralement un meilleur rendement volumétrique que les pompes à engrenage.
- Elles produisent moins de bruit tout en maintenant une vitesse élevée (jusqu'à 3000 tr/min).
- Elles peuvent être à cylindrée fixe et à cylindrée variable.
- Quand elles sont à cylindrée variable, on peut réduire le débit si nécessaire et donc réduire la consommation d'énergie.

### Inconvénient :

- Elles sont plus coûteuses que les pompes à engrenages (et moins coûteuses que les pompes à pistons).
- Elles sont aussi fragiles car les palettes subissent des sollicitations de flexion à cause de la pression de refoulement.



**Fig27:** Les pompes à palettes. [37]

**\*Les pompes à vis :** Dans les pompes hydrauliques à vis à déplacement fixe de type rotatif, le fluide est propulsé axialement dans un flux constant et uniforme par l'action d'une vis sans fin.

### Avantage :

- Les pompes à vis conviennent pour les hautes pressions (3000 psi).
- Elles délivrent le fluide avec peu de bruit ou de pulsations de pression.

# Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

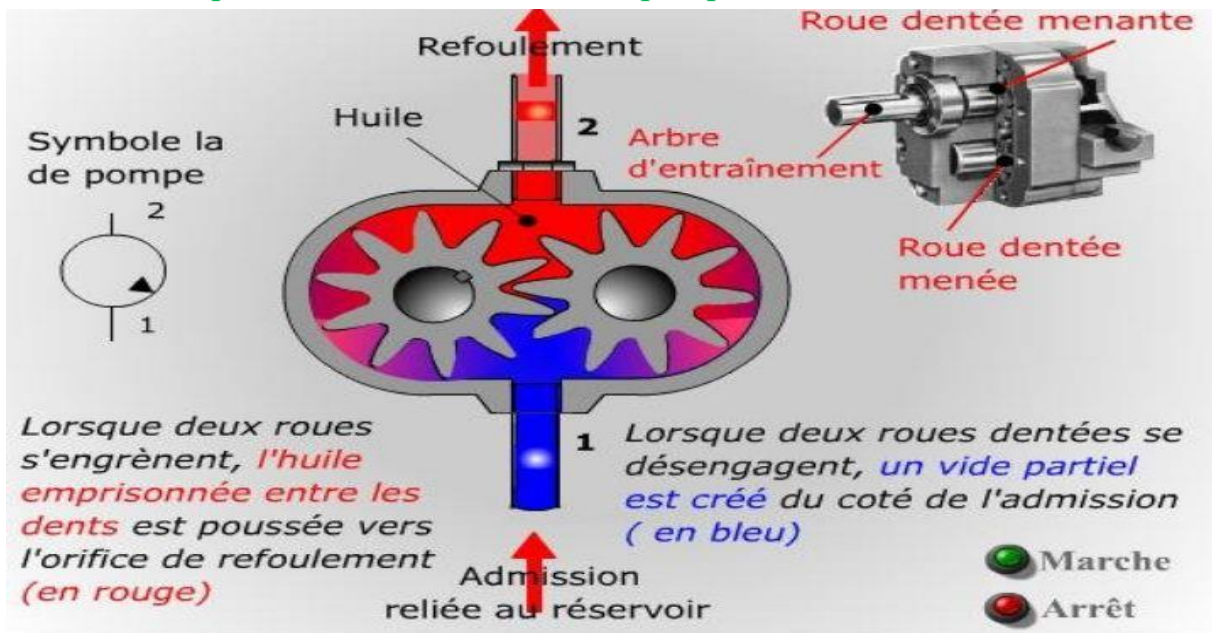
Inconvénients :

- Elles sont peu efficaces.
- Elles sont couteuses.



**Fig28:** Une pompe à vis. [38]

### 3.3.6.2. Principe du fonctionnement d'une pompe :



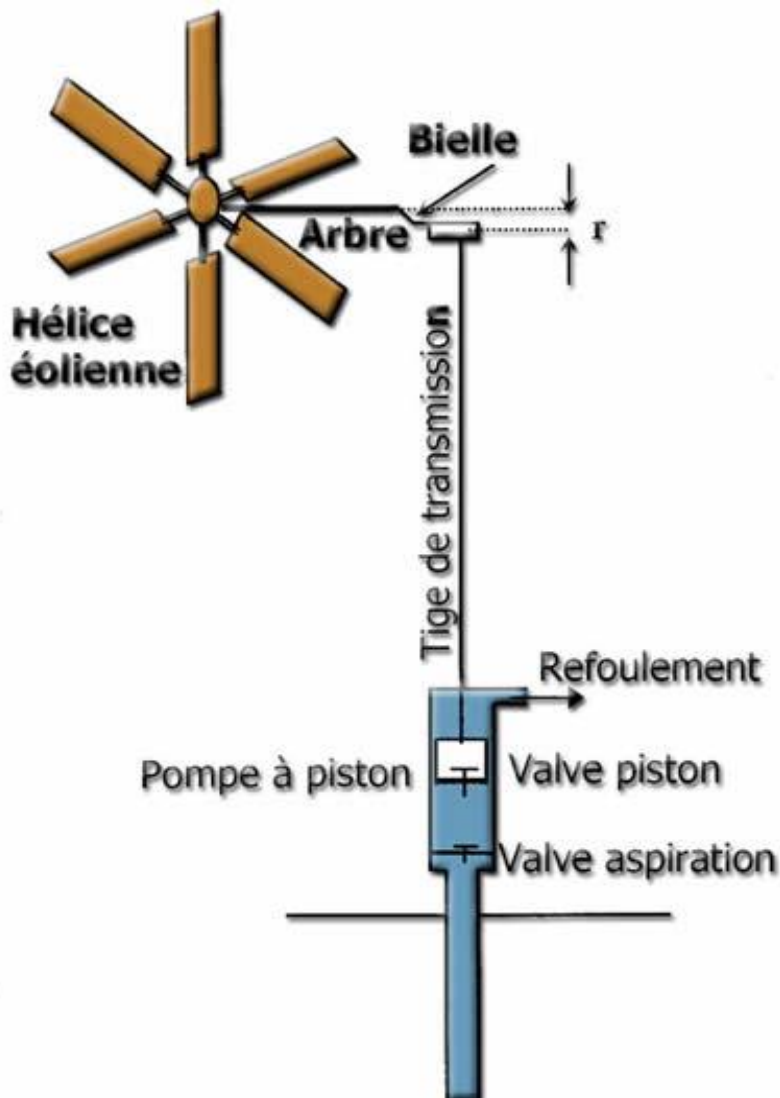
**Fig29 :** Principe du fonctionnement d'une pompe hydraulique. [23]

