

**Objectif**

Reconnaître le type de centrale électrique.  
Énoncer le principe de fonctionnement des centrales électriques.

**Savoir technologique visé :**

**S1-1 PRODUCTION :**  
Diverses sources de production

**Compétence visée :**

C1 : S'informer  
C1.1 : Décoder les schémas, plans et descriptifs des centrales électriques.

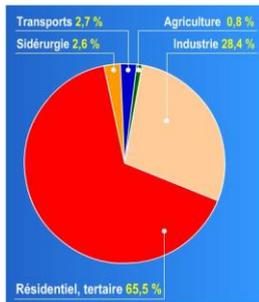


Aujourd'hui, l'électricité est devenue une énergie incontournable. Sans elle, plus d'éclairage, ni de force motrice, ni de distribution d'eau, ni de communication ....

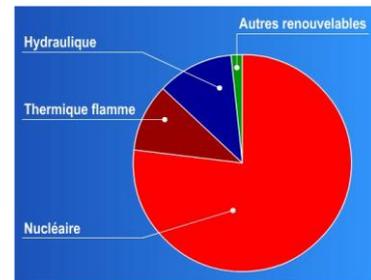
La production de l'électricité en France s'articule autour de 3 objectifs :

- garantir **l'indépendance énergétique**,
- fournir **l'électricité au moindre coût**,
- développer **la production d'électricité renouvelable**.

	1973	1979	1985	1990	2000	2002	2004
Sidérurgie	11 663	12 558	9 945	10 510	11 141	11 241	11 662
Industrie	72 328	82 613	86 555	105 032	127 397	127 998	126 240
Résidentiel, tertiaire	59 226	102 152	144 095	182 349	243 740	255 648	290 985
Agriculture	1 129	1 542	1 425	2 050	2 726	3 038	3 388
Transports	6 399	6 861	7 395	8 282	10 444	10 762	11 822



		GWh	%
Fossile	Nucléaire	448 200	77,6
	Thermique Flamme	58 000	10,1
87,7 %			
Renouvelable	Hydraulique	65 421	11,3
	Eolien	573	0,1
	Photovoltaïque	10	-
	Déchets urbains	3 340	0,6
	Bois	1 371	0,2
12,3 %			
	Biogaz	469	0,1
	total	577 384	100



**Qu'est-ce qu'un kilowattheure ?**

C'est l'unité d'énergie.  
Elle représente la consommation d'un récepteur d'une puissance de 1000 watts pendant 1 heure.

**Exemple :** un radiateur électrique de 1 500 W consomme en 8 heures :

$$1\ 500 \times 8 = 12\ 000 \text{ waththeures, soit } 12 \text{ kWh.}$$

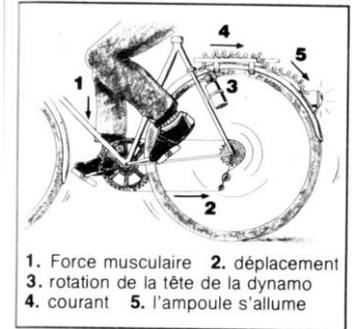
**Tableau des multiples**

Multiple	Valeur	Puissance
Kilo (k)	1 000	$10^3$
Méga (M)	1 000 000	$10^6$
Giga (G)	1 000 000 000	$10^9$
Téra (T)	1 000 000 000 000	$10^{12}$

## 1. Principe

L'électricité est produite dans des usines appelées **"centrales"**.

