

Les énergies renouvelables (éolien, solaire)

Une solution d'avenir ?

Ou une arnaque ?

Et quel coût pour la collectivité... ?

Jacky Ruste

*Ingénieur INSA Génie Physique
Docteur-ingénieur de l'université Nancy1*

[http:// micro.icaunais.free.fr](http://micro.icaunais.free.fr)

[http:// asso.acide89.free.fr](http://asso.acide89.free.fr)

Dans un cadre européen, les objectifs de la France d'ici 2020 : les 3 « 20 »

- réduire la consommation de 20%
- réduire la production de CO₂ de 20%
- porter à 23% la part des énergies renouvelables
(actuellement 10 à 12%)

Coût estimé pour l'Union Européenne :

- 1 – Réduction de 20% des émissions de CO₂ : 106 milliards d'euros par an
- 2 – 20% d'énergie renouvelable : 200 milliards d'euros par an
- 3 – Réduction de 30% des émissions de CO₂ : 450 milliards d'euros par an

Europe : 4,7 Gt_{CO2}/an (11 %)
USA : 6,0 Gt_{CO2}/an
Chine : 6,3 Gt_{CO2}/an } 40%
Monde : 30 Gt_{CO2}/an



-20 % → 2 % des émissions mondiales

*bien inférieures à la progression des
émissions des USA et des pays émergents !*

*20% des émissions de CO₂ françaises c'est l'équivalent d'une semaine de
production chinoise et américaine...*

dans l'hypothèse (???) du réchauffement climatique dû aux émissions de CO₂...²

Coût estimé pour l'Union Européenne entre 2011 et 2020

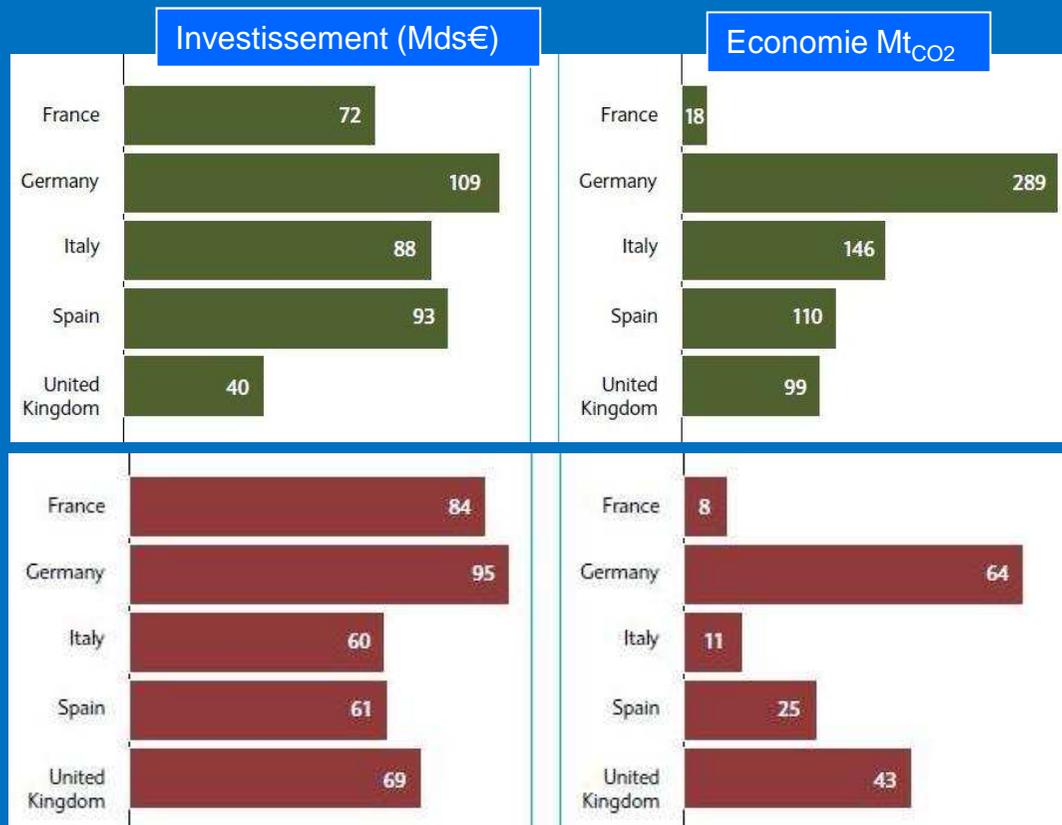
- Investissement : 2.200 milliards d'€
 - Recherche : 600 milliards d'€

2.800 Mds€

Economie : 2,2 Gt_{CO2}

(supposée !)

- Habitat
- Distribution électrique
- Production électrique
- Véhicules propres
- Infrastructure des transports



Moyens de production électrique

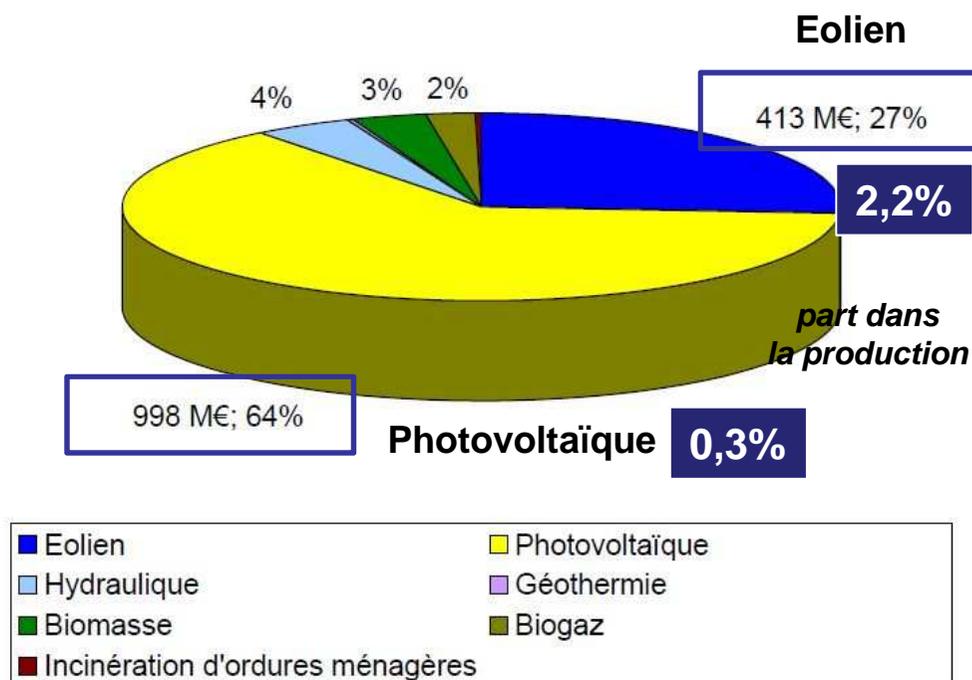
Distribution électrique

En réalité, le choix des énergies renouvelables (éolien et solaire) obéit à une volonté politique, dictée officiellement pour « lutter contre l'effet de serre » et plus prosaïquement pour satisfaire certains intérêts...

Pour pouvoir développer ces énergies, l'état a mis en place une politique d'obligation de rachat de ces énergies à des taux très élevés...

Cette politique a un coût important pour la collectivité...

Charges prévisionnelles dues aux énergies renouvelables au titre de 2011
(total 1 567 M€)



Le prix de rachat, très supérieur aux prix de production et au prix du marché est répercuté sur la facture des particuliers...

Le coût des installations (importées d'Allemagne, de Chine...) pèse très lourd sur la balance des paiements et contribue à l'augmentation de la dette publique !

**Balance commerciale
du photovoltaïque :
2010 : -1,5 Mds€**

Questions :

1 – cet effort titanesque sera-t-il efficace ? utile ?

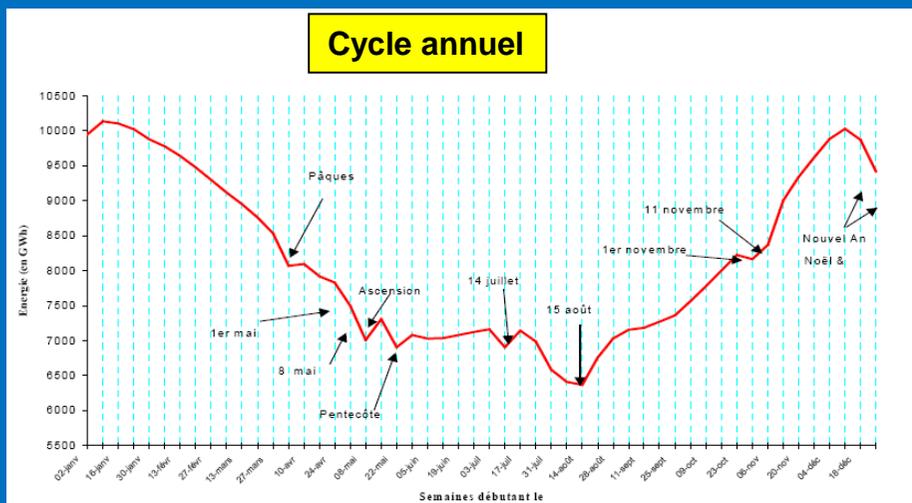
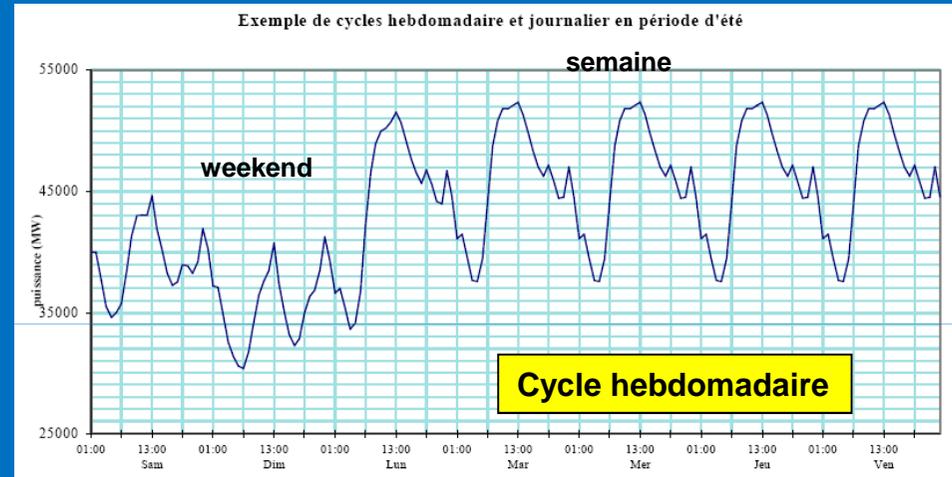
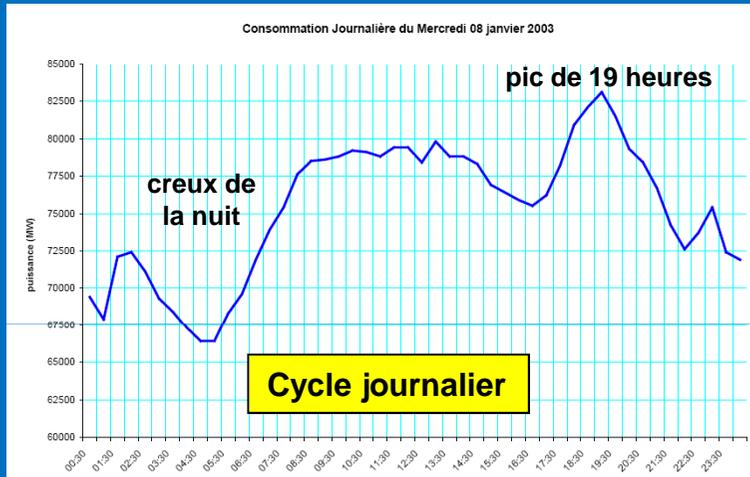
2 – compte tenu des difficultés économiques actuelles et de l'opposition massive des populations concernées, sera-t-il maintenu ?