### 3.3.6.3. Couplage d'une pompe avec éolienne :

un principe très facile, c'est une pompe à piston actionnée par un axe tourné par une éolienne, c'est facile pour la construire et facile à l'entretenir et le coût de la réalisation est raisonnable entre 800/ 1500 euro parmi ces avantages on peut placer un alternateur avec elle en parallèle et elle démarre à pomper l'eau à des vitesses de vent très faible soit 3m/s enivent 11km/h, elle peut aussi pomper

## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

l'eau à partir de 100 mètre de profondeur ces éoliennes de 15 mètre d'hauteurs'orientent en générale selon la direction du vent et elle a un system deblocage, si on aura besoin d'elle peut être très utile dans l'utilisation agricole parmi ces inconvenient ils faut que elle soit près de la source d'eau et lion des place urbain sinon il faut faire des modification pour réduire les effet sonore.



**Fig30:** Pompe couplée avec éolienne.[39]

### 3.3.7. Flotteur électrique :

Dispositif électrique permettant de gérer le niveau de l'eau de façon automatique. Pour assurer son fonctionnement il doit relier à un coffret de commande. Une fois raccordé, le flotteur interrupteur fournira les informations relatives au niveau de l'eau de réserve à coffret de commande. Ce dernier

## Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

pourra alors indiquer à la pompe de se mettre en service ou pas de façon automatique. Le flotteur interrupteur est la solution manque d'eau pratique et pas chère pour toutes les pompes de surface. [40]

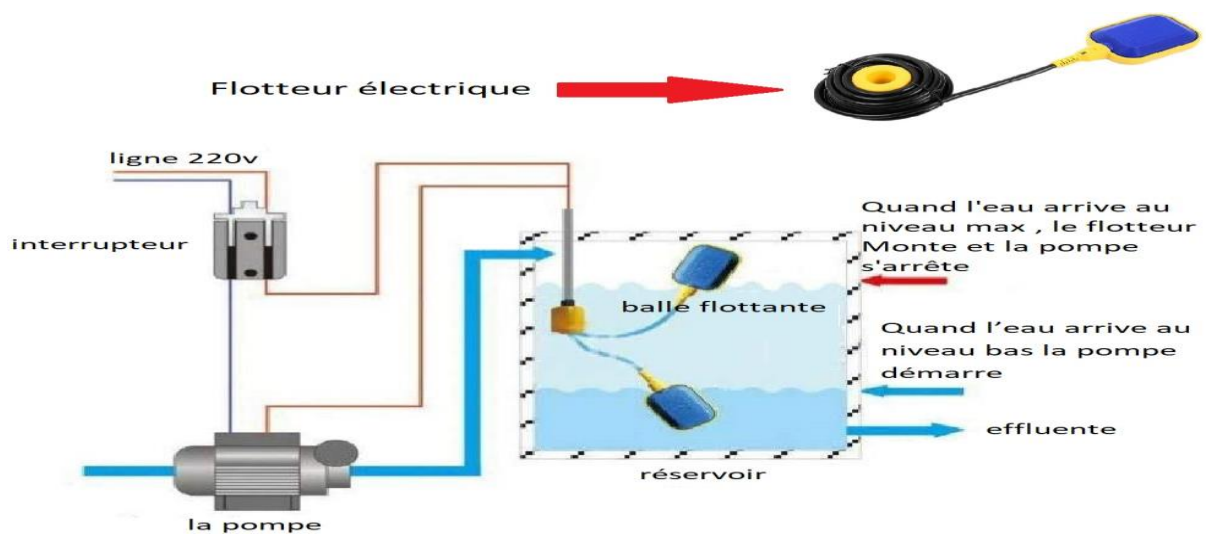


**Fig31** : Flotteur électrique balle flottant [41]

### 3.7.1. Principe de fonctionnement :

Flotteur indiquant le niveau du liquide quand le réservoir est plein, il coupe l'alimentation pour la pompe d'eau, si le niveau de l'eau se démineur alors le flotteur remis la pompe a marché jusqu'à le niveau d'eau reviens au niveau supérieur en suite il recoupe l'alimentation à nouveau pour la pompe.

Le flotteur il observe le réservoir à notre place pour éviter le débordement d'eau et aussi pour que le remplissage de réservoir ce fait automatiquement.



**Fig32**: Schéma du branchement d'un flotteur électrique balle flottant. [42]

# Chapitre 1 : Etude de la production d'électricité

---

## 4. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons gagné plusieurs informations sur la STEP qu'est une méthode de stockage et ses composants, et nous avons donné leurs avantages et inconvénients.

L'étude des composants nous a aidé à choisir le modèle approprié de chaque composant en fonction de chaque cas.

# **Chapitre 2 :**

## **dimensionnement d'une maison**



## Chapitre 2 : dimensionnement d'une maison

---

### 1. Introduction :

Dans ce chapitre on va faire une estimation des besoins en électricité dans une maison.

C'est pour ça il faut faire une liste des appareils électriques quelles sont trouvées dans l'installation quelle on va dimensionner, après on va calculer l'énergie consommé par chaque appareil.

### 2. La liste des appareils :

Parmi ces appareils on trouve :

Le télévision ;le réfrigérateur ;lave-linge/lave-vaisselle/sèche-linge ;les cuissons ;Tablet/portable/PC ;les lampes ;...Ets.

### 3. La consommation de quelques appareils :

#### \*La télévision :

Pour calculer l'énergie consommée par la télévision on va multiplier la puissance par la durée d'utilisation, par exemple:

On a pris 4h et une télévision de 100 w on trouve :  $P=100*4=400w$



**Fig33** : Télévision de 100 w. [43]

## Chapitre 2 : dimensionnement d'une maison

\*Le réfrigérateur :



**Fig34** : Réfrigérateur avec leur étiquette énergétique. [44]

\*Pour calculer l'énergie consommée par le réfrigérateur il faut calculer ça consommation journalière.

Le réfrigérateur consomme 200 w mais pas tout au long de la journée mais enivrent 11 fois à chaque fois il s'allume il reste enivrent 15 min pour s'étendre à nouveau donc si on multiplie  $11 \times 15$  on obtient 165 min de fonctionnement par jour est c'est à partir de ce schéma on va voire deux méthode pour calculer la consommation de réfrigérateur.

