

## 2.8 Impacts sur la faune volante

- Analyse du rapport de la LPO (2017) – « Analyse de la mortalité de l’avifaune liée aux éoliennes »

La Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) est un acteur associatif majeur de la protection et de la gestion de l’avifaune française. Elle réalise depuis plusieurs années des suivis écologiques sur les parcs éoliens et a accès aux données d’autres parcs par son réseau et sa présence dans certaines instances consultatives notamment.

Partant des nombreuses données de suivi écologique à sa disposition, la LPO a étudié spécifiquement la mortalité directe par collision des oiseaux avec les éoliennes. Cette étude vise à mieux cerner cet impact dans le contexte du développement du parc éolien français.

Le rapport de la LPO « Le parc éolien français et ses impacts sur l’avifaune », sorti en décembre 2017, présente de nombreuses limites méthodologiques (faible nombre de parcs analysés, souvent localisés dans des ZPS ou des zones à enjeux, rapports de suivis peu précis, etc.) qui tendent potentiellement à surévaluer la mortalité des parcs éoliens français. L’estimation de la mortalité réelle due aux éoliennes, comprise entre 6,6 et 7,2 oiseaux par éolienne et par an, est de ce fait à prendre avec précaution car elle ne concerne que 1,38 % des éoliennes du territoire.

Le rapport considère toutefois que les éoliennes engendrent un impact globalement faible en termes de mortalité sur l’avifaune française.

Il présente également l’intérêt de compiler une liste des espèces les plus impactées sur les parcs éoliens. Les rapaces diurnes (Faucons crécerelle et crécerellette, Milans noir et royal, Buse variable, etc.) sont indéniablement les premières victimes des éoliennes au regard de leurs effectifs.

Cette étude est donc un premier retour sur les cas de mortalités connus de l’avifaune engendrés par les éoliennes en France. Néanmoins au vu du manque de données et de la faible robustesse de l’analyse empirique (non validée statistiquement), aucune conclusion fiable ne peut être tirée sur les facteurs influençant cette mortalité. La préconisation d’éviter tout développement éolien à une distance minimale d’1 km des ZPS peut paraître à ce titre arbitraire et non fondée scientifiquement.

Il serait intéressant d’intégrer dans une future étude les données des régions Hauts-de-France et Grand-Est. De plus, les données de mortalité chiroptérologique pourraient être analysées afin d’apporter des connaissances supplémentaires sur l’impact réel de l’éolien sur la biodiversité. Cette future analyse ne peut se faire sans utiliser l’ensemble des variables ayant un effet potentiel sur les taux de mortalité constatés.

- Risque pour l'avifaune – cas du projet éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil

Globalement, les grandes parcelles de cultures sont favorables à l'avifaune. Le réseau de haies et ses abords, les zones de friches et de prairies permanentes représentent les principaux secteurs d'intérêt pour l'avifaune au sein de l'aire d'étude immédiate.

Les principaux impacts sur les oiseaux concernent la perte d'habitats, la destruction d'individus par collision ou la perturbation des axes de déplacement.

Cependant, les études écologiques du projet éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil réalisées par le bureau d'étude naturaliste indépendant Biotope ont conclu à un impact résiduel très faible à modéré pour l'avifaune.

Des mesures d'évitement, de réduction et de compensation ont également été mises en place afin d'aboutir à un projet de moindre impact et de compenser les potentiels impacts résiduels sur l'avifaune comme l'adaptation des plannings de travaux aux cycles biologiques des oiseaux, la plantation de haies ou la mise en place d'un suivi écologique de l'avifaune nicheuse.

- Risque pour les chiroptères – cas du projet éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil

L'aire d'étude immédiate présente une bonne fonctionnalité écologique du fait de la présence d'un maillage de haie encore bien conservé sur l'ensemble de l'aire d'étude immédiate permettant le transit des chiroptères.

Le sud de l'aire d'étude immédiate apparaît comme le plus favorable à ce groupe faunistique avec la présence de nombreux points d'eau et de prairies permanentes favorisant les activités de chasse. L'aire d'étude immédiate offre une importante disponibilité en gîtes arboricoles avec la présence de nombreux vieux arbres à cavités disséminés au sein des haies mais aussi au sein des bosquets.

Concernant le projet éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil, les études écologiques ont conclu à un impact résiduel très faible à modéré pour les chiroptères.

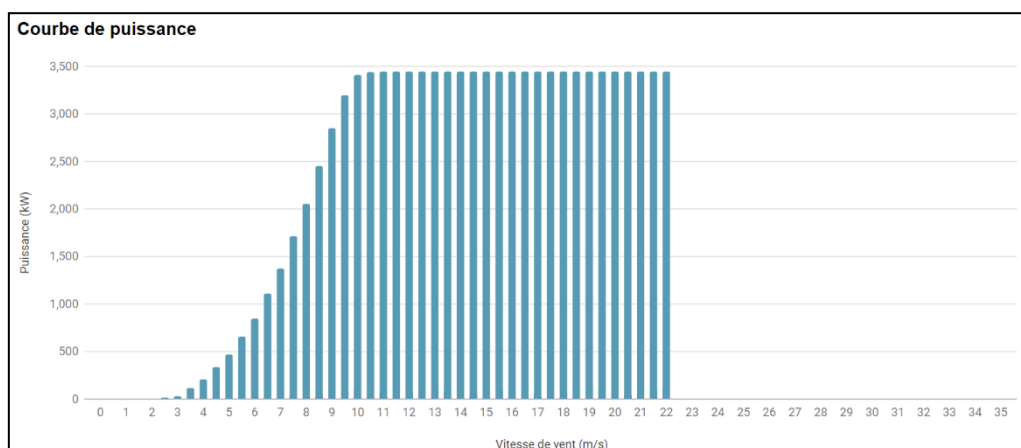
Des mesures d'évitement, de réduction et de compensation ont également été mises en place afin d'aboutir à un projet de moindre impact et de compenser les potentiels impacts résiduels sur les chiroptères. C'est par exemple l'arrêt préventif des éoliennes lors des conditions favorables à l'activité des chiroptères, la plantation de haies, le suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle et le suivi de mortalité.

## 2.9 Production énergétique

- Production électrique nationale

En France, la production d'énergie éolienne est de plus en plus prévisible. En effet, plusieurs logiciels permettent de prédire le fonctionnement éolien. Le gestionnaire de réseau RTE, s'est équipé dès 2009 du logiciel appelé Insertion de la Production Eolienne et Photovoltaïque sur le Système (IPES). Ce dernier permet de prévoir la production du parc éolien français heure par heure pour la journée en cours et le lendemain. De plus, Metnext, filiale de Météo France et de CDC Climat, commercialise un service permettant d'évaluer la production électrique de parcs éoliens à 7 jours.

Malgré l'intermittence du vent, une éolienne produit de l'électricité près de 80% du temps (soit plus de 6500 heures). Une éolienne démarre quand le vent approche les 3m/s (environ 11km/h) et s'arrête pour des raisons de sécurité lorsque les vents dépassent les 25m/s (environ 90km/h). Elle atteint sa puissance nominale en moyenne à 11m/s soit 40 km/h ce qui veut dire qu'à partir de 11m/s elle produit à pleine puissance.



*Courbe de puissance d'une éolienne*

De plus, la France possède trois régimes de vent décorrélés (Atlantique, Mer du Nord et Méditerranée) ce qui fait que le vent souffle presque en permanence dans une partie du pays. Ce qui implique que le parc éolien français produit en permanence (si le vent ne souffle pas sur une région, il souffle sur une autre). En outre, il faut prendre en considération qu'il y a d'autres sources d'énergie renouvelables qui peuvent compléter l'éolien (solaire photovoltaïque, hydroélectricité, méthanisation, etc.). Par exemple, durant l'été où les vents sont plus faibles, le solaire photovoltaïque est au maximum de sa production.

L'article « les énergies renouvelables sont-elles intermittentes ? » de Décrypter l'Energie.org, publié en 2015 conclut que « Loin d'afficher un comportement intermittent caricatural, les énergies renouvelables électriques sont au contraire complémentaires entre elles, et

permettent de diminuer le recours aux centrales à gaz ou au charbon. L'éolien et le photovoltaïque présentent évidemment des variations de production, mais elles sont lentes, lissées grâce au foisonnement des installations à travers le territoire national et largement prévisibles à court terme.

Ces sources de production d'électricité sont donc variables, discontinues mais complémentaires. Couplées à des moyens de production programmables, à des installations de stockage comme l'hydraulique ainsi qu'à des dispositifs de flexibilité, l'éolien et le photovoltaïque peuvent connaître un développement soutenu, sans mettre en péril le réseau d'électricité. ».

En moyenne, les sites français permettent aux éoliennes de produire à leur puissance nominale l'équivalent de 2 200 heures par an, ce qui équivaut à un facteur de charge de 25%. Ce chiffre de « 25% du temps » est établi en calculant le ratio entre l'énergie réellement produite et l'énergie que l'éolienne aurait produite si elle fonctionnait constamment à puissance maximale.

- Compétitivité

La production éolienne a augmenté de 15,3 % pour atteindre 28 TWh (5,1 % de la production annuelle totale). Avec un parc installé de 15,1 GW au 31 décembre 2018 (+11,2 % ou + 1 500 MW par rapport au 31.12.2017), il représente 11,5 % de la puissance installée en France (données RTE). L'objectif PPE 2018 concernant l'éolien terrestre est donc atteint pour 2018.

Selon un rapport de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) sur le coût des énergies renouvelables en 2016, l'éolien terrestre est le moyen de production le plus compétitif (avec les moyens conventionnels). Produire 1 MWh éolien terrestre coûte en moyenne 60 à 70 €. Ce montant tient compte de l'ensemble des coûts, depuis l'achat des éoliennes jusqu'à leur démantèlement en fin de vie après une vingtaine d'années de fonctionnement en comparaison avec le nucléaire dont les coûts de production s'élèvent à 49€/MWh mais n'incluent pas les coûts liés au démantèlement (Source : La Cour des Comptes).

Enfin, il est important de préciser que la déconstruction d'un parc éolien s'effectue lorsque l'installation a atteint sa durée de vie maximale. Ainsi l'issue d'une telle déconstruction d'un parc éolien est, soit une remise à l'état initial d'avant-projet, soit le développement d'un nouveau parc éolien avec des éoliennes de nouvelles générations, plus efficaces grâce aux avancées technologiques.

L'énergie éolienne est bien produite à un prix compétitif et sera de plus en plus compétitif à l'avenir par rapport au nucléaire.



- Energie vertes

On entend par « énergies vertes » les productions d'énergies dites renouvelables c'est-à-dire celles générées sans matière fossile (pétrole, gaz, etc.). L'énergie éolienne n'utilise que la force mécanique du vent pour produire de l'électricité et est donc classée comme énergie renouvelable. L'électricité produite par les éoliennes est injectée sur le réseau et contribue ainsi à baisser la production d'électricité issue de matières fossiles. Aussi, c'est grâce à l'augmentation de la part des énergies renouvelables en général et de l'énergie éolienne en particulier que la France a pu mettre à l'arrêt sa dernière centrale de production d'électricité à base de fioul lourd en 2018.

**L'éolien ne doit pas être considéré seul, mais s'intègre à un mix renouvelable plus large (solaire, biomasse, hydroélectricité, géothermie et bientôt énergies marines renouvelables), combinant des sources de production électrique variées et complémentaires, formant un foisonnement entre elles.**

## 2.10 Impacts environnementaux

### 2.10.1 Impact pour le sol et sous-sol

- Décomposition des matériaux

Le béton est une matière inerte qui ne se décompose pas, ne brûle pas et ne produit aucune réaction physique ou chimique. Il ne détériore pas d'autres matières en contact de manière préjudiciable à l'environnement ou à la santé humaine et n'est à l'origine d'aucune pollution, notamment des eaux en contact. Les risques de dégradation de la qualité des eaux sont nuls à faibles.

L'acier de l'armature des fondations est découpé et séparé du béton en vue d'être recyclé et ne reste pas dans les sols.

Les effets liés à la modification des coefficients d'infiltration de l'eau dans le sol au niveau des emprises du parc éolien (base des éoliennes, poste de livraison, pistes et plateformes) seront nuls puisque le béton restant dans le sol est fissuré et concassé.

Des opérations de démantèlement et de remise en état des parcs éoliens sont fixés par l'arrêté ministériel du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014, relatif à la remise en état et à la constitution des garanties financières pour les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent. Cet arrêté impose le démantèlement des éoliennes, des postes de livraison et des câbles dans un rayon de 10 m autour des éoliennes et du poste de livraison. L'excavation des fondations se fait sur différentes profondeurs suivant l'utilisation du terrain. Pour les terres à usage agricole, les fondations doivent être enlevées sur 1 m.

- Le devenir des terres agricoles après démantèlement

Sans préjudice des mesures prévues aux articles R.515-101 à R.515-104 du Code de l'environnement pour l'application de son article R.181-43, l'usage à prendre en compte lors de l'arrêt définitif des aérogénérateurs est un usage agricole.

Le démantèlement consiste en la remise en état de toutes les zones du projet. Cette phase vise à restaurer le site d'implantation du parc avec un aspect et des conditions d'utilisation aussi proches que possible de son état antérieur. Le béton restant en sol est fissuré et concassé afin de permettre une bonne infiltration des eaux dans le sol. Les sols sont ensuite décompactés, griffés et recouverts d'une terre végétale d'origine ou de nature similaire à celle présente sur la parcelle pour un retour à un usage agricole et une remise en culture des sols.

De plus, à la fin de la période d'exploitation, l'exploitant remet en état le site conformément à la réglementation en vigueur. A la fin de l'exploitation, les terrains retrouvent un usage agricole et ne sont aucunement reclassés en friches industrielles.

- Coût du démantèlement

En ce qui concerne le démantèlement, l'ensemble des éléments de l'éolienne, des composants électriques et des autres matériaux sont valorisés, recyclés ou traités dans les filières adaptées. Beaucoup d'éléments de la machine sont recyclés et revendus (acier, cuivre, composants électriques, armature, aluminium). La revente permet de couvrir une partie du coût de démantèlement sachant que près de 90% de la structure est recyclable.

Pour couvrir les frais de démantèlement, l'exploitant constitue les garanties financières nécessaires à ces opérations, avant la mise en service du parc, conformément à l'arrêté ministériel du 26 août 2011. Le coût du démantèlement est estimé à environ 50 000€ par éolienne et prend en compte la revalorisation des déchets.

A titre d'exemple, ci-dessous le coût moyen de démantèlement d'une éolienne industrielle :

Dépenses	Montant en € HT
Enlèvement des fondations	20 000
Plateforme pour démantèlement	4 000
Mobilisation grue + démontage	30 000
Remise en état des terrains	4 000
Frais divers	2 000
TOTAL	60 000
Recettes	
Revente béton + reprise transport	2 000
Revente transformateurs et cellules HT	5 000
Revente composants turbines (acier, cuivre, etc.)	5 000
TOTAL	12 000
<b>Coût total</b>	<b>48 000</b>

*Coûts moyens de démantèlement d'une éolienne industrielle (source : SER – FEE – Nordex)*

- Possibilités de défaillance du porteur de projet et devenir des installations ?

Concernant la possible défaillance du porteur de projet, la mise en service d'un parc éolien est subordonnée à la constitution de garanties financières visant à couvrir, en cas de défaillance de l'exploitant lors de la remise en état du site, les opérations de démantèlement. Par ailleurs, en cas de carence de l'exploitant dans la mise en œuvre des mesures assurant les opérations de démantèlement et de remise en état, il peut être fait application de sanctions administratives.

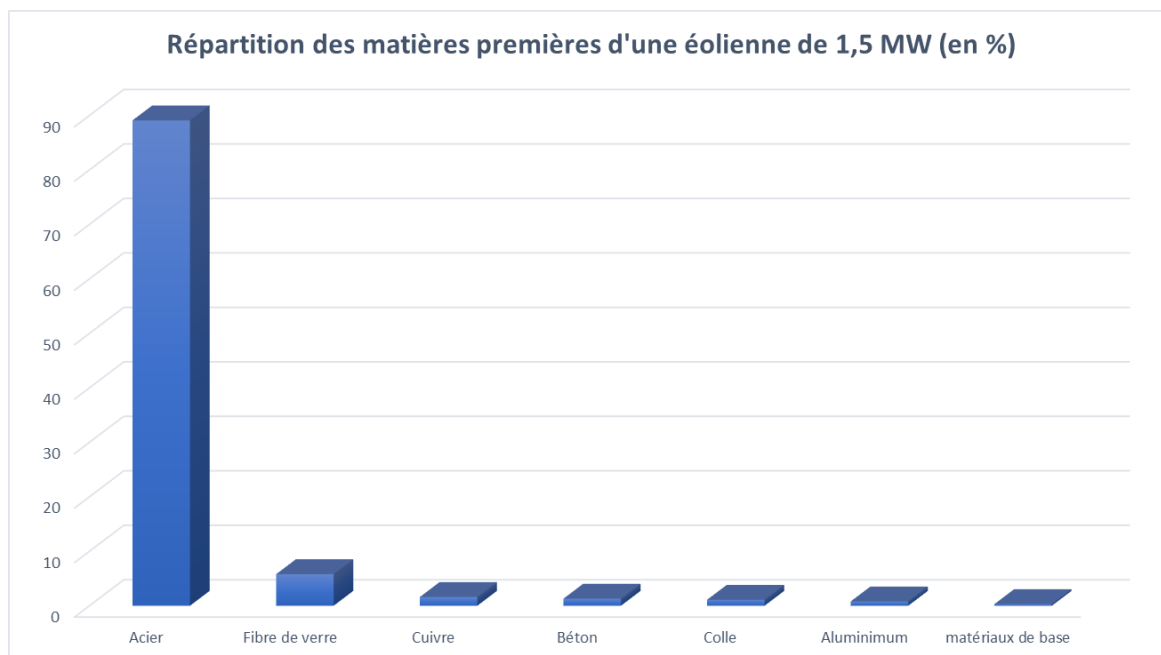
Pour les éoliennes terrestres, la responsabilité de la société mère est spécifiquement prévue par les articles L. 515-46 et R. 515-101, III. du Code de l'environnement en cas de défaillance de l'exploitant. A l'inverse, le propriétaire ne peut pas, en sa seule qualité de propriétaire, être désigné par l'administration, en cas de défaillance de l'exploitant, comme responsable de la remise en état du site.

### 2.10.2 Impact écologique

**Concernant le démantèlement en fin de vie, des filières de valorisation des matériaux de l'ensemble des composants des éoliennes existent déjà :**

- Le béton est concassé et réutilisé dans le BTP (70% voirie) ;
- L'acier est refondu ;
- Le cuivre, l'aluminium et les autres métaux sont refondus ;
- L'électronique est récupéré et réutilisé (circuits imprimés, terres rares, etc.).

La répartition des matières premières dans une éolienne est la suivante :



Pour une éolienne V90, l'acier, l'aluminium et les matériaux de base sont à 100% recyclés dont 90% sont récupérés et 10% sont mis en décharge (enfouissement des déchets ultimes qui ne sont pas destinés à être recyclés).

Concernant **l'utilisation du béton**, en premier lieu, il est important de souligner que le béton est un matériel très utilisé dans le bâtiment, le génie civil et les routes. C'est un mélange de matériaux en générale de nature minérale. Il est composé de matières inertes appelées granulats ou agrégats (sables, graviers, etc.) et d'un liant (ciment, argile, etc.). A cela s'ajoute des adjuvants qui permettent la modification des propriétés physiques et chimiques du mélange. Enfin, l'ajout d'eau permet d'obtenir une pâte que l'on peut couler pour des chappes de maisons, des fondations en tout genre (routes, maisons, usines, etc.). De même le béton est utilisé pour la construction de maisons, écoles, hôpitaux ou encore châteaux d'eau et ne pose aucun problème de pollution des eaux.

Le béton est bien une matière inerte qui ne se décompose pas, ne brule pas et ne produit aucune réaction physique ou chimique. Le béton ne détériore pas d'autres matières en contact de manière préjudiciable à l'environnement ou à la santé humaine. Le béton n'est à l'origine d'aucune pollution notamment des eaux en contact.

Concernant, la thématique des **terres rares**, il faut rappeler d'abord qu'il s'agit de groupes de métaux aux propriétés voisines. Il en existe 17, dont 5 sont utilisées dans les aimants permanents des éoliennes avec en priorité du Néodyme, du Terbium et du Dysprosium, qui donnent un alliage conservant ses propriétés magnétiques à haute température. Les terres rares sont utilisées dans de nombreux domaines (médicaux, militaires, nucléaires, défense) et dans les objets de notre vie quotidienne (téléphones, batteries de voitures, sèche-cheveux, etc.).

Dans l'éolien, seules certaines technologies – essentiellement dans la filière des éoliennes offshore à génératrice synchrone à aimants – utilisent des terres rares, correspondant là aussi à une minorité du parc installé (environ 5 %).

Les éoliennes à générateurs asynchrones – et donc sans terres rares – sont très largement majoritaires dans le parc mondial installé. Pour les éoliennes à générateur synchrone (où le rotor est un aimant permanent), plusieurs fabricants (comme Enercon, un des cinq premiers constructeurs européens) ont fait le choix de ne pas utiliser d'aimants permanents – le rotor est un bobinage de cuivre – et donc de se passer de terres rares.

