



Note technique de NEMO N°4

Information sur un projet dévastateur

de plusieurs parcs éoliens industriels dans le Parc Naturel Marin au cœur d'une zone Natura 2000, du sud d'Oléron aux Sables d'Olonne



EOLIENNES EN MER OU ISOLATION THERMIQUE RAISONNEE ? BERNARD DURAND

Si l'on dispose d'une somme de 4 milliards d'euros, vaut-il mieux l'employer à faire des travaux d'isolation thermique sur des logements mal isolés ou à construire des éoliennes en mer ?

4 milliards d'euros, en y comprenant le coût du raccordement au réseau à très haute tension, c'est à peu près ce que coûterait aux consommateurs et aux contribuables l'installation de parcs éoliens d'une puissance totale de 1 GW au large des côtes de l'île d'Oléron, d'une durée de vie de vingt ans.

Pour cette somme il serait possible de faire en Nouvelle-Aquitaine des travaux d'isolation thermique raisonnée de 200 000 logements mal isolés ce qui éviterait, même en conservant leur mode de chauffage actuel, des émissions d'environ 860 000 tonnes de CO_{2eq} par an. Les coûts d'isolation seraient remboursés, si le prix pour le consommateur des combustibles fossiles qu'il utilise pour son chauffage était supérieur à environ 70 euros/MWh.

Selon les calculs du bureau d'études Artelys mis en avant par le Maître d'œuvre (MO), 1 GW d'éoliennes en mer à Oléron diminuerait les émissions de CO_{2eq} de notre production d'électricité de 380 000 tonnes de CO_{2eq} par an. Mais d'après les données publiées de l'Agence Européenne de l'Environnement (EEA) on n'a constaté pourtant au cours des quatre dernières années aucune diminution notable de ces émissions qui serait attribuable au seul développement pourtant déjà important de l'éolien en France. Selon nos estimations (voir note technique °3 <http://www.eolien-oleron.fr/wp-content/uploads/2021/12/Note-technique-de-NEMO-Eolien-et-CO2.pdf>), ces parcs feraient au contraire augmenter ces émissions lors de leur mise en service d'ici quelques années.

L'isolation thermique raisonnée procurerait environ 36 000 équivalent-emploi.ans à des PME et à des artisans locaux. 1 GW de parcs éoliens procurerait seulement 4500 équivalent-emploi.ans à des personnes surtout venues de l'étranger ou bien encore travaillant à La Rochelle et dans les Etats-Majors des promoteurs.

Ces éoliennes seraient financées par une augmentation des prix de l'électricité et des énergies fossiles pour les ménages et pour l'industrie. La question du financement à grande échelle des travaux d'isolation thermique raisonnée n'est pas abordée ici.

Cette note ne détaille pas d'autres aspects fort importants tels que l'impact des éoliennes sur l'environnement local (dégradation d'un Parc Naturel Marin, biodiversité, paysages, autres nuisances), la consommation de matériaux et les pollutions causées par leur construction et leur exploitation. Elle ne traite pas non plus de l'amélioration du confort et de la santé apportée par une isolation thermique raisonnée à des ménages ayant peu de moyens financiers.

Le Maître d'ouvrage (MO) l'affirme dans son dossier (p.9) : « L'éolien en mer exploite la force du vent au large des côtes pour produire de l'électricité. Cette source d'énergie renouvelable participe à la lutte contre le changement climatique et permet la diversification du bouquet énergétique. Son développement, adapté aux caractéristiques propres à chaque territoire, génère de nombreuses retombées économiques locales ».

Mais qu'en est-il réellement ? Certes la source d'énergie, le vent, est renouvelable, quoique de puissance très fluctuante, en particulier en mer. Mais comment l'électricité éolienne pourrait-elle être plus renouvelable que le combustible des centrales pilotables sans lesquelles elle est inutilisable ? Et comment les éoliennes elles-mêmes le

sont-elles alors qu'elles sont bien plus consommatrices de matières premières non renouvelables que ces centrales pilotables ? L'éolien en mer participe-t-il efficacement en France à la lutte contre le changement climatique, ce qui voudrait dire qu'il fait significativement diminuer les émissions de CO_{2eq} de notre production d'électricité ? Permet-il la diversification de notre bouquet énergétique ? Et qu'en est-il des retombées économiques locales ?