Méthode numéro 1 :

On devise la duré de fonctionnement par 60 pour convertire 165 min par heure on optiend 2.75 h est en suit multuplie par 200w la consomation de réfrégirateur.

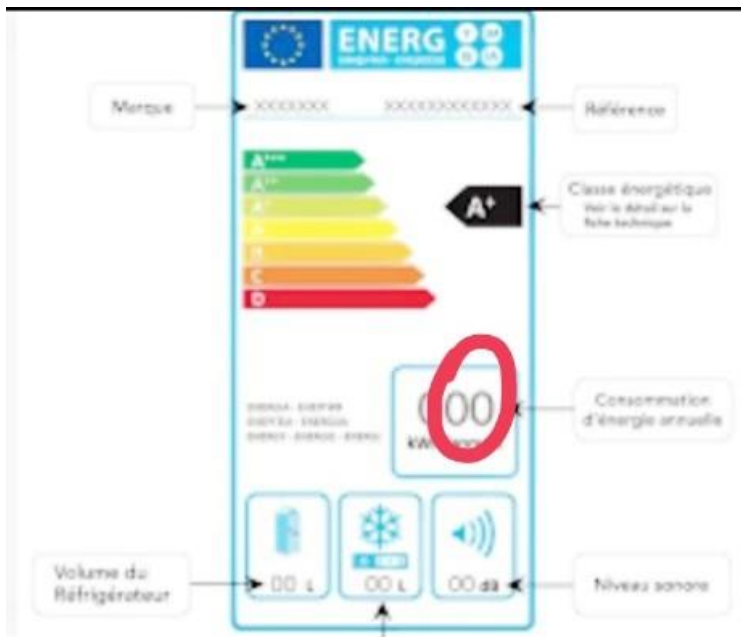
$$165\text{min}/60=2.75\text{h}$$

$$2.75 \times 200 \text{ w} = 550 \text{ wh}$$

## Chapitre 2 : dimensionnement d'une maison

### Méthode numéro 2 :

A partir de l'étiquette énergétique qui nous permet de savoir la consommation annuelle, par exemple un réfrigérateur possède une consommation annuelle de 200 kWh pour avoir la consommation en Wh il faut d'abord diviser 200 kWh sur 365 le nombre des jours de l'année pour obtenir au final la consommation journalier.



**Fig35** : Etiquette énergétique d'un réfrigérateur. [45]

$200 \text{ kWh} / 365 = 0.55 \text{ kWh}$ , et  $0.55 \text{ kWh} = 550 \text{ w}$ .

### \*Lave-linge / lave-vaisselle / sèche-linge :

Sur l'étiquette énergétique de ces trois machines électroménager, une consommation annuelle de 180 kWh donc on divise par le nombre de cycle de chaque appareil pour trouver la consommation journalière.

-La différence entre les trois appareils :

280 cycles pour un lave-vaisselle

220 cycles pour un lave-linge

160 cycles sèche-linge

Pour le calcul de la consommation journalier :  $180 \text{ kWh} / \text{nombre de cycle} = \text{consommation journalier}$ .

## Chapitre 2 : dimensionnement d'une maison

---

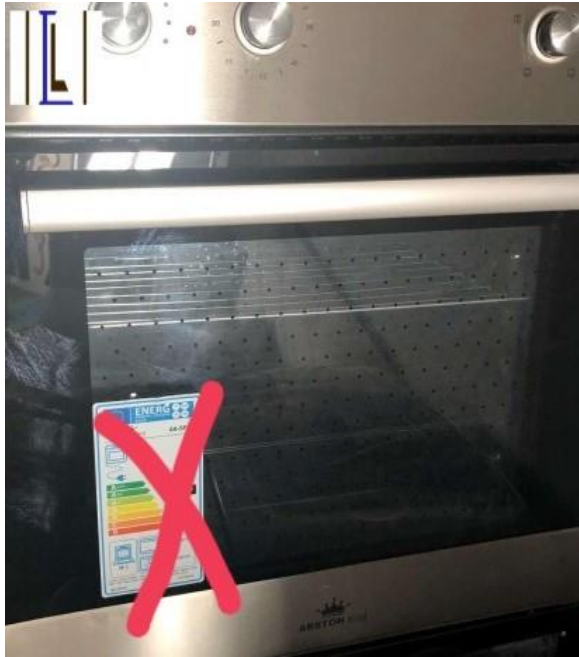
On trouve :

Pour lave-vaisselle :  $180/280=0.64$  kWh.

Pour lave-linge :  $180/220=0.82$  kWh.

Pour sèche-linge :  $180/160=1.13$  kWh.

Les cuissons :



**Fig36** : Cuisinière. [46]

Dans ce type d'appareille c'est très difficile de définir la consommation journalier, parce que on ne peut pas utiliser l'étiquette annuelle de la pareille pour calculer la consommation.

Dans ce genre d'appareille l'étiquette n'existe pas, donc la consommation dépende de l'utilisation, plus que le plat demande du temps la plaque consomme plus, on a un intervalle entre 500-600 kWh pour la plaque et pour le four si on prépare un gâteau qui nécessite 45 min elle consomme environ 800 kWh.

\*On trouve par exemple :

Plaques classiques = 600 Wh.

Plaques vitrocéramiques = 550 Wh.

Plaques inductions = 500 Wh.

## Chapitre 2 : dimensionnement d'une maison

Four électrique = 800 Wh.

Tablet / portable :

Pour ces deux appareils la consommation de l'énergie dépend de l'heure de la charge multiplier par l'énergie consommé pour ce chargé.



Fig37 : Calcul de la consommation

Fig38 : calcul de la

d'un tablette. [47]

consommation d'un téléphone.[48]

### 4. La consommation de tous les appareils :

Pour les lampes et des autres appareils qu'on n'est pas détaillé comment calculer ses consommations, ces très facile il suffit juste de multiplier la puissance par la durée d'utilisation.