Aujourd'hui, une pale est composée à 60-70% de fibre de verre. Pour le reste, il s'agit de résine et d'autres matériaux (mousse, bois, etc.). Les pales sont broyées puis réutilisées en cimenterie après valorisation énergétique. La résine époxy présente un fort pouvoir calorifique et la fibre de verre portée à 2 000°C donne de la silice, utilisée dans le ciment. Des traitements existent pour séparer les deux matériaux afin de les rendre réutilisables.

Enfin, les éoliennes peuvent aussi avoir une seconde vie, comme en témoigne le projet commandité par la fondation « *Kinderparadijs Meidoorn* », créant un terrain de jeu pour les enfants de 1200 m<sup>2</sup> aux Pays-Bas en 2009 :



**Une expérimentation de valorisation des composants d'éoliennes est actuellement menée pour approcher l'objectif « zéro » déchet.** La profession travaille par ailleurs avec les experts de l'ADEME sur l'économie circulaire dans le secteur éolien.

**Une éolienne en fin de vie est à 90 % recyclable : tous les métaux, matériaux composites et béton sont pris en charge par des filières de valorisation.**

## 2.11 Soutien de la filière éolienne

Le **prix de l'électricité payé par les consommateurs** sert à rémunérer le fournisseur d'électricité, le réseau de distribution (ENEDIS), le réseau de transport (RTE), le producteur (EDF) ainsi que les différentes taxes (CSPE, TVA, etc.). En France, le coût du kilowattheure pour le consommateur est en moyenne de 15 centimes d'euros en fonction de la puissance d'abonnement souscrite. Cette intervention publique indirecte, via la CSPE, (l'Etat étant actionnaire majoritaire d'EDF) n'est pas spécifique à l'éolien, les filières nucléaire et hydraulique ayant historiquement bénéficiées d'un fort soutien public.

La Contribution au Service Public de l'Electricité (**CSPE**) est une taxe payée par tous les consommateurs d'électricité qui permet de financer les charges de service public de l'électricité :

- Les surcoûts liés aux dispositifs de soutien aux énergies renouvelables (dites ENR) et à l'obligation d'achat d'électricité (cogénération, solaire, hydraulique, éolien, etc.) ;
- Les surcoûts de production et d'achat de l'électricité dans les parties du territoire interconnectées au continent (ZNI) ;
- Les surcoûts liés aux dispositifs sociaux bénéficiant aux ménages en situation de précarité ;
- Le financement des frais de gestion de la Caisse des Dépôts et Consignation ;
- Les surcoûts liés au soutien à l'effacement.

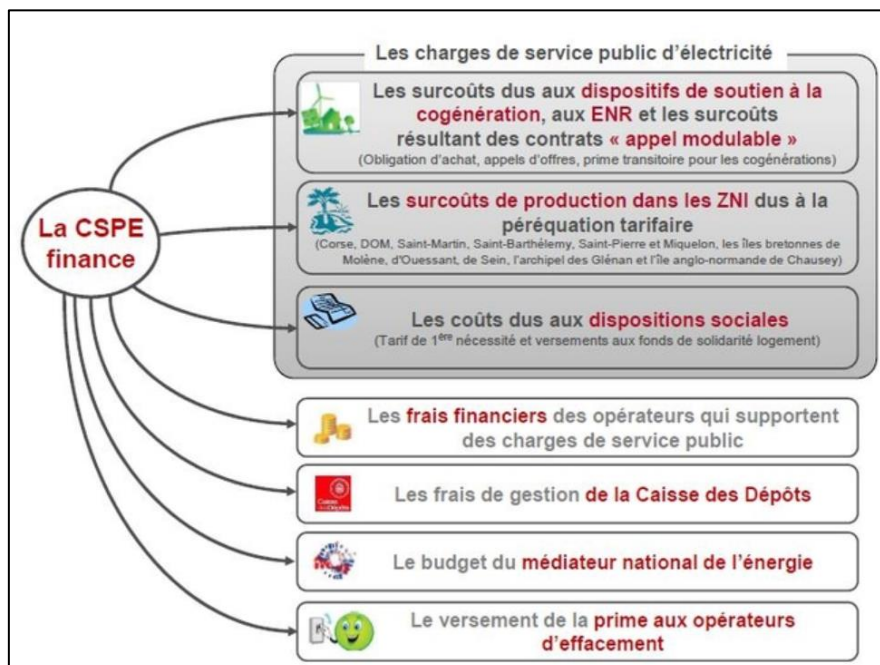
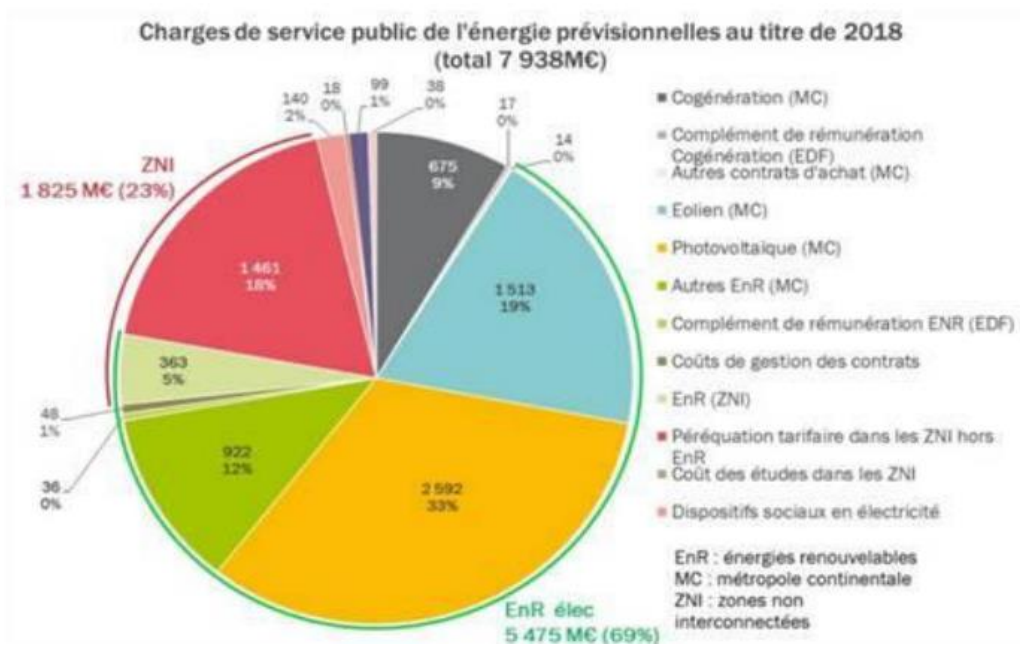


Schéma des charges financées par la contribution unitaire CSPE (Source : CRE)

Cette taxe permet donc le déploiement des énergies renouvelables dont l'énergie éolienne. Son montant est de 2,25 centimes d'euros par kilowattheure. L'éolien terrestre et en mer représentent 19 % de son montant (graphique ci-après) soit environ 0,42 centimes d'euros/kilowattheure.

**Ainsi, le coût annuel du soutien à l'énergie éolienne pour un ménage consommant 2,5 MWh par an représente environ 10 € en 2018, soit moins de 1 € par mois.**



Charges de service public de l'énergie prévisionnelles au titre de 2018

Source : CRE - Commission de Régulation de l'Énergie

L'impact du soutien à l'éolien sur la facture du consommateur est donc faible et est inclus dans une politique publique de développement des énergies renouvelables. L'objectif étant de tendre vers un mix électrique diversifié et propre afin de réduire la dépendance énergétique de la France.

Il est difficile d'établir une corrélation entre le développement de l'énergie éolienne et l'augmentation du prix de l'électricité. De plus, il n'est pas possible de comparer l'impact de l'éolien sur le prix de l'électricité dans plusieurs pays puisque chaque pays possède un mix énergétique différent et une politique de développement des moyens de production d'énergie (le nucléaire, le gaz, le charbon, l'énergie hydraulique, le bois énergie, les biocarburants, l'éolien, le biogaz, le solaire photovoltaïque et thermique, la géothermie, les énergies marines) propre à ses caractéristiques territoriales.

A noter que depuis le 1er janvier 2016, en application de la réforme de la fiscalité énergétique prévue par la loi de finances rectificative pour 2015 et le décret du 18 février 2016 relatif à la compensation des charges de service public de l'énergie, le financement du soutien aux énergies renouvelables est intégré au budget de l'État par l'intermédiaire du compte d'affectation spéciale (CAS) « Transition énergétique ». Ce compte est financé, depuis le 1er février 2017, par une partie des recettes des taxes intérieures de consommation sur les produits énergétiques (TICPE).



**Le développement de l'éolien a été soutenu pendant des années par l'Etat au même titre que d'autres énergies renouvelables. Mais ce n'est pas ce soutien aux énergies renouvelables qui alourdi de manière significatives la facture d'électricité des ménages français.**

## 2.12 Questions diverses relatives au projet

- Observation de Monsieur De FONCLARE

L'habitation de Monsieur De FONCLARE se situe au niveau du hameau « le Couteau », dans l'aire d'étude intermédiaire du projet éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil. Le parc éolien est situé à plus de 2,7 km des bâtiments principaux d'habitation.

Un photomontage a été réalisé depuis la route menant à cette habitation et est étudié dans le volet paysager de l'étude d'impact, en pages 86 et 87. Le paysagiste a conclu à un impact visuel modéré depuis les abords de la propriété.

Rappelons toutefois que les éoliennes ne seront visibles qu'en empruntant les routes menant aux habitations mais que depuis le cœur de l'habitation, les éoliennes ne seront peu ou pas visibles, du fait de la présence d'arbres et de bâtiments. De plus, l'étude des visibilitées depuis les habitations de M. De FONCLARE montre que les vues directes ne sont pas orientées en direction de la zone du projet éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil située au sud-sud-est.

Ici, bien que les éoliennes soient tronquées en partie basse par les houpiers des arbres formant le bocage, elles restent visibles dans le paysage et forment des points d'appel à l'horizon. Le dessin du parc est globalement cohérent malgré la superposition de deux éoliennes. La prégnance visuelle des éoliennes est modérée à faible depuis ce point de vue présentant une sensibilité modérée.

- Observations de Madame COULOMB

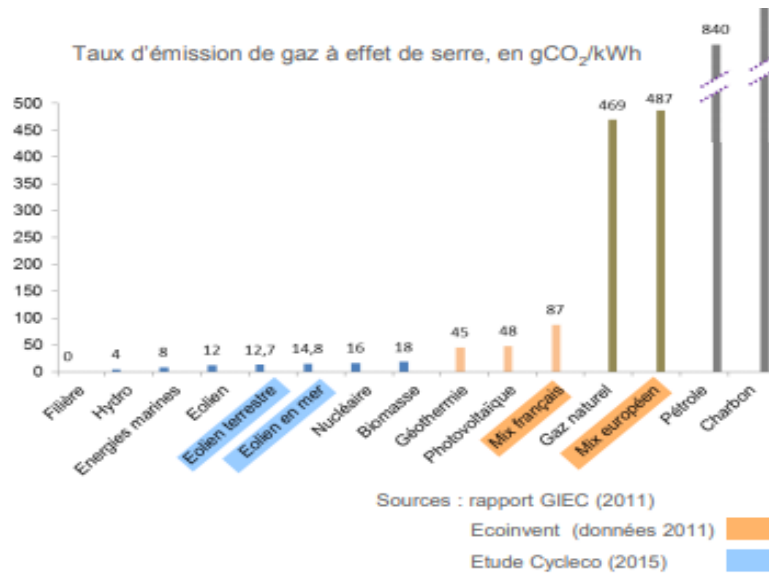
### **Bilan carbone :**

Les effets des éoliennes sur l'environnement s'analysent lors des cinq étapes de leur cycle de vie, d'environ 25 ans pour les plus récentes : fabrication, transport, installation, exploitation et activités de maintenance, démantèlement.

Les étapes émettant des gaz à effet de serre sont concentrées lors de la fabrication, du transport et de l'installation. En revanche, en fonctionnement, une éolienne n'émet ni gaz à effet de serre, ni particules, ni déchet dangereux pour produire de l'électricité. En 12 mois, une éolienne produit la quantité d'énergie qui a été nécessaire à sa fabrication et à son installation : c'est le « temps de retour énergétique » (Source : Etude CYCLECO, « Analyse du cycle de vie de la production d'électricité d'origine éolienne en France », par l'ADEME).



Dans l'étude CYCLECO, il est indiqué qu'un parc éolien français émet en moyenne sur son cycle de vie, 12,7g CO<sub>2</sub>/kWh produit contre 87g CO<sub>2</sub>/kWh en moyenne pour l'ensemble du parc électrique. A contrario, une centrale à gaz émet 469g CO<sub>2</sub> par kWh comme l'indique le graphique ci-dessous (Source : Rapport du GIEC, « Sources d'énergie renouvelable et atténuation du changement climatique »).



L'éolien représente un outil majeur pour faciliter la transition vers une énergie décarbonisée. L'utilisation de béton est certes nécessaire pour constituer le socle d'une éolienne, mais celle-ci produit ensuite de l'électricité sans aucun rejet de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, ni aucun risque de fuite de produits dangereux. Une fois installée, une éolienne se caractérise par la modestie de son empreinte au sol : 1 % de la surface qu'occuperait une installation de même puissance produisant un autre type d'énergie.

Une éolienne produit de l'électricité à partir d'une source renouvelable, inépuisable et propre : le vent.

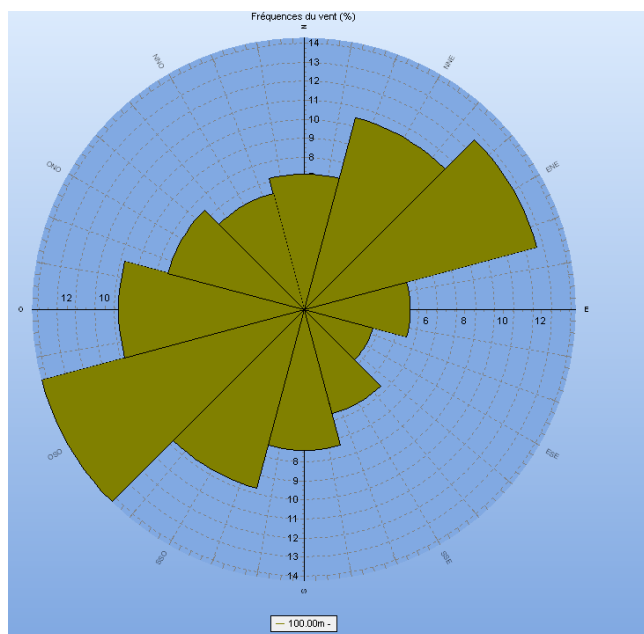
**En revanche le projet contribue à petite échelle, à éviter les émissions de gaz à effets de serre. En partant sur une base de 74 000 MWh par an, le projet participera à la lutte contre le réchauffement climatique puisqu'il permettra d'éviter le rejet annuel de 21 608 tonnes de CO<sub>2</sub> (Valeur du CO<sub>2</sub> évité : 292 g par kWh produit par un parc éolien utilisé pour la mise en œuvre du plan National de Lutte contre le changement climatique, par la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (d'après le Guide des parcs éoliens français, ADEME 2005).**

### Etude de vent :

Une évaluation préliminaire du potentiel éolien du site a été effectuée via des données satellitaires recalculées à différentes hauteurs grâce à des modèles d'écoulement prenant en compte les spécificités du terrain. Plusieurs jeux de données sont pris en compte, notamment des données GWS Alpro, ConWEX et les données disponibles sur le site de l'ADEME qui utilisent le modèle AROME de Météo France. Cette approche est suffisamment précise pour estimer le potentiel moyen du site nécessaire au développement éolien. Des mesures grande

hauteur ou l'obtention de mesures fiables dans un périmètre restreint seront nécessaires pour estimer précisément le comportement du vent sur site lors de la phase de financement du projet.

La zone d'implantation du projet présente une hauteur moyenne pour les environs et relativement peu d'obstacles (haies ou gros boisements) en amont de la direction principale du vent (sud-ouest).



Rose des vents sur 10 ans à 100m de hauteur (source : conWEX).

**Ainsi, le secteur envisagé est propice au développement de l'éolien. C'est d'ailleurs ce qu'avait démontré l'étude de zonage de développement éolien (ZDE) lancé à l'époque par la communauté de communes.**

### **Configuration du parc éolien :**

La configuration d'un parc éolien est spécifique à son environnement et s'étudie au cas par cas.

Pour cela, le rôle du paysagiste est majeur dans la caractérisation du site et la définition de l'implantation.

L'étude paysagère, menée sur une année par le bureau d'étude indépendant Biotope, a permis de mettre en avant les spécificités et les sensibilités du territoire.

Une analyse multicritère (paysagers, acoustiques, environnementaux) de scénarios et de variantes d'implantation a ensuite été effectuée (cf. Etude d'Impact IV Raisons du choix du projet page 16) afin de proposer une implantation en cohérence avec l'environnement local.

L'analyse paysagère révèle que la composition naturelle du site d'étude ne permet pas l'implantation d'une seule ligne d'éoliennes et que l'effet de regroupement de la variante à 6

éoliennes retenue est plus fort. La disposition en bouquet ainsi choisie permet d'obtenir une meilleure lisibilité du parc éolien, notamment s'il y a une superposition visuelle de plusieurs machines.

La variante retenue est la variante de moindre impact, tant d'un point de vue paysager, qu'écologique et technique.

Le choix d'une seule ligne d'éoliennes aurait considérablement augmenté l'emprise visuelle du parc éolien et donc les impacts paysagers sur les habitations les plus proches. Mais également les risques de collision avec l'avifaune en période de migration.

- Observation de Monsieur Michel Desplanches

Le projet éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil dont le dossier de demande d'autorisation environnementale a été déposé le 28 décembre 2017 bénéficie d'un contrat de complément de rémunération 2016 au titre de l'arrêté du 13 décembre 2016. Il convient de préciser que dans le cadre de l'arrêté du 13 décembre 2016, les projets éoliens peuvent bénéficier d'un contrat de complément de rémunération sans limitation de puissance.

- Effets acoustiques du parc éolien

Les niveaux donnés dans l'étude acoustique le sont au niveau de récepteurs placés pour prendre en compte les zones à émergence réglementées (ZER). Par conséquent les niveaux donnés sont à l'extérieur des habitations. Un niveau de 35dBA représente le niveau de pression acoustique moyen constaté dans une chambre à coucher.

**Comme cela a été précisé en page 16 du présent document, la société *Energie Deux-Sèvres* s'engage à respecter la réglementation en vigueur et à effectuer deux études de réception acoustique du parc (en saison végétative et saison non végétative) afin de permettre une meilleure optimisation acoustique du fonctionnement des éoliennes ; et à transmettre les résultats des études correspondantes à la demande.**

**De plus, outre le respect de la réglementation, si une gêne est notée après ces campagnes de réception, la société *Energie Deux-Sèvres* s'engage à réaliser des mesures spécifiques afin de quantifier et qualifier le bruit et le cas échéant mettre en place des mesures correctrices adaptées.**

- Mesures concernant la faune volante

Comme indiqué dans le volet écologique de l'étude d'impact, « sur l'aire d'étude immédiate, aucun couloir de déplacement privilégié par l'avifaune n'a été observé. Les oiseaux observés en migration active se déplacent sur un front très large. Les prairies de la zone d'étude

immédiate sont particulièrement appréciées par ces dernières espèces pour leur alimentation. L'intérêt de l'aire d'étude immédiate peut donc être qualifié de faible pour l'avifaune migratrice. »

Les mesures d'évitement et de réduction mises en place sont : l'adaptation des caractéristiques techniques et de la localisation des éoliennes (MER-02).

Les systèmes d'arrêt des éoliennes par détection de l'avifaune ne sont pas recommandés dans le cas du projet éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil. C'est en général la présence de grands voiliers comme la cigogne ou la grue qui nécessite la mise en place de systèmes de détection de l'avifaune. Ces espèces ne présentent pas d'enjeu dans le cadre du projet de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil. De plus, le choix d'implantation des éoliennes et les mesures d'évitement et de réduction actuellement mises en place permettent de pallier les impacts résiduels du projet éolien.

- Etude de l'activité des chiroptères

Les prospections réalisées par le bureau d'études Biotope en 2015 permettent de disposer d'une bonne connaissance du peuplement chiroptérologique local au sol. En effet, elles ont été réparties sur l'ensemble du périmètre et l'ensemble des saisons (pendant la période d'activité des chiroptères, d'avril à octobre) dans des conditions météorologiques favorables ; les prospections se caractérisent par leur intensité et par l'importance des outils techniques utilisés (équivalent de 42 nuits de détecteurs automatisés réalisées sur les 3 principales périodes d'activité des chauves-souris et 6 points fixes au détecteur manuel répétés à 6 reprises).

Par ailleurs, il est rappelé que les prospections ont eu pour objectif principal la connaissance du cortège d'espèces présentes sur le site, et ont ciblé principalement les terrains de chasse et les axes potentiels de déplacement. En l'absence d'écoutes en hauteur et par mesure de précaution, le porteur de projet s'engage à mettre en place un système d'asservissement préventif sur l'ensemble des éoliennes dès la première année d'exploitation du parc éolien. Les modalités de ce bridage préventif, examinées avec les services instructeurs pourront être réévaluées après la réalisation des suivis proposés, en concertation avec les services de l'Etat.