**Quelques considérations
générales
sur la production d'énergie
électrique...**

Une condition fondamentale régit la production d'énergie électrique :
On ne peut pas la stocker (ou du moins très difficilement !)

La production doit être en permanence équilibrée avec la consommation

Or celle-ci est très irrégulière !



Ce qui nécessite :

- 1 – une prévision journalière de la consommation
- 2 – des moyens de production adaptés (base, semi-base et de pointe)

production constante

pointes de consommation habituelles

pointes de consommation exceptionnelles

Puissance de production des installations électriques

Quand on parle de « puissance » d'une installation électrique, il faut bien distinguer :

1 – La puissance brute, c'est-à-dire la puissance maximale que pourrait fournir l'installation...

- réacteur nucléaire : 900, 1500 ou 1650 MW (EPR)
- aérogénératrice (éolienne) : 3 MW actuellement...
- panneau photovoltaïque : 1 kW_c/m²

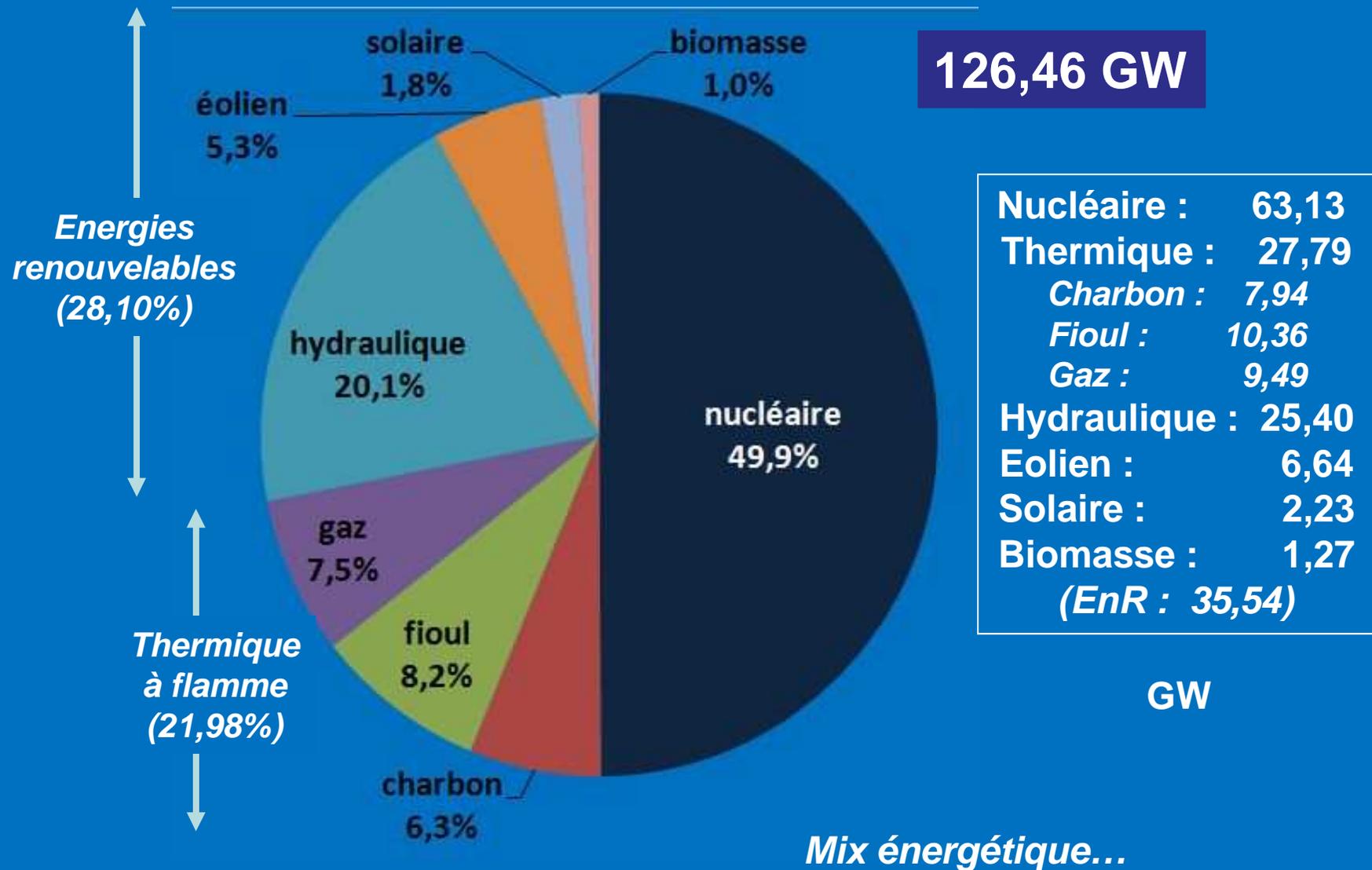
2 – La puissance disponible, c'est-à-dire la puissance qu'est réellement capable de fournir l'installation (son « coefficient de disponibilité » Kd ou son « facteur de charge »)

- réacteur nucléaire : 80 à 90% (*Changement de combustible, entretien...*)
- aérogénératrice (éolienne) : 20 à 25% (terrestre), 30% offshore (*force du vent*)
- panneau photovoltaïque : 10% (*ensoleillement*)

3 – La puissance réellement fournie (généralement en fonction des besoins) (« coefficient de production » Kp)

- nucléaire : 76%
- thermique à flamme : 20% en moyenne
- hydraulique : 23%
- éolien ? (*arrêt de nuit ? déconnection...*)

Puissance (GW) des moyens de production électrique en France (2011)



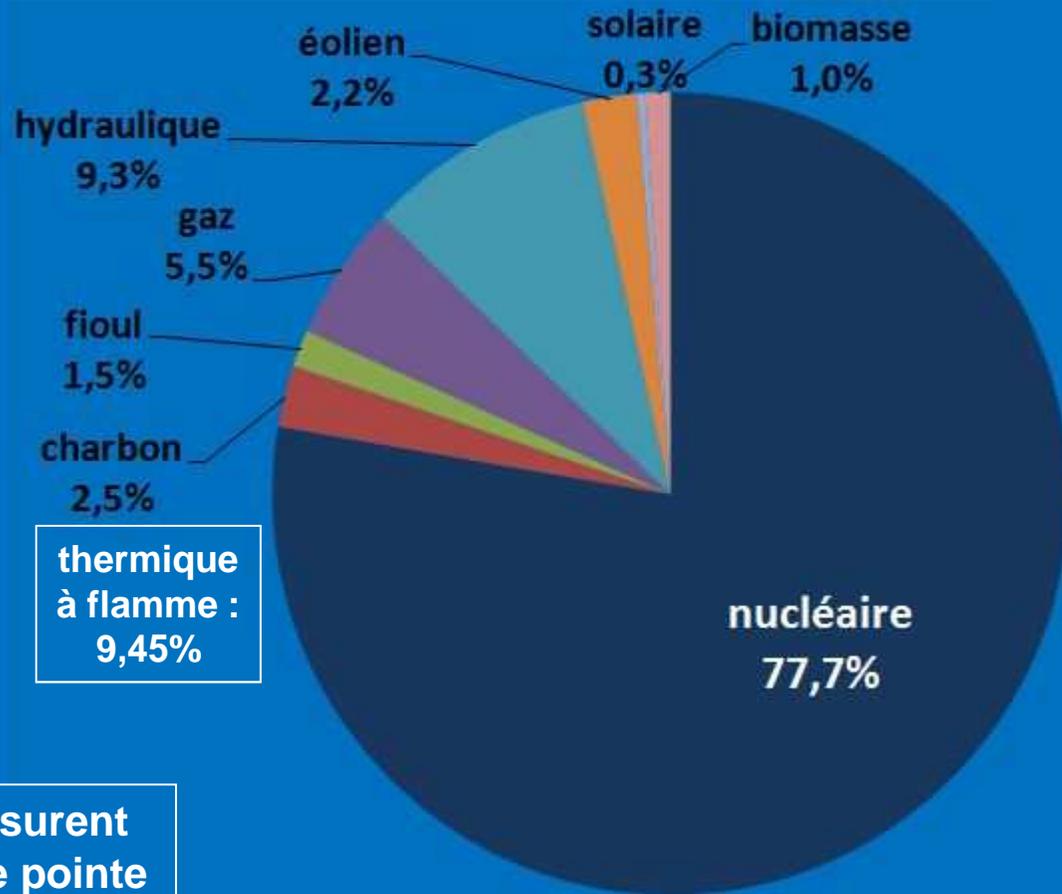
Production électrique (TWh) en France (2011) *facteur de charge de chaque moyen de production*

Total : 541,9 TWh

		(Kp)
Nucléaire :	421,1	(76,15%)
Thermique :	51,2	(21,03%)
Charbon :	13,4	(19,27%)
Fioul :	8,1	(8,93%)
Gaz :	29,7	(35,73%)
Hydraulique :	50,3	(22,61%)
Eolien :	11,9	(20,46%)
Solaire :	1,8	(9,21%)
Biomasse :	5,6	(50,34%)

Importations : 19,7 TWh
Exportations : 75,4 TWh

Energies renouvelables : 12,8% (hydraulique : 9,28%)



Le thermique et l'hydraulique assurent la production de semi-base et de pointe (*en fonction de la demande*)
Pour l'éolien et le solaire, le facteur de charge est fonction « du temps »

Pour atteindre sa pleine puissance, il faut :

- quelques minutes à une centrale hydraulique,
- une dizaine d'heures à une centrale thermique
- deux jours à un réacteur nucléaire...