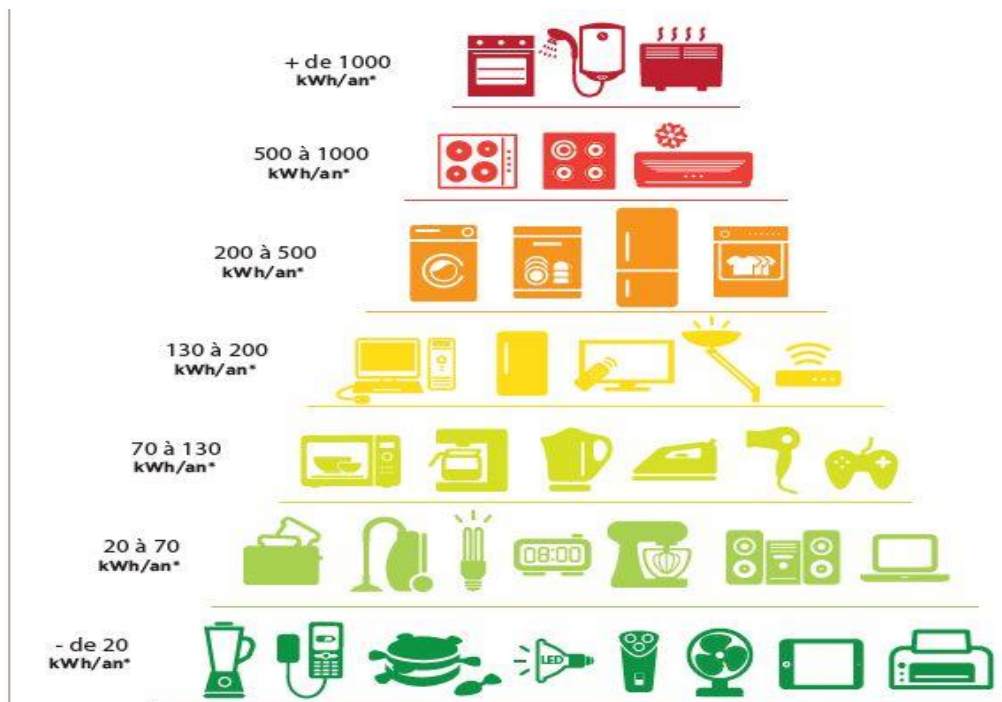


Fig39 : La pyramide de consommation des appareils électriques.[49]

## **Chapitre 2 :dimensionnementd'une maison**

---

### **5. Conclusion :**

D'aprèscescalculsonpeutconnaître l'énergie totale consommée par une maison, à travers le calcul de la somme des énergies.

Et aussi on peut calculer l'énergie totale d'un bâtiment, une cité, un foyer,...Ets.

Après le calcule de l'énergie totale on calcule le prix totale pour chaque installation.

# **Chapitre 3 :**

## **Estimation des besoins d'énergie et le calcul de la capacité du réservoir.**

## Chapitre 3 : Estimation des besoins d'énergie et le calcul de la capacité du réservoir.

### 1. Introduction :

Quand on veut alimenter un foyer algérien par un système hydroélectrique, il faut connaître l'énergie électrique totale de ce foyer car cette énergie représente la puissance de sortie de la turbine hydroélectrique, cette dernière elle dépendante de la hauteur de chute d'eau (h) et le débit (R) disponible sur le site. La puissance de sortie (P) est donnée approximativement par l'équation suivante.

$$P = \eta \cdot \rho \cdot f \cdot g \cdot h \quad (1) \text{ Où:}$$

P = puissance (J/s ou watts)

$\eta$  = rendement turbine (0.75)

$\rho$  = masse volumique du fluide (kg/m<sup>3</sup>)

g = accélération de la pesanteur (9.81 m/s<sup>2</sup>)

h = tête (m). La différence de hauteur entre les surfaces d'entrée et de sortie

f = débit (m<sup>3</sup>/s).

### 2. Estimation des besoins annuels en énergie électrique pour un foyer algérien moyen :

#### 2.1. Première cas :

Liste des appareils	Nombre d'appareil	Puissances (w)	Nombre totale d'heure d'utilisation	Puissances (kwh)
Réfrigérateur	1	300	4	1200
TV	1	100		400
PC	1	50		200
lampes LED	5	10		40
Totale	8	500		1840

**Tab1** : Les puissances des appareils pendant 4 heures.

On veut alimenter une maison par un système hydroélectrique on supposant que les besoins nocturnes en énergie électrique d'un foyer algérien moyen soient inférieurs à 500 W, en particulier après minuit, un système hydroélectrique de 500 W pourrait facilement satisfaire les besoins annuels en énergie électrique.



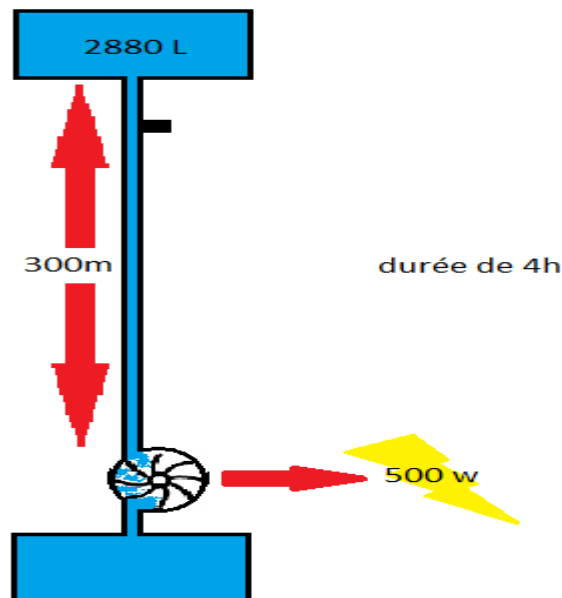
### Chapitre 3 : Estimation des besoins d'énergie et le calcul de la capacité du réservoir.