Il convient également de préciser que des études chiroptérologiques en continu ont été réalisées entre août et décembre 2017, sur mât de 10 m.

L'ensemble des études réalisées par le bureau d'étude Biotope respecte le principe de proportionnalité énoncé dans l'Article R122-5 du Code de l'environnement et a permis de définir de la façon la plus précise possible l'état initial du site du projet éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil ainsi que les effets attendus suite à sa construction et sa mise en exploitation.

- Distance aux haies

La distance des éoliennes des lisières boisées ou haies est inférieure aux recommandations d'EUROBATS qui préconisent une distance d'éloignement minimum de 200 mètres. Dans un contexte bocager dégradé comme celui du parc éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil, cette recommandation rend impossible l'implantation d'une ligne d'éolienne cohérente au regard du nombre de lisières boisées et du maillage de haie de la zone d'étude immédiate.

Comme détaillé pages 105-106 du volet écologique de l'étude d'impact sur projet éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil, le porteur de projet a réalisé un important travail d'évitement et de réduction de son projet sur la biodiversité dès la conception du projet éolien afin que :

- L'ensemble des éoliennes soit implanté au sein de milieux présentant une sensibilité écologique considérée comme très faible à faible ;
- Les éoliennes soient éloignées au maximum et dans la mesure du possible des haies et lisières boisées : Ainsi la distance latérale minimale est d'environ 76 m pour l'éolienne E05 ;
- La création de nouvelles voiries soit réduite au maximum afin de réduire les surfaces imperméabilisées sur les milieux agricoles et naturels : privilégier l'utilisation des voiries existantes ;
- Les impacts sur les haies soient réduits dans la mesure du possible : Aucun arbre d'intérêt ne sera impacté dans le cadre du projet (important travail en phase conception), des manœuvres seront réalisées par les convois pour réduire les emprises de haies à arracher (environ 120 m de haies préservées soit environ 9 % du linéaire impacté).

- Mesures liées aux chauves-souris

La programmation préventive du fonctionnement des éoliennes est une mesure de réduction permettant de réduire la mortalité directe sur les chiroptères, notamment due au risque de collision. En effet, le contexte de bocage dégradé présentant plusieurs arbres pouvant être utilisés comme gîtes arboricoles, les résultats des écoutes chiroptérologiques réalisées au sol, ainsi que la présence de plusieurs gîtes de mise-bas et d'hibernation dans un rayon de 15 km (source DSNE et LPO 85, 2015) nécessitent de mettre en place en ce genre de mesure pour éviter et réduire un maximum les risques de collision/barotraumatisme. Ce plan de bridage est basé sur les corrélations météorologiques favorables à l'activité des chiroptères.

La société *Energie Deux-Sèvres* propose un protocole d'arrêt préventif de l'ensemble des éoliennes pour la protection des chiroptères de début avril à fin octobre, de 30 minutes avant le coucher du soleil à 30 minutes après le lever du soleil, lorsque les vitesses de vent sont inférieures ou égales à 6 m/s et les températures supérieures ou égales à 10°C et en l'absence de pluie, conformément à ce qui était proposé dans le « Volet écologique de l'étude d'impact sur l'environnement » de décembre 2017 (pages 116).

Ces arrêts de la rotation des pales, lorsque les conditions sont les plus favorables à l'activité des chiroptères, peuvent permettre de diminuer très fortement la probabilité de collision avec un impact minimal sur le rendement (Arnett *et al.* 2009).

Les modalités de la programmation préventive des aérogénérateurs sont établies sur des bases bibliographiques et des retours d'expériences sur plusieurs parcs éoliens. L'objectif est de couvrir au mieux l'activité chiroptérologique et de réduire la mortalité des chauves-souris fréquentant la zone du parc éolien de façon optimale.

○ Période de l'année

Le premier critère d'arrêt est lié au cycle biologique des chiroptères. Ces derniers étant en phase d'hibernation entre la fin-octobre et la mi-mars (en fonction des conditions climatiques), un arrêt des éoliennes n'est pas jugé nécessaire durant cette période.

Les graphiques ci-dessous, tirés de DULAC (2008)<sup>1</sup> en Vendée et DUBOURG-SAVAGE & al. (2009)<sup>2</sup> en Allemagne, montrent bien la corrélation forte entre la période d'activité des chiroptères et les cas de mortalité observés (les mortalités sont d'ailleurs observées principalement au début de l'automne).

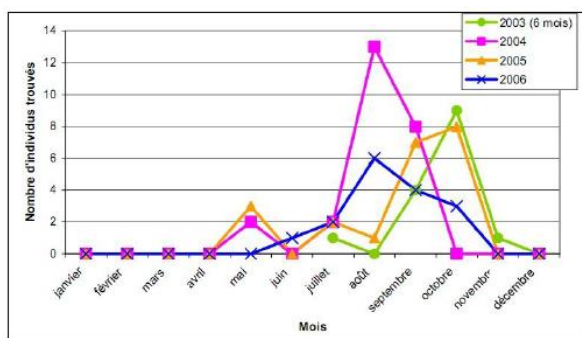


Figure 1 : Evolution mensuelle de la mortalité de chauves-souris sur le site de Bouin (DULAC, 2008)

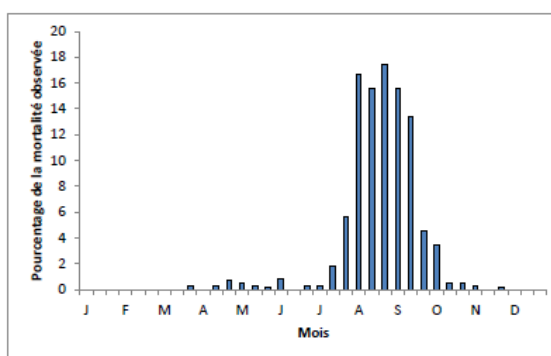


Figure 2 : Mortalité des chiroptères en fonction du mois en Allemagne (issu de DUBOURG-SAVAGE & al., 2009)

**Dans ces conditions, l'arrêt préventif des éoliennes sera réalisé de début avril à fin octobre, période d'activité des chiroptères.**

○ Horaires

Pour la phase d'activité, le second critère utilisé correspond à la tranche horaire journalière. L'activité des chiroptères étant nocturne, les arrêts se feront seulement à l'intérieur de la phase comprise entre le coucher et le lever du soleil. A l'intérieur de cette phase, les études et connaissances bibliographiques montrent que l'activité se concentre durant les premières

<sup>1</sup> Dulac P., 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin sur l'avifaune et les chauves-souris, bilan de 5 années de suivi. Ademe/Région Pays de Loire, La Roche sur Yon. 106p.

<sup>2</sup> Dubourg-Savage M.J., Bach L. & Rodrigues L. 2009. Bat mortality at wind farms in Europe. Presentation at 1st International Symposium on Bat Migration, Berlin, January 2009.

heures de la nuit, mais peut persister également durant la nuit à certaines périodes. Les périodes les plus sensibles sont situées durant la période estivale et automnale. En effet, en été, l'activité de chasse est généralement importante en juin et juillet après la mise-bas. En automne, les comportements lors des transits (vol d'altitude sur de longues distances) rendent les chauves-souris particulièrement vulnérables aux collisions. On note également qu'à ces périodes, un **regain d'activité est identifié dans la première heure avant le lever du soleil** (surtout observé en présence de Noctule commune).

L'étude récente de *WELLIG & al. (2018)*<sup>3</sup> montre clairement un pic d'activité des chiroptères en début de nuit :

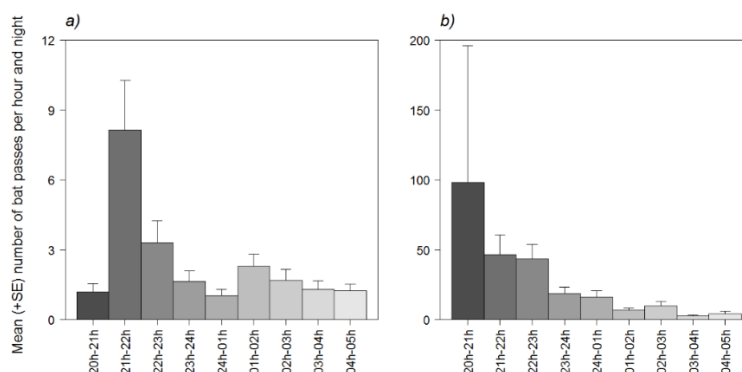


Figure 3 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure (à gauche : activité à hauteur de nacelle, à droite : activité au sol) (issu de *WELLIG & al., 2018*)

De même, le rapport de *HEITZ & JUNG (2016)*<sup>4</sup> qui compile un grand nombre de suivis d'activité des chiroptères montre qu'une majorité des espèces présente une phénologie marquée avec un net pic d'activité dans les premières heures de la nuit (2 à 4 premières heures de la nuit selon les études).

**Les éoliennes seront donc arrêtées préventivement de 30 minutes avant le coucher du soleil à 30 minutes après le lever du soleil, lors de la période d'activité des chauves-souris.**

○ Vitesses de vent

Les connaissances bibliographiques et les retours d'études montrent une corrélation entre l'activité chiroptérologique et la vitesse du vent. **Plus le vent est fort, plus l'activité chiroptérologique est faible.** Pour les vitesses de vent, le seuil défini est de 6 m/s.

Les graphiques suivants, tirés de diverses publications, montrent la décroissance forte de l'activité des chauves-souris entre 2 et 6 m/s.

<sup>3</sup> Sascha D. Wellig, Sébastien Nusslé, Daniela Miltner, Oliver Kohle, Olivier Glazot, Veronika Braunsch, Martin K. Obrist, Raphaël Arlettaz, 2018. Mitigating the negative impacts of tall wind turbines on bats: Vertical activity profiles and relationships to wind speed. PLoS ONE 13(3) : e0192493. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192493>

<sup>4</sup> Céline Heitz & Lise Jung, 2016. Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions (étude bibliographique). Ecosphère. Complète 2017.

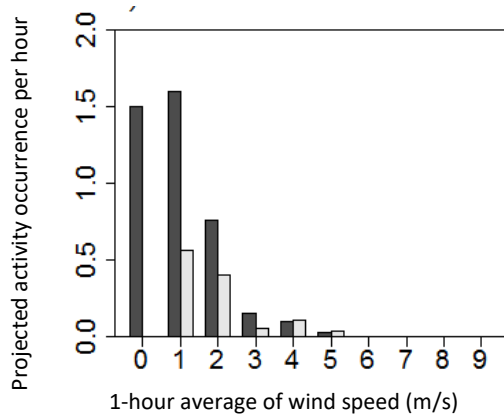


Figure 4 : Activité de l'ensemble des chiroptères en relation avec la vitesse de vent (barres noires : toutes hauteurs confondues, barres blanches : seulement les hauteurs >50 m) (issu de WELLIG & al., 2018)

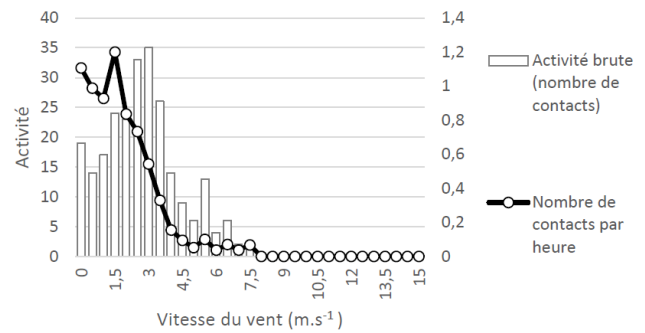


Figure 5 : Activité du groupe des chiroptères en fonction de la vitesse du vent mesurée sur un parc en Belgique (SENS OF LIFE, 2016)<sup>5</sup>

**L'arrêt préventif des éoliennes sera réalisé pour des vitesses de vent inférieures ou égales à 6 m/s. Au-dessus de ce seuil, il est établi que l'activité chiroptérologique reste très ponctuelle.**

○ Température

En ce qui concerne la température, son effet sur l'activité chiroptérologique est moins évident. Les retours d'expériences montrent en effet que la corrélation entre activité chiroptérologique et température peut varier grandement en fonction des conditions locales et des années, les animaux pouvant être actifs par temps frais si la nourriture vient à manquer par exemple. Il est néanmoins proposé **un seuil de température extrême de 10°C** en dessous de laquelle l'activité chiroptérologique reste très ponctuelle.

Le paramètre température est également important pour l'activité des chiroptères selon MARTIN & al. (2017)<sup>6</sup>. Les seuils définis dans le plan de programmation sont relativement conservateurs.

Par ailleurs, nombre d'autres publications montrent la cohérence des seuils de température proposés ici, en voici deux exemples graphiques :

<sup>5</sup> SENS OF LIFE, 2016. Etude de l'impact des parcs éoliens sur l'activité et la mortalité des chiroptères par trajectographie acoustique, imagerie thermique et recherche de cadavres au sol – Contributions aux évaluations des incidences sur l'environnement. Service Public de Wallonie, DGO3.

<sup>6</sup> Martin C. M., Arnett E. B., Stevens R. D. & Wallace M. C., 2017. Reducing bat fatalities at wind facilities while improving the economic efficiency of operational mitigation. Journal of Mammalogy, 98(2):378–385, 2017



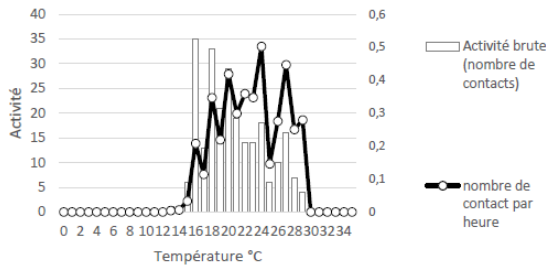


Figure 6 : Activité des chauves-souris en fonction de la température mesurée sur un parc en Belgique (SENS OF LIFE, 2016)

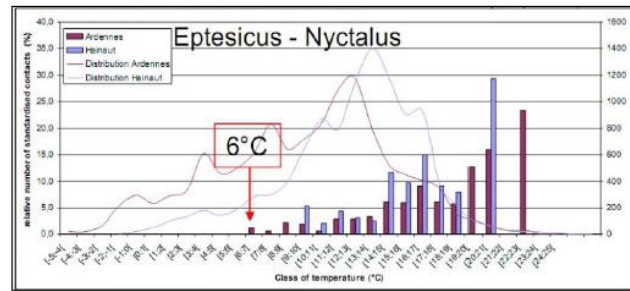


Figure 7 : Activité des chiroptères en fonction de la température (JOIRIS, 2012<sup>7</sup>, issu de HEITZ & JUNG, 2016)

Ce dernier graphique montre notamment la très forte proportion de sérotines et de noctules volant à des températures supérieures à 12°C (environ 93 % de l'activité).

**Les éoliennes seront donc préventivement arrêtées pour des températures supérieures ou égales à 10°C, température permettant l'activité des chiroptères.**

#### ○ Précipitations

Enfin, les précipitations seront également prises en compte pour optimiser le bridage, conformément aux préconisations de MARTIN & al. (2017). En effet, il est à l'heure actuelle assez bien documenté que la pluie stoppe l'activité des chauves-souris ou au moins, la diminue fortement (BRINKMANN & al., 2011)<sup>8</sup>.

**L'arrêt préventif des éoliennes sera effectif en l'absence de précipitation, condition permettant l'activité des chiroptères.**

Les écoutes en hauteur réalisées en 2017 ont montré :

- Environ 63 % des contacts enregistrés sont attribués à la Pipistrelle commune ;
- Une activité assez hétérogène au cours du temps, avec des pics en août et octobre en période de dispersion/migration/swarming ;
- Une activité mesurée qui reste importante tout au long de la nuit puisque que 90 % des contacts se concentrent dans les 8h44 après le coucher du soleil ;
- 90% de l'activité totale a été enregistrée à des vitesses de vent inférieures à 3,5 m/s (mesuré à 10 m) ;
- 90% de l'activité totale a été enregistrée à des températures supérieures à 10,3°C (mesurée à 10 m).

Ces éléments viennent confirmer le plan de bridage déjà établi dans la mesure de réduction « MER-07 Maîtrise des risques de mortalité ».

<sup>7</sup> Joiris E., 2012. High altitude bat monitoring. Preliminary results Hainaut & Ardennes. CSD Ingénieurs, 69p.

<sup>8</sup> Brinkmann R., Behr O., Korner-Nievergelt F., Mages J., Niemann I. & Reich M. 2011. Zusammenfassung der praxisrelevanten Ergebnisse und offene Fragen. In: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisions-risikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergie-anlagen. Cuvillier Verlag, Göttingen 2011. Pp.425-453

**Si l'arrêt des aérogénérateurs est par défaut restrictif, leur redémarrage pourra être effectué sous l'une ou l'autre des conditions climatiques défavorables à l'activité chiroptérologique. Ainsi, l'arrêt est effectif lorsque les paramètres sont concomitants.**

**Enfin, le plan de bridage est mis en place dès la première année de fonctionnement du parc éolien et des suivis d'activité des chiroptères (écoutes en nacelle) et de mortalités seront réalisés conformément au protocole de suivi de 2018.**

- Eléments de réponse concernant la Thèse de K. Barré

Dans sa thèse de 2017, l'auteur a choisi d'analyser les impacts de l'éolien sur les chauves-souris en milieu agricole sous l'angle de la perte d'attractivité des habitats pour les chiroptères près des éoliennes. Une telle étude nécessite de reposer sur un nombre conséquent de sites échantillonnés et de données d'activité enregistrées par suivi passif, qui doivent être traitées via un logiciel de reconnaissance.

Les données d'activité des chiroptères ont été récoltées par suivi passif (SM2BAT) sur 29 parcs éoliens (total de 151 turbines de 84 m de hauteur de nacelle en moyenne) de Bretagne et des Pays de la Loire. Les enregistreurs ont été disposés au niveau des haies à différentes distances des éoliennes (0 à 1 000 m) au cours de 23 nuits du 7 septembre au 8 octobre 2016, soit durant la période de migration des chiroptères uniquement.

Les résultats montrent un effet significativement négatif de la proximité d'éoliennes sur l'activité de 3 espèces (Barbastelle d'Europe, Noctule de Leisler et Pipistrelle commune), 2 groupes d'espèces (murins et oreillards) et 2 guildes (espèces à vol rapide et espèces glaneuses). Pour ces espèces, plus une éolienne est proche d'une haie, plus l'activité des chiroptères au niveau de cette haie sera faible. Un optimum d'activité n'a été trouvé que pour la Noctule de Leisler (636 m de l'éolienne), suggérant que pour les autres espèces l'effet négatif se prolonge probablement à plus de 1 000 m.

Le protocole Eurobats (2006), mentionné à plusieurs reprises dans cette étude, n'est pas suivi par celle-ci en ce qui concerne l'évaluation de la perte d'habitat potentiellement induite par les éoliennes. Aussi, plusieurs limites ou biais ont été identifiés :

- Il semble que les études d'impacts des parcs éoliens n'ont pas été analysées et qu'aucune comparaison avec l'activité initiale sans éolienne n'ait été réalisée. Cette comparaison aurait permis de savoir si l'impact observé est bien dû à la mise en place du parc éolien.
- Les inventaires n'ont été conduits qu'en période post-nuptiale et non sur l'ensemble du cycle de vie des chauves-souris. Or, il y a des différences importantes de patterns d'activité entre saison pour de nombreuses espèces. Par exemple, KELM & al. (2014) semblent montrer que l'activité au niveau des haies est plus forte au printemps qu'en été. CIECHANOWSKI & al. (2010) note un surcroît d'activité pour les noctules, sérotines et pipistrelles en été lors de l'élevage des jeunes.

- Chaque parc n'a fait l'objet que d'un seul passage d'inventaire, or on sait que l'activité des chiroptères est très variable d'une nuit à l'autre.
- Il semble que l'analyse ne repose que sur des notions de distance des turbines aux haies, indépendamment des caractéristiques de chaque parc éolien (types d'éoliennes, mesures ERC mises en place...). Finalement, cela revient à étudier un seul parc éolien géant.
- Il n'y a pas eu d'analyse de l'influence du fonctionnement ou non des éoliennes sur l'activité des chiroptères au niveau des haies.
- La position des enregistreurs par rapport aux vents dominants n'est également pas précisée. Or, un enregistreur placé du mauvais côté d'une haie (exposé au vent) enregistrera une activité probablement beaucoup plus faible qu'un enregistreur à l'abri du vent.
- La réglementation nationale ainsi que la démarche ERC impose aux développeurs d'implanter les éoliennes à plus de 500 m des habitations (gîtes potentiels pour de nombreuses espèces citées dans l'article : oreillards, pipistrelles, certains murins...) et à distance des gîtes connus pour les chiroptères. Il s'avère que la plupart des espèces glaneuses comme les oreillards ou les murins ont généralement un rayon d'action de quelques kilomètres seulement avec une activité majoritaire dans le premier kilomètre. Il est possible que la baisse d'activité observée au niveau des haies à proximité des éoliennes soit principalement due à un éloignement des gîtes et des secteurs à enjeu.
- La méthode de calcul du linéaire de haies impacté utilise une extrapolation fragile car toutes les haies n'ont pas la même fonctionnalité écologique, la même activité potentielle de chiroptères et ne sont pas fréquentées par les mêmes espèces (selon LACOEUILHE & al., 2016). La structure et la densité des haies, qui ne sont donc pas prises en compte, ont pourtant une grande influence sur le comportement des chiroptères (cf. étude de l'association italienne Chirophéra, 2016 ; Verboom & HUITEMA., 1997 ; Boughy & al., 2011). Les pertes seraient de plus à comparer avec la longueur de haies replantées via les mesures compensatoires des projets éoliens. Enfin, le fait de devoir compenser les impacts à plus de 1 km du parc éolien semble contraire à la réglementation nationale, comme l'étude le reconnaît.