1- Artelys, des calculs trompeurs !

Rappelons tout d'abord que les émissions de CO_{2eq} de nos centrales d'électriques sont principalement celles de gaz carbonique (CO₂) auxquelles on ajoute celles d'autres gaz à effet de serre (GES), méthane (CH₄) en particulier, qui sont comptabilisées en équivalent CO₂ au prorata de leur effet sur le climat. Elles sont dues pour l'essentiel à nos centrales à combustibles fossiles, charbon, gaz, pétrole et à nos centrales à biomasse. Les éoliennes n'émettent pas directement de CO_{2eq}, mais ne permettent de diminuer ces émissions que si leur production permet d'éviter une partie des émissions de ces centrales. Etant donné le caractère aléatoire de la production des éoliennes, cet évitement ne peut être qu'aléatoire: Il faut en effet que la production éolienne ait lieu à un moment où les centrales fossiles seraient autrement sollicitées et que l'on décide de ne pas faire produire par celles-ci l'équivalent de la production éolienne. **Etant donné la faible contribution des centrales à combustibles fossiles et à biomasse à la production d'électricité française, la diminution des émissions de CO_{2eq} due à l'éolien ne peut donc être qu'incertaine et faible, et variable d'une année sur l'autre.**

Cependant le MO cite les travaux du bureau d'études Artelys (tableau 1), selon lequel un parc éolien de **1 GW** le long des côtes de Charente-Maritime permettrait d'éviter **chaque année** 1,69 million de tonnes (Mt) de CO_{2eq} par an, soit 33,8 Mt pendant les 20 ans de sa durée de vie prévisible. Mais seulement 0,384 Mt par an et 7,68 Mt sur 20 ans pour les centrales françaises, le reste étant économisé par des centrales ailleurs en Europe via les interconnexions électriques entre la France et ses voisins. La production d'électricité correspondante serait de 3,5 TWh par an, si le facteur de charge des éoliennes est bien comme le MO l'annonce de 40 %, et donc la diminution des émissions françaises serait d'environ 110 000 tonnes de CO_{2eq} par TWh supplémentaire d'électricité éolienne annuellement produit.

Puissance installée du parc éolien en mer	Quantité d'émission de CO ₂ évitée en France et en Europe (en tonne ou méga tonne d'équivalent CO ₂ par an)	Dont en France	Dont en Europe
500 MW	840 000 t eqCO ₂ /an	192 000 t eqCO ₂ /an	652 000 t eqCO ₂ /an
1 000 MW	1,69 Mt eqCO ₂ /an	384 000 t eqCO ₂ /an	1,3 Mt eqCO ₂ /an
2 000 MW	3,38 Mt eqCO ₂ /an	767 000 t eqCO ₂ /an	2,6 Mt eqCO ₂ /an

Tableau 1 : CO_{2eq} évité par des parcs éoliens en mer qui seraient installées le long des côtes de Charente-Maritime, en fonction de leur puissance installée, selon le bureau d'études Artelys.

La figure 1 montre ce qu'il en a été jusqu'à présent en France: elle compare l'évolution entre **2009 et 2019**, dernière année sans Covid, de la production d'électricité éolienne et d'électricité photovoltaïque avec celle des émissions de CO_{2eq} de notre production d'électricité publiées par l'Agence européenne de l'environnement

(<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/overview-of-the-electricity-production-3/assessment-1>).

On y voit qu'en **tendance** la diminution annuelle des émissions de CO_{2eq} est chaque année un peu plus faible, alors que la quantité d'éolien et de solaire PV est de plus en plus forte, soit le contraire de ce qui serait attendu si ceux-ci étaient les principaux responsables de cette diminution. Sur les quatre dernières années, cette diminution n'est déjà plus au total que de l'ordre de 2g /kWh en tendance, soit, 1,08 Mt en moins pour 17,5 TWh annuel d'éolien d'EIRi supplémentaires. Cela correspond à environ 62 000 tonnes CO_{2eq}/an par TWh supplémentaire, dont environ 57 000 tonnes au titre de l'éolien. **Cela veut dire que même si cette diminution n'était due qu'aux seuls EIRi les prévisions d'Artelys seraient déjà exagérées si les parcs éoliens étaient mis en service aujourd'hui.**

Observons aussi que les émissions de CO_{2eq} sont fortement fluctuantes d'une année sur l'autre. Alors qu'il n'en est pas de même de l'éolien et du solaire, ce qui serait le cas s'il y avait une relation de cause à effet entre les deux.

