

Les graves problèmes posés par l'éolien en mer

Coût très élevé pour la collectivité, inefficacité climatique, pollutions marines, occupation de l'espace, matériaux

Par B.Durand, ingénieur, chercheur et naturaliste, ancien Président du Comité scientifique de l'European Association of Geoscientists and Engineers

Édition 2024

La puissance électrique délivrée par l'éolien, en mer comme à terre, varie incessamment et très fortement au gré des caprices du vent. Les conséquences sur la production d'électricité en sont très néfastes. Il est indispensable de les connaître pour juger de l'intérêt de l'éolien pour la collectivité en France. Elles sont pourtant très peu connues de l'opinion, tant l'obstination à les cacher de ses promoteurs, des médias grand public et malheureusement aussi de notre gouvernement, est constante et déterminée :

Rappelons-les brièvement : Parce que sa puissance varie en fonction des caprices de la météo et non des besoins des consommateurs, c'est ce qu'on appelle son intermittence, l'électricité en sortie d'un parc éolien (et aussi d'un parc photovoltaïque, dont la puissance varie en fonction de la puissance de l'ensoleillement) est inutilisable directement par un consommateur et n'a donc aucune valeur marchande.

- Pour la rendre utilisable sur le réseau électrique, il faut associer la puissance électrique produite par un parc éolien à de la puissance électrique produite par des centrales pilotables, c'est-à-dire des centrales qui obéissent à la volonté humaine et non aux caprices de la météo. Ces centrales produisent en fonction de la puissance éolienne pour ajuster étroitement en permanence puissance de production et puissance de consommation, et la fréquence du réseau à 50 hertz, conditions nécessaires pour éviter les blackouts.

- Ces centrales pilotables sont en France des centrales nucléaires et hydroélectriques, qui émettent **par kWh produit** très peu de CO₂, cet ennemi du climat, et quelques centrales à charbon et à gaz qui en émettent beaucoup. **Toute leur puissance doit être conservée pour faire face instantanément à l'absence de vent et/ou de soleil.** En Allemagne, ce sont surtout des centrales à charbon et à gaz. L'éolien (et le solaire photovoltaïque) ne peuvent donc aucunement servir à fermer des réacteurs nucléaires. Pour fermer ceux-ci, il faudrait les remplacer par une puissance équivalente de centrales à charbon et à gaz, comme en Allemagne, au prix d'un accroissement considérable de nos émissions de CO₂, et donc d'un renoncement à nos engagements internationaux de les faire diminuer. Dans le contexte actuel d'urgence climatique, réaffirmé dans le dernier rapport du GIEC, ce serait criminel.

- L'électricité éolienne et l'électricité photovoltaïque sont lourdement subventionnées, ce qui leur permet de se substituer sur le marché de l'électricité à de l'électricité produite par nos autres centrales électriques, que l'on ne peut comme expliqué ci-dessus pour autant fermer. Il faut donc deux systèmes de centrales, éolien (et solaire photovoltaïque) **et** centrales pilotables, au lieu d'un pour produire la même quantité d'électricité, soit un double investissement. Les centrales pilotables, produisant moins, sont moins rentables et doivent être subventionnées pour continuer à fonctionner. Il faut aussi raccorder les parcs éoliens et photovoltaïques installés un peu partout sur le territoire au réseau actuel de transport électrique, de manière à pouvoir réaliser le couplage impératif entre parcs et centrales pilotables, puis redistribuer le mix électrique ainsi produit. Il en résulte un redimensionnement très coûteux de notre réseau électrique. Tout cela entraîne un accroissement considérable du prix de l'électricité pour les ménages (70 % en 15 ans en France)

- L'électricité en France émettant déjà fort peu de CO₂ par kWh produit, grâce au nucléaire et à l'hydroélectricité qui en émettent moins au cours de leur cycle de vie que l'éolien (et bien moins que le solaire photovoltaïque), la substitution d'éolien et de solaire PV à de l'électricité nucléaire et hydraulique n'apporte aucun bénéfice à notre pays en termes d'émissions de CO₂. Prétendre que les éoliennes sont en France indispensables pour la défense du climat est une imposture, qu'il faut énergiquement dénoncer. Leur développement sera même une cause d'augmentation de ces émissions, si le couplage est fait avec des centrales à charbon ou à gaz comme c'est le cas en Allemagne.