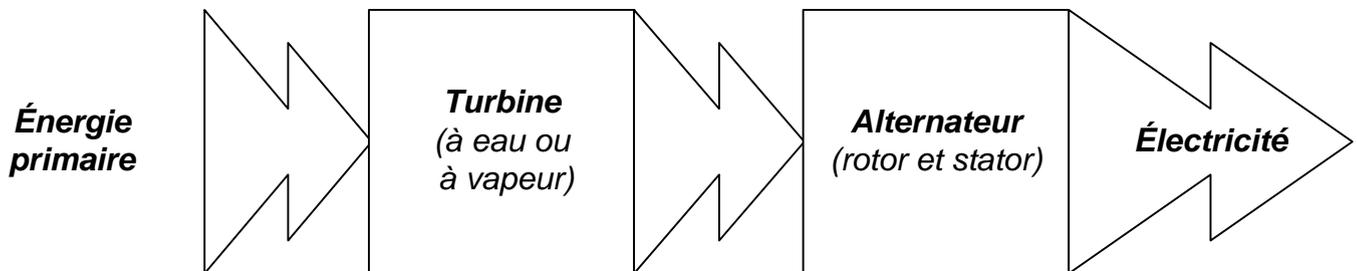
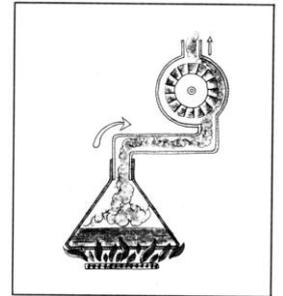
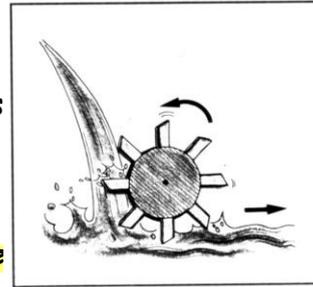
Celles-ci transforment l'énergie **primaire (thermique, nucléaire, hydraulique, éolien)** en énergie **électrique** que l'on appelle énergie **secondaire**.



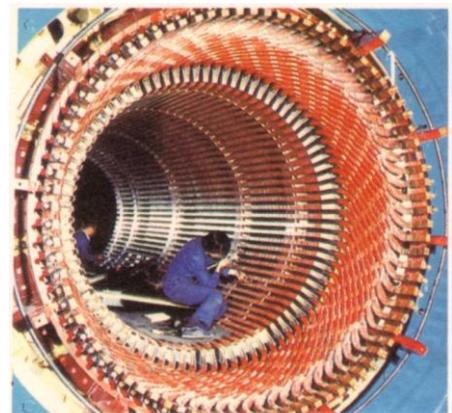
## 2. Le groupe turbo-alternateur

Dans les centrales, l'électricité est fournie par les groupes "turbo-alternateur".

Les pales de la turbine sont entraînées en rotation par **de la vapeur d'eau ou de l'eau ou du vent**.



La turbine est en liaison mécanique complète avec la partie tournante de l'alternateur **(le rotor)**. Ce rotor crée un champ magnétique tournant qui donne naissance à un courant électrique dans le **stator (partie fixe de l'alternateur)**.



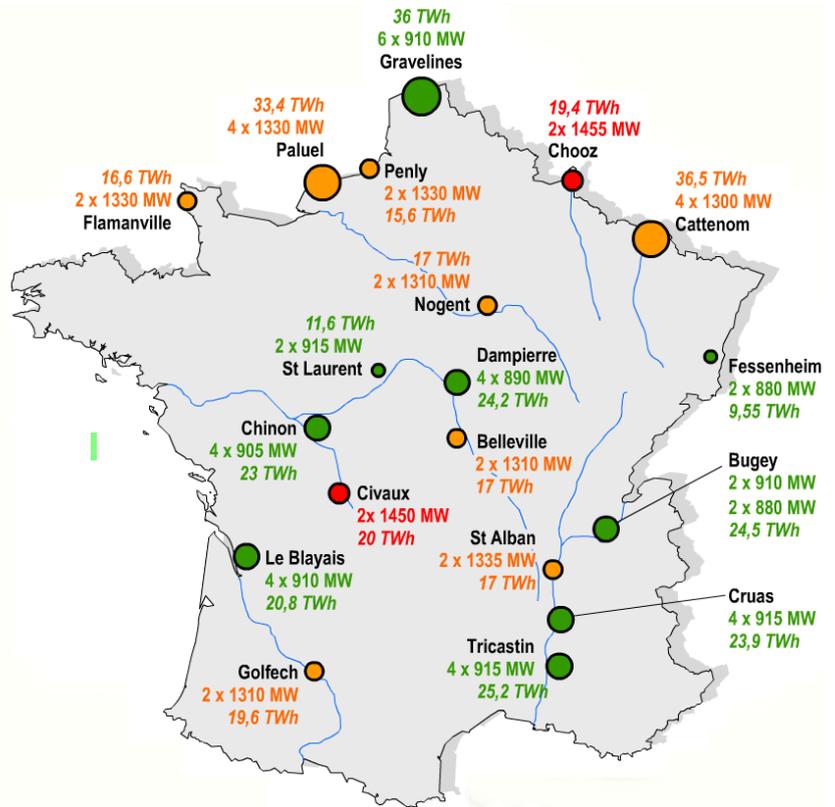
### 3. Les centrales Nucléaires

L'électricité produite par le nucléaire représente **78%** de la production électrique totale en France.

