

# Réflexions sur le mix-énergétique

*Les discours péremptoires, en général alimentés par de gros intérêts financiers ou sectaires, ne sont pas crédibles. La compréhension du système énergétique mondial est à mener pas à pas et non en suivant la médiatisation du moment.*

Tous les systèmes de production - de consommation - d'énergie sont sujets à débats. La multiplicité des moyens de production et des facteurs de consommation empêchent une vision claire de l'écologie à long terme, mais en même temps sont sources d'activités industrielles et économiques faiblement délocalisables.

## Mix énergétique - Bref panorama

- Les énergies fossiles sont épuisables et polluantes, mais **majoritaires** (80% en Chine, 70% aux EU, 55% en Europe) et d'un fort enjeu politique et capitalistique.
- Les centrales à gaz (7% de **l'électricité en France**) sont utiles pour adapter en temps réel la production à la consommation, mais le gaz naturel, qui produit aussi des calories (chaudières et cuisinières) n'est pas renouvelable.
- Le bio-gaz produit des calories et de l'électricité et modernise notre agriculture (mais contribue à la déforestation primaire)
- Les centrales hydro-électriques sont utiles à la régulation de la production, mais sont limitées en puissance et en énergie produite (alors que l'énergie potentielle des rivières est importante)
- Les centrales nucléaires font peur, à tort ou à raison, mais assurent 70% de l'énergie électrique produite en France.
- Les éoliennes surgissent sur terre et en mer, avec une acceptabilité difficile.
- L'énergie de la mer n'est pas encore mature.
- Le photo-voltaïque est intermittent et n'est pas encore vraiment écologique.
- Le solaire thermique est intéressant pour les réseaux de chaleur individuels ou collectifs.
- La géothermie pourrait être utilisée pour des opérations ciblées (Immeubles collectifs, serres,...)

*Selon l'Agence Internationale de l'Energie Renouvelable, 83% des grandes centrales solaires photovoltaïques, et plus des  $\frac{3}{4}$  des projets éoliens terrestres (77%) devant être mis en service dans le monde en 2020 « devraient fournir de l'électricité moins chère que celle des centrales à charbon, au fuel ou à gaz naturel produisant l'électricité la moins chère ».*

*Pour sa part, le nucléaire existant coûterait **50€/MWh**, alors que l'EPR serait à 90€/MWh. Chez le particulier, le MWh s'achète 146€ à EdF. Le photo-voltaïque, pour sa part, coûte 50€/MWh à produire, soit le tiers du coût final, ce qui fait penser que le coût de production n'est pas un critère fort.*

Le site [https://fr.wikipedia.org/wiki/Électricité\\_en\\_France#cite\\_note-Prodfil-12](https://fr.wikipedia.org/wiki/Électricité_en_France#cite_note-Prodfil-12) propose le tableau suivant :

Tableau 1

<b>Évolution de la production nette d'électricité</b>										
<b>TWh</b>	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018 %
<b>Thermique nucléaire</b>	407,9	421,1	404,9	403,7	415,9	416,8	384,0	379,1	393,2	71,7 %
<b>Thermique fossile</b>	59,5	51,5	48,1	43,6	25,9	34,4	45,9	54,4	39,4	7,2 %
dont charbon	19,1	13,4	17,4	19,9	8,4	8,6	7,3	9,7	5,8	1,1 %
dont fioul	8,0	7,6	6,7	3,8	3,3	3,8	3,3	3,8	2,2	0,4 %
dont gaz	29,9	30,5	24,0	19,9	14,3	21,9	35,3	40,9	31,4	5,7 %
<b>Hydraulique</b>	67,6	50,3	63,8	75,5	68,1	59,1	63,9	53,6	68,3	12,5 %
dont renouvelable	nd	nd	nd	nd	nd	53,9	59,2	48,6	63,1	11,5 %
<b>Éolien</b>	9,7	12,1	14,9	15,9	17,1	21,1	20,7	24,0	27,8	5,1 %
<b>Photovoltaïque</b>	0,6	2,4	4,1	4,7	5,9	7,4	8,3	9,2	10,2	1,9 %
<b>Bioénergies</b>	4,9	5,6	5,8	7,1	7,5	8,0	8,5	9,1	9,7	1,8 %
dont renouvelable	nd	nd	nd	nd	nd	5,9	6,5	7,0	7,6	1,4 %
<b>Total EnRn 3</b>	82,8	70,4	88,6	103,2	98,6	88,3	94,7	88,8	108,7	19,8 %
<b>Production nette</b>	550,2	543,0	542,0	550,0	540,4	546,8	531,3	529,4	548,6	100 %
<b>Part EnR dans la consommation</b>	14,9 %	13,3 %	16,8 %	19,4 %	19,6 %	18,7 %	19,7 %	18,5 %	22,7 %	

Le document "[Sortir du nucléaire ?](http://ertia2.free.fr)", sur <http://ertia2.free.fr>, approfondit ce panorama.