La construction, l'exploitation et le démantèlement des éoliennes en mer et leur démantèlement engendrent une variété de pollutions et de dégradations du milieu marin :

- *Les pollutions accidentelles :*

- Les collisions entre éoliennes et bateaux : Les risques de collision seront constants pour les plaisanciers et pour les chalutiers, et aussi d'accrochage de filets dans les zones de pêche. Mais aussi des risques de collisions par mauvais temps pour les tankers passant au large, transportant chaque année des millions de tonnes de produits pétroliers, et des dizaines de milliers de tonnes de produits chimiques. Il passe aussi quantité de bateaux aux soutes pleines de fuel. Une collision de ce type avec fuite de fuel a eu lieu il y a quelques années sur le parc éolien de Barrow en Angleterre.
- Les incendies : chaque année en France il y a des incendies d'éoliennes, dus à des défauts électriques ou à des épisodes météorologiques violents.
- Les casses de rotor ou de pales. On estime ce risque à 1 % pendant la durée de vie d'une pale d'éolienne : Les parcs éoliens voulus par notre gouvernement comporteraient plusieurs centaines de pales par GW installé, ce qui rend pratiquement certains plusieurs accidents de ce type en cours d'exploitation.
- Les fuites d'huile : les génératrices contiennent des tonnes d'huile de lubrification et peuvent fuir.
- Les fuites d'hexafluorure de soufre (SF6) : l'hexafluorure de soufre est couramment utilisé comme isolant dans les installations électriques¹, dont les éoliennes et les lignes électriques à haute tension qui évacuent leur production vers le réseau. Or il s'agit là d'un très puissant gaz à effet de serre, qui se transforme en produits toxiques dans les arcs électriques. Les exploitants affirment qu'il ne peut fuir qu'en quantités infimes. Mais qu'en est-il en cas en cas de destruction accidentelle de l'éolienne ?

Les pollutions permanentes :

- pollutions dues à la circulation des bateaux et des hélicoptères de maintenance : rejets d'hydrocarbures, déchets.
- pollutions dues au nettoyage des éoliennes : pour nettoyer les pales des éoliennes des débris d'insectes, des fientes d'oiseaux et des moisissures qui les souillent, ou encore de la glace en hiver, on procède à leur aspersion par hélicoptère par des détergents ou des produits chimiques de protection.
- pollutions dues à la dissolution des anodes sacrificielles, faites de 15 à 20 tonnes d'aluminium et de métaux lourds zinc, indium, qui préservent la structure des éoliennes marines de la corrosion. L'alerte vient d'être donnée à ce sujet pour les éoliennes en mer installées en Allemagne, où 13 000 tonnes d'aluminium auraient été ainsi dissoutes dans le milieu marin, polluant ainsi toute la chaîne alimentaire marine². Ici, il s'agirait d'environ 50 à 100 tonnes par an pour un parc de 1GW.
- pollution par le bisphénol A et les microplastiques

Le bisphénol A est utilisé dans la fabrication des pales et sera disséminé dans le milieu marin par l'inévitable usure des pales <https://www.vivreaupieddumontdor.fr/2021/08/les-eoliennes-et-la-pollution-par-le.html> . <https://morventencolere.org/les-eoliennes-emettent-elles-du-bisphenol-a/> Il est considéré comme un perturbateur endocrinien, et comme tel il est traqué dans les procédés industriels qui l'utilisent <https://www.ecologie.gouv.fr/bisphenol> , pour éviter de le retrouver dans la chaîne alimentaire, en particulier pour les enfants. Les chiffres sont très inquiétants, quand on sait que les perturbateurs endocriniens sont actifs à de très faibles doses. Il s'agirait d'environ 60 kg de bisphénol A disséminé par éolienne et par an pour une éolienne de taille moyenne.

<https://motvind.org/epoxy-og-bisfenol-a-alarmerende-volum-fra-vindkraftverk/>

L'usure des pales produit aussi des microplastiques qui se retrouveront dans la chaîne alimentaire, avec le bisphénol A.