**L'énergie est « à la mode », elle est l'enjeu de lobbies puissants
qui exploitent l'ignorance du « grand public » !**

En particulier on veut lui faire croire que :

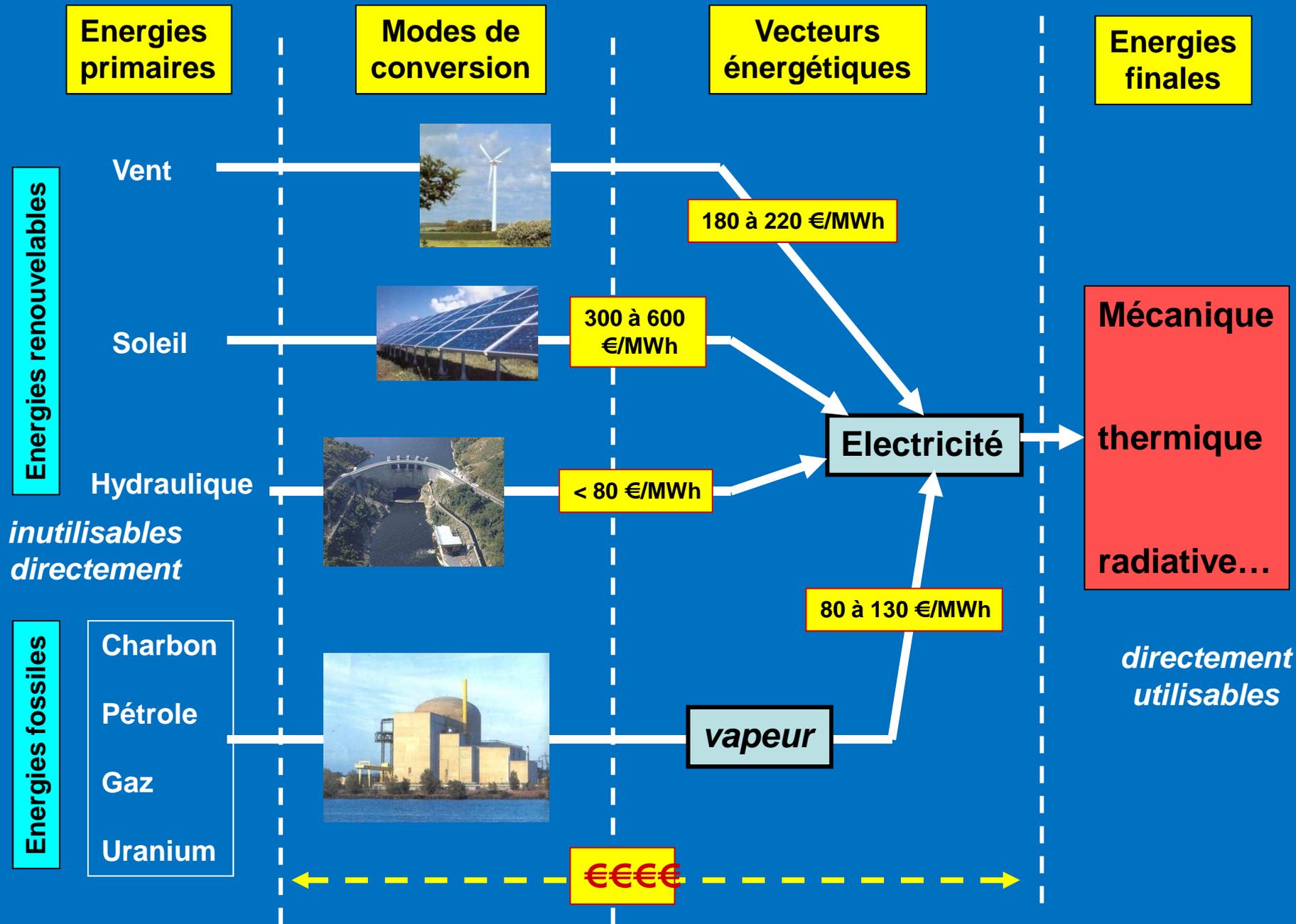
1 – Il existe des « énergies gratuites »

2 – Il existe des « énergies propres »

**Et accessoirement qu'il y a des « solutions miracles » qui vont résoudre
bien des problèmes...**

la voiture électrique, les habitats « à énergie positive »....

Le mythe des énergies gratuites



Exemples :

- Eolienne de 3 MW

- Coût de l'investissement : 4,5 M€
 - entretien : 10% investissement : 0,5 M€
 - coût du démantèlement : 1 M€
- } 6 M€

Puissance brute : 3 MW

Puissance réelle (20%) : 0,6 MW

Production annuelle : 5.200 MWh

Production cumulée sur 20 ans : 105 GWh (10⁸ kWh)

Coût de production : 60 €/MWh

(Dans la réalité elle ne produira que pendant 15 ans, durée de rachat obligatoire... 70€/MWh)

Panneau solaire photovoltaïque de 1m²

Coût : 1.000 € Puissance brute : 150 Wc
Puissance réelle (10%) : 15 Wc

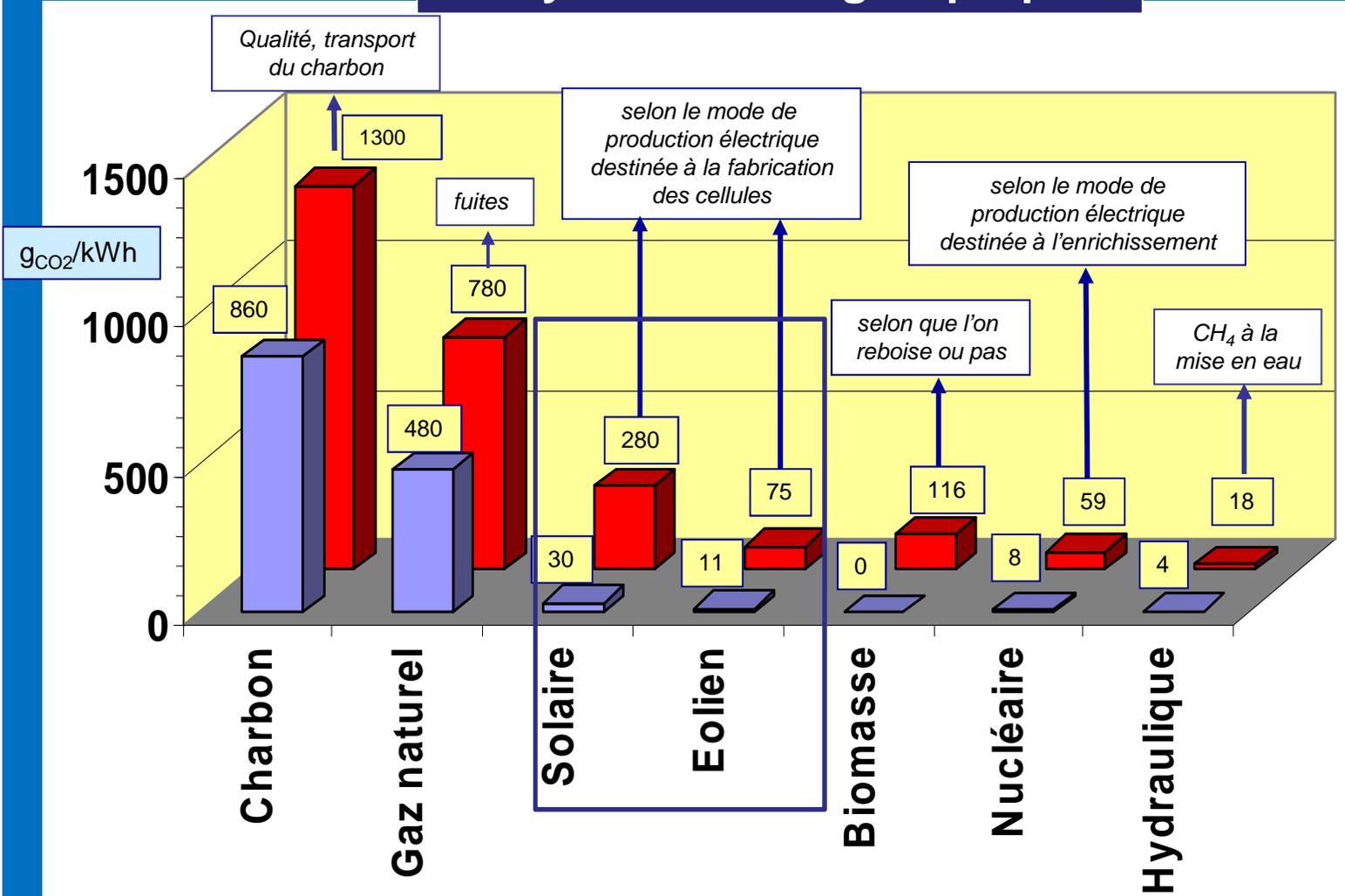
Production annuelle : 130 kWh

Production cumulée sur 20 ans : 2.600 kWh

Coût de production : 380 €/MWh

**Pour mémoire :
coût de production nucléaire
25€/MWh**

Le mythe des énergies propres



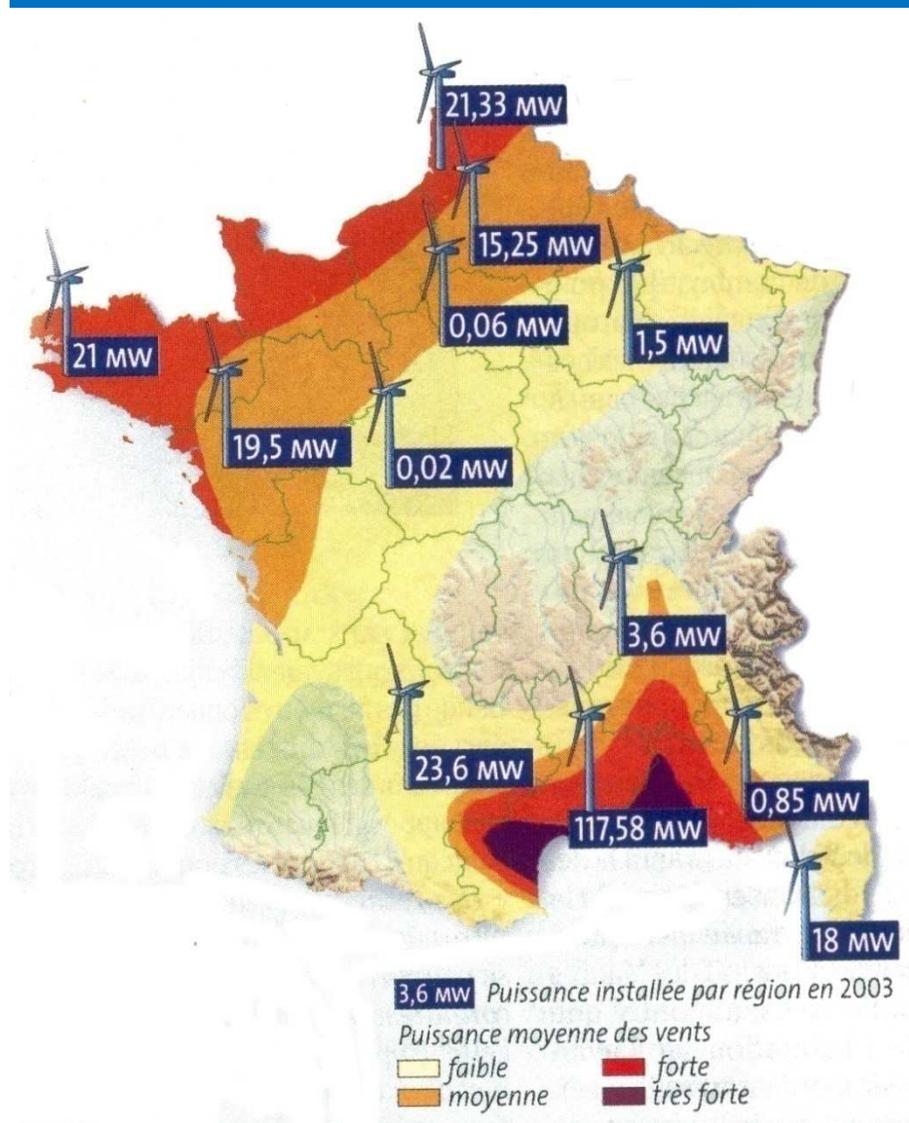
Estimation des émissions de CO₂ par kWh produit selon le mode de production (en tenant compte de l'éco-bilan et selon deux hypothèses, basse et haute)