---

Cette consommation d'énergie est principalement pour un réfrigérateur de 300W, une TV de 100W, un PC de 50W et quelques lampes LED. Ces 500W sont la puissance que la turbine doit fournir pendant une certaine période du temps souhaitée. Dans ce cas, nous devons calculer la capacité du réservoir supérieur (semblable au réservoir inférieur) pour maintenir le débit d'eau qui tombe pendant cette période. En supposant que cette période souhaitée est  $T = 4H$  et une hauteur de chute de 300m, alors le débit ( $f$ ) et les capacités  $C$  (en litres) du réservoir peut être déterminé à l'aide d'une équation quand vas voir.

$$f = \frac{P}{\eta \cdot g \cdot h} = \frac{500}{0.75 \cdot 9.81 \cdot 300} \approx 0.2 \text{ kg/s}$$

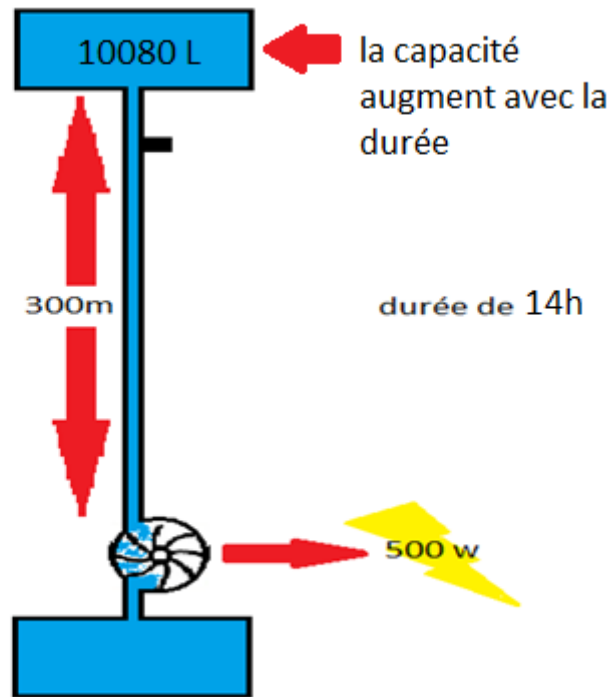
$$C = P / \eta \cdot g \cdot h \cdot T = f \cdot 4 \cdot 60 \cdot 60 = 2880 \text{ L}$$



**Fig40** : chute N1.1 :  $H=300$  m,  $T=4h$ ,  $C=2880$

**Remarque** : la capacité augmente avec la durée nécessaire

## Chapitre 3 : Estimation des besoins d'énergie et le calcul de la capacité du réservoir.



**Fig41** : chute N1.2 : H=300m, T=14h, C=10080L

**2.2. Deuxièmecas** : les mêmes paramètres seulement en réduit la hauteur de 100m.

Liste des appareils	Nombre d'appareil	Puissances (w)	Nombre totale d'heure d'utilisation	Puissances (kwh)
Réfrigérateur	1	300	4	1200
TV	1	100		400
PC	1	50		200
lampes LED	5	10		40
Totale	8	500		1840

**Tab2** :Les puissances avec un hauteur de 100 m.

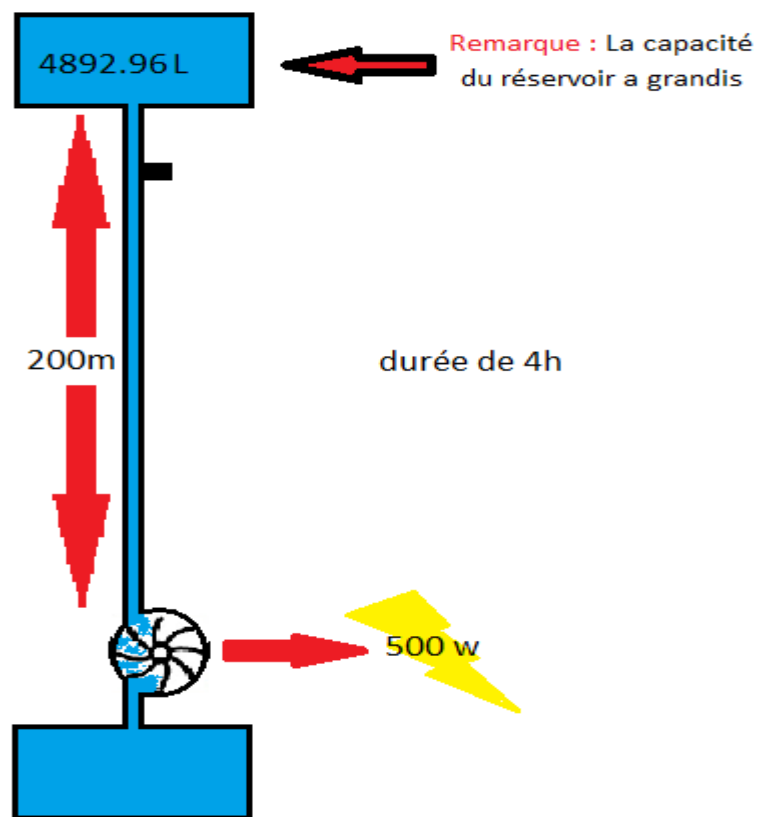
On veut alimenter une maison par un système hydroélectrique on supposant que les besoins nocturnes en énergie électrique d'un foyer algérien moyen soient inférieurs à 500 W, en particulier après minuit, un système hydroélectrique de 500 W pourrait facilement satisfaire les besoins annuels en énergie électrique. Cette consommation d'énergie est principalement pour un réfrigérateur de 300W, une TV de 100W, un PC de 50W et quelques

### Chapitre 3 : Estimation des besoins d'énergie et le calcul de la capacité du réservoir.

lampesLED. Ces 500W sont la puissance que la turbine doit fournir pendant une certaine période de temps souhaitée. Dans ce cas, nous devons calculer la capacité du réservoir supérieur (semblable au réservoir inférieur) pour maintenir le débit d'eau qui tombe pendant cette période. En supposant que cette période souhaitée est  $T = 4H$  et une hauteur de chute de 200m, alors le débit ( $f$ ) et les capacités  $C$  (en litres) du réservoir peut être déterminé à l'aide d'une équation quand vas voir.

$$f = \frac{P}{\eta \cdot g \cdot h} = \frac{500}{0.75 \cdot 9.81 \cdot 200} \approx 0.33 \text{ kg/s} \quad \text{et}$$

$$C = P / \eta \cdot g \cdot h \cdot T = f \cdot 4 \cdot 60 \cdot 60 = 4892.96 \text{ L}$$



**Fig42** : chute N2 :  $H=200\text{m}$ ,  $T=4\text{h}$ ,  $C=4892.96$

## Chapitre 3 : Estimation des besoins d'énergie et le calcul de la capacité du réservoir.

### 2.3. Troisième cas :

Liste des appareils	Nombre d'appareil	Puissances (w)	Nombre totale d'heure d'utilisation	Puissances (kwh)
Réfrigérateur	2	300	4	2400
TV	2	100		800
PC	2	50		400
lampes LED	10	10		400
Totale	16	1000		4000