En réalité, comme nous l'avons montré dans notre Note technique n°3 (<http://www.eolien-oleron.fr/wp-content/uploads/2021/12/Note-technique-de-NEMO-Eolien-et-CO2.pdf>), l'évolution des émissions de CO_{2eq} de notre production électrique au cours de la période considérée s'explique très bien par l'évolution de notre parc de centrales thermiques, soit une diminution rapide jusqu'en 2014 de la production de l'ensemble de nos centrales thermiques à flamme, à charbon surtout, suivie après 2014 par une augmentation rapide de la production de nos centrales à gaz, beaucoup moins émettrices de CO_{2eq} par kWh produit que les centrales à charbon. Elle ne doit rien de significatif à la production d'électricité éolienne et photovoltaïque. **Dans cette note technique n°3, nous expliquons pourquoi selon nous, ces parcs éoliens provoqueraient même une augmentation des émissions de CO_{2eq} de notre production d'électricité lors de leur mise en service dans quelques années.**

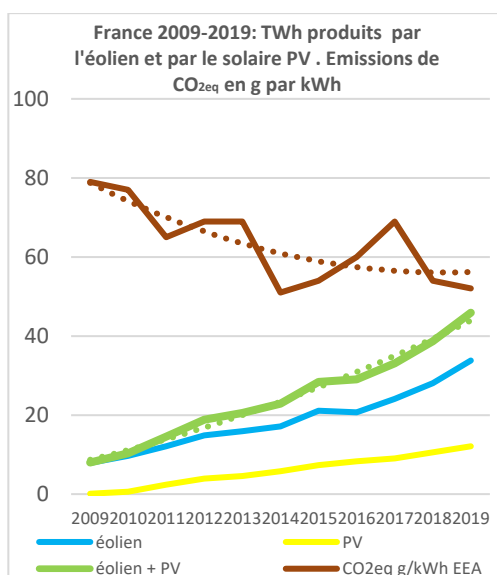


Figure 1 : France 2009 -2019 : Emissions de la production totale d'électricité française, en g CO_{2eq}. par kWh, et production d'électricité éolienne, en TWh. La diminution des émissions de CO_{2eq} est rapide jusqu'en 2014, alors que l'augmentation de la production d'électricité éolienne est encore faible. Elle l'est ensuite de moins en moins : Il n'y a pratiquement plus de diminution des émissions de 2014 à 2019 alors que la production d'électricité éolienne augmente beaucoup. On observe aussi que les fluctuations importantes des émissions de 2010 à 2019 n'ont pas de contrepartie dans celles de la production éolienne, ce qui serait le cas s'il y avait une relation de cause à effet entre les deux. Sources : RTE (courtoisie JP Hulot), Agence européenne de l'environnement (EEA).

Cet écart important entre les calculs d'Artelys et les observations est troublant. Des hypothèses erronées dans le modèle d'Artelys nous paraissent bien plus probables que des erreurs systématiques de la part de l'Agence européenne de l'environnement.

Selon Artelys l'augmentation des exportations rendue possible par 1 GW d'éoliennes permettrait aussi d'éviter des émissions de CO_{2eq} ailleurs en Europe. Nous nous permettons aussi d'en douter, étant donné ce que ses calculs prévoient pour la France. **Mais aussi pourquoi faudrait-il, compte-tenu de leurs nombreux inconvénients humains et environnementaux, construire en France plutôt que dans les pays voisins ces parcs éoliens s'ils sont destinés pour l'essentiel à réduire les émissions de CO_{2eq} dans ces pays ?**

2-Les émissions de CO₂ évitées par une isolation raisonnée des bâtiments mal isolés.

Nous nous appuyons ici sur des documents de l'Observatoire des Bâtiments à basse consommation (BBC) 20210429etude-renovation.pdf (effinergie.org) et Bâtiments BBC-Effinergie rénovation et sur une étude parue dans la Revue de l'énergie de Mai-Juin 2019 <http://www.hprevot.fr/Revue-Energie-05-06-19-lgmts.pdf>.