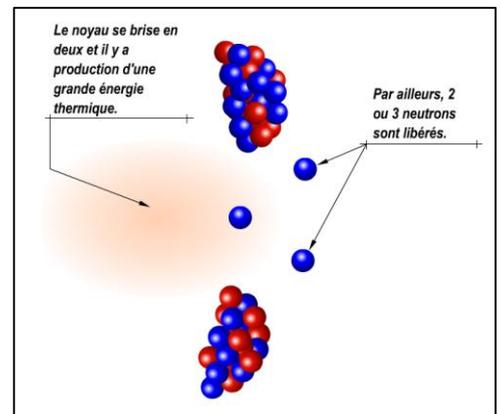
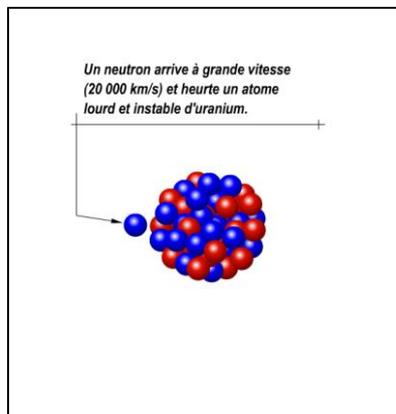


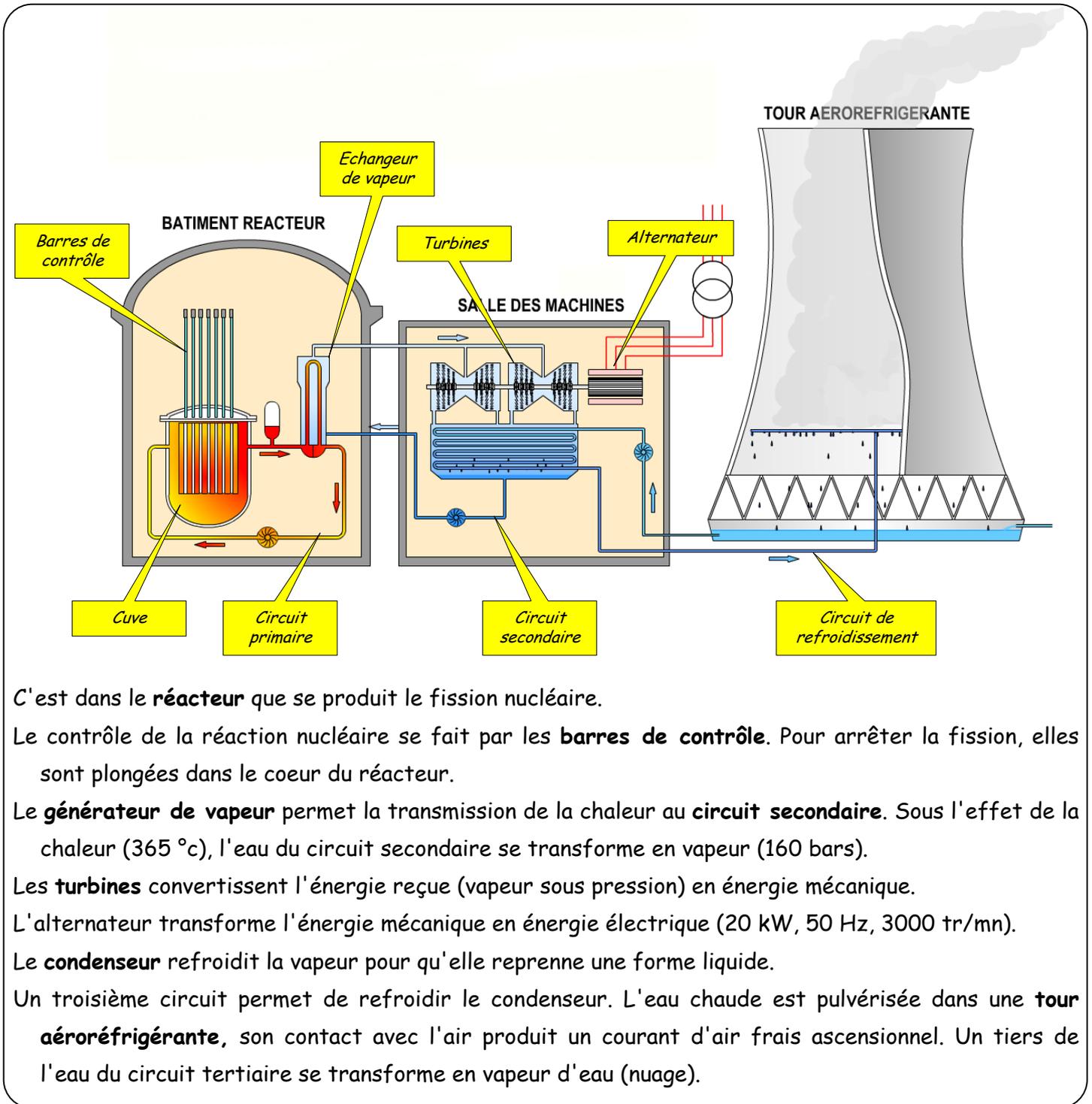
EDF dispose de **58** réacteurs totalisant une puissance installée de 60 000 MW répartis sur 19 sites :