Les vibrations et les infrasons :

Les éoliennes vibrent sous l'effet du vent et de la rotation des pales. Ces vibrations se transmettent dans l'eau et le sous-sol sur des dizaines de km. Les bruits sous-marins ainsi provoqués affectent les cétacés mais aussi les poissons. Les impacts vont du comportement à la physiologie, et à l'extrême à la mort. Parmi ces vibrations, celles de fréquences inférieures à 20 hertz, les infrasons inaudibles à l'oreille humaine, sont suspectés d'avoir des effets physiologiques graves sur les organismes. Ils sont aussi ceux qui se transmettent sur les plus longues distances.

Les champs magnétiques :

Les puissantes et très longues lignes électriques nécessaires à l'évacuation de l'électricité produite généreront des champs magnétiques susceptibles d'affecter les animaux marins

L'occupation de l'espace :

Les éoliennes doivent être distantes de plusieurs centaines de mètres pour ne pas se prendre le vent les unes les autres. Plus les éoliennes sont puissantes plus les distances doivent être grandes. Une règle de pouce est que l'on ne peut pas installer plus de 10 MW de puissance par km² de surface, soit 100 km² pour un parc de 1 GW. Il faut aussi l'entourer d'une zone de sécurité pour protéger les éoliennes d'une collision par les grands navires, environ 100 km². Soit au total 200 km² par GW. A titre de comparaison, la centrale nucléaire du Blayais, 4 réacteurs pour 3,6 GW de puissance totale, occupe avec ses annexes 0,2 km², 1000 fois moins. Notons au passage que le Blayais produit annuellement 24 TWh d'électricité **pilotable**, soit 6,7 TWh par GW, alors qu'un parc éolien en mer en Charente-Maritime n'en produirait qu'environ 3 TWh par GW, soit moins de 2 fois moins, **non-pilotable donc non utilisable directement**.

L'implantation de parcs éoliens massifs dans des zones où il existe des risques avérés de séismes, comme en Charente-Maritime, est susceptible d'augmenter ce risque

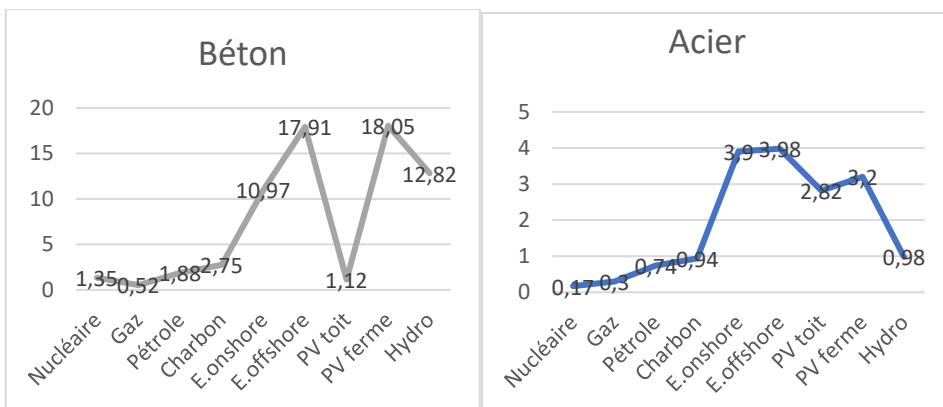
En effet, les vibrations et les infrasons cités plus haut transfèrent en permanence au sous-sol une partie de l'énergie mécanique du vent et cela sur des distances de plusieurs kilomètres. Le poids des accumulations d'éoliennes géantes modifie également localement l'état des contraintes mécaniques dans le sous-sol. Cela est de nature à provoquer le décrochement de failles instables et donc de séismes. On peut se demander si ce ne sont pas ces phénomènes qui ont provoqué le récent séisme de La Laigne où beaucoup de parcs éoliens ont été construits ;

Un sujet dont on ne parle guère : la quantité de matériaux nécessaires à la construction des éoliennes.

Celle-ci est bien plus considérable par kWh produit pendant leur durée de vie que pour les centrales pilotables, centrales nucléaires et hydroélectriques en France, centrales à charbon et à gaz en Allemagne³, cela pour deux raisons :

- du fait de son intermittence, la quantité d'électricité produite dans l'année par unité de puissance nominale d'une éolienne est faible, avec des facteurs de charge typiquement de 20 à 25 % pour les éoliennes terrestres et de 30 à 40 % pour les éoliennes en mer, par comparaison avec celui des centrales nucléaires, de l'ordre de 75 à 80 %.