Sans nier l'intérêt d'une telle étude dans le cadre du développement croissant de l'éolien en France, il semblerait nécessaire de réaliser des études complémentaires en partenariat avec des exploitants permettant d'obtenir des informations manquantes à cette étude, comme l'influence de l'intensification agricole sur l'érosion actuelle de la biodiversité, la possibilité ou non de transposer ces études à d'autres régions françaises, l'influence du fonctionnement ou non des éoliennes, l'efficacité des plans de bridage proposés par les développeurs éoliens.

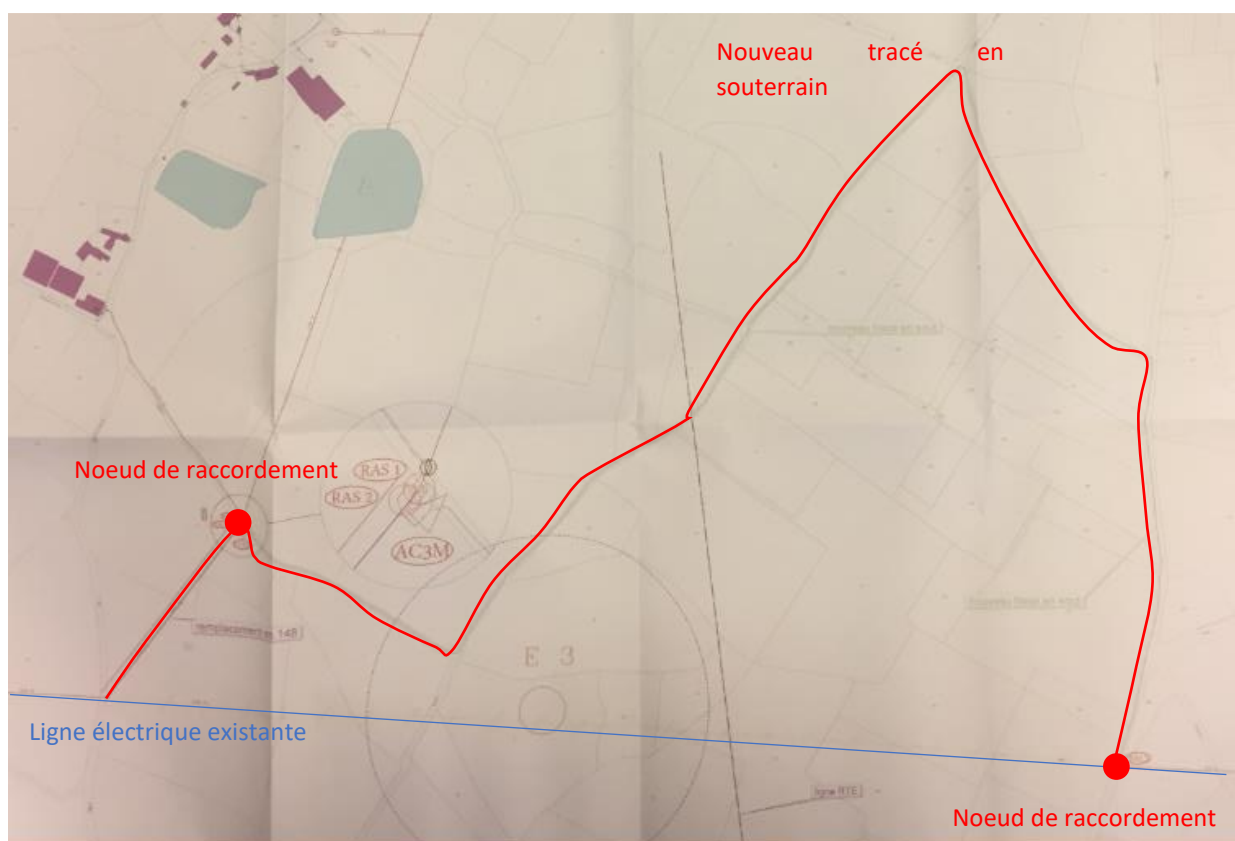
### 3 Questions particulières du commissaire enquêteur

- Déplacement des ouvrages électriques à proximité de E3 et E4

Les lignes électriques situées à proximité des éoliennes E3 et E4 seront déplacées en se piquant sur des poteaux électriques existants (nœud de raccordement) situés au niveau des voiries les plus proches. Le nouveau réseau créé entre les nœuds de raccordement sera quant à lui enfoui le long de la voirie.

Ainsi, il y aura un impact positif sur l'environnement proche puisque les champs situés à proximité des éoliennes E3 et E4 ne seront plus impactés par des lignes électriques.

Exemple de l'éolienne 3 :



*Plan des travaux transmis par GEREDIS*

- Système TES (Training Edge Serrations)

Les Serrations ou peignes acoustiques (ajouts en dent de scie sur le bord de fuite des pales) sont une amélioration aérodynamique des pales permettant une amélioration des performances acoustiques notable sans aucune perte des performances électriques des éoliennes. Ces ajouts sont aujourd'hui proposés par la grande majorité des constructeurs d'éoliennes sur leurs modèles récents, mais aussi comme ajouts implémentables sur des modèles déjà installés.

L'étude acoustique prend en compte un modèle d'éolienne qui en est équipé, et ces ajouts seront impérativement implémentés sur le modèle d'éolienne définitif si proposés par le constructeur choisi.

- Programmation préventive en faveur des chauves-souris et rentabilité du parc

Lors de l'élaboration des scénarios et des variantes d'implantation, les contraintes réglementaires, environnementales, paysagères et techniques sont prises en compte. Au travers de l'analyse paysagère, écologique et acoustique de l'état initial, une connaissance détaillée du site induit des préconisations qui nourrissent la détermination d'un parti d'implantation.

L'implantation finale est déterminée au terme d'une comparaison de scénarios puis de variantes d'implantation. Cette évaluation croise la cohérence technique, économique, paysagère et environnementale du projet.

Lors du développement du projet éolien, le porteur de projet *Energie Deux-Sèvres* a appliqué la démarche « Eviter-Réduire-Compenser ». Un important travail a été réalisé avec les experts écologues pour quantifier et qualifier les haies présentes sur la zone d'étude et les éoliennes ont été éloignées au maximum des haies à enjeux. La distance minimale entre le mât et une lisière boisée est de 76 m pour l'éolienne E05 ce qui peut apparaître satisfaisant au regard du contexte bocager de la zone d'implantation potentielle et de l'activité chiroptérologique (espèces, comportements etc.) constatée lors de l'état initial.

Dans ce contexte, les structures arborées et arbustives et leur périphérie immédiate (quelques dizaines de mètres maximum) sont le plus souvent utilisées par la faune et notamment les chiroptères. Une publication récente de Kelm (2014) a par ailleurs montré que l'activité des chiroptères se concentrait principalement dans un tampon de 50 mètres autour des haies dans un contexte agricole en Allemagne.

Les recommandations de Natural England (2014) incitent à rechercher une distance minimale de 50 m entre le bout de pale et la végétation la plus proche (haies et arbres) dans le cadre du développement de projet éolien en Angleterre.

Natural England (2014) incite à ne pas s'intéresser uniquement à la distance entre le mât et la végétation (distance latérale, vision en deux dimensions) mais surtout à la distance directe (distance « oblique », vision en trois dimensions).

Dans un contexte bocager dégradé comme celui du parc éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil, cette recommandation rend impossible l'implantation d'une ligne d'éoliennes cohérente au regard du nombre de lisières boisées et du maillage de haies de la zone d'étude immédiate. Malgré tout, toutes les éoliennes sont implantées sur des secteurs de culture.

Par mesure de précaution, le maître d'ouvrage s'engage à mettre en place un plan de bridage basé sur les corrélations météorologiques favorables à l'activité des chiroptères. Cette

programmation préventive sera couplée à des suivis au sol afin d’avoir une meilleure visibilité des effets du parc sur les espèces sensibles à l’éolien présentes sur la zone d’étude et éventuellement d’ajuster le plan de programmation selon l’activité spécifique des chauves-souris sur le site.

La perte de production induite par la programmation préventive est prise en compte dans le business plan et ne représente qu’une perte très faible de la production électrique estimée ce qui ne remet pas en cause la rentabilité du parc éolien.



## 4 Conclusion

Le projet éolien de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil est un projet de territoire, à l'échelle du territoire, qui présente de nombreux atouts et soutiens locaux. Il respecte les engagements de l'Etat en matière d'énergies renouvelables et les préconisations du schéma régional éolien. Il est situé par ailleurs à **plus de 750 m des premières habitations (500 m réglementaire)**.

Les études ont été menées par **des experts indépendants** de manière tout à fait transparente et les services de l'Etat ont été consultés notamment au travers de réunion de travail. **Le dossier de demande d'autorisation environnementale du projet de Saint-Laurs et La Chapelle-Thireuil a été considéré comme complet par l'administration et répond aux exigences réglementaires.**

**Des actions de communication** autour du projet ont été réalisées pendant toute la phase de développement du projet éolien (réunion publique, exposition et permanences publiques, lettres d'informations pour tous les foyers, flyers concernant la phase d'enquête publique, Comité de pilotage, etc.). Ainsi, tous les acteurs locaux et utilisateurs du site ont pu être informés du projet éolien, de ses spécificités, de son intégration dans le paysage et des mesures qui seront mises en place en poursuivant le travail avec les élus et le comité de pilotage.

L'éolien répond aux exigences nationales de développement des énergies renouvelables et a largement prouvé son efficacité comme système de production alternative pour la transition énergétique.

La filière éolienne est bien créatrice d'emploi, elle apporte une activité supplémentaire pour les petits commerces, la restauration, etc. et peut même attirer le tourisme vert.

Si le changement climatique continue et si les températures ne cessent d'augmenter, le milieu naturel sera soumis de plus en plus aux catastrophes naturelles. Des territoires sont et seront impactés par ce changement climatique.

Le besoin de poursuivre la transition énergétique n'est plus à démontrer au XXI<sup>ème</sup> siècle.

Ainsi, la France doit poursuivre sa transition énergétique globale en baissant sa consommation d'électricité pour pouvoir y répondre de la façon la plus propre et renouvelable possible.





## 5 Annexes

# **ANNEXE 1**

anses

agence nationale de sécurité sanitaire  
alimentation, environnement, travail



*Connaître, évaluer, protéger*

# Evaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective

Mars 2017

Édition scientifique



**anses**

agence nationale de sécurité sanitaire  
alimentation, environnement, travail



*Connaître, évaluer, protéger*

# Évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective

Mars 2017

Édition scientifique

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 14 février 2017

## **AVIS** **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,** **de l'environnement et du travail**

**relatif à l'expertise « Évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens »**

---

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.*

*L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.*

*Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.*

*Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).*

*Ses avis sont publiés sur son site internet.*

---

L'Anses a été saisie le 4 juillet 2013 par la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) et la Direction générale de la santé (DGS) pour la réalisation de l'expertise suivante : évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens.

### **1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE**

Le développement des éoliennes comme source d'énergie électrique renouvelable a conduit à s'interroger sur leur potentialité à produire des sons basses fréquences (20 Hz à 200 Hz) et des infrasons (inférieurs à 20 Hz) et sur leurs éventuelles conséquences pour la santé.

En mars 2006, l'Académie nationale de médecine a considéré, dans un rapport concernant le retentissement du fonctionnement des éoliennes sur la santé de l'être humain, que l'impact sonore des parcs éoliens était comparable à celui des aéroports, des infrastructures de transports ou des usines. Ce rapport recommandait une classification des parcs éoliens en « zone industrielle » et une distance minimale d'implantation de 1 500 mètres des habitations.

Saisie alors par la DGPR et la DGS pour étudier les impacts sanitaires du bruit engendré par les éoliennes, l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale (Afsse) avait conclu, dans son rapport intitulé « Impacts sanitaires du bruit généré par les éoliennes » publié en mars 2008, que les émissions sonores des éoliennes n'avaient pas de conséquences sanitaires directes tant au niveau de l'appareil auditif que des effets liés à l'exposition aux basses fréquences et aux infrasons. Ce rapport considérait également que l'énoncé systématique d'une distance minimale d'éloignement de 1 500 mètres, sans prendre en compte l'environnement (notamment topographique) du parc éolien, ne semblait pas pertinent.

La réglementation française relative aux éoliennes a depuis été modifiée, avec l'introduction d'une distance minimale d'implantation des éoliennes de 500 mètres au-delà de toute habitation, puis le classement des parcs éoliens dans le régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE, arrêtés du 26 août 2011). Ces textes considèrent les bandes d'octave de 125 à 4 000 Hz. Les très basses fréquences et les infrasons, plus difficiles à mesurer, ne sont actuellement pas pris en compte.

Comme l'a mis en évidence une revue des réglementations françaises et étrangères produite en 2014 par le Centre d'information et de documentation sur le bruit (CIDB), à la demande de l'Anses, il n'existe pas actuellement de réglementation harmonisée au sein de l'Union européenne spécifique au bruit des éoliennes ni aux infrasons et basses fréquences de toutes autres sources sonores. Seuls quelques référentiels nationaux incluent des dispositions spécifiques aux parcs éoliens. La plupart des plaintes recensées liées à des bruits basses fréquences correspondent à des situations d'exposition à l'intérieur des bâtiments. Certains pays<sup>1</sup> ont ainsi développé des recommandations relatives à l'exposition aux bruits basses fréquences et aux infrasons à l'intérieur des habitations, le plus souvent au voisinage des installations industrielles.

En France, des plaintes de riverains concernant le bruit des éoliennes ont été signalées à la DGPR par les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL).

C'est dans ce contexte que l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail (Anses) a été saisie le 4 juillet 2013 par la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) et la Direction générale de la santé (DGS) afin d'évaluer les effets sur la santé des basses fréquences et des infrasons dus aux parcs éoliens. La demande exprimée portait en particulier sur les points suivants :

- conduire une revue des connaissances disponibles en matière d'effets sanitaires auditifs et extra-auditifs dus aux parcs éoliens, en particulier dans le domaine des basses fréquences et des infrasons ;
- étudier les réglementations mises en œuvre dans les pays, notamment européens, confrontés aux mêmes problématiques ;
- mesurer l'impact sonore de parcs éoliens, notamment de ceux où une gêne est rapportée par les riverains, en prenant en compte les contributions des basses fréquences et des infrasons ;
- proposer des pistes d'amélioration de la prise en compte des éventuels effets sur la santé dans la réglementation, ainsi que des préconisations permettant de mieux appréhender ces effets sanitaires dans les études d'impact des projets éoliens.

## **2. METHODE D'EXPERTISE**

### **Organisation de l'expertise**

L'Anses a confié l'instruction de cette saisine au groupe de travail « Effets sur la santé des basses fréquences et infrasons dus aux parcs éoliens » rattaché au comité d'experts spécialisé (CES) « Évaluation des risques liés aux agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements ».

Ce groupe de travail, constitué à la suite d'un appel public à candidatures, a réuni des experts, sélectionnés pour leurs compétences et leur indépendance, dans des domaines scientifiques et

<sup>1</sup> Par exemple, le Danemark a intégré officiellement la prise en compte des basses fréquences dans sa réglementation sur l'impact sonore des parcs éoliens. Mais les valeurs d'isolement prises pour le calcul des niveaux d'exposition aux basses fréquences sonores à l'intérieur des habitations sont controversées.



techniques complémentaires. Il s'est réuni 27 fois en réunions plénières (à l'Anses) entre avril 2013 et octobre 2016.

Plusieurs auditions de parties prenantes et personnalités scientifiques se sont tenues pendant ces réunions, afin de permettre au groupe de travail de disposer de toutes les informations utiles et nécessaires pour la conduite de l'expertise.

Enfin, deux travaux complémentaires ont été sollicités, dans le cadre de conventions de recherche et développement financées par l'Anses :

- la réalisation, par le CIDB, d'une revue de la réglementation en vigueur relative aux bruits de basses fréquences, s'appliquant aux éoliennes en France et à l'international ;
- l'analyse du contexte socio-économique entourant l'implantation des parcs éoliens par le Centre international de recherche sur l'environnement et le développement<sup>2</sup>.

Les travaux d'expertise ont été soumis régulièrement au CES, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques. Le rapport et la synthèse d'expertise collective produits tiennent compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise ».

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses ([www.anses.fr](http://www.anses.fr)).

## Description de la méthode d'expertise

### ■ Campagnes de mesures d'exposition au bruit des éoliennes

Afin de compléter les données issues de la littérature scientifique sur l'exposition aux infrasons et basses fréquences dus aux parcs éoliens, l'Anses a fait réaliser des campagnes de mesures de bruit (incluant basses fréquences et infrasons) à proximité de plusieurs parcs éoliens. Ces mesurages acoustiques ont été réalisés par le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema<sup>3</sup>).

La sélection des sites (parcs éoliens) ayant fait l'objet des campagnes de mesures a été effectuée au regard d'un compromis entre le nombre de sites à inclure dans l'étude et le niveau d'analyse souhaité pour chacun de ces sites.

Le protocole des campagnes de mesures a été construit de manière à disposer, pour chaque parc éolien étudié :

- de l'ensemble des classes de vent possibles (catégories de vitesses et de directions du vent) ;
- de l'accès à quatre points de mesure simultanés :

<sup>2</sup> Unité mixte de recherche n° 8568 du Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

<sup>3</sup> Le Cerema est un établissement public, créé en 2014 pour apporter un appui scientifique et technique renforcé dans l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques de l'aménagement et du développement. Il regroupe les huit ex-Centres d'études techniques de l'équipement (CETE), l'ex-Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Certu), l'ex-Centre d'études techniques, maritimes et fluviales (CETMEF), et l'ex-Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (Setra).



- à la distance minimale d'éloignement réglementaire (500 m) ;
- en façade et à l'intérieur d'une habitation (de préférence la plus proche possible d'une éolienne) ;
- et à proximité de la source, afin de caractériser l'émission sonore des éoliennes.

Au terme d'une réflexion confrontant plusieurs critères d'intérêt listés par les experts du groupe de travail et les caractéristiques connues des parcs éoliens en France, trois sites ont été sélectionnés, dont les caractéristiques sont les suivantes :

site 1 : parc constitué des plus grandes (diamètre des pales) et puissantes éoliennes en fonction en France aux dates de cette période d'analyse. Ces aérogénérateurs sont théoriquement ceux émettant le plus d'infrasons et basses fréquences, du fait de leurs grandes dimensions, et constituent une préfiguration des futures éoliennes de plus de 3 MW (période de mesure : du 12/10/2015 au 19/10/2015 ; 1 000 échantillons de 10 min exploitables) ;

site 2 : parc de configuration « classique » faisant l'objet de plaintes (période de mesure : du 30/06/2015 au 06/07/2015 ; 887 échantillons de 10 min exploitables) ;

site 3 : parc de configuration « classique » ne faisant pas l'objet de plaintes (période de mesure : du 23/03/2015 au 27/03/2015 ; 541 échantillons de 10 min exploitables).

#### ■ **Revue des connaissances relative aux effets sanitaires des infrasons et bruits basses fréquences émis par les parcs éoliens**

Une recherche bibliographique<sup>4</sup> systématique par mots clés a été réalisée sur la période allant jusqu'au 1<sup>er</sup> décembre 2015, le corpus documentaire ayant été régulièrement mis à jour pendant l'expertise.

En complément de cette recherche, d'autres documents ont été recensés *via* les références bibliographiques de rapports et documents clés préalablement identifiés.

Enfin, le corpus bibliographique a été complété *via* des auditions<sup>5</sup>, au cours desquelles les différentes parties-prenantes invitées ont porté à la connaissance du groupe de travail les références bibliographiques qu'elles considéraient pertinentes sur ce sujet.

Ces différents documents ont été triés, analysés, puis ont fait l'objet d'une synthèse.

Compte-tenu des controverses associées à la description de « pathologies environnementales » telles que la *vibroacoustic disease* (VAD) et le syndrome éolien (*wind turbine syndrome*), les analyses d'articles s'y rapportant ont été regroupées dans une synthèse spécifique.

Par ailleurs, les analyses d'articles ont été regroupées par type d'études :

- les données expérimentales ;
- les données épidémiologiques.

#### ■ **Évaluation des risques pour la santé liés à l'exposition aux infrasons et basses fréquences sonores émis par les parcs éoliens**

L'élaboration des conclusions de l'expertise repose ainsi sur le croisement entre les données d'exposition aux infrasons et basses fréquences mesurés près des parcs éoliens et les niveaux de preuve apportés par la revue des connaissances sur les effets sanitaires potentiels liés à une exposition aux infrasons et basses fréquences sonores.

<sup>4</sup> Moteurs de recherche utilisés : PubMed, Science Direct et Google Scholar.