- 34 unités de **900 MW** (dont la première, Fessenheim, a démarré en 1977),
- 20 unités de 1300 MW,
- et 4 réacteurs 1450 MW (dont la dernière unité a été mise en service en 1998 à Civaux).



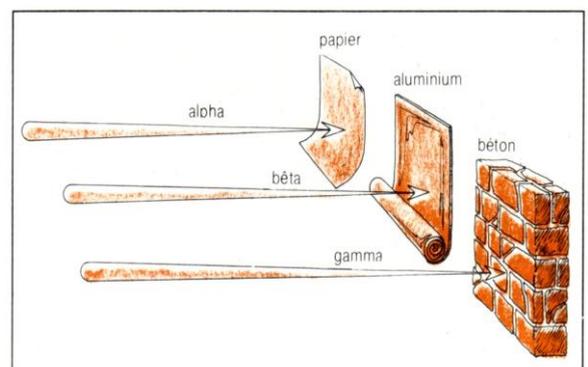
L'énergie nucléaire est produite par la fission d'atomes d'uranium 235.





© Electrabel

Le gros problème aujourd'hui réside des problèmes de stockage des déchets radioactif et des risques d'accident atomique.



## 4. Les centrales thermiques

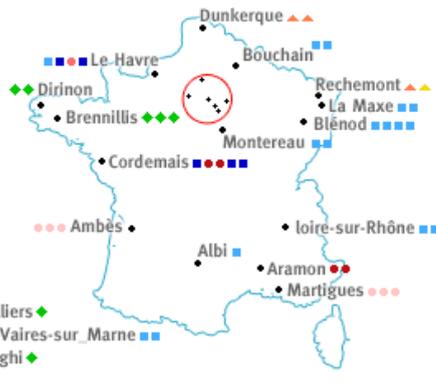
Une centrale thermique produit l'énergie électrique à partir **d'une énergie calorifique obtenue en brûlant du charbon, du fioul ou du gaz.**

Les 17 centrales thermiques à flamme (charbon, fioul et gaz) produisent environ 10% de la production. Elles assurent un rôle majeur dans l'équilibre du système électrique français.

Disponible rapidement, l'énergie thermique permet d'ajuster en permanence la production aux fortes variations de consommation que l'on observe aux heures de pointe ou en période de froid.

Du point de vue environnemental, EDF améliore ses centrales thermiques pour les rendre moins polluantes.

- ▲ Gaz - < 125 MW
- ▲ Gaz - 125 MW
- Charbon - 250 MW
- Charbon - 600 MW
- Fioul - 250 MW
- Fioul - 600 MW
- Fioul - 700 MW
- ◆ Turbine à combustion