Nous appelons isolation raisonnée une isolation qui ne viserait pas à une qualité d'isolation équivalente à celle des bâtiments neufs construits en respectant la plus récente réglementation thermique (RT 2020), ce qui serait extrêmement coûteux par tonne de CO₂ évitée, mais une action raisonnable consistant à faire passer en classe D du diagnostic de performance énergétique (DPE) des bâtiments anciens des classes E, F et G.

Les calculs (voir annexe) montrent qu'avec 1 million d'euros, il serait possible de faire passer en classe D une cinquantaine de logements de 100 à 130 m² et d'éviter des émissions de 210 tCO₂ par an, à mode de chauffage

inchangé. Les coûts d'isolation seraient pratiquement remboursés, si le prix des combustibles fossiles utilisés devenait supérieur à environ 70 euros/MWh.

Supposons que l'on dispose de **quatre milliards d'euros** et que l'on ait à choisir entre d'une part l'isolation thermique de logements très mal isolés de façon à les faire passer en classe D du DPE et, d'autre part, l'implantation d'un GW d'éoliennes en mer.

On multiplie alors par 4 000 les valeurs trouvées plus haut pour 1 million d'euros de travaux d'isolation thermique dans une cinquantaine de logements de 100 à 130 m². Pour 1 GW d'éoliennes en mer, on retient les valeurs ci-dessous, correspondant à un investissement de 4 milliards d'euros.

	Isolation de 200 000 logements	1 GW d'éoliennes en mer
Montant de l'investissement	4 000 M€	4 000 M€
Annuité équivalente - taux d'actualisation : 4 %	40 ans : 202 M€/an	20 ans : 302 M€/an
Emissions de CO _{2eq} évitées depuis le territoire national	0,86 Mt CO _{2eq} par an	0,384 Mt CO _{2eq} par an *
Consommation annuelle d'énergie fossile évitée en France	2,80 TWh thermiques	1,3 TWh thermiques*
* selon Artelys. Mais selon notre note technique n°3 plutôt une augmentation des émissions lors de la mise en service qu'une diminution.		

Tableau 2 : comparaison des émissions de CO_{2eq} et des coûts pour 200 000 logements de 100 à 130 m² et pour 1 GW d'éolien en mer à Oléron

Il paraît donc possible avec ces 4 milliards d'isoler correctement environ 200 000 logements de 100 à 130 m² mal isolés en Nouvelle-Aquitaine. Ces travaux permettraient d'éviter au minimum deux fois plus d'émissions de CO₂ que ne pourraient le faire 1 GW d'éoliennes en mer, beaucoup plus si comme nous le pensons les éoliennes sont bien moins efficaces pour cela que ne le prévoit Artelys, sinon même nuisibles.

Cela en améliorant la qualité de vie et la santé des ménages les moins fortunés, en évitant le désastre environnemental et les nuisances qui résulteraient de l'implantation de ces parcs, et en évitant de faire du tort à la pêche locale.

3-La diversification du bouquet énergétique.

L'éolien en mer, parce que la puissance électrique qu'il délivre varie de façon aléatoire et souvent brutale en fonction de la vitesse du vent (figure 2), fournit une électricité inutilisable pour un consommateur en sortie de parc. Pour rendre cette électricité utilisable, il faut la mixer avec de l'électricité produite par une centrale pilotable, qui ajustera ce mix électrique en fonction des besoins des consommateurs. D'où l'augmentation du coût de l'électricité pour les ménages, puisqu'il faut alors un double investissement, éolien et centrale pilotable, pour produire la même quantité d'électricité, mais aussi construire de nouvelles lignes électriques et renforcer les anciennes (voir note technique de NEMO n°2 (<http://www.eolien-oleron.fr/wp-content/uploads/2021/10/Note-technique-de-NEMO-Prix-electricite.pdf>)).