<sup>5</sup> Notamment le Syndicat des énergies renouvelables (SER), Électricité de France (EdF) / Électricité de France – Énergies Nouvelles, France Énergie Éolienne (FEE), Vent de Colère, la Fédération Environnement Durable (FED) et plusieurs riverains d'éoliennes.

### 3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES

## Résultats et conclusions de l'expertise collective

Le CES « Agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements » a adopté les travaux d'expertise collective ainsi que ses conclusions et recommandations, objets de la présente synthèse, lors de sa séance du 5 décembre 2016 et a fait part de cette adoption à la direction générale de l'Anses.

#### ■ Exposition des riverains aux infrasons et basses fréquences émises par les éoliennes

La mesure de l'exposition aux infrasons et basses fréquences des riverains des parcs éoliens comporte de multiples complexités :

- de nature métrologique : l'étalonnage des instruments de mesure se révèle complexe et insatisfaisant pour les très basses fréquences, le bruit de fond instrumental étant plus élevé aux basses fréquences ;
- de nature organisationnelle : l'absence de norme technique publiée à l'heure actuelle limite la pertinence des comparaisons entre les mesures effectuées par différentes équipes, et ne garantit pas la qualité des pratiques. Par exemple, le choix de l'appareillage utilisé et des bandes de fréquences étudiées conditionne fortement les résultats. Un projet de norme concernant la mesure des infrasons pour toutes les sources sonores est cependant actuellement en cours de publication par l'Afnor ;
- en lien avec les spécificités de la source sonore et de son environnement : le signal sonore fluctue avec le temps suivant différents facteurs dont certains sont bien identifiés (vitesse de vent, topographie, etc.) et d'autres restent indéterminés ou peu contrôlables (turbulence du vent au niveau des pales ou dans le milieu de propagation, gradients de température locaux, etc.) ;

À l'intérieur des habitations s'ajoutent les difficultés à mesurer des signaux de faible puissance et des problèmes de réverbération des ondes sonores.

Ces difficultés métrologiques ont été prises en compte dans la réalisation de la campagne de mesures à proximité de trois parcs éoliens. Ces travaux, complétés par les données issues de la littérature, ont permis d'établir les constats suivants :

- les éoliennes sont des sources de bruit dont la part des infrasons et basses fréquences sonores prédominent dans le spectre d'émission sonore. D'après la littérature scientifique, le niveau sonore de ces composantes spectrales augmente avec la taille du rotor de l'éolienne ;
- les résultats de mesure de l'émission sonore des éoliennes confirment les tendances décrites dans la littérature scientifique :
  - le profil général du spectre d'émission du bruit éolien (décroissance quasi linéaire du niveau sonore avec le logarithme de la fréquence) est retrouvé sur tous les sites, avec peu de différences notables. Quelques raies fréquentielles, probablement attribuables au bruit mécanique dans la nacelle, ont été mises en évidence dans la partie infrasons et basses fréquences du spectre ;
  - plus la vitesse du vent augmente, plus l'émission sonore dans les infrasons et basses fréquences augmente, jusqu'à un maximum théorique ;

- les résultats des mesures de niveaux sonores à 500 m et 900 m (en façade des habitations) des parcs éoliens confirment les tendances observées dans la littérature scientifique pour 2 sites sur les 3 explorés<sup>6</sup> :
  - une forte dispersion des mesures en fonction du temps pour un parc éolien et un régime de vent donné. D'autres facteurs difficilement contrôlables (turbulence ponctuelle du vent, contamination par d'autres sources sonores, etc.) peuvent avoir une influence non négligeable sur le bruit mesuré ;
  - aucun dépassement des seuils d'audibilité dans les domaines des infrasons et basses fréquences n'a été constaté (< 50 Hz) ;
- les signaux infrasons et basses fréquences mesurés à l'intérieur des habitations, dans des conditions où les éoliennes fonctionnaient avec les vitesses de vent les plus élevées (supérieures à 6 m/s) rencontrées au cours des mesures, sont inférieurs au seuil d'audibilité (ISO 226<sup>7</sup>).

Le CES rappelle que les mesures des niveaux de bruit exprimés en dBA, qui sont celles préconisées par les normes techniques, ne sont pas adaptées aux infrasons et basses fréquences sonores. Cependant, le profil particulier du spectre sonore éolien implique une proportionnalité entre le contenu spectral mesuré en dBA et le contenu spectral de la partie infrasons et basses fréquences sonores. Ainsi, des informations pertinentes concernant l'exposition aux infrasons et basses fréquences peuvent être obtenues à partir de données d'exposition mesurées en dBA. Cette constatation rejoint celles dressées par des études récentes.

Ainsi, compte tenu des spectres d'émission des éoliennes actuelles, la limitation d'un niveau sonore en dBA entraîne également une limitation du niveau sonore des infrasons et basses fréquences.

#### ■ Effets des infrasons et basses fréquences sonores sur la santé : exploitation des connaissances scientifiques disponibles

##### Un déséquilibre entre sources primaires et secondaires

Un examen des données disponibles concernant les effets sanitaires des infrasons permet de constater un fort déséquilibre entre les sources bibliographiques primaires (documents relatifs à des expériences ou études scientifiques originales) et secondaires (revues de la littérature scientifique ou articles d'opinion). En effet, les sources secondaires sont nombreuses alors que le nombre de sources primaires qu'elles sont censées synthétiser est limité. Cette particularité, ajoutée à la divergence très marquée des conclusions de ces revues, montre clairement l'existence d'une forte controverse publique sur cette thématique.

##### Revue des préoccupations sanitaires exprimées par des riverains de parcs éoliens

Les symptômes décrits par certains riverains de parcs éoliens, qu'ils associent à leur exposition aux émissions sonores des éoliennes, sont extrêmement divers. Ils ont été regroupés dans la littérature en deux catégories :

- ceux associés à la vibroacoustic disease (VAD) ;
- ceux constituant le « syndrome éolien » (wind turbine syndrome - WTS).

<sup>6</sup> La contribution sonore des éoliennes par rapport aux autres bruits enregistrés au niveau du riverain du site n° 2 n'a pas pu être établie de façon claire, ce qui a conduit à écarter ce site des analyses.

<sup>7</sup> ISO 226:2003 : Acoustique - Lignes isosoniques normales.

La VAD a été définie par une unique équipe de recherche<sup>8</sup> et désigne un mécanisme biologique particulier qu'elle relie à l'exposition aux infrasons et basses fréquences sonores (croissance dans les matrices extracellulaires de fibres de type collagène et élastine, en l'absence de tout processus inflammatoire). Ce mécanisme pourrait, selon ces auteurs, conduire à terme à l'apparition d'une large diversité d'effets sanitaires (fibroses, atteintes du système immunitaire, effets respiratoires, effets génotoxiques, modifications morphologiques d'organes, etc.).

Le groupe de travail a attribué un très faible niveau de preuve à cette hypothèse de mécanisme d'effets sanitaires, en raison de ses faibles bases scientifiques et des biais importants dans les études publiées par cette équipe dans des revues souvent non soumises à comité de lecture, et dont les résultats n'ont pas été reproduits par d'autres équipes de recherche. Aussi, le groupe de travail n'a pas retenu la VAD dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires potentiels liés aux émissions sonores des éoliennes.

Le syndrome éolien (WTS) a été décrit dans la littérature (Pierpont 2009) comme un ensemble de symptômes rapportés par des riverains de parcs éoliens et dont ils attribuent eux-mêmes la cause aux éoliennes. Ces symptômes (troubles du sommeil, maux de tête, acouphènes, troubles de l'équilibre, etc.) ne sont pas spécifiques d'une pathologie. Ils sont notamment retrouvés dans les syndromes d'intolérance environnementale idiopathique. Ils correspondent cependant à un ensemble de manifestations pouvant être consécutives à un stress, à la perte de sommeil, qui peuvent devenir handicapantes pour le sujet qui les ressent.

### Bilan des données expérimentales

- ✓ **Des pistes de mécanismes d'effets via le système cochléo-vestibulaire, qui restent à confirmer**

Les connaissances relatives à la physiologie du système cochléo-vestibulaire récemment acquises ont révélé plusieurs pistes de mécanismes d'effets physiologiques qui pourraient être activés en réponse à une exposition à des infrasons et basses fréquences sonores. Ce système sensoriel dispose en effet d'une sensibilité particulière à ces fréquences, supérieure à celle d'autres parties du corps humain.

Les données actuelles permettent d'évoquer l'hypothèse que des sons de fréquences trop basses ou de niveaux trop faibles pour être clairement audibles pourraient avoir des effets médiés par des récepteurs du système cochléo-vestibulaire. Parmi les mécanismes possibles, on peut citer :

- l'induction de réponses non auditives par les cellules vestibulaires lorsqu'un son de fréquence très basse parvient à la base de la cochlée ;
- une stimulation « non classique » des cellules sensorielles auditives les plus apicales activant des voies cochléaires non auditives ;
- l'induction de déséquilibres ioniques et volumiques dans les liquides de l'oreille interne, par la mise en vibration globale et prolongée de la membrane basilaire par un son de fréquence très basse ;
- l'induction de modulations de la réponse des cellules sensorielles auditives à des sons ordinaires par des sons très basse fréquence, inaudibles par eux-mêmes mais affectant l'audition des sons audibles concomitants. Certaines particularités, notamment anatomiques, pourraient prédisposer leurs porteurs à des modulations de plus grande intensité ;
- dans l'hypothèse que le dépassement de certains niveaux sonores serait susceptible de générer une stimulation nerveuse au niveau de l'appareil cochléo-vestibulaire (Salt et

<sup>8</sup> Équipe de recherche d'Alves-Pereira et Castelo-Branco.

Hullar 2010), les niveaux sonores ponctuellement<sup>9</sup> rencontrés dans le cadre des mesures réalisées ont montré que ces niveaux pouvaient être dépassés à l'extérieur des habitations, pour des fréquences inférieures à 20 Hz.

Les phénomènes cités ci-dessus ont été observés expérimentalement à l'aide de sons purs intenses (par exemple une centaine de dB SPL à 200 Hz chez le petit animal de laboratoire, ce qui n'équivaut pas forcément à un son de très basse fréquence chez l'Homme) ; leur existence pour des expositions sonores se rapprochant de celles dues aux éoliennes (sons complexes, de moindre intensité sonore mais de durée prolongée) reste à démontrer.

Le groupe de travail souligne que ces effets physiologiques, souvent évoqués par les associations de riverains de parcs éoliens, ont une signature objective ; par exemple, s'il y a déséquilibre volumique des liquides de l'oreille interne, cela se traduit par des résultats anormaux à des tests ORL, avec une sensibilité et une spécificité élevées. Or, cette signature n'a pour l'instant jamais été recherchée chez les plaignants.

Ces effets physiologiques se traduisent par ailleurs par des manifestations (vertiges, acouphènes, nausées, etc.) que les personnes savent décrire mais qui sont rarement mentionnées, les divers témoignages recueillis au cours de cette expertise décrivent cependant plus fréquemment d'autres types d'effets, tels que des troubles du sommeil et de l'humeur (dépression, stress, anxiété, etc.).

✓ **Des effets mal cernés pour les expositions à des infrasons et basses fréquences sonores de très fortes intensités**

Les expositions à des infrasons et basses fréquences sonores de très fortes intensités (de 20 à 40 dB plus élevées que celles des éoliennes, donc mettant en jeu des énergies 100 à 10 000 fois supérieures) sont retrouvées dans le milieu professionnel. Cependant, leurs effets font l'objet de controverses (effets peu spécifiques, données mal étayées et/ou anciennes, etc.). La problématique scientifique n'est donc pas élucidée, et les recommandations en matière de limitation des expositions professionnelles publiées ne sont aucunement transposables à la présente saisine.

✓ **Des connaissances peu stabilisées quant aux effets des expositions prolongées aux infrasons et basses fréquences de plus faibles niveaux sonores**

Il existe très peu de publications soumises à comité de lecture évoquant la problématique des effets potentiels des infrasons et basses fréquences produits par les éoliennes. Cependant, quelques études ont été réalisées pour d'autres sources de bruit, telles que des bruits de ventilation, de pompes à chaleur ou de compresseurs, des bruits de trafic routier, etc., pour des intensités de mêmes niveaux que celles émises par les parcs éoliens. Dans ces études, la gêne auto déclarée (questionnaire) constitue le seul effet sanitaire observé. Aucune association n'a été retrouvée avec un marqueur physiologique pouvant identifier un effet sur la santé. Ces études ont néanmoins permis d'établir qu'il faut un niveau sonore beaucoup plus élevé, par rapport à ce qui est connu pour les fréquences plus hautes, pour percevoir un infrason et/ou entendre un son basse fréquence. L'extrapolation des résultats ci-dessus au cas des éoliennes doit être effectuée avec prudence.

<sup>9</sup> De quelques % du temps à 8 Hz, à 20 % du temps pour 20 Hz à une distance de 500 m de l'éolienne. Aucune fréquence en dessous de 8 Hz ne dépasse les différents seuils.

### ✓ Un effet *nocebo* constaté

Parallèlement à ces résultats controversés concernant les effets des expositions prolongées aux infrasons et basses fréquences sonores de faibles niveaux, plusieurs études expérimentales, de très bonne qualité scientifique, effectuées en double aveugle et répétées, démontrent l'existence d'effets et de ressentis négatifs chez des personnes pensant être exposées à des infrasons inaudibles alors qu'elles ne le sont pas forcément. Ces effets ou ressentis négatifs seraient causés par les seules attentes d'effets délétères associés à ces expositions.

Cet effet, que l'on peut qualifier de « *nocebo*<sup>10</sup> », contribue à expliquer l'existence de symptômes liés au stress chez des riverains de parcs éoliens. Il doit être d'autant plus important dans un contexte éolien où de multiples arguments d'opposition non exclusivement sanitaires (économiques, culturels, territoriaux, politiques, etc.) circulent, véhiculés en particulier par internet et qui peuvent contribuer à la création d'une situation anxiogène.

Néanmoins, l'existence d'un tel effet *nocebo* n'exclut pas de facto l'existence d'effets sanitaires qu'il peut potentiellement exacerber.

## Bilan des données épidémiologiques

### ✓ Des études peu nombreuses et peu concluantes

Des travaux épidémiologiques devraient permettre de confronter les pistes de mécanismes d'effets physiologiques aux états de santé observés dans les populations riveraines. Malheureusement, ces études sont peu nombreuses et elles se sont exclusivement intéressées aux effets du bruit audible des éoliennes sur la santé des riverains. Il n'en existe aucune qui se soit focalisée sur les effets sur la santé des infrasons ou des sons basse fréquence émis dans l'environnement et plus particulièrement produits par les éoliennes.

Toutes sont des études transversales, et ne permettent donc pas d'affirmer que la cause, c'est-à-dire l'exposition au bruit des éoliennes, a bien précédé l'effet. Les résultats observés dans la majorité de ces études restent marqués par des biais de sélection ou de confusion. Une seule des études analysées peut être considérée comme étant de bonne qualité scientifique. C'est aussi la seule à avoir inclus non seulement des mesures subjectives mais aussi des mesures objectives associées aux effets potentiels auxquels elle s'intéresse. Cette étude ne montre pas d'association entre le niveau de bruit audible dû aux éoliennes et les états de santé auto-déclarés par les répondants (qualité de sommeil, vertiges, acouphènes, migraines et maux de tête fréquents, maladies chroniques comme les cardiopathies, l'hypertension et le diabète), le niveau de stress et la qualité de vie perçue. Les mesures objectives des états de santé (concentration de cortisol dans les cheveux, pression artérielle, fréquence cardiaque au repos et qualité de sommeil mesurée) sont cohérentes avec les déclarations des participants. De même, ces mesures ne sont pas associées avec le niveau de bruit audible dû aux éoliennes. En revanche, cette étude montre une association entre ce même niveau de bruit audible et la gêne due à certaines caractéristiques des éoliennes (effet stroboscopique, lumières clignotantes, vibrations, effet visuel).

Le faible nombre d'études réalisées sur cette question et leurs défauts méthodologiques sont autant d'éléments incitant à considérer qu'il n'est actuellement pas possible de conclure quant à l'impact du bruit des éoliennes sur la santé.

<sup>10</sup> L'effet *nocebo* peut être défini comme l'ensemble des symptômes ressentis par un sujet soumis à une intervention « vécue comme négative » qui peut être un médicament, une thérapie non médicamenteuse ou une exposition à des facteurs environnementaux. Cet effet est l'opposé de l'effet *placebo*, défini initialement en médecine comme « Substance améliorant les symptômes présentés par un malade alors que son efficacité pharmacologiquement prévisible devrait être nulle ou négligeable ». L'effet du vecteur varie dans les deux cas selon l'attente du sujet.



## ■ Conclusions

Certains riverains d'éoliennes affirment ressentir des effets sanitaires qu'ils attribuent aux infrasons émis. Parmi ces riverains, des situations de réels mal-être sont rencontrées, et des effets sur la santé parfois constatés médicalement, mais pour lesquels la causalité avec l'exposition aux infrasons et basses fréquences sonores produits par les éoliennes ne peut pas être établie de manière évidente.

L'exposition aux infrasons et basses fréquences sonores des éoliennes ne constitue qu'une hypothèse d'explication de ces effets, parmi les nombreuses rapportées (bruit audible, visuels, stroboscopiques, champ électromagnétique, etc.). Cette situation n'est pas spécifique aux éoliennes. Elle peut être rapprochée de celles rencontrées dans d'autres domaines, comme celui des ondes électromagnétiques.

Il est très difficile d'isoler, à l'heure actuelle, les effets sur la santé des infrasons et basses fréquences sonores de ceux du bruit audible ou d'autres causes potentielles qui pourraient être dues aux éoliennes.

La campagne de mesure réalisée par l'Anses :

- confirme que les éoliennes sont des sources de bruit dont la part des infrasons et basses fréquences sonores prédomine dans le spectre d'émission sonore ;
- ne montre aucun dépassement des seuils d'audibilité dans les domaines des infrasons et basses fréquences sonores (< 50 Hz).

Par ailleurs, d'après l'analyse de la littérature :

- les infrasons pourraient être ressentis par des mécanismes cochléo-vestibulaires différents de l'audition à plus hautes fréquences ;
- des effets physiologiques ont été mis en évidence chez l'animal (système cochléo-vestibulaire) pour des niveaux d'infrasons et basses fréquences sonores élevés ;
- ces effets restent à démontrer chez l'être humain pour des expositions de l'ordre de celles liées aux éoliennes chez les riverains (exposition longue à de faibles niveaux d'exposition) ;
- le lien entre des effets physiologiques potentiels et la survenue d'un effet sanitaire n'est pas documenté ;
- les symptômes attendus en cas de perturbation du système cochléo-vestibulaire ne sont généralement pas ceux rapportés par les plaignants ; ils semblent plutôt liés au stress et sont retrouvés dans le syndrome éolien (WTS) ;
- un effet nocebo est constaté mais bien entendu n'exclut pas l'existence d'autres effets ;
- en raison de ses faibles bases scientifiques, la « vibroacoustic disease » (VAD) ne permet pas d'expliquer les symptômes rapportés ;
- aucune étude épidémiologique ne s'est intéressée à ce jour aux effets sur la santé des infrasons et basses fréquences sonores produits spécifiquement par les éoliennes. À l'heure actuelle, le seul effet observé par les études épidémiologiques est la gêne due au bruit audible des éoliennes.

## Recommandations de l'expertise collective

### ■ Amélioration du processus d'information des riverains lors de l'implantation des parcs éoliens

En règle générale, l'état de santé de la population dépend en partie de son degré d'information et de participation dans la mise en place d'un projet d'aménagement dans son environnement proche.

Lors de l'implantation d'un parc éolien à proximité d'habitations, le CES recommande :

- de veiller à transmettre des éléments d'information pertinents relatifs aux projets de parcs éoliens au plus tôt (avant enquête publique) aux riverains concernés. La rédaction d'un guide explicitant les informations à transmettre a minima en amont de l'enquête publique serait souhaitable ;
- d'améliorer la visibilité des enquêtes publiques ;
- d'étendre le périmètre d'information et de consultation à l'ensemble des riverains potentiellement impactés par le projet (en considération des impacts visuels, sonores, etc.) sans le limiter, comme actuellement, aux seules communes porteuses des projets ;
- de pallier l'accès aux très nombreuses informations contradictoires, anxiogènes ou non, disponibles sur internet, en mettant à disposition du grand public un état des connaissances régulièrement actualisé (site internet dédié par exemple) et en indiquant son existence aux riverains potentiellement concernés, en amont de la discussion d'un projet de parc éolien.

Concernant le nécessaire dialogue entre parties prenantes autour de parcs ou de projets de parcs éoliens, le CES recommande :

- de favoriser les concertations en amont des projets de parcs éoliens. En effet, les porteurs de projet demandent d'abord à l'administration le permis de construire en déposant une étude d'impact sur un projet finalisé, et l'enquête publique arrive en fin de processus, minimisant ainsi le poids de cette enquête dans le processus de décision ;
- de mieux définir les interlocuteurs au niveau local et de mieux les impliquer dans le dialogue.