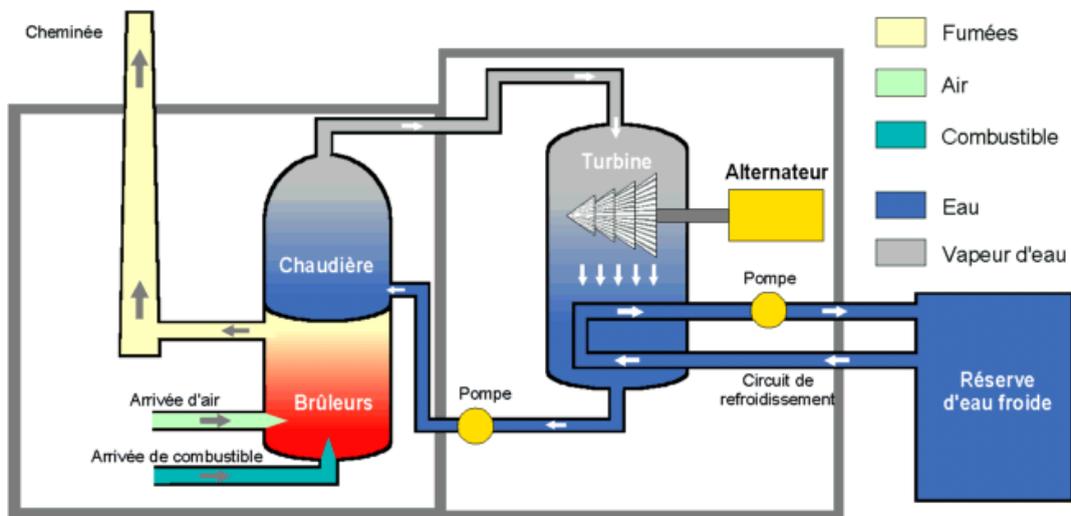


### Caractéristiques d'une centrale Thermique de 600 MW

Pression de la vapeur : 163 bars (kg/cm<sup>2</sup>)  
 Température de la vapeur : 565 °C ;

#### Groupe turbo-alternateur :

Vitesse de rotation : 3 000 tr/min  
 Tension nominale : 20 kV  
 Intensité : 19 kA



En brûlant ce combustible dans une chaudière, on obtient de la vapeur sous forte pression, laquelle entraîne des turbines à grande vitesse (1500 ou 3000 tr/mn) qui actionnent un alternateur.

Votre nom :		SYSTÈME	
Date :	PAGE 6 / 9	D'où vient l'énergie électrique ?	
RÉALISÉ PAR	BLANCHARD D	SOUS / SYSTÈME	
NOM DE FICHIER	PRODUCTION ELECTRIQUE PROF.VSD	COURS-DOCUMENTS	
DATE DE MODIFICATION	25/09/2013	Production électrique	

## 5. Développer les énergies renouvelables



En France, EDF produit **12 %** de son électricité à partir des énergies renouvelables, en particulier l'énergie hydraulique. D'ici 2010, la France a pour objectif que les énergies renouvelables représentent 21% de la consommation française et l'Europe 22% de la consommation européenne.

EDF diversifie ses moyens de production et développe les énergies renouvelables pour renforcer son action en faveur de la réduction des émissions de gaz à effet de serre. EDF est en effet l'un des opérateurs électriques européens qui émet le moins de CO<sub>2</sub> grâce à ses choix énergétiques.

## 6. Les centrales hydrauliques

Pour utiliser l'énergie potentielle de l'eau, il est nécessaire de mettre en place un **barrage (500 environ en France)**.

La chute de l'eau provoque la rotation *d'une turbine*.



La puissance fournie par la chute d'eau est :

$$P = q_v \rho g h$$

P : puissance fournie (en watts)

$q_v$  : débit volumique (en mètres cubes par seconde)

$\rho$  : (rhô) masse volumique de l'eau (en kilogrammes par mètre cube)

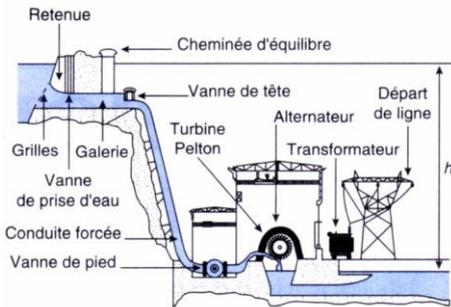
g : accélération (9,81 m . s<sup>-2</sup>)

h : hauteur de la chute

### Les centrales de haute chute (hauteur de chute > 200 m)

Les centrales de haute chute sont alimentées par des barrages appelés **"réservoirs de lac" ou "réservoirs saisonniers"**

Elles sont équipées de turbines Pelton.