- du fait de leur faible durée de vie, environ 20 ans, il faut les reconstruire 2 fois et les démanteler 3 fois pour atteindre les 60 ans de la durée de vie prévue pour un réacteur nucléaire ou une centrale à charbon. Au bout du compte, il faut pour leur construction environ 10 à 20 fois plus de matériaux de base, béton, acier, cuivre, par kWh produit pendant leur durée de vie que pour une centrale nucléaire ou pour une centrale à charbon ou à gaz (figure 1). En ce qui concerne l'éolien terrestre, le béton se trouve dans les socles dont l'essentiel est laissé en terre lors du démantèlement. Pour l'éolien en mer, il s'agit des protections anti-affouillement, des fondations et des stations en mer collectrices de l'électricité produite.



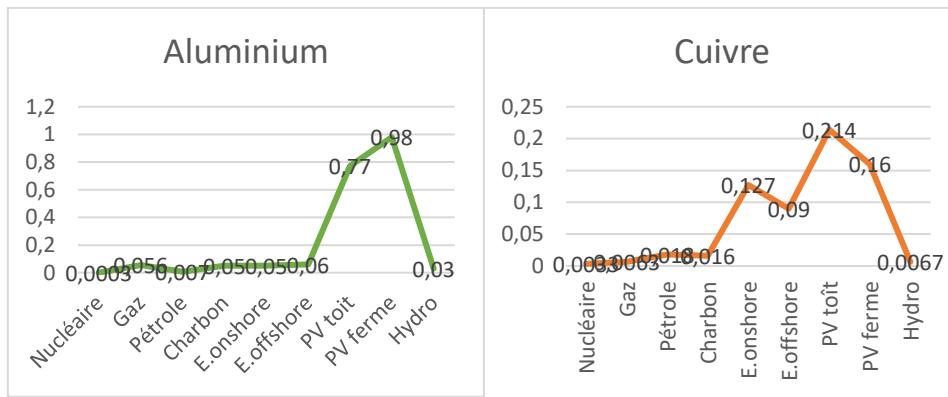


Figure 1: quantités moyennes en kg de béton, d'acier, d'aluminium et de cuivre utilisés pour produire un MWh d'électricité par différents moyens : de gauche à droite : nucléaire gaz, fuel, charbon, éolien terrestre, éolien en mer, photovoltaïque de toit, photovoltaïque de ferme, hydroélectricité. D'après Olivier Vidal (3).

Mais l'éolien a besoin également de matériaux spécifiques qui sont très problématiques :

-Les terres rares, néodyme et dysprosium :

Elles sont nécessaires pour confectionner les aimants permanents des génératrices des éoliennes en mer. Celles-ci utilisent environ 200 kg de néodyme et de dysprosium par MW installé, à renouveler deux fois sur une durée de 60 ans, soit 600 kg, 7200 kg pour une éolienne de 12 MW comme l'Haliade X-12. Ces terres rares, si elles ne sont pas elles-mêmes ni particulièrement toxiques, encore que l'on soupçonne de plus en plus une toxicité pour les organismes, en particulier marins^{4,5}, ni radioactives, sont souvent associées dans leurs minéraux à des éléments radioactifs, thorium, uranium et leurs descendants, et isolées avec des produits chimiques agressifs. Leur exploitation produit donc des quantités importantes de déchets toxiques ou radioactifs. C'est la source actuellement d'une pollution dévastatrice de l'environnement et une cause importante de mortalité dans les populations concernées en Chine, principal producteur actuel⁶.

-Le balsa

Les pales des éoliennes devenant de plus en plus gigantesques, plus de 100 mètres de long maintenant pour les éoliennes en mer, il faut qu'elles soient aussi légères que possible sans perdre de leur résistance. Cela conduit à une utilisation croissante d'un bois particulièrement léger et résistant, le balsa, utilisé en association à des matériaux composites carbonés pour fabriquer ces pales. Il en résulte une ruée mondiale sur le balsa, particulièrement en Equateur, livré actuellement à un véritable pillage de ses ressources en balsa par l'industrie éolienne⁷.