### ■ Renforcement des connaissances relatives aux expositions des riverains

Afin de faire progresser les connaissances sur les expositions aux infrasons et basses fréquences sonores, et compte-tenu de la complexité de leur mesure, le CES encourage :

- le recours à des méthodes normalisées de mesure des infrasons et basses fréquences sonores des éoliennes. Les types d'appareils utilisés, le protocole ou la méthodologie à suivre pour réaliser des mesures reproductibles et comparables devront être spécifiés. Le CES souligne que, compte-tenu de la forte corrélation entre le niveau sonore exprimé en dBA et le niveau des infrasons et basses fréquences sonores pour les éoliennes, il pourrait également être intéressant d'utiliser des méthodes d'estimation des infrasons et basses fréquences sonores à partir de mesures en dBA ;
- la conception d'un modèle de prévision des expositions aux infrasons et basses fréquences sonores des éoliennes.

Afin d'améliorer la comparabilité entre elles des données d'exposition aux bruits produits par les éoliennes, le CES recommande :



- de développer une méthode expérimentale de caractérisation de la modulation d'amplitude ;
- de déterminer, comme c'est le cas pour le bruit des transports<sup>11</sup>, une méthode de calcul unique de prévision du bruit d'éolienne. Elle devra tenir compte des différents paramètres d'influence, à utiliser pour la réalisation de l'étude d'impact sonore dans le cadre de la demande d'autorisation ICPE.

## ■ Réglementation

### Contrôle systématique des émissions sonores des parcs éoliens

Le CES recommande que la puissance sonore des éoliennes soit systématiquement contrôlée *in situ*, avant leur mise en service afin de s'assurer que les caractéristiques sonores des éoliennes installées sont conformes à celles spécifiées dans l'étude d'impact.

À l'exemple des pratiques dans le domaine aéroportuaire, le CES suggère également, dès la mise en service du parc, la mise en place d'un contrôle systématique et continu des niveaux sonores (audibles et dans la gamme des infrasons et basses fréquences) dus au parc, en un ou plusieurs points représentatifs, à la charge de l'exploitant. Une méthode de contrôle simplifiée devra être proposée afin :

- de suivre l'évolution des niveaux sonores par rapport aux valeurs limites réglementaires et, le cas échéant, d'identifier les éventuelles périodes pour lesquelles les valeurs limites réglementaires seraient dépassées et de déterminer leur fréquence de dépassement ;
- de disposer de mesures de bruit à confronter aux journaux de gêne tenus par les riverains et de rechercher les possibles correspondances entre bruit et gêne déclarée.

En cas de dépassements répétés et significatifs des valeurs limites réglementaires, le CES recommande de définir des critères précis conduisant à des actions restant à déterminer (amendes, arrêt forcé, mise en conformité, etc.).

Le CES préconise également la réalisation d'une campagne de mesure de l'impact sonore éolien à l'aide d'une méthode d'expertise telle que définie par la norme Pr S 31-114<sup>12</sup> en cours de rédaction. Le groupe de travail insiste sur l'importance de réaliser des mesures en limite de propriété.

Le CES souligne que ce type de pratiques a contribué à une atténuation des tensions existantes autour des plateformes aéroportuaires, car elle permet d'objectiver les expositions et de mieux répondre aux demandes des riverains.

La nomination d'un interlocuteur privilégié, chargé du suivi de ce contrôle systématique des expositions et de la réponse aux sollicitations des riverains devrait être envisagée.

### Valeurs limites

Actuellement, la réglementation requiert notamment une valeur limite d'exposition au bruit en limite de propriété (70 dBA en journée, 60 dBA la nuit) a priori peu adaptée aux infrasons et basses fréquences sonores des éoliennes, puisqu'exprimée en dBA.

Cependant, à la distance minimale d'éloignement des éoliennes par rapport aux habitations (500 m actuellement) et considérant le profil particulier des spectres des éoliennes actuellement en fonctionnement, qui permet d'établir une relation entre niveaux en dBA et dBG pour ces sources

<sup>11</sup> NF S 31-133 : Acoustique – Bruit dans l'environnement – Calculs de niveaux sonores.

<sup>12</sup> Pr S 31-114 : Mesurage du bruit dans l'environnement avant et après installation éolienne.

sonores, le CES considère que les valeurs limites exprimées en dBA peuvent déjà garantir des expositions des riverains (en façade des habitations) aux infrasons et basses fréquences sonores inférieures au seuil d'audibilité communément admis (85 dBG).

Le respect de ces valeurs limites doit donc permettre de prémunir les riverains de toute nuisance potentielle liée à l'audibilité des composantes basses et très basses fréquences du bruit éolien. En revanche, ces valeurs limites ne permettent pas de protéger les riverains d'éventuels effets associés à des infrasons et basses fréquences sonores non audibles, dont l'existence reste cependant encore à démontrer.

Pour réduire les expositions sonores des riverains des parcs éoliens les plus anciens et compte-tenu des performances acoustiques des turbines les plus récentes, le CES recommande de faciliter le remplacement d'anciennes éoliennes par de nouvelles en simplifiant le processus administratif associé.

- **Amélioration des connaissances concernant les relations entre santé et exposition aux infrasons et basses fréquences sonores**

### **Études expérimentales**

Considérant les pistes de mécanismes cochléo-vestibulaires à l'origine d'effets constatés chez l'animal en laboratoire et l'avancée récente des techniques de mesures physiologiques non invasives qui peuvent être effectuées en quelques dizaines de minutes, le CES recommande la réalisation d'études complémentaires chez l'être humain, à domicile, en utilisant ces techniques.

Les tests déjà validés pour la détection d'une homéostasie anormale des cellules sensorielles cochléaires chez des malades atteints de vertiges de Ménière pourraient donc être utilisés (otoémissions provoquées, otoémissions spontanées, électrocochléographie, vidéonystagmoscopie). Ces tests peuvent tous être pratiqués sur le terrain et répétés sans inconfort. Il est donc concevable de les réaliser chez des sujets, plaignants (individus décrivant des symptômes d'intérêt) ou non, exposés ou non à des sons très basses fréquences en provenance du champ d'éoliennes à proximité duquel ils résident.

La mise en place d'une étude où l'on retrouverait la signature objective d'un effet physiologique chez des plaignants mais pas chez des non-plaignants, et ce, uniquement lorsque le parc éolien serait en fonctionnement, pourrait fournir des éléments de réponse importants. Ces observations permettraient non seulement la concrétisation d'une piste explicative, mais aussi la possibilité d'identifier des personnes à risque, et celle de déterminer le seuil physique au-dessus duquel un risque spécifique émerge.

### **Études épidémiologiques**

L'observation des états de santé des riverains d'éoliennes, grâce notamment à des études épidémiologiques, apparaît comme une piste évidente et complémentaire aux avancées des connaissances attendues sur les mécanismes physiologiques. Réclamée par les associations de riverains, la réalisation de telles études épidémiologiques rencontre néanmoins certaines difficultés d'ordre méthodologique, notamment un problème de puissance statistique en raison du nombre manifestement limité d'individus exposés au bruit audible et inaudible des éoliennes, mais également la survenue d'innombrables biais souvent non contrôlés. Compte-tenu de l'investissement conséquent pour réaliser de telles études, mais également de la possible pertinence des données qu'elles pourraient générer, le CES appuie la réalisation préalable d'une étude de faisabilité d'une telle étude épidémiologique.

## Études psychoacoustiques

Considérant l'importance de l'effet des sons audibles sur la gêne occasionnée par les éoliennes, et compte tenu de lacunes actuelles dans ce domaine, le CES préconise :

- de réaliser des études complémentaires portant sur la sonie de sons complexes basses fréquences (pas uniquement des sons purs) ;
- de développer pour cela un protocole d'étude permettant de quantifier la variabilité interindividuelle de la perception par la réalisation de tests d'audibilité, etc.
- d'améliorer la caractérisation de la gêne liée aux variations temporelles de bruits audibles non stationnaires et aux modulations d'amplitude mais également aux autres facteurs (visuels, vibrations, etc.).

## Études en neurosciences

Enfin, compte-tenu des impacts du stress sur la santé et de l'effet *nocebo* mis en évidence, le CES suggère de favoriser la recherche en neurosciences et notamment les études utilisant l'imagerie médicale afin d'identifier les mécanismes impliqués.

## 4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail reprend les conclusions et recommandations formulées ci-dessus par le CES « Agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements ».

L'Anses rappelle que les éoliennes émettent des infrasons (bruits inférieurs à 20 Hz) et des basses fréquences sonores. Il existe également d'autres sources d'émission d'infrasons qui sont d'origine naturelle (vent notamment) ou anthropique (poids-lourds, pompes à chaleur, etc.). Les campagnes de mesure réalisées au cours de l'expertise ont permis de caractériser ces émissions pour trois parcs éoliens.

De manière générale, les infrasons ne sont audibles ou perçus par l'être humain qu'à de très forts niveaux. À la distance minimale d'éloignement des habitations par rapport aux sites d'implantations des parcs éoliens (500 m) prévue par la réglementation, les infrasons produits par les éoliennes ne dépassent pas les seuils d'audibilité. Par conséquent, la gêne liée au bruit audible potentiellement ressentie par les personnes autour des parcs éoliens concerne essentiellement les fréquences supérieures à 50 Hz.

L'expertise met en évidence le fait que les mécanismes d'effets sur la santé regroupés sous le terme « *vibroacoustic disease* », rapportés dans certaines publications, ne reposent sur aucune base scientifique sérieuse.

Un faible nombre d'études scientifiques se sont intéressées aux effets potentiels sur la santé des infrasons et basses fréquences produits par les éoliennes. L'examen de ces données expérimentales et épidémiologiques ne mettent pas en évidence d'argument scientifique suffisant en faveur de l'existence d'effets sanitaires liés aux expositions au bruit des éoliennes, autres que la gêne liée au bruit audible et un effet *nocebo*, qui peut contribuer à expliquer l'existence de symptômes liés au stress ressentis par des riverains de parcs éoliens.

Cependant, des connaissances acquises récemment sur la physiologie du système cochléo-vestibulaire ont révélé chez l'animal l'existence d'effets physiologiques induits par l'exposition à des infrasons de forts niveaux. Ces effets, bien que plausibles chez l'être humain, restent à démontrer pour des expositions à des niveaux comparables à ceux observés chez les riverains de

parcs éoliens. Par ailleurs, le lien entre ces effets physiologiques et la survenue d'un effet sanitaire n'est aujourd'hui pas documenté.

Dans ce contexte, l'Anses recommande :

En matière d'études et de recherches :

- de vérifier l'existence ou non d'un possible mécanisme de modulation de la perception du son audible par des infrasons de niveaux comparables à ceux mesurés chez les riverains ;
- d'étudier les effets de la modulation d'amplitude du signal acoustique sur la gêne ressentie liée au bruit ;
- d'étudier l'hypothèse de mécanismes d'effets cochléo-vestibulaires pouvant être à l'origine d'effets physiopathologiques ;
- de réaliser une étude parmi les riverains de parcs éoliens qui permettrait d'identifier une signature objective d'un effet physiologique.

En matière d'information des riverains et de surveillance des niveaux de bruit :

- de renforcer l'information des riverains dans la mise en place des projets d'installation de parcs éoliens et la participation aux enquêtes publiques conduite en milieu rural ;
- de systématiser les contrôles des émissions sonores des éoliennes pendant et après leur mise en service ;
- de mettre en place, notamment dans le cas de situations de controverses, des systèmes de mesurage en continu du bruit autour des parcs éoliens (en s'appuyant par exemple sur l'expérience acquise dans le milieu aéroportuaire).

Enfin, l'agence rappelle que la réglementation actuelle prévoit que la distance d'une éolienne à la première habitation est évaluée au cas par cas, en tenant compte des spécificités des parcs. Cette distance est au minimum de 500 m<sup>13</sup>, elle peut être étendue, à l'issue de la réalisation d'une étude d'impact, afin de respecter les valeurs limites<sup>14</sup> d'exposition au bruit.

Les connaissances actuelles en matière d'effets potentiels sur la santé liés à l'exposition aux infrasons et basses fréquences sonores ne justifient ni de modifier les valeurs limites existantes, ni d'étendre le spectre sonore actuellement considéré.

Dr Roger GENET

---

<sup>13</sup> En ce qui concerne les distances minimales d'implantation, celles déjà imposées par la loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010 (article 90) sont conservées : 500 mètres de toute construction à usage d'habitation ou zone destinée à l'habitation, 300 mètres d'une installation nucléaire de base ou d'une ICPE.

<sup>14</sup> Les émissions sonores d'une installation classée soumise à autorisation ne doivent pas engendrer, dans les zones à émergence réglementée, une émergence supérieure aux valeurs admissibles.

## MOTS-CLES

Parcs éoliens, éoliennes, basses fréquences sonores, infrasons, évaluation des risques.

*Wind farm, wind turbines, low frequency noise, infrasound, risk assessment.*



# **ANNEXE 2**

## CLIMAT ENERGIE ENVIRONNEMENT

Association loi 1901

3 rue de l'Épaulle

62140 FRESSIN

Tél. (+33) (0) 21 86 75 39

<http://climat-energie-environnement.info/>

email : [contact@climat-energie-environnement.info](mailto:contact@climat-energie-environnement.info)

# EVALUATION DE L'IMPACT DE L'ENERGIE EOLIENNE SUR LES BIENS IMMOBILIERS – CONTEXTE DU NORD-PAS-DE-CALAIS -

## Résumé

*Action soutenue par le FRAMEE « Fonds Régional d'Aide à la Maîtrise de l'Énergie et de l'Environnement dans la région Nord-Pas de Calais » 2007-2013 ».*

Le développement de projets éoliens fait régulièrement l'objet de **polémiques** concernant la dégradation des paysages, le niveau sonore des éoliennes ou encore la perturbation des oiseaux. Enfin, une autre inquiétude des riverains concerne **l'impact de l'éolien sur la valeur des biens immobiliers** : certains affirment que l'implantation d'un projet éolien va perturber le marché immobilier du secteur géographique proche.

La présente évaluation est, en fait, **une approche intermédiaire** de l'impact de l'éolien sur l'immobilier, entre un sondage de type **qualitatif** et une véritable **étude quantitative fine**. Le retour d'expérience en France sur cette thématique étant quasi inexistant, cette approche a pour objectif de fournir des indicateurs et ne se veut pas exhaustive quant aux différents contextes d'implantation d'éoliennes sur le territoire français.

Après une présentation du **contexte national et régional** en matière de développement de l'énergie éolienne, mais aussi du marché immobilier, l'évaluation s'attache à comparer et analyser les **différentes études préexistantes** liées à l'influence des éoliennes sur l'immobilier ; il s'agit surtout d'études anglo-saxonnes. En France, les approches existantes s'avèrent extrêmement sommaires : sondages, tracts des opposants... et n'avaient pas encore porté sur une analyse de sites.

Le terrain d'expérimentation de cette évaluation est constitué de **5 zones**, toutes localisées **dans le Pas-de-Calais**. Il s'agit des zones de 10 kilomètres autour des centrales éoliennes de Widehem, Cormont, la Haute-Lys (secteur de Fauquembergues), Valhuon et Fruges.

Le tableau suivant présente les centrales retenues, selon les **informations disponibles en 2007** :

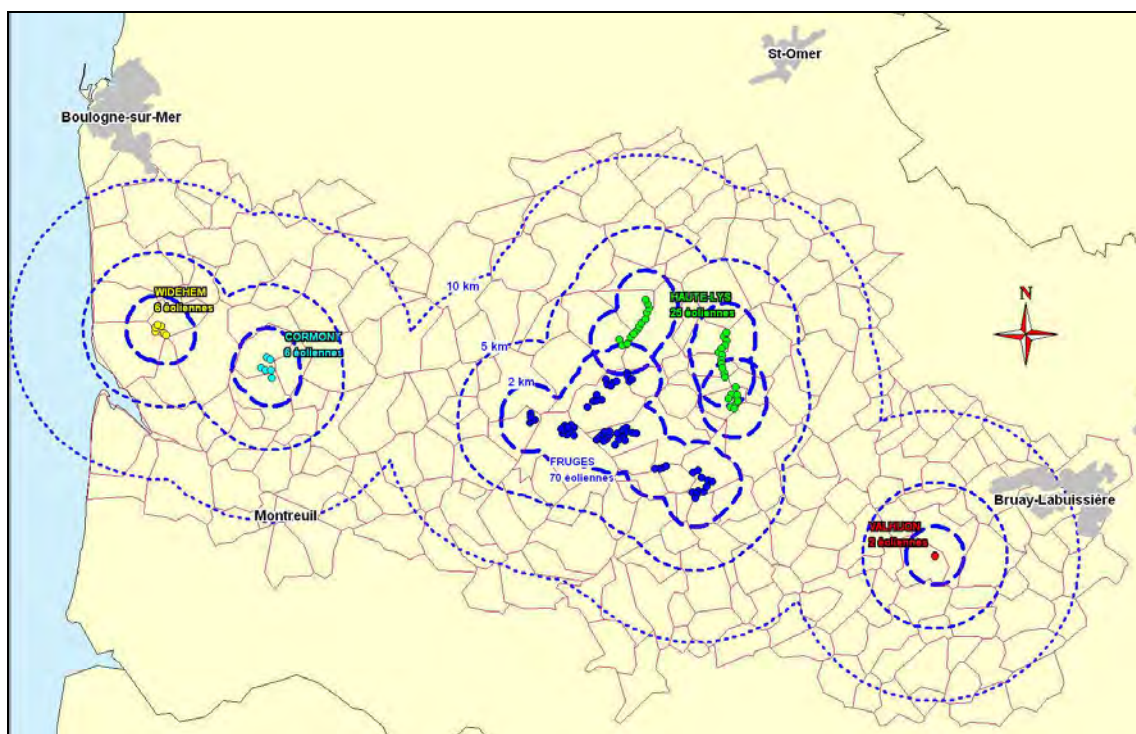
Nom	Widehem	Cormont	Haute-Lys	Valhuon	Fruges
Puissance totale (MW)	4.5	9	37.5	4	140
Puissance unitaire (MW)	0.75	1.5	1.5	2	2
Nb. d'éoliennes	6	6	25	2	70
Hauteur totale (m)	74	99	99	99	99
Date mise en service ind. (MSI)	Oct 2001	Oct 2006	2004	Nov 2005	2007-2008
Exploitant Investisseur	SAEML 'Eoliennes NPDC'	ESCOFI	SECHILLENNE SIDEDEC (cession en 2008 à GDF)	Innovent/First Valhuon	OSTWIND (en cours de cession)

**Données relatives aux centrales en exploitation – Source : SER / FEE**

L'historique d'exploitation de ces sites apparaît suffisant pour constituer des cas pertinents concernant l'impact potentiel des éoliennes sur la valeur immobilière et foncière des terrains et propriétés.

Les **zones de 10 kilomètres** autour des centrales éoliennes étudiées représentent des **territoires** de moins de 400 km<sup>2</sup> à plus de 800 km<sup>2</sup>; une **population** de moins de 40.000 à plus de 80.000 habitants; au total, environ **240 communes différentes**.





Localisation des sites retenus et zones d'étude

Les 5 zones ont fait l'objet de **relevés quantitatifs**, tels que :

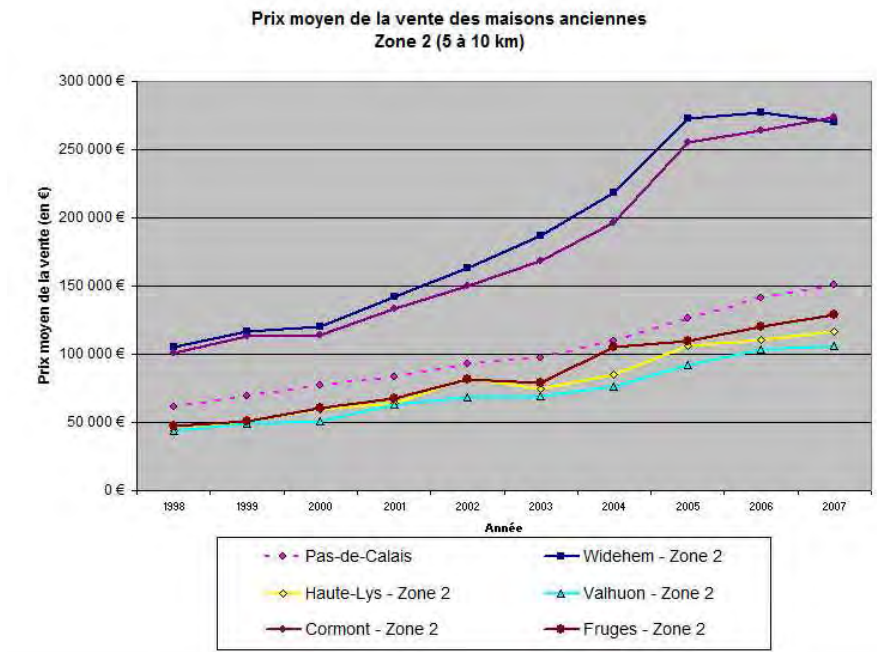
- **Nombre de permis de construire** demandés et accordés par année et par commune (statistiques SITADEL – DRE Nord-Pas-de-Calais et aussi dépouillement des registres de demande de P.C. dans les communes pour connaître la localisation des terrains) ;
- **Nombre de transactions** (maisons, appartements et terrains vendus par année, d'après les statistiques de la Base de Données PERVAL des Notaires de France.