**Tab3** : Les puissances avec une hauteur de 300m.

On veut alimenter une maison par un système hydroélectrique on supposant que les besoins nocturnes en énergie électrique d'un foyer algérien moyen soient inférieurs à 1000 W, en particulier après minuit, un système hydroélectrique de 1000 W pourrait facilement satisfaire les besoins annuels en énergie électrique ou on propose une autre solution avec deux systèmes de 500w en parallèle. Cette consommation d'énergie est principalement pour 2 réfrigérateurs de 300W, 2 TV de 100W, 2 PC de 50W et quelques lampes LED. Ces 500W sont la puissance que la turbine doit fournir pendant une certaine période de temps souhaitée ou bien de deux turbines. Dans ce cas, nous devons calculer la capacité du réservoir supérieur (semblable au réservoir inférieur) pour maintenir le débit d'eau qui tombe pendant cette période. En supposant que cette période souhaitée est  $T = 4H$  et une hauteur de chute de 300m, alors le débit ( $f$ ) et les capacités  $C$  (en litres) du réservoir peut être déterminé à l'aide d'une équation quand vas voir.

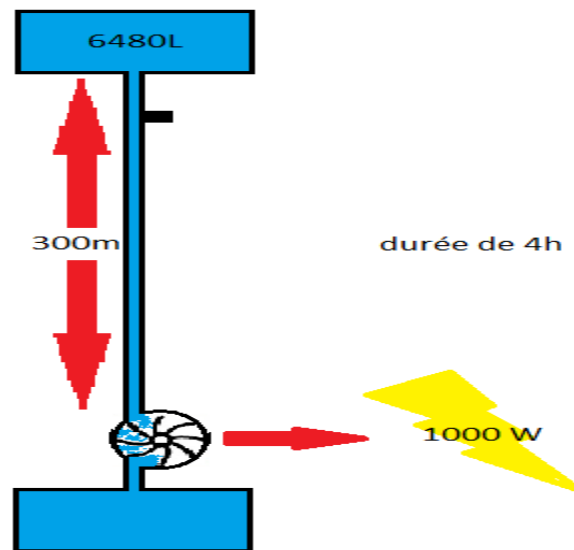
**Solution 1** : une seule turbine et un seule réservoir.

$$f = P/\eta \cdot g \cdot h = 1000/0.75 \cdot 9.81 \cdot 300 = 0.45 \text{kg/s}$$

Et

$$C = P/\eta \cdot g \cdot h \cdot T = f \cdot 4 \cdot 60 \cdot 60 = 6480L$$

## Chapitre 3 : Estimation des besoins d'énergie et le calcul de la capacité du réservoir.

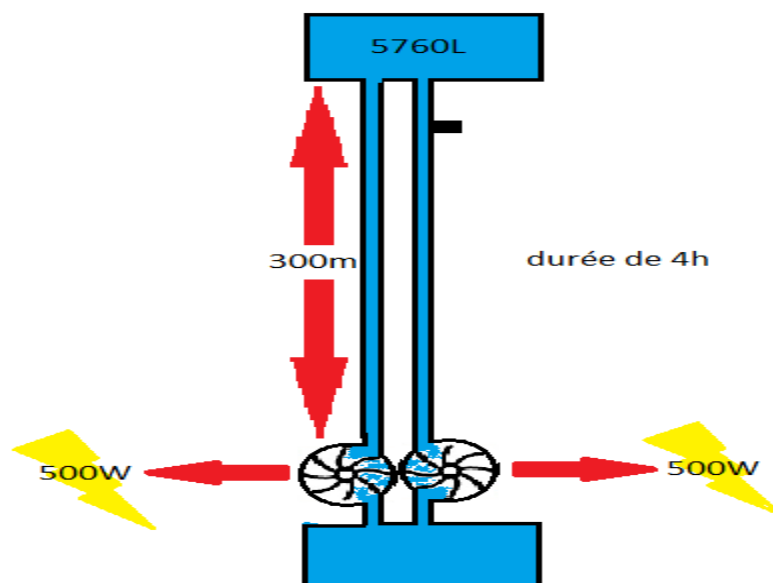


**Fig43** : chute N3 : alternateur 1000w

**Solution 2** : deux turbines et deux réservoirs.

$$f = \frac{P}{\eta \cdot g \cdot h} = \frac{500}{0.75 \cdot 9.81 \cdot 300} \approx 0.2 \text{ kg/s}$$

$$2 \cdot C = \frac{P}{\eta \cdot g \cdot h} \cdot T = f \cdot 2 \cdot 4 \cdot 60 \cdot 60 = 5760 \text{ L}$$



**Fig44** : chute N4 : deux alternateur de 500w parallèle pour alimenter 2 foyer.

## Chapitre 3 : Estimation des besoins d'énergie et le calcul de la capacité du réservoir.

---

Remarque :

Après ces calculs on résulte que la capacité du réservoir augmente quand la durée du coupure du vent augmente, mais elle diminue si la hauteur augmente.

### 3. Commentaire :

On peut utiliser les panneaux solaires pour régler le problème de la coupure du vent pendant la journée, grâce à la réalisation du système hybride (éolien-PV).

---



**Fig45:**Un système hybride dans une maison. [50]

### 4. Conclusion :

Dans ce chapitre on a commencé par l'estimation des besoins énergie et le calcul de la capacité du réservoir.

Après on conclure que cette capacité augmente si la durée du coupure du vent s'allonge, et elle diminue quand on a une altitude élevée.

Et on a terminé par la solution du système hybride qui résout le problème de la coupure pendant la journée. L'avantage d'utiliser ce système pour alimenter la maison par un coût généralement faible.

# **Chapitre 4 :**

## **Réalisation pratique du système (STEP-PV)**

## Chapitre 4 : Réalisation pratique du système (STEP-PV)

### 1. Introduction :

On présente dans ce chapitre un prototype d'un système (STEP-PV), on a utilisé des panneaux photovoltaïques presque on n'a pas une éolienne.

Nous avons fait un test pour un cas d'une lampe de 6 watt avec une hauteur de 10,5m.

**2. Conception de modèle :** Le résumé des paramètres et les composants de système STEP-PV.

Les appareils	Quantité
panneaux photovoltaïques	4
Onduleur	1
Régulateur de la charge (MPPT)	1
Lampe	1
Micro-hydro	1
Réservoirs	2
Pompe (SPC)	1

Tab 4 : composants de système STEP-PV.