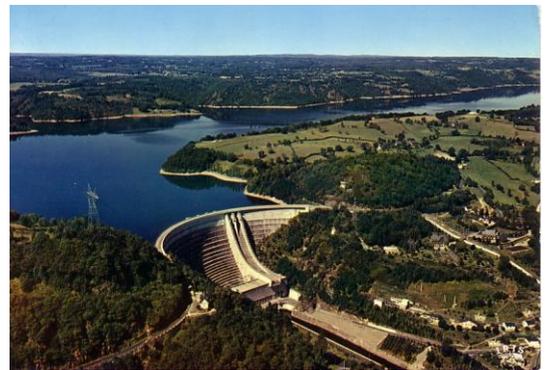
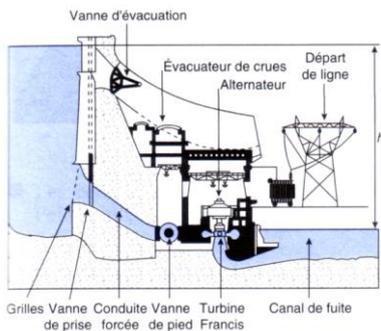
Barrage de Serre-Ponçon (vallée de la Durance)

### Les centrales de moyenne chute (30 m < hauteur de chute < 200 m)

Les centrales de moyenne chute sont alimentées par des barrages appelés **"réservoirs d'éclusée"**.

Elles se trouvent sur le cours des fleuves dans les régions de **plaine ou de bas relief**.

Elles utilisent des turbines de type Francis.



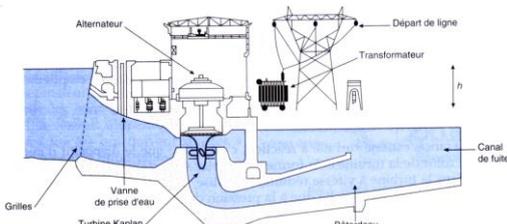
Barrage de Bort les Orgues

### Les centrales de basse chute (hauteur de chute < 30 m)

Ces centrales, encore appelées **usines « au fil de l'eau »**, sont caractérisées par **l'absence de réserve**.

Leur capacité de production ne dépend que du **débit du cours d'eau**.

Elles utilisent des turbines Kaplan.

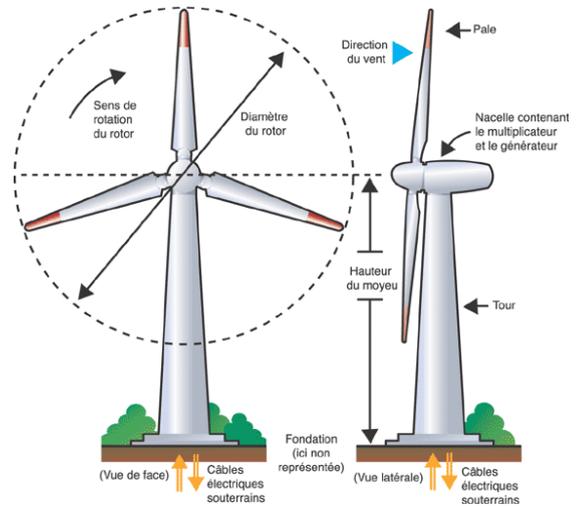


## 7. L'énergie du vent (L'éolien)

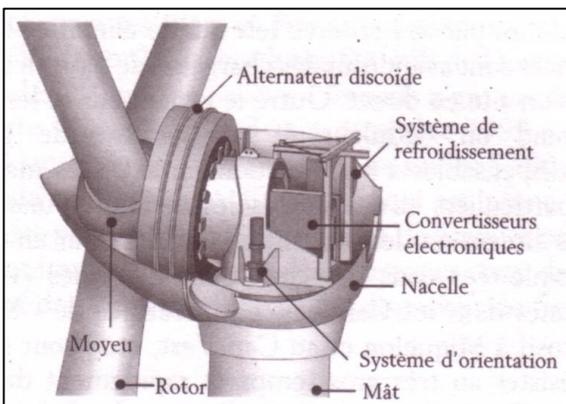
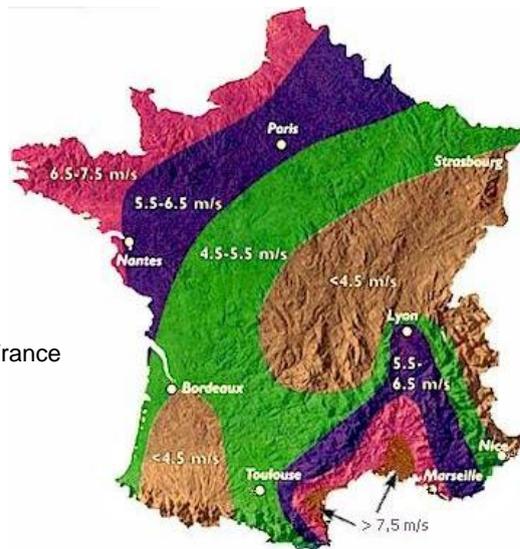


Le procédé de conversion d'énergie par éolienne convertit l'énergie **cinétique de la masse d'air** mise en mouvement par **le vent** en énergie électrique.