Sur l'ensemble des sites, afin de disposer d'une période suffisamment représentative entre l'annonce d'un projet d'implantation d'éoliennes et son exploitation effective, il a été choisi de retenir une période de **collecte de données de 7 années** centrées sur l'année de la mise en service (3 ans avant construction et 3 ans en exploitation). Pour l'instant, la période étudiée couvre les années **1998 à 2007**.

Les données ont été analysées en tenant compte du **contexte économique local**; ainsi, il s'agit surtout de territoires ruraux avec des zones périphériques urbaines (au nord avec l'Audomarois, à l'ouest avec la Côte d'Opale et à l'est avec l'ex-Bassin Minier); on y retrouve de grandes variations dans le taux de chômage (entre 7 et 10 %); les entreprises les plus importantes sont situées en périphérie des territoires étudiés; la suppression programmée de quelques milliers d'emplois dans la région de Saint-Omer (restructuration d'Arc International et du secteur papetier) aura des répercussions importantes sur les territoires étudiés, allant de l'agglomération audomaroise à tous les villages des cantons ruraux où habitent les salariés et donc sur l'offre de logements à vendre.

Climat-Energie-Environnement (CEE) a souhaité, en limitant son approche à la collecte et l'exploitation de données existantes et accessibles, définir des **indicateurs** permettant de dresser un premier aperçu du marché immobilier dans les secteurs proches des sites « éoliens » étudiés. Le secteur d'étude revêt un intérêt certain par la densité future d'éoliennes. Ainsi, à défaut d'obtenir une base de données détaillée (valeur et nombre important de transactions à proximité d'éoliennes), il a été recherché un secteur qui connaît une évolution significative d'implantation d'éoliennes sur un territoire donné. **Il s'agit, par là, d'identifier si une forte densité d'éoliennes en milieu rural serait susceptible d'impacter la valeur des propriétés et l'attractivité des collectivités (désaffectation du territoire).**

Des graphiques et tableaux tels que ceux qui suivent illustrent notre analyse, pour chaque zone étudiée.



Libellé	Nombre total de logements autorisés									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
zone CORMONT 1	76	46	73	100	122	248	228	109	145	61
zone FRUGES 1	91	82	79	110	75	93	135	104	142	131
zone HAUTE-LYS 1	65	72	85	79	88	75	121	103	163	116
zone VALHUON 1	105	52	47	57	71	56	83	64	102	207
zone WIDEHEM 1	262	207	165	162	220	361	482	235	220	81
<b>totaux des 5 zones</b>	<b>599</b>	<b>459</b>	<b>449</b>	<b>508</b>	<b>576</b>	<b>833</b>	<b>1 049</b>	<b>615</b>	<b>772</b>	<b>596</b>
Pas-de-Calais	2 480	1 733	1 298	1 343	1 295	2 902	2 902	2 906	2 863	2 868

(\*\*): comptage à partir de la consultation du registre des demandes de permis de construire

Sources : SITADEL - DRE Nord - Pas-de-Calais et CEE

année de mise en service des centrales éoliennes

Les registres de demande de permis de construire ont été consultés dans les 116 communes situées dans un rayon de 0 à 5 kilomètres des centrales éoliennes, afin d'évaluer le dynamisme de ces communes en matière immobilière. Climat-Energie-Environnement a fait un essai de cartographie autour des éoliennes du site de la Haute-Lys, de la localisation des permis sur la période 2001 à 2007.

Comme mis en évidence par les données de la D.R.E., les communes proches des éoliennes n'ont pas connu de baisse apparente de demande de permis de construire en raison de la présence visuelle des éoliennes. La distance aux éoliennes s'explique plutôt par un regroupement avec le bâti existant plutôt qu'une appréhension à l'égard de toute gêne sonore éventuelle.

Nota : Tenant compte des données accessibles, l'évaluation n'a pas consisté à identifier si un cas spécifique de vente d'un bien aurait fait l'objet d'une dépréciation. Il s'agissait, avant tout, d'appréhender une dépréciation potentielle à l'échelle des communes voire de hameaux.

Le croisement des diverses données conduit à observer une évolution des territoires concernées par l'implantation des éoliennes « Haute-Lys » et « Fruges ». Le **volume de transactions** pour les terrains à bâtir a **augmenté** sans baisse significative en valeur au m<sup>2</sup> et le **nombre de logements autorisés** est également **en hausse**. La présence d'éoliennes ne semble pas, pour le moment, avoir conduit à une désaffectation des collectivités accueillant des éoliennes ; les élus semblent avoir tiré profit de retombées économiques pour mettre en œuvre des services collectifs attractifs aux résidents actuels et futurs. Sur les maisons anciennes, un léger infléchissement apparaît depuis 2006 ; le recul de données n'est pas suffisant et coïncide avec la crise financière survenue en 2008.

Sur la bande littorale (Widehem et Cormont), la **valeur de l'immobilier** est tirée **à la hausse** par des communes telles que Le Touquet, Camiers, Neufchatel-Hardelot. Cela a, probablement, pour effet de limiter voire de supprimer d'autres évolutions minimales localisées sur le patrimoine immobilier.

Les données alors exploitées ne permettent pas d'établir une corrélation entre le volume transactions et le prix moyen de celles-ci. Manifestement, il n'est **pas observé de « départ » des résidents** propriétaires (augmentation de transactions) associé à une baisse de la valeur provoquée soit par une transaction précipitée, soit l'influence de nouveaux acquéreurs prétextant des arguments de dépréciation.

A ce stade, il n'est pas évident de tirer des conclusions hâtives même s'il est certain que si un impact était avéré sur la valeur des biens immobiliers, celui-ci se situerait dans une périphérie proche (< 2 km des éoliennes) et serait suffisamment faible à la fois quantitativement (importance d'une baisse de la valeur sur une transaction) et en nombre de cas impactés.

Il peut être noté que la **visibilité d'éoliennes**, souvent citées à une dizaine de kilomètres, n'a **pas d'impact sur une possible désaffectation d'un territoire** quant à l'acquisition d'un bien immobilier.

Le recul dû à la présence d'éoliennes s'avère encore insuffisant (seulement 4 centrales ont été implantées avant 2007) et la mise en exploitation de la centrale de Fruges (70 éoliennes concentrées sur un secteur donné) pourrait influencer sur la tendance dégagée des résultats préliminaires de cette étude.

Climat-Energie-Environnement propose de placer cette étude dans une perspective de **suivi de l'éolien sur cette thématique en Nord-Pas de Calais** : l'accessibilité à des données fines et à des transactions individuelles, non agrégées, apparaît nécessaire pour appréhender les cas particuliers, à une distance inférieure à 2 kilomètres d'éoliennes. Tenant compte de l'évolution envisagée de l'éolien en France et des potentialités de développement de la région Nord – Pas-de-Calais (cf. projet de loi Grenelle), il est suggéré de mettre en place un **débat régional** sur le sujet avec ses différents interlocuteurs.

Enfin, la **collecte de données postérieure** à la mise en place de nouvelles éoliennes (3 années après la mise en service) notamment pour Fruges et Valhuon (10 nouvelles éoliennes prévues) sera certainement engagée pour conforter les conclusions de la première évaluation et constituer une référence en la matière au niveau national.



# **ANNEXE 3**

## Coupelle-Vieille : ils vivent entourés d'éoliennes... et ça leur convient très bien !

PUBLIÉ LE 09/07/2015

PAR ÉLISE CHIARI

Longtemps décriées, les éoliennes entrent dans les mœurs. Dans le Frugeois, le parc éolien est tel qu'il est difficile de s'installer dans le secteur sans composer avec. Reportage à Coupelle-Vieille, où les habitants vivent en harmonie avec ces engins.



Qui a peur des grandes méchantes éoliennes ? En tout cas pas ceux qui ont construit leur maison tout près d'elles. Ces dernières années, les habitations ont poussé comme des champignons dans la commune. « *Il y a eu une cinquantaine de dépôts de permis de construire, preuve que les éoliennes ne font pas fuir, bien au contraire* », constate le maire Léonce Duhamel.

Rues de la Mairie et de Wailly, c'est flagrant : les nouvelles constructions cohabitent avec une bonne trentaine d'éoliennes, côté rue comme côté jardin. Sabrina Leprêtre vit là depuis 2009 avec son époux Guy et sa fille Juliette. « *Je préfère ça plutôt qu'une usine qui rejette de la pollution* », rit l'enseignante qui, en achetant le terrain, n'a même pas tiqué sur la proximité des machines. « *Des gens de notre entourage nous l'ont fait remarquer mais nous ça ne nous a jamais posé question.* »

Idem pour Benoît Lefranc, dont la maison ossature bois est en train de se finaliser au pied des éoliennes. « *J'habitais Fruges, je cherchais un grand terrain pour y mettre des chevaux, pour ma fille. J'ai trouvé ce terrain parfait, je n'ai pas hésité ! Les éoliennes, c'est pas plus dérangeant que les camions qui passent sous les fenêtres quand on habite en ville... »*

Gregory et Annabelle Beuvry, eux, ont fait construire juste avant l'arrivée des éoliennes, fin 2008. « *On était un peu dubitatifs quand on a appris la nouvelle, on se demandait si notre terrain n'allait pas perdre de sa valeur* », se souvient Annabelle.

Bilan ? Tous s'accordent à le dire, les éoliennes sont d'excellentes voisines. « *Finalement on n'est pas réveillés, ça fait juste un petit vuh-vuh quand on est dehors et que le vent souffle très fort* », constate Annabelle. « *Ça se fond dans le paysage, on ne les voit plus* », ajoute Sabrina, qui en loue même les bienfaits : « *Les éoliennes rapportent beaucoup à la communauté de communes. À l'école, c'est grâce à cet argent que les CM2 peuvent aller au ski. Et on a même une maison de santé, et une sage-femme !* »

Les éoliennes ne sont donc pas près de faire déguerpir les habitants, ni de souffler leur maison...

## **L'immobilier garde sa valeur**

L'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) Nord-Pas-de-Calais a effectué une étude d'impact des éoliennes sur les biens immobiliers dans le Frugeois, où 70 éoliennes sont dispersées. L'étude révèle que les prix, déjà inférieurs à ceux du marché avant l'installation du parc éolien, sont repartis à la hausse après 2009, suivant exactement la tendance départementale. Cependant, l'ADEME constate une légère baisse de la valeur de transaction des terrains depuis 2008.





# **ANNEXE 4**



# Un vent de transition

**11** infographies pour  
comprendre l'énergie éolienne



France  
Energie  
Eolienne



**Créée en 1996,**  
**l'association France**  
**Energie Eolienne (FEE)**  
**représente, promeut et**  
**défend l'énergie éolienne**  
**en France.**



**Construction**

**90%**



**Exploitation**

**85%**

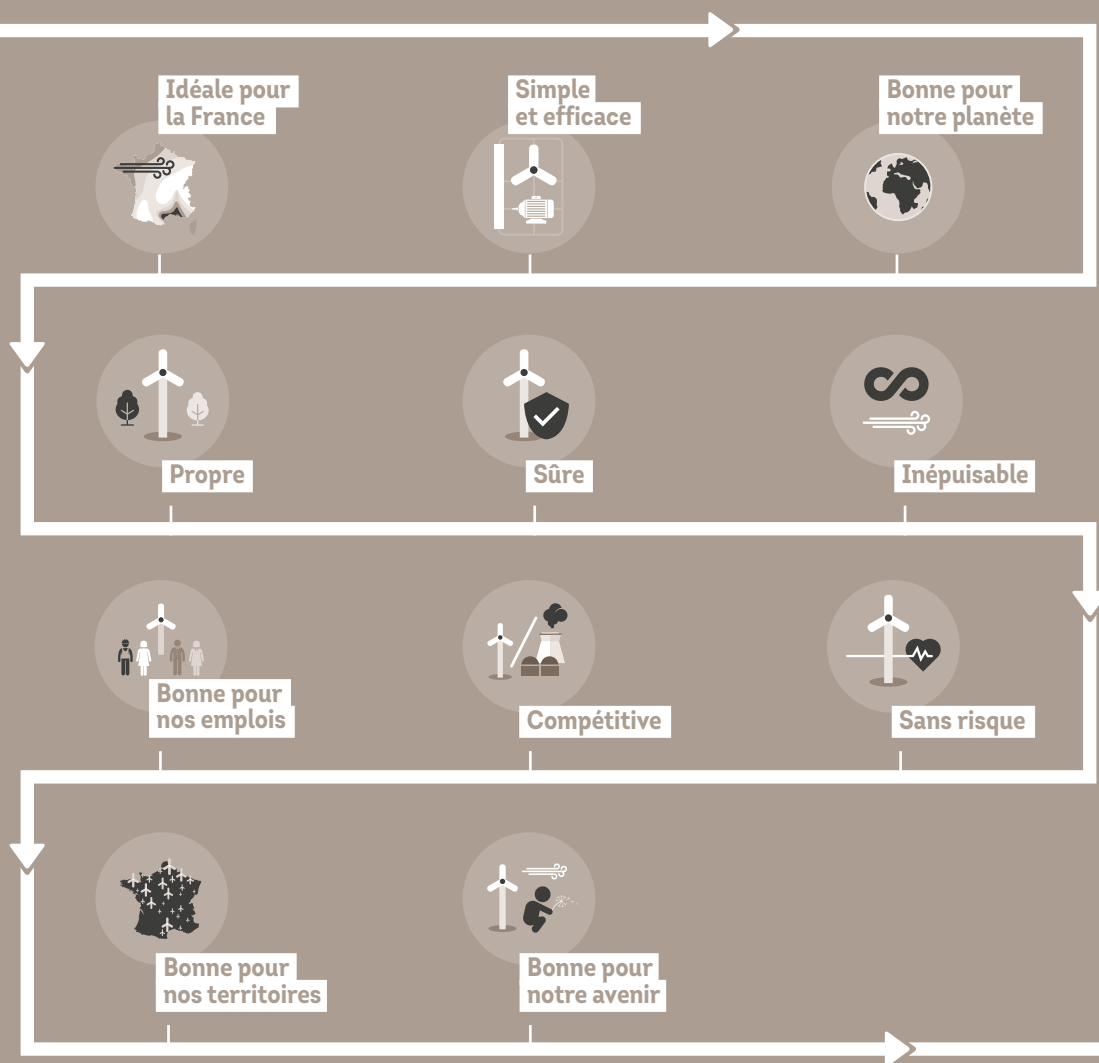
France Energie Eolienne rassemble plus de 330 membres, professionnels de la filière éolienne en France, qui ont construit plus de 90 % des turbines installées sur le territoire français et en exploitent plus de 85 %.



France Energie Eolienne est implantée partout en France. Elle regroupe tous les acteurs du secteur : développeurs, exploitants, industriels, équipementiers, bureaux d'études, etc.

# Porte-parole de l'énergie éolienne

Notre époque est en mouvement, et nous pouvons tous sentir que nous sommes en train de passer de l'ancien monde au nouveau. Les constats sont inquiétants et tardifs, mais c'est sur l'action qu'il faut maintenant se concentrer. Le réchauffement climatique est visible, observable, mesurable, et les Français attendent une modification de nos modes de production d'énergie, vers une énergie plus propre et plus respectueuse de notre environnement. Les solutions existent et l'énergie éolienne est au cœur de ces solutions.

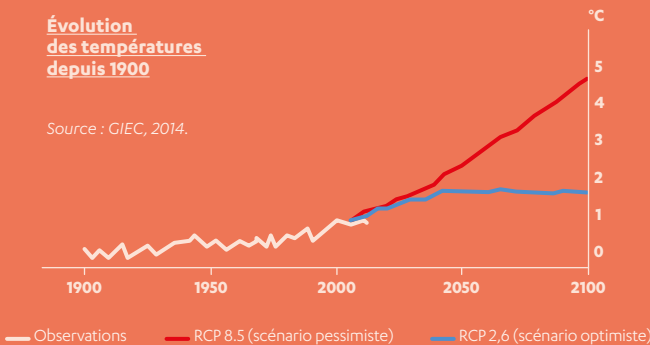


# Lutter contre le réchauffement climatique

## Chaud devant!

### Évolution des températures depuis 1900

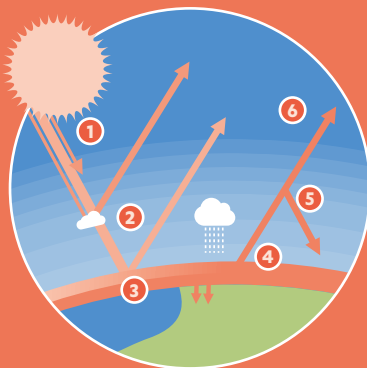
Source : GIEC, 2014.



## 01 Le doute n'est plus permis

Depuis plus d'un siècle, toutes les études indiquent que notre climat se réchauffe à un rythme très élevé.

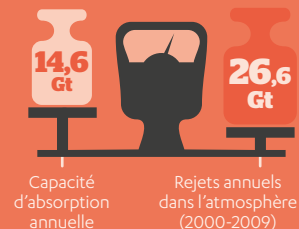
Sur cette période, les besoins en énergie ont explosé et le monde industrialisé consomme de plus en plus d'énergies fossiles fortement émettrices de gaz à effet de serre (GES).



- 1 Le rayonnement solaire passe à travers l'atmosphère claire.
- 2 Une partie est réfléchie par l'atmosphère et la surface de la Terre.
- 3 L'énergie solaire est absorbée par la surface de la Terre.
- 4 Elle est ensuite convertie en chaleur (rayonnement infrarouge) qui est réémise vers l'espace.
- 5 Une partie du rayonnement infrarouge est absorbée et réémise par les molécules de GES. La basse atmosphère et la surface de la terre se réchauffent.
- 6 Le reste du rayonnement solaire passe à travers l'atmosphère et se perd dans l'espace.

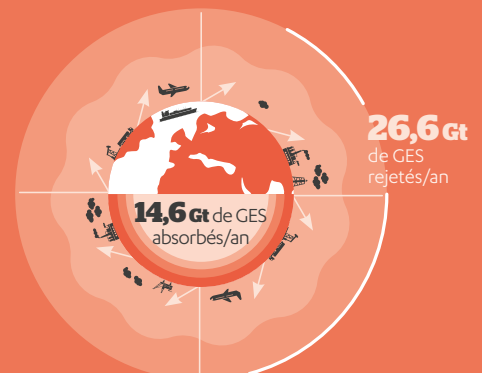
Au fil du temps, ces gaz se sont concentrés dans notre atmosphère, empêchant la chaleur due au rayonnement solaire de s'évacuer vers l'espace. C'est ce qu'on appelle l'effet de serre.

On estime que la biosphère de notre planète peut absorber chaque année 14,6 giga tonnes (Gt) de CO<sub>2</sub> ou équivalent.



**12 Gt**

de GES continuent donc de s'accumuler dans notre atmosphère annuellement, ce qui accélère le réchauffement climatique.



## 02 Les gaz à effet de serre

# 03 Les conséquences du réchauffement climatique

Des conséquences déjà visibles au yeux de tous.

-  Phénomènes climatiques extrêmes
-  Fonte des glaces
-  Désertification
-  Hausse du niveau de la mer
-  Risque alimentaire mondial
-  Risque humanitaire et déplacement massif de population

## En résumé

- 1 Pour lutter contre le réchauffement climatique, et permettre aux générations futures de vivre aussi bien que nous, le monde doit abandonner les énergies du passé pour se tourner vers les énergies propres : c'est ça la transition énergétique.**
- 2 L'éolien est une énergie propre et renouvelable, c'est une des solutions incontournables à la lutte contre le réchauffement climatique.**
- 3 En France, l'éolien est la clef de la transition énergétique car c'est une énergie particulièrement adaptée aux ressources et potentiels de la France.**

## Désintox

**“ Il paraît que le réchauffement climatique est un mensonge et que comparé à d'autres périodes il n'y a rien d'alarmant. ”**

**FAUX**

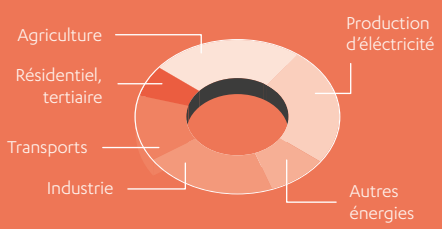
Il paraît aussi que l'homme n'a pas marché sur la Lune et que Stanley Kubrick a tourné les images en studio.

Ou encore que le nuage radioactif de Tchernobyl s'est arrêté spontanément à la frontière française.

Le 14 novembre 2017, 15 000 scientifiques du monde entier lançaient un cri d'alarme sur la dégradation de notre planète. Leurs études indiquent que les 10 années les plus chaudes depuis 136 ans ont eu lieu depuis 1998.

### Les sources mondiales d'émission de gaz à effet de serre

Source : GIEC.



# 04 Lutter contre le réchauffement climatique

Pour lutter efficacement contre le réchauffement climatique, nous devons changer d'énergie, et en consommer moins.

### Le saviez-vous ?



Un kWh correspond à la consommation d'un appareil électrique de mille Watts pendant une heure.

Une éolienne n'émet aucun GES lorsqu'elle produit de l'électricité.



**12,7g CO<sub>2</sub>/kWh**

C'est la moyenne d'émission de GES du parc éolien français sur l'ensemble de son cycle de vie. en comparaison, le charbon émet 1001g CO<sub>2</sub>/kWh.

L'éolien est une des énergies les moins émettrice de gaz à effet de serre sur l'ensemble de son cycle de vie.