-Les matériaux composites carbonés utilisés pour la fabrication des pales

Il s'agit d'environ 10 tonnes par MW, à renouveler trois fois sur une période de 60 ans, soit 30 tonnes, 360 tonnes pour une Haliade X-12. Ces matériaux composites ne peuvent pas être recyclés actuellement, et tant qu'on ne saura pas le faire il faut les brûler ce qui produit outre du CO₂ des molécules très toxiques comme des dioxines⁸, ou les enfouir dans des décharges (figure 2). De plus en plus, ils sont exportés vers des pays pauvres acceptant de les accueillir pour un peu d'argent donné à leurs dirigeants⁹.



Figure 2 : Cimetière de pales d'éoliennes aux Etats-Unis Source

<https://www.letribunaldu.net/fr/écologie/cimetière-pales-eolienne-enterree-sol-pollution.html>

En conclusion, l'électricité éolienne, à terre comme en mer, est une électricité aléatoire qui en sortie d'éolienne ne peut être utilisée par un consommateur et n'a pour cette raison aucun intérêt en soi, et doit être pour être utilisable être impérativement associée à de l'électricité fournie par des centrales pilotables. Elle ne peut servir ni à diminuer les émissions de CO₂ de la production française d'électricité, ni à fermer de réacteur nucléaire. C'est le mode de production d'électricité le plus inefficace : par kWh produit pendant sa durée de vie, il occupe le plus d'espace (500 à 1000 fois qu'une centrale à gaz ou nucléaire) et, mis à part l'électricité photovoltaïque, consomme le plus de matériaux de base. Il consomme aussi des matières premières dont l'exploitation détruit l'environnement, et, en ce qui concerne les terres rares, nuit grandement à la santé de leurs exploitants.

La construction, le fonctionnement et le démantèlement des éoliennes posent de graves problèmes de pollution. Le fonctionnement des éoliennes terrestres nuit à leurs riverains et à la faune aérienne, celui des éoliennes marines à la faune marine et à la faune aérienne.

Dans le contexte actuel d'urgence climatique, rappelé avec force par le GIEC dans son dernier rapport, consacrer en France autant d'argent à la construction de parcs éoliens sans effet sur la diminution de nos émissions de CO₂, au lieu de les affecter à des actions réellement utiles pour la défense du climat est un acte irresponsable, sinon même criminel. Connaissant ces faits, on ne comprendrait pas pourquoi des écologistes sincères continueraient à défendre l'éolien contre vents et marées. Espérons qu'ils réfléchiront à tout cela et rejoindront rapidement ceux qui le combattent.

1-https://fr.wikipedia.org/wiki/Hexafluorure_de_soufre

2-<https://www.breizh-info.com/2018/02/23/89855/treport-bretons-bientot-sacrifices-a-laluminium-zinc/>

3- Olivier Vidal, 2018 : Matières premières et énergie, les enjeux de demain, ISTE Editions.

<https://www.elsevier.com/books/mineral-resources-and-energy/vidal/978-1-78548-267-0>

4-Twenty-Eight-Day Repeated Inhalation Toxicity Study of Nano-Sized

Neodymium Oxide in Male Sprague-Dawley Rats *Toxicol. Res.* Vol. 33, No. 3, pp. 239-253 (2017)

<https://doi.org/10.5487/TR.2017.33.3.239>

5-An Updated Review of Toxicity Effect of the Rare Earth Elements (REEs) on Aquatic Organisms. 2020 Sep 16;10(9):1663. Animals (Basel). doi: 10.3390/ani10091663.

6- Pitron, G., 2018 : La guerre des métaux rares, la face cachée de la transition énergétique et numérique. Les liens qui libèrent éd.

7- Climat. En Équateur, le balsa emporté par la fièvre éolienne.

<https://www.courrierinternational.com/article/climat-en-equateur-le-balsa-emporte-par-la-fievre-eolienne>

8-Les dioxines sont un groupe de molécules organochlorées produites lors de la combustion des substances organiques. Elles sont très toxiques dès les faibles doses, et stables au-delà des températures de combustion des matériaux carbonés, comme ceux des pales d'éoliennes. Voir :

<https://en.wikipedia.org/wiki/Dioxin>

9- OFATE, 2020 : Webinaire sur le démantèlement des éoliennes en Allemagne, 8 février 2020, Berlin.

<https://energie-fr-de.eu/fr/manifestations/lecteur/webinaire-sur-le-demantlement-des-eoliennes-en-allemagne.html>