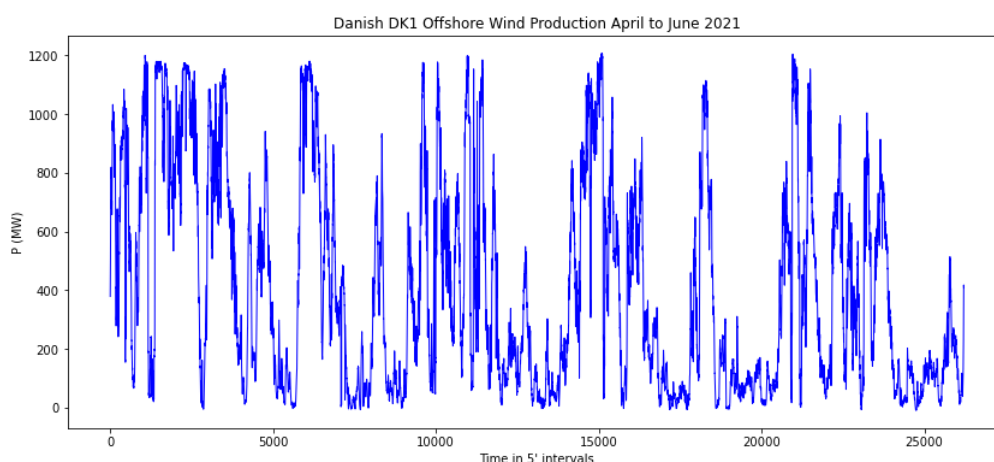


Figure 2 : Puissance électrique délivrée d'Avril à Juin 2021 par l'ensemble des parcs éoliens marins installés au Danemark en Mer du Nord et en Mer Baltique à un pas de temps de 5 minutes. La puissance nominale installée totale est de 1 253 MW : on remarque la brutalité et l'importance des variations (**Contrairement à ce qu'en disent les**

médias, le MO et les promoteurs, elles sont bien plus brutales qu'à terre), et la fréquence des périodes de puissance très faible, dues à l'absence presque complète de vent. Source des données <https://www.energidataservice.dk/> Courtoisie Hubert Flocard.

Mais il n'y a pour autant aucune diversification réelle du bouquet énergétique, puisque les éoliennes ne peuvent produire d'électricité utilisable sans être associées à des centrales pilotables. Pas de centrales pilotables, pas d'éolien. **Remplacer une jambe par une jambe de bois, c'est de la diversification, mais cela n'améliore pas la marche.**

4- L'emploi et l'économie

Le chiffre d'affaires du secteur du bâtiment en France est de 134 milliards et les effectifs sont de 1,2 million. 4 milliards de travaux donneraient du travail pour **36 000 équivalent-emploi.ans**. Il s'agirait d'emplois locaux pour des artisans et des PME, non délocalisables.

Les nombres d'emplois indiqués par les promoteurs de ces parcs sont de 500 à 600 emplois pendant la construction, représentant au mieux 1500 équivalent-emploi.ans, pour la plupart des étrangers, et de 100 à 150 emplois pendant les 20 ans de l'exploitation et de la maintenance, représentant au mieux 3000 équivalent-emploi.ans, la plupart situés à La Rochelle ou dans les Etats-Majors des promoteurs, pratiquement aucun sur les lieux. **Soit au total un maximum de 4500 équivalent-emploi.ans.**

Il y aurait plus de créations d'emplois à l'étranger, puisque les deux-tiers environ des sommes investies le seront dans les pays constructeurs de ces éoliennes, Allemagne, Danemark, Espagne.

Annexe (d'après Prévot H., 2019 : Diminuer au moindre coût les émissions de CO2 des logements existants : Revue de l'Energie n° 644, Mai-Juin 2019. <http://www.hprevot.fr/Revue-Energie-05-06-19-lgmts.pdf>.)

Il existe des études faites par l'ADEME et RTE qui évaluent le coût des travaux à faire pour rendre les bâtiments existants parfaitement isolés, mais elles ne nous disent pas ce que serait une isolation thermique qui permet de diminuer ou d'annuler les émissions de CO2 au moindre coût. Elles se contentent de reprendre l'objectif retenu par la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) sans aucune justification, qui est de rendre tous les logements aussi bien isolés que des logements neufs. Une solution raisonnable pour réduire la plus grande partie des émissions de CO2 des bâtiments à un coût acceptable pour la collectivité est de faire les travaux qui mettent les logements très mal isolés en classe D du Diagnostic de performance énergétique (DPE). Le passage généralisé au chauffage électrique et pompe à chaleur, qui n'est pas traité ici, améliorerait bien sûr encore considérablement les performances.