Schémas d'ensemble d'une éolienne



Gisement éolien en France



L'énergie cinétique du vent produit la **rotation des pales qui actionne le générateur.**

Une éolienne se compose de 4 éléments :

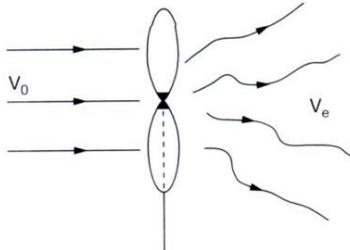
- **Le rotor**
- **Le freinage et la régulation de la vitesse (30 tr/mn)**
- **La nacelle et l'alternateur**
- **Le mat ou tour**

L'éolienne est, de plus, équipée d'une électronique de puissance permettant le respect de la fréquence (50 hz en France)

Puissance théorique récupérable :

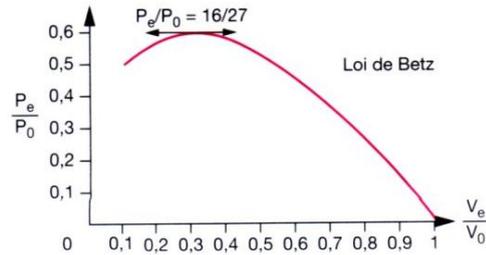
- $W_0 = 1/2 \times \rho_{\text{air}} \times V^2$
  - $P_0 = W_0 \times S_e \times V = 1/2 \times \rho_{\text{air}} \times V^3 \times S_e$
- Puissance fournie (Pf) :  $P_f = C_p \times P_0$

Ce graphe montre que l'énergie mécanique maximale récupérée sur l'axe du rotor de l'éolienne ne peut pas dépasser 59 % de l'énergie cinétique de la masse d'air en mouvement pour un rapport de vitesse de vent entrant ( $V_0$ ) sur une vitesse de vent sortant de 0,33.



$V_0$  : vitesse moyenne du vent à l'avant de l'éolienne  
 $V_e$  : vitesse moyenne du vent à l'arrière de l'éolienne

- V : vitesse du vent en m/s
- $W_0$  : énergie cinétique par volume d'air en  $J/m^3$
- $P_0$  : puissance disponible sur le rotor à V donnée en W
- $S_e$  : surface engendrée par le rotor de l'éolienne en  $m^2$
- $\rho_{\text{air}}$  : masse volumique de l'air en  $kg/m^3$
- $C_p$  : coefficient de performance lié au profil de la pale

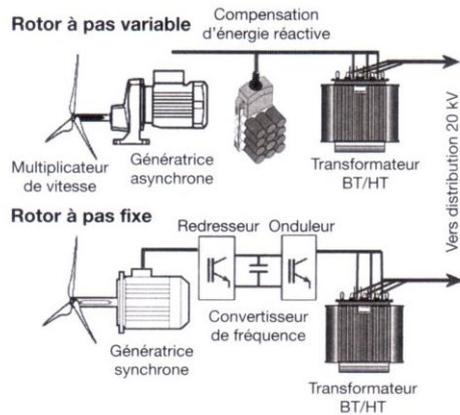


**Caractéristiques d'une éolienne du parc de Mardyck (Dunkerque)**

- Diamètre d'un rotor : 100 m
- Hauteur de la tour : 80 à 95 m
- Poids :**
  - rotor et ses 3 pales 92 t
  - total de l'éolienne 150 t
- Puissance de l'alternateur : 2,5 MW**



**Raccordement au réseau :**  
 Deux solutions existent en fonction de la nature du rotor (pas fixe ou pas variable).



L'éolien ne cesse de monter en puissance, et cela dans toute l'Europe. Sur sites terrestres aussi bien qu'en offshore. A l'horizon 2010, la France projette d'atteindre 21 % de sa production électrique à partir des énergies renouvelables.