## Facteurs de consommation

La [consommation énergétique mondiale](#) est passée de 3000 Mtep en 1965 à 13,5 Mtep en 2017, sans infléchissement de sa croissance.

En France, l'électricité représente 25% de la consommation finale d'énergie, soit 7MWh/an/français alors qu'elle est en moyenne de 3MWh par terrien.

La consommation domestique varie entre pays chauds et pays froids, entre pays de superflu et pays de survie. En hiver, la consommation peut varier du simple au double en quelques jours. Le développement rapides des climatiseurs agira lui aussi profondément sur le mix énergétique ([20%](#) de l'électricité est consommée dans les bâtiments en France).

L'industrie consomme environ 1/3 de la consommation électrique en France.

Les transports consomment 32% de la consommation globale d'énergie en France et génèrent environ la moitié de la pollution. Le passage au véhicule électrique agira profondément sur le mix énergétique.

L'eau douce manque dans de nombreuses parties du monde et l'assèchement des nappes phréatiques guette le monde à la mesure du réchauffement climatique et des déforestations. La désalinisation de l'eau de mer pourrait consommer 10% de l'énergie dans les pays touchés. On estime à 1,4 milliards le nombre d'êtres humains en pénurie hydrique.

Les données numériques (SMS, Internet, Bloc-chains,...) consommeraient 18% de la production électrique mondiale, selon Négawatt

## Eolien

L'éolien fleurit nos campagnes et nos eaux territoriales pour produire 5% de l'électricité française (17% en Allemagne), soit 28 TWh, de quoi assurer la consommation d'énergie de 4 millions de français. Le taux de charge, c'est à dire le rapport énergie produite réellement sur énergie virtuelle produite à vitesse maximale permanente, est de 30%.

Ces engins tournent selon les variations météorologiques. Les variations brusques de rendement rendent complexe le couplage au réseau EDF. Une situation de blocage anticyclonique centrée sur l'Europe de l'ouest peut durer une dizaine de jours.

*Voici quelques années, toute la région de Hambourg a été soudainement privée d'électricité suite à des décrochages en cascade des éoliennes, provoquant un trop grand déséquilibre du réseau. A priori, les ingénieurs ont pallié à ce type d'incident. Par ailleurs, il n'est pas rare qu'un bel anticyclone prive la France entière et même l'Europe de vent, faisant monter les prix des kWh achetés à l'étranger.*

Pour les habitants près des éoliennes, celles-ci sont considérées comme une pollution visuelle statique et dynamique qui déprécie la valeur de leur terrain et parfois porte atteinte à leur système nerveux.

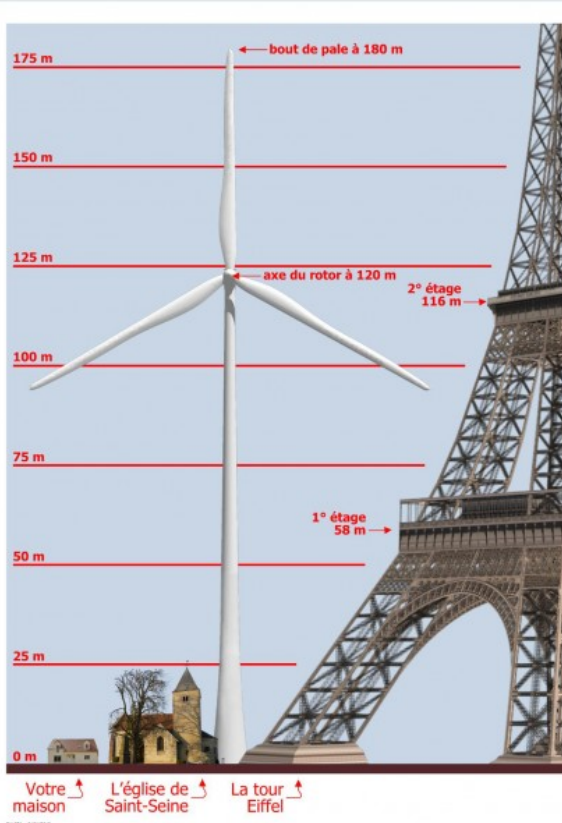
La puissance d'une éolienne varie comme le carré de son diamètre, et plus elle est haute, mieux le vent est fort. La vitesse en bout des pales des grandes éoliennes dépasse les 500 km/h, générant des bruits permanents et cycliques et préjudiciables aux oiseaux.