### 3. Descriptions des composants :

- 3.1 Panneau photovoltaïque :

La figure suivante représente les quatre panneaux photovoltaïques polycristallins utilisés dans notre projet.



Fig46: les panneaux solaires

- 3.2 Onduleur : on a utilisé l'onduleur VictronEnergy représenté dans la figure suivante.





**Fig47** : L'onduleur.

- **3.3 Régulateur MPPT** : Régulateur utilisé Le type du Régulateur utilisé 150/35 (Victronenergy).



**Fig48** : régulateur MPPT.

## Chapitre 4 : Réalisation pratique du système (STEP-PV)

---

- 3.4 Mini générateur hydraulique (turbine) avec une lampe : la puissance de ce mini générateur est de 10W qui alimente une lampe de 6W.

- 



**Fig49** : Mini-turbine avec une lampe.

- 3.5 Les Réservoirs (supérieur et inférieur) : nous avons utilisé deux réservoirs d'eau d'une capacité 800L. Ces réservoirs permettent d'effectuer nos expérimentations.



**Fig50** : réservoir supérieur et inférieur.

## Chapitre 4 : Réalisation pratique du système (STEP-PV)

- 3.6 Pompe : une pompe du SPC.



**Fig51** : une pompe.

Caractéristiques de la pompe :

<b>SPCO</b> Swiss Pump Company AG			
makes life easier (Thun-Switzerland)			
<b>MB-60</b>	n.1404 00990		
Qmax 40 l/min	Hmax 40 m		
Suct.Hmax 8 m	Size 1"X1"		
1-Mot V220-240~	Hz 50	2900min <sup>-1</sup>	
kW 0.37	HP 0.5	In 2.5A	IP 55
C8 μF	VL450V	I CLF	
CE	S4404		

**Fig52** : caractéristique de la pompe.

### 4. Résultat de l'expérience :

Pendant la journée les panneaux photovoltaïques alimente la pompe qui va pomper l'eau du réservoir inférieur vers le réservoir supérieure. Mais dans l'absence de rayonnement du soleil (pendant la nuit), l'eau qui est dans le réservoir supérieure va chuter vers le réservoir inférieure, il passe par la turbine cette dernière génère l'électricité pour allumer la lampe.



**Fig53** : une lampe allumée par la turbine.

**5. conclusion :** d'après cette réalisation on retient que :

- le système STEP-PV est simple et réalisable pour les deux coté économique et technique.
- on peut utiliser le réservoir d'eau pour le stockage et pour la production sachons notre besoin.
- finalement on dit quand cette réalisation est efficace et réussie avec les panneaux photovoltaïques, elle est également réussie avec l'éolienne.

# **Conclusion Générale**

## **Conclusion Générale:**

---

### **Conclusion générale:**

Nous avons obtenu des informations précieuses et variées concernant le stockage des énergies renouvelables, c'est une solution efficace pour le stockage et le remplacement de la batterie qui est coûteuse et polluante pour l'environnement.

Notre projet est la construction d'un réservoir sur les hauts plateaux avec une capacité suffisante pour stocker l'eau avec l'énergie renouvelable et un autre réservoir plus bas pour recevoir l'eau qui traverse la turbine hydroélectrique pour générer l'électricité durant la coupure du vent et du soleil. Ainsi, ce système fonctionne de la même manière qu'une batterie ; stocker de l'énergie sous forme d'eau pendant la présence du vent et du soleil est fournir de l'électricité pendant la coupure de ces énergies. L'avantage d'utiliser ces réservoirs de stockage par pompage avec des énergies renouvelables pour alimenter les maisons en électricité sont assez petits et leurs coûts de construction sont généralement faibles par rapport aux barrages hydroélectriques.

Le stockage d'énergies renouvelables sous forme d'eau est un système qui a bien fonctionné, ce qui nous permet d'envisager, en perspective, de généraliser ce projet pour alimenter des villages, des villes voire même le territoire national.

### Recherche bibliographique :

- [1] CEL ILINE D U L U Z A R C H E J O R N A L I S T E (1979 – 2021 )  
LE 18 MAI 2019.
- [2] K. Zach, H. Auer, G. et Lettner – D2.1 report summarizing the current status, role and costs of energy storage technologies. Facilitating energy storage to allow high penetration of intermittent renewable energy.stoRE Project, 49 p., mars 2012.
- [3] Pierre-Louis VIOLLET : Président du comité scientifique et technique de la Société hydrotechnique de France ierre.
- [4] LA REDACTION MAISON & TRAVAUX 22 FEVRIER 2018 MIS A JOUR LE 11 JUILLET 2019.
- [5] Tableau 2 :Avantages et Inconvénients des principales technologies de Stockage .Source :Compilation réalisée par Louis Lebrun & Adrien Marion, étudiants ESTA Belfort, 06/2020.
- [6] [www.vestas.com](http://www.vestas.com).
- [7] [users.polytech.unice.fr](http://users.polytech.unice.fr).
- [8] [www.harel-éolienne.fr](http://www.harel-éolienne.fr).
- [9][www.vattenfal.fr](http://www.vattenfal.fr)> le –mag-energie.
- [10][www.choisir.com](http://www.choisir.com)> Energie > Articles.
- [11] [www.nord-lock.com](http://www.nord-lock.com).
- [12] [www.ecolodis-solaire.com](http://www.ecolodis-solaire.com) >conseils.
- [13] [zestedesavoir.com](http://zestedesavoir.com) ,l’AuteurAabu ,Catégorie :Physique.
- [14] Oriol Planas - Ingénieur Technique Industriel, spécialité mécanique Date de publication : 3 avril 2018.
- [15] 2 commentaire / Mécanique des fluides , Turbine / Par PankajMishra .
- [16] Michel Sabourin 2018/[michelsabourin.scenari-community.org](http://michelsabourin.scenari-community.org).
- [17] [www.directindustry.fr](http://www.directindustry.fr).