Valeurs retenues par RTE et l'AIE :

Charbon : 960 g/kWh
 Fioul : 800 g/kWh
 CCG (gaz) : 360 g/kWh

L'énergie éolienne

France fin 2011 6640 MW



Certaines zones (Côte méditerranéenne, Manche, Mer du Nord) sont plus favorables que les régions centres.

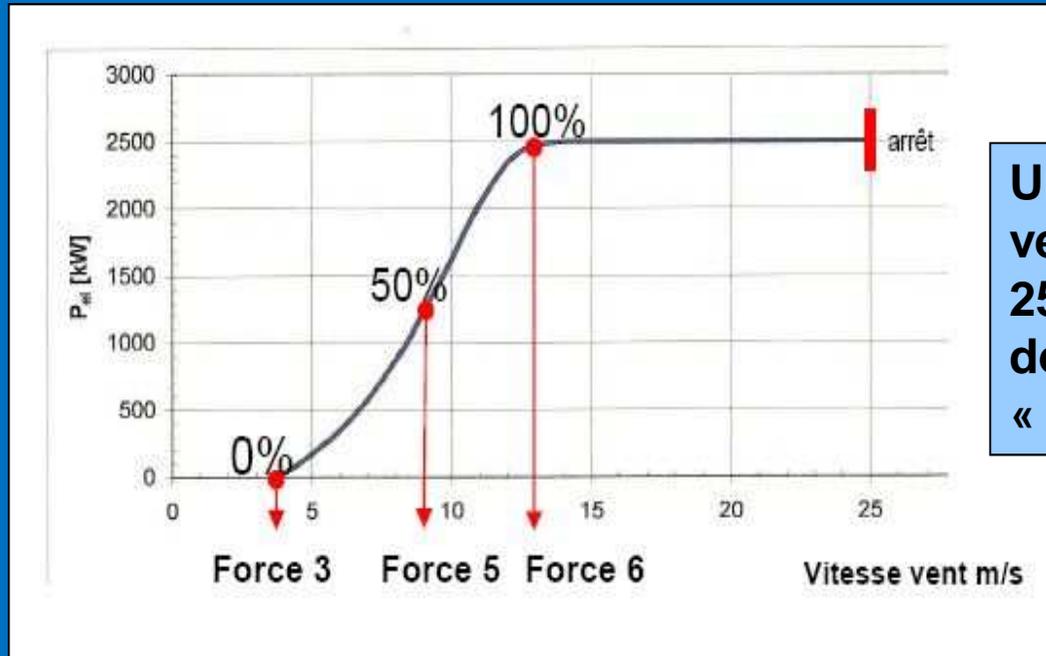
A l'origine, seules les zones les plus ventées (« mauves, rouges et oranges ») devaient être équipées... Ce n'est plus le cas actuellement...

« les éoliennes ne s'installent pas là où il y a du vent mais là où il y a des subventions » (Christian Gérondeau)

La puissance théorique est égale à :

$$P = \eta \frac{1}{2} \rho S V^3$$

η : rendement (<59%)
 ρ : densité de l'air (0,0013)
 S : surface des pales
 V : vitesse du vent

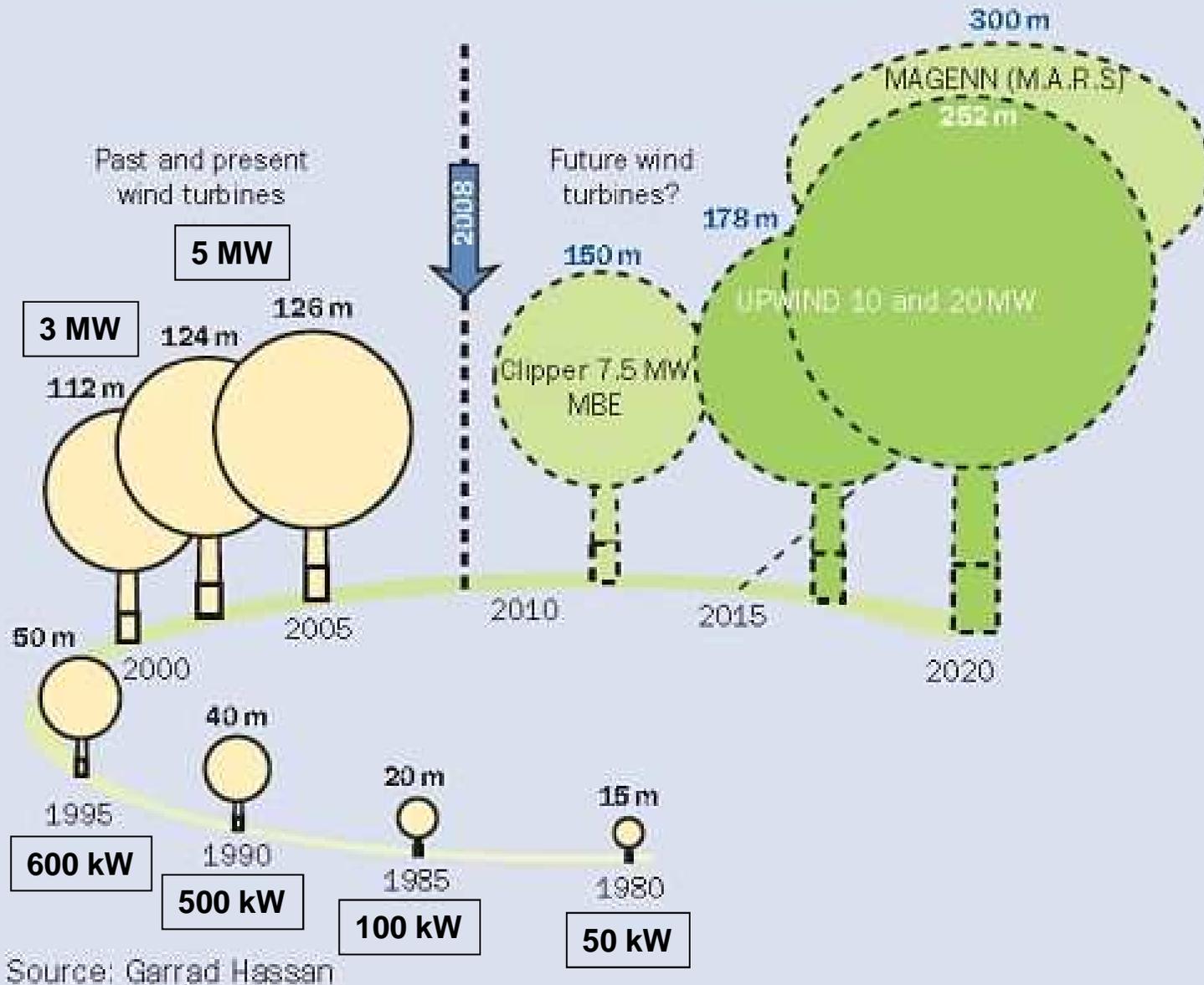


Une éolienne est efficace pour des vents entre 15m/s (50km/h) et 25m/s (90km/h) où elle doit être déconnectée, sous peine de « désintégration » !

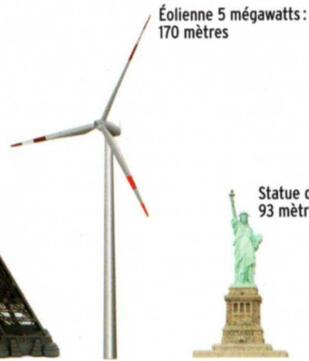
$$P \propto \phi^2$$

Augmenter le diamètre des pales permet d'augmenter la puissance disponible et donc diminuer le nombre d'éoliennes

mais ça les rend beaucoup plus visibles !