Les socles en béton modifient les sols et seront difficiles à démanteler.

Les éoliennes de nouvelle génération, de grande puissance (3,3 MW) font 180 m de hauteur en bout de pale, avec un rotor balayant une surface verticale de 1,1 hectare (soit un terrain de foot).

Cette très grande hauteur est nécessaire d'une part pour aller chercher le vent en altitude, d'autre part pour limiter les effets perturbateurs générés par le relief.

*Heureux temps où les écologistes se battaient contre les pylônes haute tension d'EDF - 55 m de haut environ - accusés de défigurer la France ! Les polémiques entre partisans et adversaires de l'éolien sont fortes.*



## Hydrolien

La mer est furieuse. Les courants marins et la houle ne sont pas encore domestiqués.

L'hydraulique de rivière produit en France 2 fois plus que l'éolien, mais les barrages posent des problèmes écologiques et de sécurité. Le pompage de l'eau vers l'amont est une façon de réguler la production électrique générale. Les immenses barrages en Chine ou ailleurs sont d'immenses [erreurs irréversibles](#). Et pourtant, [l'énergie potentielle des cours d'eau](#) est énorme.

## [Posiwatts](#) intermittents

Les productions intermittentes posent le problème du stockage et complexifient la distribution.

*En général, lors d'un blocage anticyclonique, les vents sont faibles et les éoliennes ne produisent guère, mais le soleil très présent active le photo-voltaïque qui, plein soleil génère une puissance variant du simple au triple entre l'hiver et l'été. Les technologies de stockage/déstockage ne permettent pas de stocker de quoi compenser un mois sans vent en plein hiver (là où la consommation est la plus forte) : produire de l'hydrogène coûte cher ; pomper de l'eau pour la remettre en chute n'a pas un bon rendement...*

Le [photo-voltaïque en toiture](#), associé à un stockage d'énergie local (batteries, eau chaude, volant inertiel, ou recharge des véhicules électriques en parking) est une partie de solution. Produire localement pour consommer localement semble plus "confortable" que de produire à l'aide d'engins monstrueux (EPR ou ITER).

Une autre solution partielle est de profiter des secteurs de consommation souples, qui peuvent être activés n'importe quand, grâce aux surplus de production, c'est à dire toutes les activités qui ne sont pas tenues par le temps et qui pourraient consommer du kWh uniquement quand le système de production fonctionne à plein régime.

Par exemple : Les dessalinisateurs peuvent produire de l'eau douce et la stocker en sur-suffisance pour une utilisation ultérieure ; les voitures électriques, immobiles dans la journée et consommatrices aux heures de pointe ; les moulins à farine, à huile,...

Peut-être faudrait-il revoir la politique des activités en 3x8 qui activent les machines 24h/24, avec un tarif incitatif. Le tarif heures creuses d'Edf est à moderniser, à assouplir. Un gros consommateur d'électricité pourrait revoir ses heures d'activités électriques en investissant sur plusieurs machines déclenchées uniquement lors des surplus de production EDF. L'activation d'un robot en permanence n'est pas forcément rentable avec un kWh très cher.

Lançons un concours d'idées pour recenser tous les domaines où l'on peut différer l'activité électrique de plusieurs heures, de plusieurs jours, voire de plusieurs mois.

Par ailleurs, le déploiement de câbles de transport d'électricité à faible perte (supra-conductivité) sur de longues distances permet d'acheter des productions lointaines. Par exemple, les champs photo-voltaïques installés dans les déserts près du pôle nord pourraient produire pendant les jours sans fin, sans compter que les chercheurs ont trouver comment [produire de l'électricité avec de la neige](#) !!! On peut rêver ! Pour le pôle sud, ce sera un peu plus compliqué. Il vaudrait mieux capter l'énergie colossale des [40ème rugissants](#), par exemple pour refroidir l'Australie ou l'Afrique du sud :-). On peut rêver à d'immenses travaux avant que le Bangladesh ne soit plus habitable, afin que l'électricité produite serve à produire de l'eau douce à l'Inde desséchée. On peut rêver à faire reverdir de grands territoires asséchés et à remettre l'eau dans les lacs disparus, pour un climat plus vivable.

Sans rêver, l'énergie des marées est pseudo-intermittente : elle est cyclique et une bonne gestion du remplissage et du vidage des bassins peut produire de l'électricité en continu.

En 2019, le nucléaire tient encore sa place mais n'autorise pas l'arrêt de la recherche et du développement d'autres sources de production d'énergie, de moyens de stockage et de moyens de décroissance de nos consommations.