Un récent document (avril 2021) de l'Observatoire BBC rapporte les dépenses à la diminution des pertes thermiques. Il ne dit pas jusqu'où il est intéressant de pousser l'isolation des bâtiments mais il montre bien que les travaux d'isolation thermique, rapportés aux pertes thermiques qu'ils permettent d'éviter, deviennent très coûteux lorsque celles-ci deviennent plus faibles : [20210429etude-renovation.pdf \(effinergie.org\)](https://www.effinergie.org/20210429-etude-renovation.pdf)

Page 33 : « l'investissement moyen pour économiser 1 kWh/m².an (un kWh d'énergie primaire par an. C'est ici la même chose que les pertes thermiques) se situe autour de 2,4 € TTC /m² » « Par ailleurs, cet investissement est d'autant plus rentable que les logements sont énergivores. En effet, il varie de : 1,18 € TTC pour les logements classés G, à 2,2 € TTC pour les logements classés F, à 3,6 € TTC pour les logements classés E, à 5,4 € TTC pour les logements classés D ». Au lieu d'écrire « plus rentable », il vaut mieux écrire « moins coûteux ».

*Pour savoir jusqu'où pousser l'isolation thermique, voici le détail des travaux à faire pour réduire les pertes thermiques d'une maison de 130 m² dont les pertes thermiques sont de 36,6 MWh/an, soit 280 kWh/m².an : elle est à la limite de classes F et E du DPE. Cette étude a été présentée dans la Revue de l'énergie de mai-juin 2019 - voir ici : <http://www.hprevot.fr/Revue-Energie-05-06-19-lgmts.pdf> . La première chose à faire, si c'est possible, est l'isolation des combles puis l'isolation des murs par l'intérieur et la pose de doubles vitrages. Pour ce qui est des coûts, l'Observatoire BBC d'Effinergie a publié en octobre 2018 une analyse des dépenses à faire sur le bâti pour mettre une maison individuelle en classe B du DPE. Voir ici : [Bâtiments BBC-Effinergie rénovation](https://www.effinergie.org/batiments-bbc-effinergie-renovation) . En supposant que des travaux d'isolation des murs par l'intérieur et que l'isolation des combles pouvaient être faits par l'occupant, le montant de l'investissement est de 12000 €. Si l'isolation des murs par l'intérieur et l'isolation des combles sont faites par une entreprise, elles seront plus coûteuses. Au total, le montant des travaux sur cette maison de 130 m² est de **21400 €**. Ces travaux évitent 15 MWh/an de pertes thermiques*

Un investissement de 1 million d'euros permet d'éviter 710 MWh/an.

Selon ces données, un investissement de 1 million d'euros permettrait donc de faire passer en classe D une cinquantaine de maisons de 130 m² qui sont en classe E ou F. Cela éviterait la consommation de 700 MWh/an d'énergie fossile.

On suppose ici que la diminution des pertes thermiques se traduit par une diminution égale de la consommation d'énergie - on ne tient pas compte d'un éventuel « effet rebond », c'est-à-dire d'une augmentation de la consommation du fait des économies réalisées. Il s'agit de gaz ou de fioul, dont la combustion n'émet pas exactement les mêmes quantités de CO₂. Pour le gaz, il faut ajouter les pertes de méthane, ce qui rapproche son impact sur l'effet de serre de celui du fioul. Retenons que la combustion de 1 MWh de gaz ou de fioul émet en moyenne 0,3 tCO₂.

Donc cet investissement de 1 M€ pour des travaux d'isolation thermique raisonnée sur des bâtiments mal isolés évite l'émission de 210 tCO₂/an. Cet investissement peut s'amortir sur 40 ans. Avec un taux d'actualisation de 4%, l'annuité équivalente est de 47 000 euros.

Si le coût de l'énergie fossile est supérieur à 67 euros/MWh HT, les économies sur l'énergie fossile équilibrent les dépenses d'isolation thermique et le coût du CO₂ évité est nul.