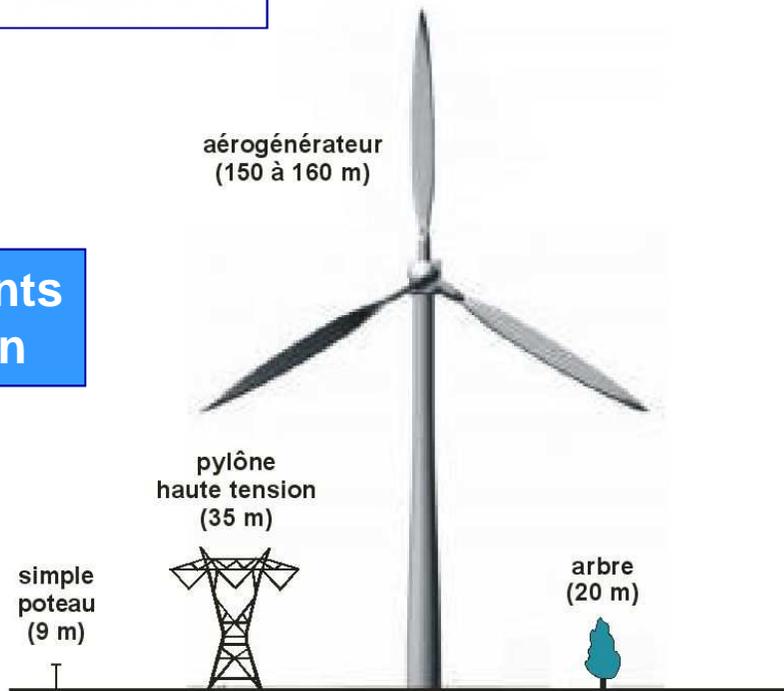


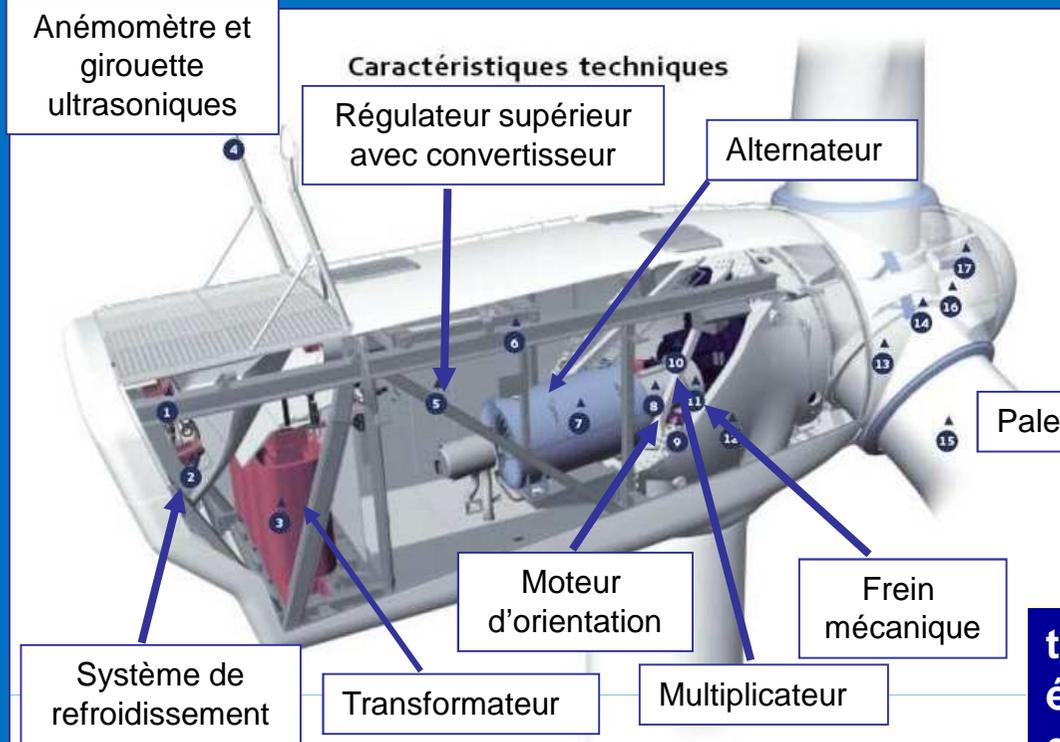
Evolutions des dimensions des éoliennes



Éolienne 5M (Brunsbüttel, RFA)
hauteur : 120m
diamètre des pales : 124m
puissance : 5 MW
facteur de charge : 40%

Quelques éléments de comparaison





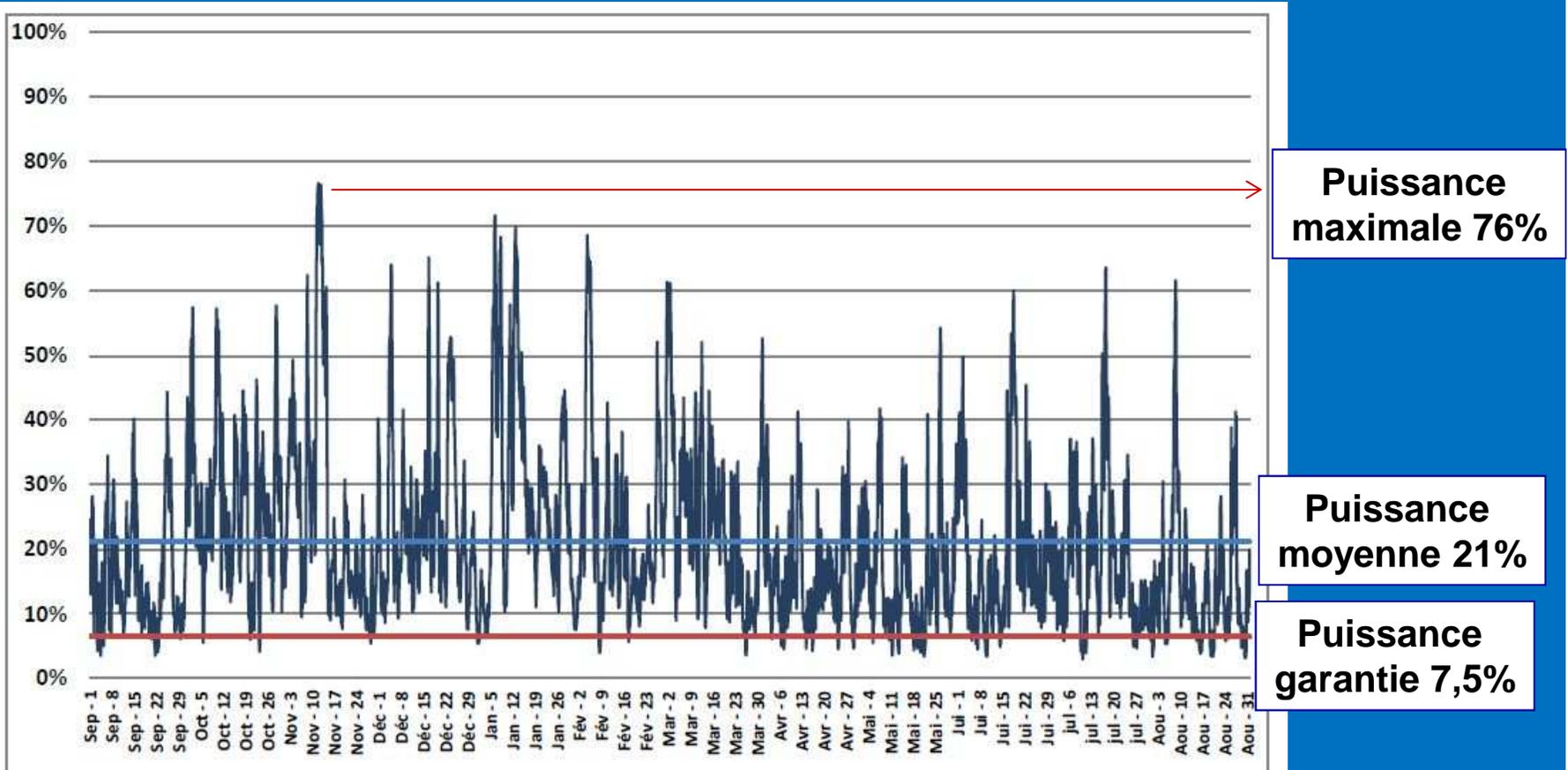
tension délivrée : 400 à 690 volts
énergie fournie : 4400 MWh/an (2 MW)
durée de vie : 20 ans



*Une nacelle de 70 tonnes
sur un mat de 110 m
reposant sur un socle
en béton de 1500 tonnes*

Production électrique des éoliennes

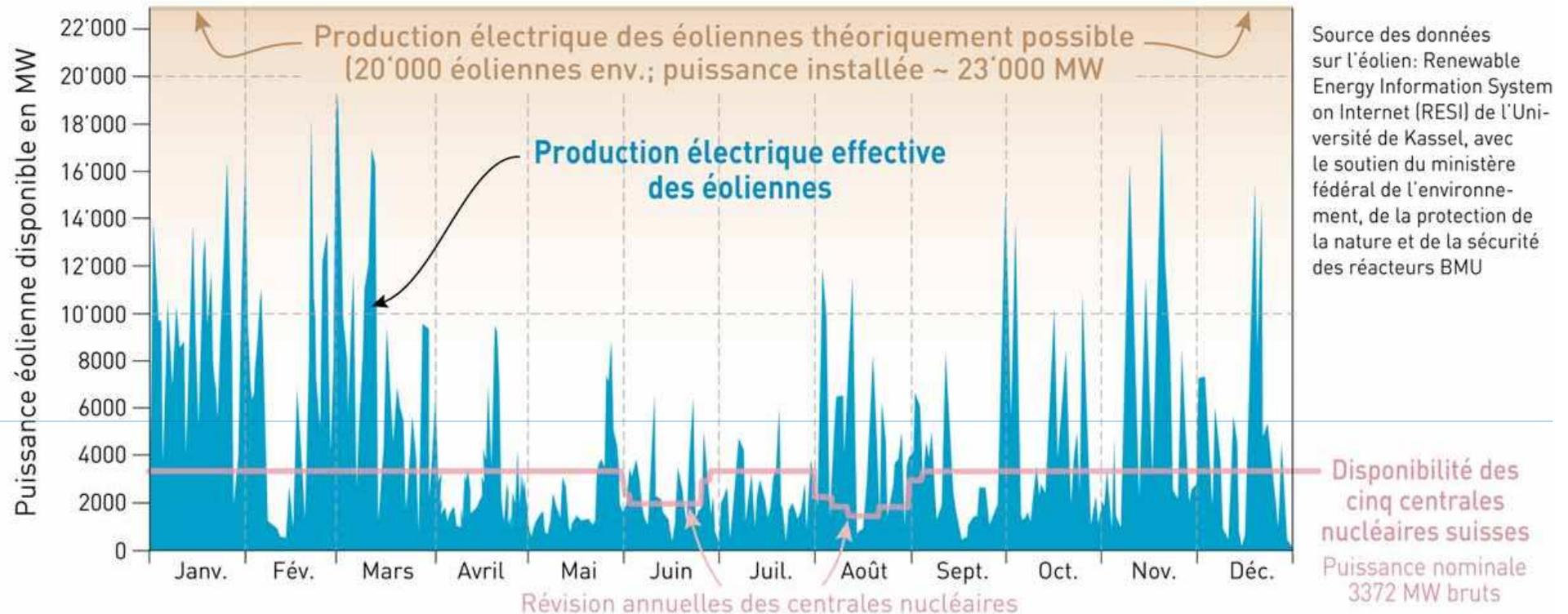
La production électrique d'une éolienne dépend du vent donc de conditions versatiles imprévisibles...



Production du parc éolien français de septembre 2010 à août 2011

La puissance produite varie donc de façon aléatoire entre 7,5 et 70% de la puissance totale du parc...