## Références

---

- [18] [uved.univ-perp.fr](http://uved.univ-perp.fr) ;Energie renouvelables-UPVD.
- [19] <http://turbinasayala.blogspot.com>.
- [20] Wanlin, centrale hydroélectrique de Commune Houyet.
- [21] Electricité >Electronique>Production et Distribution d'Energie >Centrale hydraulique >BELTRAME CSE.
- [22] [www.techniquassistance.com](http://www.techniquassistance.com).
- [23] [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net).
- [24] Guillaume Darding - 07 janvier 2021 ,[www.guillaumedarding.fr](http://www.guillaumedarding.fr).
- [25] Article des Experts I Z I by E D F, [izi-by-edf.fr](http://izi-by-edf.fr).
- [26] [www.pei-france.com](http://www.pei-france.com) .PAR France-PRODUITS D'ELECTRIFICATION/11 FEVRIER 2020.
- [27] GenSet Components / Autovia de Andalucia,KM.318 , 23740 Jaén, Espagne.
- [28] [www.amproelec.com](http://www.amproelec.com).
- [29] [materiel.hellopro.fr](http://materiel.hellopro.fr).
- [30] <http://guide.directindustry.com/fr/bien-choisir-une-electrovanne/>.
- [31] [www.pompe-moteur.fr](http://www.pompe-moteur.fr).
- [32] Gérard HEMERY Ingénieur de l'École nationale supérieure d'électricité et de mécanique de Nancy Basic Design Engineering Manager à la Société ALSTOM Hydro France.
- [33] <http://m.fr.purityncendio.com/>
- [34] ][http://guide.directindustry.com/fr/bien-choisir-une-pompe-hydraulique /](http://guide.directindustry.com/fr/bien-choisir-une-pompe-hydraulique/)
- [35] [slideplayer.fr](http://slideplayer.fr)
- [36] [www.unilim.fr](http://www.unilim.fr)
- [37] [www.piecetrip.com](http://www.piecetrip.com)
- [38] [www.hydro-group.com](http://www.hydro-group.com)



## Références

---

- [39] [heliciel.com](http://heliciel.com).
- [40] [cheliastore.com](http://cheliastore.com).
- [41] [www.amazon.fr](http://www.amazon.fr) .
- [42] [www.cdiscount.com](http://www.cdiscount.com).
- [43] [bnewmobiles.com](http://bnewmobiles.com).
- [44] [www.quechoisir.org](http://www.quechoisir.org).
- [45] [m.boulangier.com](http://m.boulangier.com).
- [46] [ly.loozap.com](http://ly.loozap.com)
- [47] [de.cleanpng.com](http://de.cleanpng.com)
- [48] [ar.pngtree.com](http://ar.pngtree.com)
- [49] [www.desenfans.com](http://www.desenfans.com).
- [50] Votre Habitation.
- [51] Electrotechnique-Sitelec.org.
- [52] [docplayer.fr](http://docplayer.fr).
- [53] [www.pdfprof.com](http://www.pdfprof.com).
- [54] [www.scrib.com](http://www.scrib.com).
- [55] You Tube, ELECTRO OTMANE TV.
- [56] [lycees.ac-rouen.fr](http://lycees.ac-rouen.fr).
- [57] [fr.m.wikipedia.org](http://fr.m.wikipedia.org).

### Résumé en français

Les énergies renouvelables sont un moyen de survie pour le monde à l'avenir, car elles ne sont pas disponibles, si Dieu le veut, surtout après l'utilisation massive de l'électricité.

Les sources d'énergie renouvelables continuent tant qu'il y a de la vie, et de l'électricité peut être produite à partir d'elles pendant des périodes à long terme, et elles sont considérées comme un avenir radieux sans pollution car elles ne constituent pas une menace pour l'environnement.

Parmi ces énergies, nous prenons l'énergie éolienne, mais le principal problème avec elle est le stockage au lieu d'utiliser des batteries coûteuses. Par conséquent, nous proposons dans notre travail d'utiliser des turbines à eau qui peuvent inverser le flux et fonctionner comme une pompe à eau pour remplir un réservoir d'eau supérieur. à partir d'un réservoir inférieur utilisant l'énergie éolienne, puis retour aux turbines à eau pour produire de l'énergie électrique en l'absence de vent et donc, l'eau stockée dans le réservoir Celui du haut fonctionne comme une batterie.

Ce système peut également être utilisé pour produire de l'électricité pour les maisons et les quartiers et même pour l'éclairage public, notamment avec l'utilisation du système hybride.(Eolien-PV).

**Mots clés** : énergies renouvelables - énergie éolienne - batteries - production d'énergie électrique - turbines hydrauliques.

### ملخص باللغة العربية :

الطاقات المتجددة هي وسيلة نجاة للعالم في المستقبل، لأنها غير قابلة للنفاد بإذن الله، و خاصة بعد الاستعمال الكبير للكهرباء.

فمصادر الطاقة المتجددة مستمرة مادامت الحياة باقية، و يمكن إنتاج الكهرباء منها لفترات طويلة الأمد كما إنها تعتبر مستقبل مشرق خالي من التلوث لأنها لا تشكل خطر على البيئة. فمن بين هذه الطاقات نأخذ طاقة الرياح، لكن المشكل الأساسي فيها هو التخزين بدل من استخدام البطاريات المكلفة لهذا نقترح في عملنا استخدام التربينات المائية التي يمكنها عكس التدفق والعمل كمضخة مياه لملي خزان مياه علوي من خزان سفلي باستخدام طاقة الرياح، ثم العودة إلى التربينات المائية لتوليد الطاقة الكهربائية في حال انعدام الريح وبالتالي، فإن الماء المخزن في الخزان العلوي يعمل كبطارية.

كما يمكن استعمال هذا النظام من اجل توليد الكهرباء للمنازل و الأحياء وحتى للإنارة العمومية خاصة مع استعمال النظام الهجين(الرياح-الكهروضوئية).

**الكلمات المفتاحية :** الطاقات المتجددة - طاقة الرياح - البطاريات - توليد الطاقة الكهربائية - التريينات المائية.

### **English summary:**

Renewable energies are a means of survival for the world in the future, because they are not available, God willing, especially after the large use of electricity.

Renewable energy sources continue as long as life remains, and electricity can be produced from them for long-term periods, and they are considered a bright future free of pollution because they do not pose a threat to the environment.

Among these energies, we take wind energy, but the main problem with it is storage instead of using expensive batteries. Therefore, we propose in our work to use water turbines that can reverse flow and work as a water pump to fill an upper water tank from a lower tank using wind energy, then return to water turbines to generate energy. In the absence of wind, the water stored in the upper tank works as a battery.

This system can also be used to generate electricity for homes and neighborhoods and even for public lighting, especially with the use of the hybrid system (wind - photovoltaic).

**Keywords:** renewable energies - wind energy - batteries - electric power generation - water turbines.