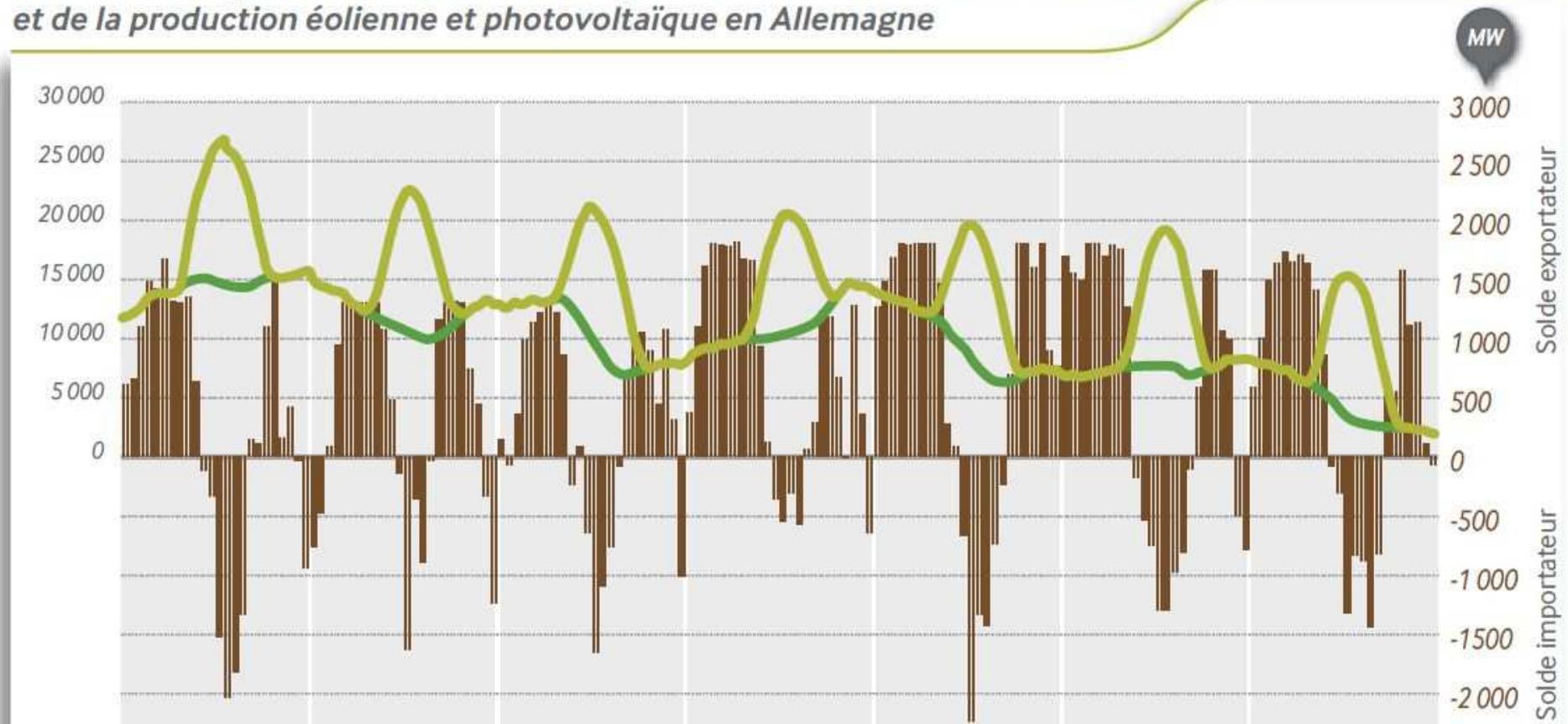
Cette valeur est identique en Allemagne où les 21.000 éoliennes (soit 23GW) ont fournie en permanence une puissance disponible de 2GW (7,7%)



- La puissance théorique maximale (23 GW) n'a jamais été atteinte au cours de l'année
- La puissance maximale a été d'environ 19 GW (fin février)

En cas de surproduction, pour stabiliser le réseau, les producteurs allemands sont conduits soit à se déconnecter, soit à exporter à prix casés et même souvent contraints de payer (jusqu'à 500€/MWh) pour qu'on utilise cette électricité ! (en général par l'Autriche qui dispose de moyens de stockage hydrauliques)

Évolution comparée du solde des échanges sur la frontière franco-allemande et de la production éolienne et photovoltaïque en Allemagne

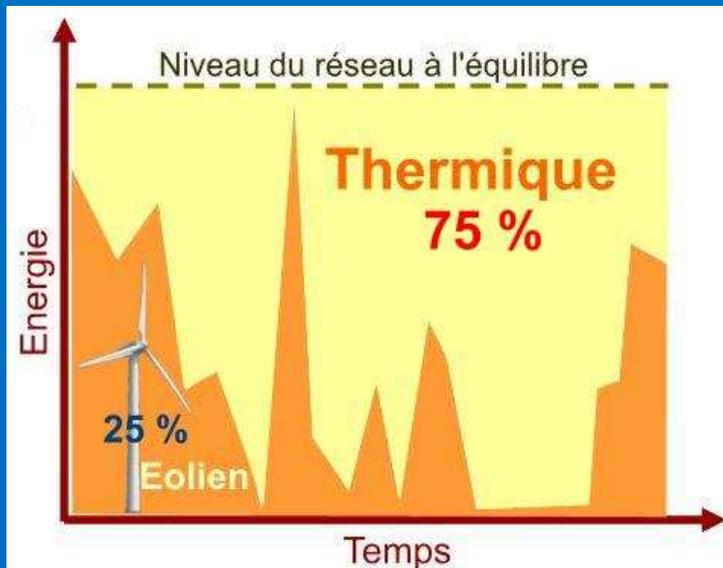


Evolution des échanges franco-allemand d'électricité :
On observe qu'en période de sur-production allemande en EnR, la France importe à bas prix alors qu'elle exporte dès que la production chute...

Actuellement l'Allemagne, autrefois exportateur, importe de la France 0,6 TWh par mois (soit la production de 2 réacteurs nucléaires...)

Conséquence :

- 1 – La production d'électricité éolienne est aléatoire et non prévisible :
facteur de charge moyen en France : 22%
- 2 – Lors des fortes demandes (production de pointe) dues soit à des grands froids soit à une période de canicule, *pas de vent !*
- 3 – L'énergie éolienne se développera au détriment du nucléaire (peu producteur de CO₂) et non à celui du thermique classique...



- 4 – Il sera nécessaire pour assurer une production constante de compléter le parc éolien par un parc « thermique classique » (charbon et gaz) plus souple mais fort producteur de CO₂ !
(EDF investit dans plus de 11000 MW de thermique classique)

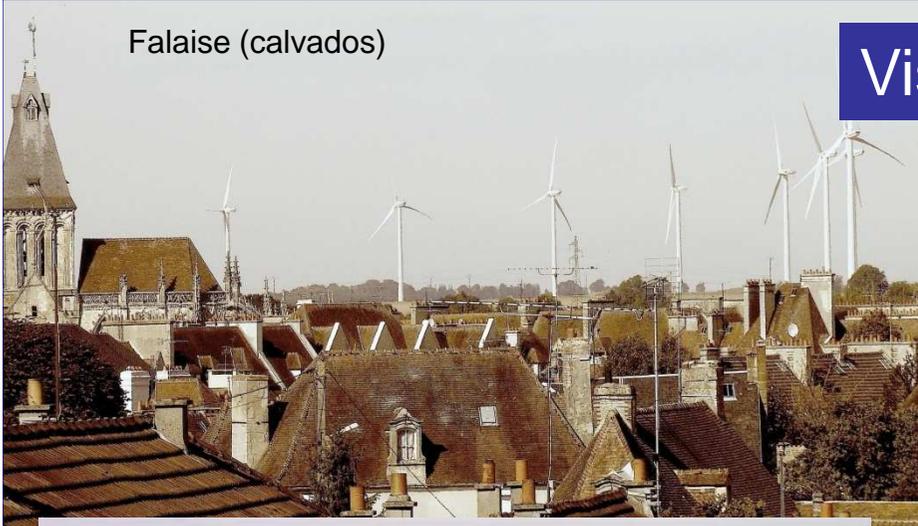
**" les énergies renouvelables par nature intermittentes demandent des compléments pour lesquels les centrales à gaz naturel constituent une bonne solution grâce à leur souplesse d'utilisation et environnemental".
(déclaration de GDF-Suez)**

→ Exemples de l'Allemagne et de l'Espagne, gros utilisateurs d'éolien et dont les émissions de CO₂ ne font que croître !
Alors qu'en France elles diminuent (enfin pour l'instant !)

5 – Le réseau de transport actuel devra être étendu pour relier les parcs aux lignes à haute-tension mais surtout profondément modifié pour faire face à une production présentant de fortes variations et pour lesquelles il n'est pas adapté...
coût : plusieurs milliards d'euros

Sans compter les impacts environnementaux...

Falaise (calvados)



Visuel

Champs d'éoliennes

En Californie



Plouvien les Bains (Finistère)(*)



() condamnées à être démontées*

Ouest-France

<http://mark-duchamp.spaces.live.com>

Langenhorn, Schleswig-Holstein, Allemagne





ça brule...

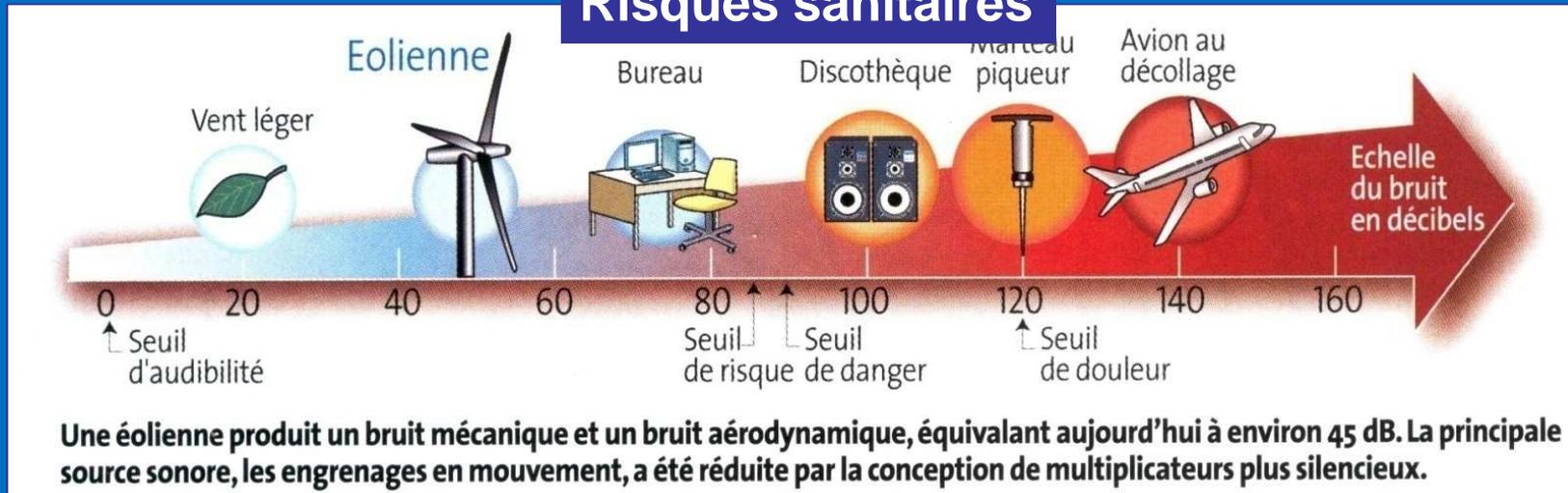


ça explose...



et en hiver, ça projette de la glace...

Risques sanitaires



Le bruit continu généré par une éolienne se situe vers 45dB, (à 500 m), qui provoque chez les riverains une gêne certaine d'où une forte contestation.

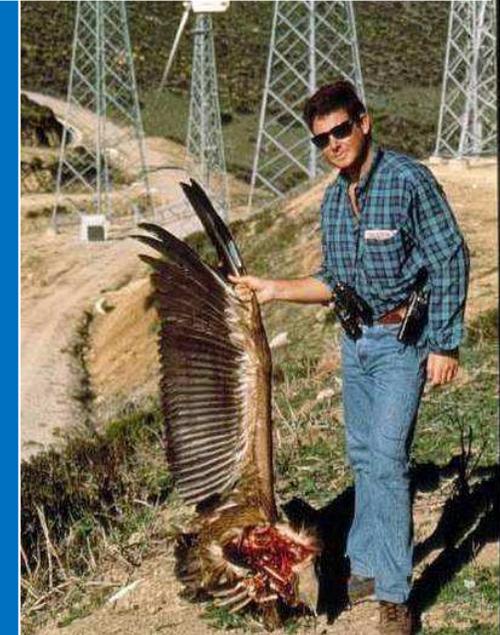
De plus il y a émission d'infrasons, inaudibles mais qui provoquent des troubles importants et un impact reconnu sur la santé.

L'académie de médecine recommande une distance minimale de 1500m (comme c'est le cas dans beaucoup de pays)... En France on peut les implanter jusqu'à 500m des habitations !

Les chauves-souris, les oiseaux migrateurs etc. subissent une forte mortalité.

Autre nuisance : les flashes lumineux permanents

**Quelques
victimes
des éoliennes**



Selon la société ornithologique espagnole les 18.000 éoliennes seraient responsables de la mort de 600.000 à 1,4 millions d'oiseaux par an !

Les implantations d'éoliennes suscitent de plus en plus d'hostilité dans la population, d'où un nombre croissant d'associations de défense (725 sont regroupées dans la FED Fédération Environnement Durable) et avec la création d'une « plateforme européenne contre les éoliennes » (EPAW) qui regroupe 437 associations de 21 pays.



<http://epaw.org/>

L'2RIEN Association loi 1901 n° W32000324

NON aux 22 éoliennes géantes
sur la Communauté de Communes du pays de Valençay
Notre avenir est en jeu !

3 pales de 40 m (Environ)
Un mât de 100 mètres

Echelle
100 m
50 m
10 m

Un tracteur (3 m)
Une vache (1,6 m)
Un homme (1,8 m)
Clocher église de Lury (30 m)

750 tonnes de béton et 400 tonnes d'armature, à jamais dans le sol

Pour vous donner un ordre de grandeur :

Venez vous informer, le 28 mai 2010 à 18 h 30, Salle "Saint Mandé" à Villentrois

* imprimé par nos soins *
Ne pas jeter sur la voie publique

VIGI EOLE
http://www.vigieole.fr
Association Vigi-Eole (loi 1901)
n°4 Le Grand Chemin
33860 Reignac
vigieole@yahoo.fr

Aujourd'hui, à Reignac (33)

Demain, peut-être chez vous ...

Un projet :

- insensé
- inutile, production insuffisante
- avec des nuisances sonores et visuelles
- Efficacité non prouvée dans la lutte contre l'effet de serre
- Hausse de votre facture d'électricité
- Rente financière scandaleuse accordée au promoteur exploitant

* voir les propos de Patrick Ollier, député, à la séance du 24 septembre 2008 d'une Commission à l'Assemblée Nationale.

Photomontage

Imprimé par nos soins, ne pas jeter sur la voie publique

ACPEM
Association Contre Les Projets d'Eoliennes en Mer

REUNION PUBLIQUE

NON aux éoliennes devant nos côtes.

Jeudi 4 Mars à 20h30
Salle Communale
Créances

Avec la participation de la FED, BNE, ACLEM et AQABBA

© SPAUBERTGRAPHIC - Créances

Depuis 2011, en France, les parcs éoliens sont classés ICPE (Installations Classées Pour l'Environnement) c'est-à-dire présentant un risque pour l'environnement

Projets offshore

Les projets du « Grenelle de l'Environnement » concernent la mise en service en 2 étapes de 6000 MW d'éoliennes offshore (1200 de 5MW), soit selon les médias « l'équivalent de 6 réacteurs nucléaires » (sic)(*)

() compte tenu des oppositions, des retards, ce plan aura beaucoup de difficultés à se mettre en place (situation similaire en Grande Bretagne)*

Coût de l'investissement : 20 milliards d'euros...

Que peut-on en penser ?

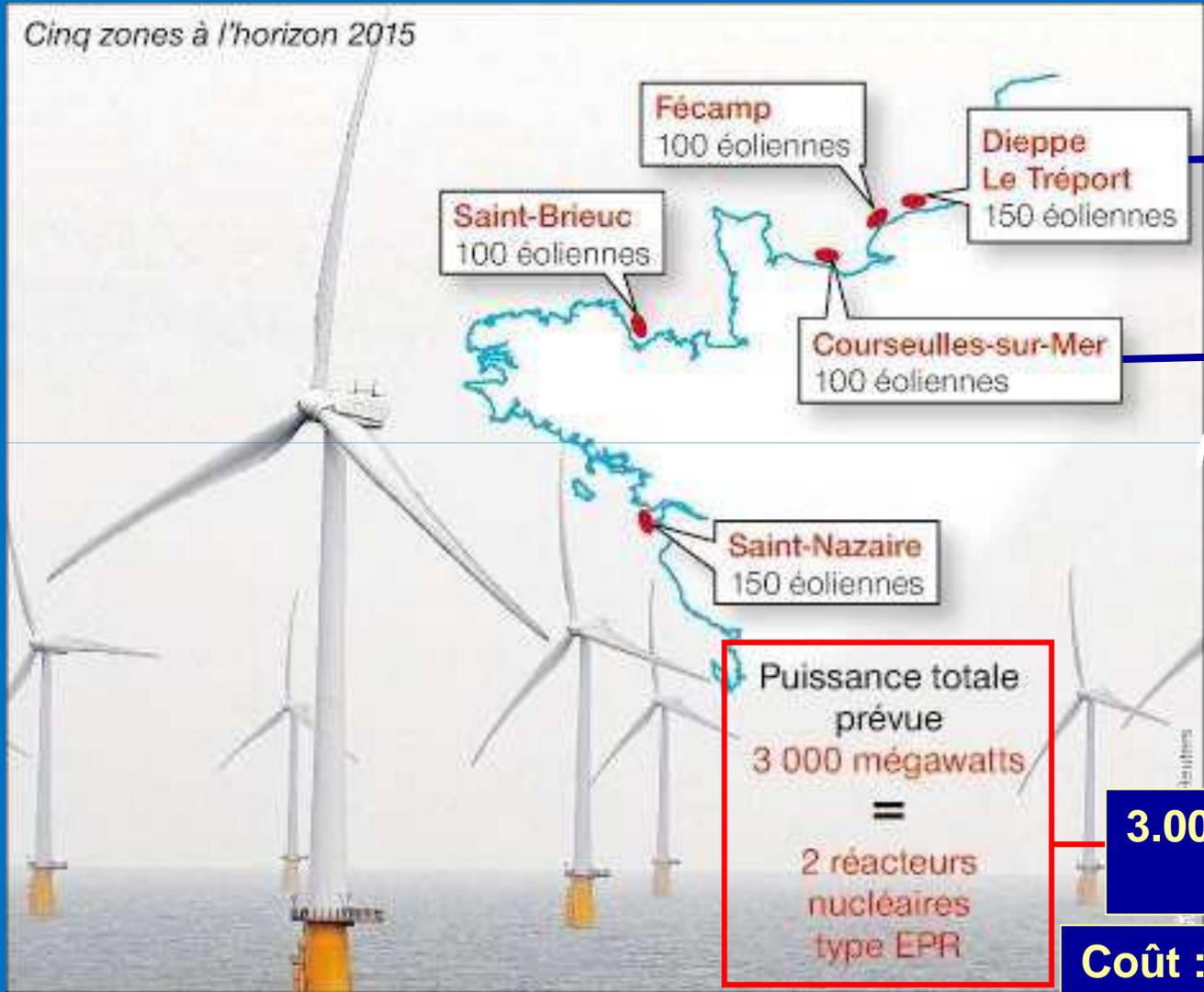
- 1 – Le facteur de charge de l'éolien off-shore est d'environ 35%
- 2 – La durée de vie réelle est inconnue (théoriquement 20 ans ?)
- 3 – la puissance réellement disponible sera donc de 2000 MW
- 4 – ce qui représente en réalité 1,5 réacteur EPR (durée de vie 80 ans ou plus)

A puissance équivalente, l'éolien représentera un investissement 4 fois plus élevé avec une durée de vie 4 à 5 fois plus faible...

L'éolien off shore produira une électricité achetée par EDF 130 €/MWh au détriment d'une production au coût de 35 €/MWh...

Surcoût en 2020 : 1 à 3 milliards d'euros par an pour le consommateur...

Projets d'implantation d'une première tranche de 600 éoliennes « off-shores » de 5 MW dans la Manche et l'Atlantique (3 GW)



forte opposition des pêcheurs

En face des plages du débarquement : forte opposition dans le monde entier (USA...)

3.000MW → 900MW réels (soit 0,6 EPR)

Coût : 10 milliards d'euros (> 2 EPR)

En résumé : Les limites de l'énergie éolienne

- faible taux de disponibilité (15 à 35%)
(ne peut s'intégrer dans la production de semi-base ou de pointe)
- faible puissance par unité (1 à 5 MWe)
- forte nuisance environnementale
 - ⇒ *forte opposition des populations concernées !*
- nécessité de stockage (comment ?)
- risque d'emballement et de rupture brutale (et d'incendie)
- coût du démantèlement : 1 M€ pour une éolienne de 3 MW
- coût élevé du kWh (4 fois le coût moyen de production)
 - ⇒ *coût excessif pour la collectivité*
- ne réduit pas les émissions de GES, au contraire les augmente !

Aucune justification rationnelle pour son développement

Le solaire photovoltaïque

Quels sont les problèmes que posent actuellement le développement des panneaux photovoltaïques ?

1 – Faible disponibilité (facteur de charge 10% environ)

2 – Coût énergétique important et polluant (fabrication et recyclage)

3 – Coût énergétique de production extrêmement élevé !

2011 :
2230 MW(*crête*)
0,3%de la production électrique (1,8 TWh)
coût : 998 M€
soit 554€/MWh
(*prix du marché : 40 à 60 €/MWh*)

4 – Multiplicité des centres de production (des centaines de milliers) incompatible avec le réseau actuel...

**En conclusion,
quels sont les arguments en faveur des énergies renouvelables ?**

1 – Ce sont des énergies propres, écologiques...

Faux !

En raison de leur versatilité et de l'impossibilité de stockage (très difficile) elles nécessitent l'utilisation en parallèle de centrales thermique au gaz... et au détriment de l'énergie nucléaire...

**Exemple :
remplacement de 10 GW de réacteurs nucléaires par 10 GW d'éoliennes**

10 GW nucléaire (facteur de charge 85%) : 75 TWh/an avec 0,6 Mt_{CO2}

10 GW éolien (facteur de charge 22%) : 19 TWh/an avec 1,4 Mt_{CO2}

Le complément (55 TWh) sera fourni par du gaz d'où 20 Mt_{CO2}

Bilan : + 21 Mt_{CO2}/an (soit +3500%)

**nucléaire : 8g/kWh
éolien : 75g/kWh
gaz (GCC) : 350 g/kWh**

2 – Elles vont permettre de créer des emplois en France...

des dizaines de milliers paraît-il !

1 – On ne fabrique pas ni d'éoliennes ni de panneaux solaires en France

2 – Les éoliennes installées actuellement sont essentiellement construits soit en Allemagne, soit en Espagne et de plus en plus en Chine...

Elles sont installées par des équipes étrangères ...

3 – Les grandes entreprises européennes licencient massivement, leur production étant délocalisée en Chine (*l'Espagne délocalise 70% de sa production, Vestas a vu son bénéfice passer de +180M€ en 2010 à -60M€ en 2011 et licencie 2335 employés...*)

4 – La Chine fabrique la majorité des panneaux solaires et va devenir le producteur quasiment exclusif des éoliennes, contrôlant la presque totalité des ressources en terres rares indispensables dans une éolienne (600kg/ par machine)

5 – Par contre on peut envisager la perte de milliers d'emplois dans le tourisme (qui aura envie de passer ses vacances au milieu d'un parc d'éoliennes ou face à une barre d'éoliennes offshore ?) sans compter notre industrie nucléaire...

3 – face à la pénurie prochaine de ressources fossiles, elles sont la solution énergétique de l'avenir...

1 – Il existe des ressources considérables en charbon

2 – il existe très certainement des réserves en pétrole et des possibilités d'amélioration des ressources actuelles considérables...

(dans un puits de pétrole « épuisé » il reste encore 65% de pétrole)

3 – Les ressources en gaz naturel, conventionnelles et surtout non-conventionnelles sont très importantes

4 – Avec les réacteurs nucléaires de 4^{ème} génération, les ressources en uranium et en thorium peuvent couvrir plusieurs milliers d'années !

De toutes façons, en raison de leur production versatile et très aléatoire ces énergies ne pourront jamais remplacer même partiellement les sources classique d'énergie...

A moins de découvrir un moyen efficace et peu coûteux de stockage de l'énergie électrique...

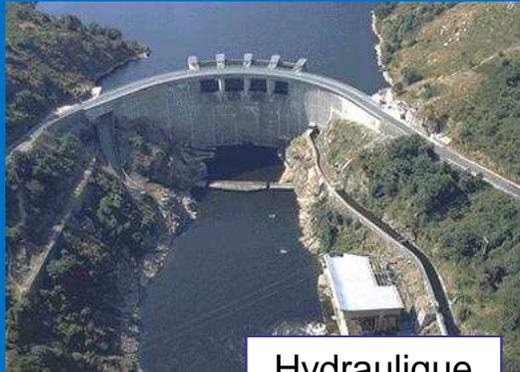
Annexes

1 – Les sources d'énergie électrique dans le monde en 2011

2 – Les sources d'énergie électrique dans le monde en 2050

**3 – Coût réel d'une réduction à 50% de la production
d'électricité nucléaire**

La production électrique dans le monde (2006)



Hydraulique
16% (20%)

16% (20%)

↓
% puissance installée



Biomasse 1,27%
Eolien : 0,64%
Géothermie : 0,31%
Solaire : 0,03%
E. mer : 0,003%

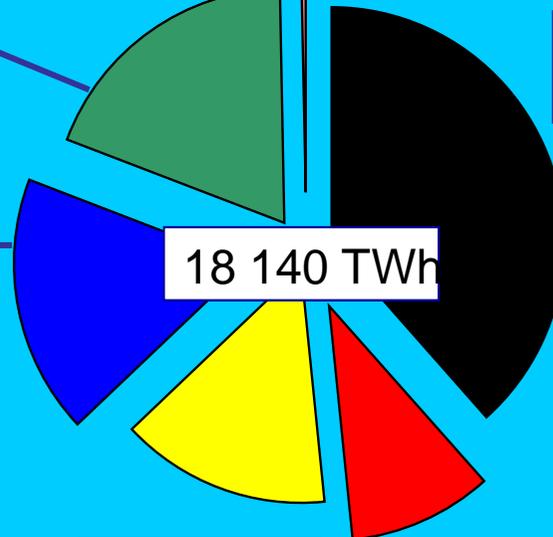
Énergies renouvelables
(hors hydraulique)
2%

Charbon
40%

Thermique classique
67% (68%)



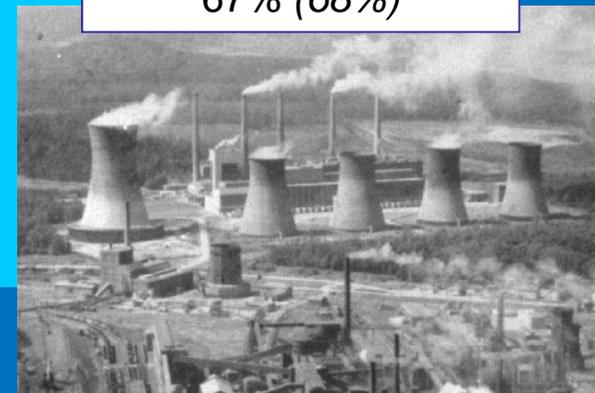
Nucléaire
15% (10%)



18 140 TWh

Gaz naturel
21%

Pétrole
6%



les énergies fossiles dominent largement...

Production électrique : Perspectives futures : Projections à 2050 dans le monde

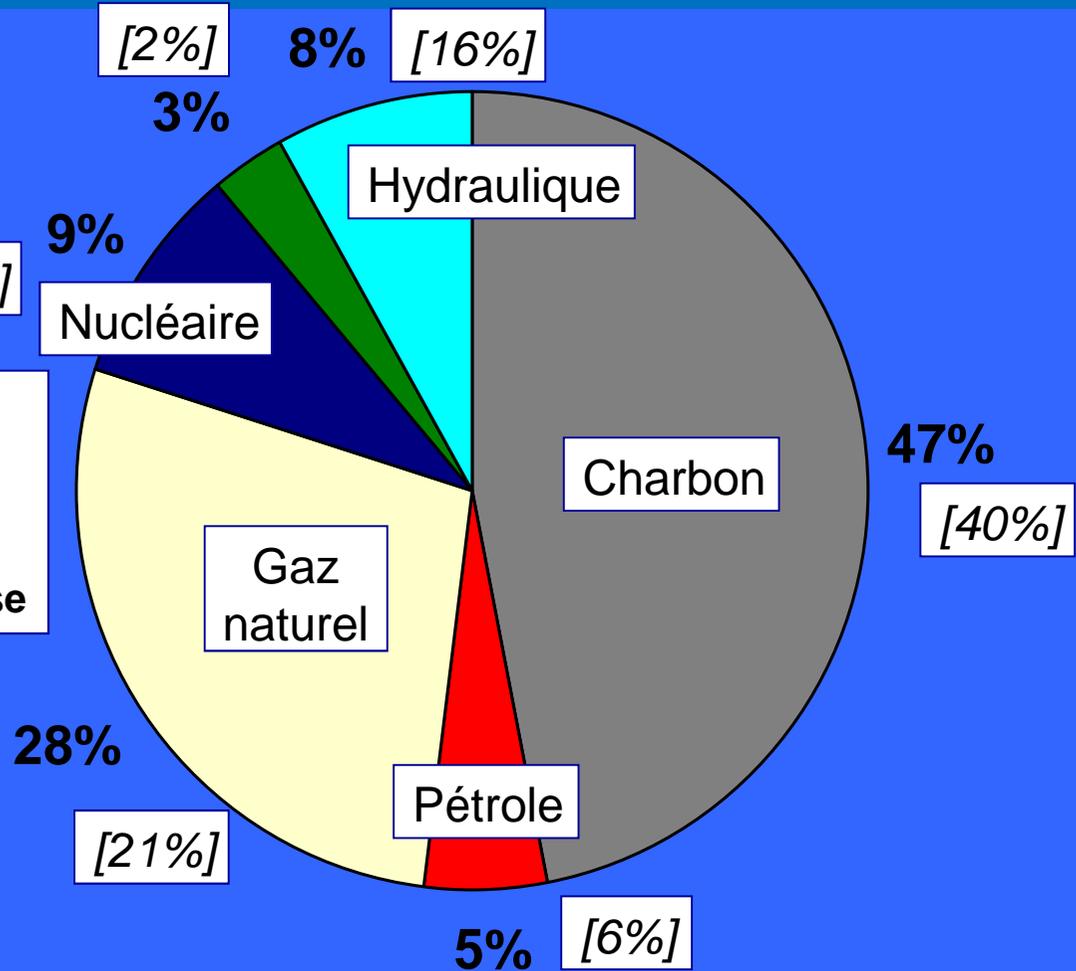
[40%] : données 2006

Production électrique
46 600 TWh

x2,6 par rapport à 2006

La part du :
Charbon, gaz naturel : en hausse
Pétrole : constant
Nucléaire, hydraulique : en baisse
Énergies renouvelables : légère hausse

Énergies
renouvelables



Conclusions

- La réduction de la part du nucléaire à 50% ou à 20% est envisagée grâce
- 1 – au développement massif des énergies renouvelables éolienne et solaire
 - 2 – au développement important du thermique à flamme (gaz, charbon)

Conséquences :

- 1 – Investissements importants en EnR, peu efficaces , peu productives et très chères
- 2 – Importations massives de combustibles fossiles (gaz) pour palier l'inefficacité des énergies renouvelables...
- 3 – Développement de lignes à haute tension pour relier les multiples parcs éoliens terrestres et off-shore et les interconnexion avec les pays limitrophes
- 4 – Augmentation importante des émissions de GES (CO₂)

Coût : plusieurs centaines de milliards d'euros d'investissement et des dizaines de milliards d'euros annuels d'importation qui vont se traduire pour le consommateur à un doublement du prix de l'électricité...

Sondage du 16/11/2011 (Le Figaro) :

« êtes vous prêt à payer plus cher pour réduire la part du nucléaire ? »

OUI : 16,35%
NON : 83,65% (41625 votants)