**Sobriété et efficacité énergétique**  
Réduire la consommation d'énergie et produire des logements, des infrastructures et des équipements qui consomment moins d'énergie.



**Développement des énergies renouvelables**  
Elles n'émettent pas de GES et s'appuient sur des ressources naturelles qui ne dégradent pas notre planète.

# Pourquoi fait-on de l'éolien en France ?

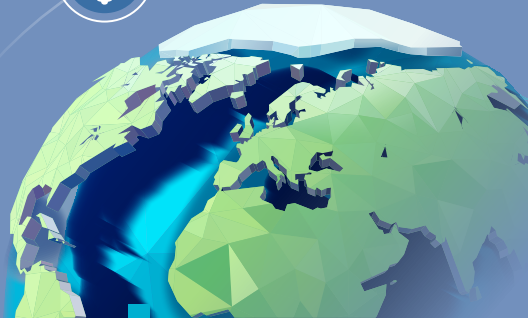
## Parce qu'on est dans le vent...

Il est temps d'agir

# 01

Le monde a pris conscience des risques liés au réchauffement climatique.

Les Français soutiennent massivement les efforts liés à la transition énergétique et écologique.



**83%**

des Français estiment que la France ferait mieux d'investir dans les énergies vertes que dans le nucléaire\*.

**73%**

des français soutiennent le respect des résolutions adoptées lors de la cop21\*\*.

**87%**

des français souhaitent que l'objectif de 30% d'énergies renouvelables en 2030 soit tenu\*\*.

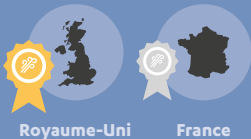
\*sondage Harris Interactive de décembre 2017.

\*\*Sondage ifop, novembre 2016, pour WWF.

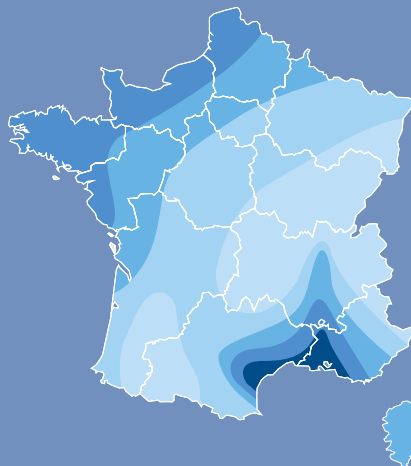
# 02

## En France, on n'a pas de pétrole mais on a du vent !

La France a le 2<sup>e</sup> gisement de vent européen.



En France, le vent souffle toujours quelque part.



# 24,5M

de Français, soit près de 11 millions de foyers sont alimentés par les 13760 MW du parc éolien installé (hors chauffage et eau chaude)\*\*\*.

\*\*\* Hypothèse de consommation des ménages = 2700kWh par ménage et par an - source ministère de la transition écologique et solidaire.

# 1/4

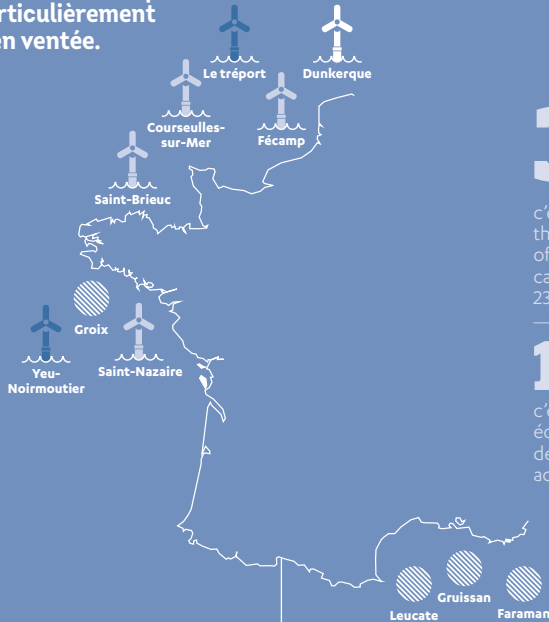
Sur les deux dernières années l'éolien à produit environ un quart de la production d'électricité renouvelable française (Sources : RTE).

Environ 1500 parcs éoliens terrestres produisent de l'électricité renouvelable en France.

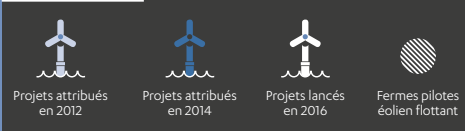
# 03

## l'éolien en mer, une opportunité pour la France

La France a la 2<sup>e</sup> façade maritime d'Europe, particulièrement bien ventée.



### Projets de parcs offshore



# 30GW

c'est le potentiel de capacité théorique pour l'éolien offshore en France, soit la capacité potentielle d'alimenter 23 millions de foyers français.

# 10

c'est le nombre de projets éoliens offshore en cours de développement en France actuellement.

## Désintox

“Il paraît que l'énergie éolienne n'est pas fiable car elle est intermittente.”

**FAUX**

L'énergie éolienne est variable, elle n'est pas intermittente.

**95%**

Les éoliennes sur le territoire français tournent et produisent de l'électricité 95% du temps (Source : ADEME).

**1 2 3**

L'énergie éolienne est prévisible

Les technologies, notamment météo, permettent de prévoir la production éolienne 3 jours à l'avance.



Une technologie de plus en plus efficiente

L'évolution des technologies permet de produire de l'énergie éolienne avec des vents de plus en plus faibles.

## En résumé

1 La France dispose d'un très important potentiel, ce qui fait de l'énergie éolienne une réelle opportunité écologique et économique pour notre pays.

2 La France a la capacité de développer une filière offshore forte et de se positionner en leader sur de nombreuses technologies comme l'éolien flottant.

### Le saviez-vous ?

En janvier 2017, alors que 6 réacteurs nucléaires étaient arrêtés à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire, en plein pic de froid et donc de forte consommation sur le territoire, les énergies renouvelables et particulièrement l'énergie éolienne, permettaient aux français de continuer à vivre confortablement.





# Une éolienne, comment ça marche ? *C'est pas sorcier*

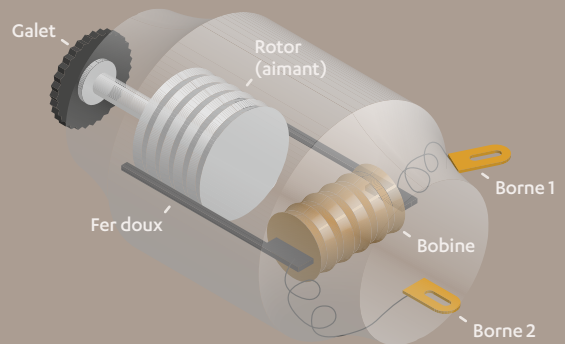
## 01

### Fonctionnement d'une éolienne

Une éolienne transforme l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique puis en électricité.

C'est une dynamo de vélo...  
sauf que c'est le vent qui pédale.

#### Alternateur de bicyclette



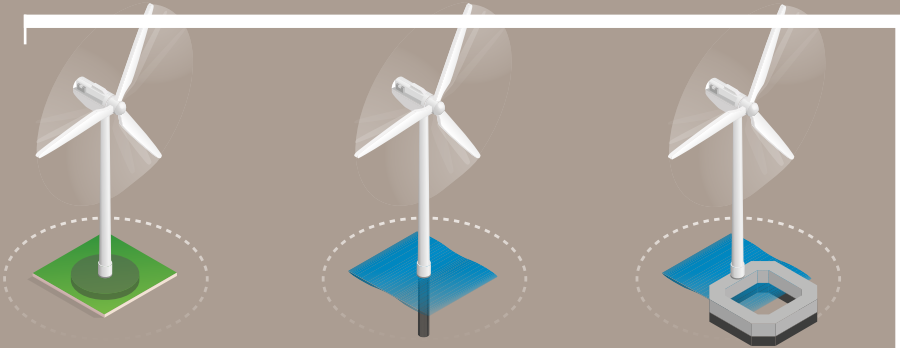
- 1 Fondations
- 2 Armoire de couplage au réseau électrique
- 3 Mât
- 4 Système d'orientation
- 5 Pale
- 6 Moyeu et commande de rotor
- 7 Frein
- 8 Multiplicateur
- 9 Générateur
- 10 Système de régulation électrique

#### Le saviez- vous ?

L'alternateur est une application parfaitement maîtrisée de la machine synchrone, inventée dans la deuxième moitié du 19<sup>e</sup> siècle par Nikola Tesla.



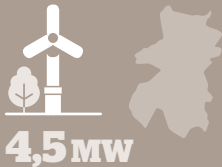
# 02 Les caractéristiques des éoliennes



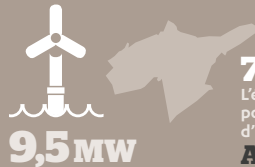
**Les éoliennes terrestres**  
Les éoliennes terrestres tripales à axe horizontal sont les éoliennes les plus implantées sur le territoire.

**Les éoliennes en mer posées**  
Fixes et destinées aux fonds de moins de 50m, ces éoliennes, actuellement les plus puissantes, peuvent exploiter les forts vents marins côtiers.

**Les éoliennes en mer flottantes**  
Avec une fondation flottante, reliées au fond par des lignes d'ancrage, ces éoliennes peuvent être implantées plus au large, dès 30m de fond.



**3500 foyers**  
L'équivalent de la population d'une ville comme **Guingamp**



**7000 foyers**  
L'équivalent de la population d'une ville comme **Albertville**

**Éoliennes terrestres**  
Aujourd'hui les éoliennes terrestres les plus récentes ont une puissance de 4,5 MW. Ce qui permet d'alimenter environ 3500 foyers\*.

**Éoliennes en mer**  
Aujourd'hui les éoliennes offshore les plus récentes ont une puissance de 9,5 MW. Une telle éolienne permet d'alimenter plus de 7000 foyers\*.

\*hors chauffage et eau chaude.

## Le saviez-vous ?



### L'énergie éolienne est inépuisable

Le vent existe sur notre planète principalement grâce à l'action du soleil qui chauffe de façon inégale les masses d'air présentes sur le globe. La science moderne estime que le soleil vivra encore 5,5 milliards d'années, il y aura donc du vent sur terre pendant encore 5,5 milliards d'années. On peut donc dire que cette ressource est inépuisable à l'échelle humaine.

Contrairement aux énergies renouvelables, les énergies conventionnelles utilisent des ressources dont la quantité est « limitée » sur notre planète. Elles seront épuisées dans environ 50 ans pour les ressources fossiles et 100 ans au maximum pour les ressources fissiles au rythme de consommation de 2010. (Source : AIEA, 2011 - AIE, 2017).

## En résumé

- 1 Le fonctionnement d'une éolienne est simple et sans danger.
- 2 Sa technologie est parfaitement maîtrisée du début à la fin de sa vie.
- 3 C'est une énergie renouvelable, inépuisable, très efficace et particulièrement adaptée au territoire Français.

## Désintox

“Il paraît que les éoliennes font beaucoup de bruit et que c'est gênant pour les riverains de parcs éoliens.”

**FAUX**

≈ **30 dB**

C'est une idée reçue. Une éolienne à distance minimum obligatoire d'une habitation (500m) produit environ 30 décibels (30 dB) ce qui équivaut au bruit existant dans une chambre à coucher.

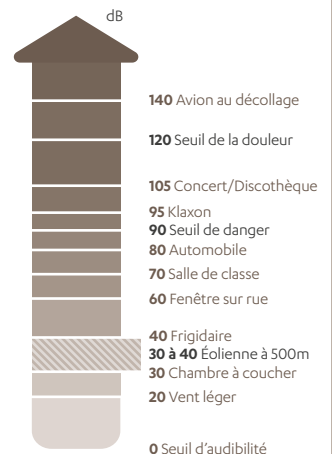


La loi française impose aux parcs éoliens de ne pas dépasser le bruit ambiant de +3dB la nuit et +5 dB le jour.



Les améliorations technologiques constantes permettent de diminuer toujours un peu plus les sons émis par les éoliennes.

### Échelle du bruit

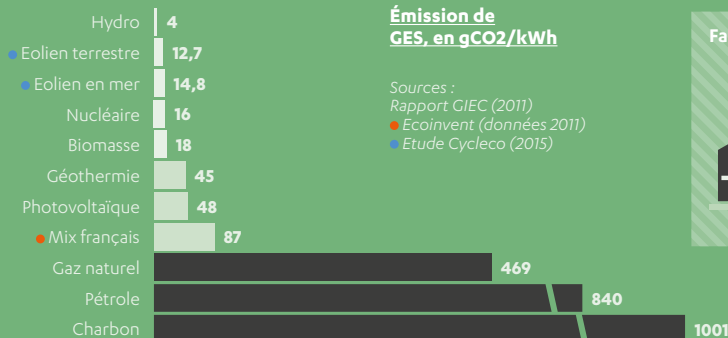


# Une énergie propre et qui ne laisse pas de traces

## 01

### Une énergie qui ne produit pas de gaz à effet de serre (GES)

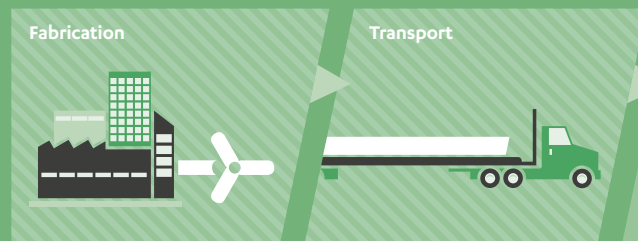
Une éolienne n'émet ni GES ni particules pour produire de l'électricité.



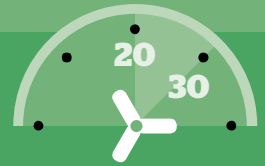
**12,7g de CO<sub>2</sub>/kWh**

C'est ce qu'émet en moyenne le parc éolien français sur l'ensemble de son cycle de vie, de la fabrication des pièces à leur recyclage.

Les émissions de GES sur l'ensemble du cycle de vie d'une éolienne sont principalement dues aux étapes de fabrication et de transport.



**Le saviez-vous ?**



La durée de vie d'une éolienne est comprise entre 20 et 30 ans.

## En résumé

- 1 L'énergie éolienne a une empreinte environnementale particulièrement faible. C'est une des énergies les plus efficaces pour lutter contre le réchauffement climatique.
- 2 L'éolien ne produit aucun déchet dangereux.
- 3 Le cycle de vie d'un parc éolien est entièrement maîtrisé, de sa fabrication à son recyclage.
- 4 L'implantation d'un parc éolien suit une procédure environnementale précise et rigoureuse pour toujours améliorer son empreinte écologique.

## 04

### Une énergie pensée pour être recyclée

**90%**  
Une éolienne en fin de vie est recyclable à 90%.\*

\*Source ADEME : Impacts environnementaux de l'éolien français.

**12 mois**

C'est le temps dont a besoin une éolienne pour produire la quantité d'énergie qui a été nécessaire à sa fabrication et son installation, c'est ce qu'on appelle le temps de retour énergétique.\*

Métaux (acier, cuivre, fonte, aluminium), matériaux composites et béton sont pris en charge par des filières de valorisation.

# 02 Une énergie bonne pour le climat

Développer l'éolien réduit les émissions de GES.

**CO<sub>2</sub> -1934 t**

Une éolienne de 2 MW permet en moyenne d'éviter le rejet dans l'atmosphère d'environ 1934 tonnes de CO<sub>2</sub> (équivalent) chaque année\*.

*\*En comparant les émissions indirectes d'une éolienne et les émissions directes d'une centrale à gaz de dernière génération (turbine à combustion gaz). Source : Valorem.*



**-12,7 Mt/an**

Les 6 600 éoliennes installées en France permettent d'éviter le rejet de 12 766 380 tonnes de CO<sub>2</sub> (équivalent) chaque année\*.

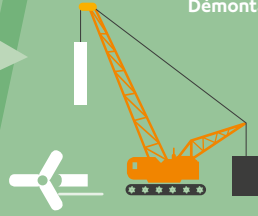
Installation



Exploitation



Démontage



Recyclage



La loi prévoit que le démontage du parc et la remise en état du terrain soient financièrement provisionnés.

Le Béton ne pollue pas les sols, c'est un matériau minéral inerte.

En fin de vie, l'espace utilisé pendant l'exploitation du parc éolien est remis en état. Le parc est entièrement démonté et éventuellement, une partie des fondations en béton peut être laissée dans le sol.

# 03 Une énergie qui n'enterre pas de déchets dangereux



Là où l'éolien passe, l'herbe repousse.

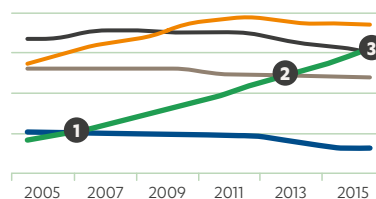
## Désintox

« Il paraît que lorsqu'on installe de l'énergie éolienne, il faut par sécurité doubler ces installations par des centrales à gaz ou à charbon. »

**FAUX**

Les énergies renouvelables se substituent aux énergies fossiles et fissiles, c'est d'ailleurs leur raison d'être, afin de produire de l'énergie propre, qui n'émet pas de gaz à effet de serre.

### Capacité des différents moyens de production électrique dans l'Union européenne



En Europe on voit clairement que plus l'énergie éolienne se développe, plus les énergies fossiles et fissiles disparaissent.

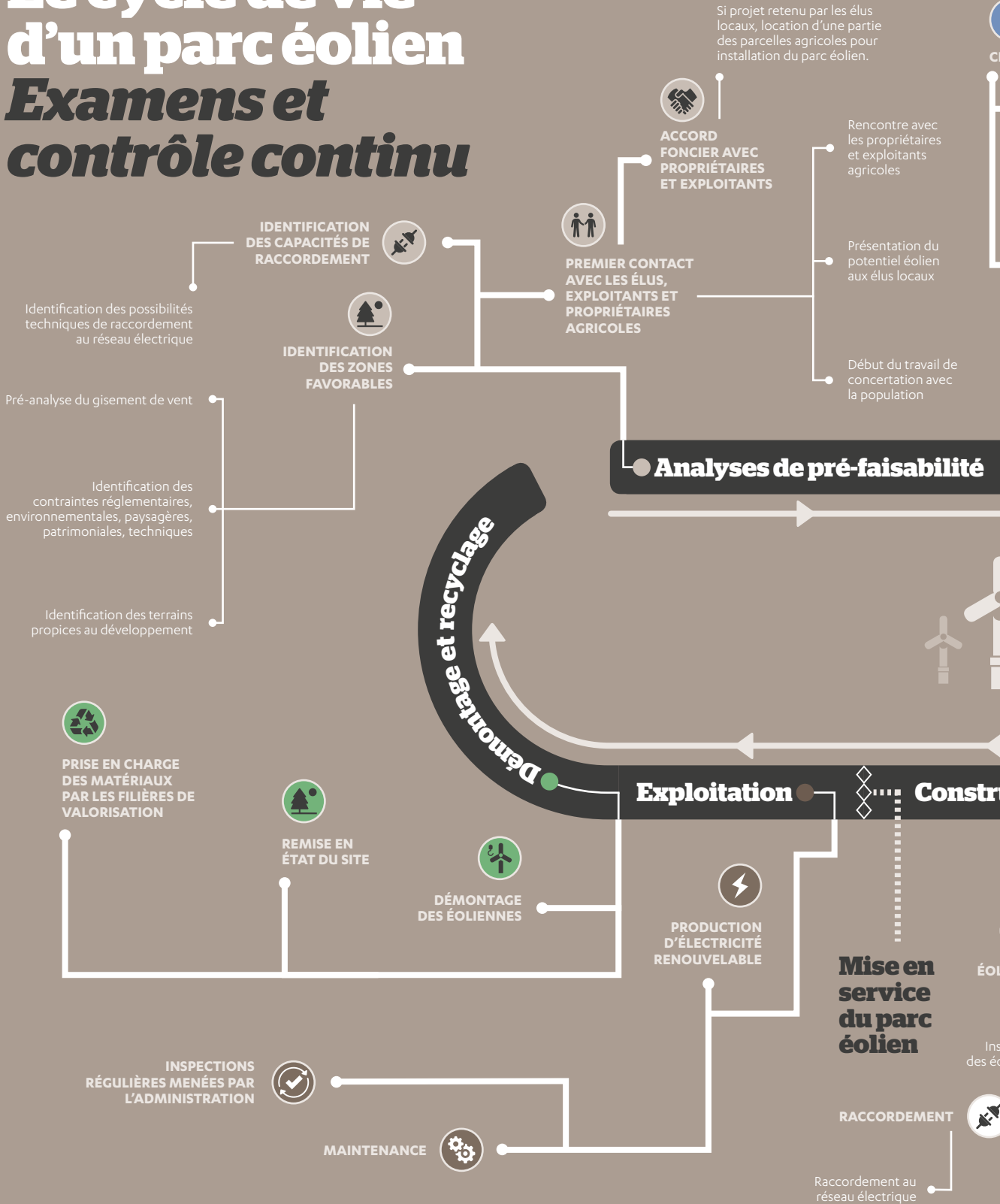
- 1 2007 - La capacité éolienne installée dépasse celle des produits pétroliers
- 2 2013 - Elle dépasse celle du nucléaire
- 3 2016 - Elle dépasse celle du charbon

— Éolien — Nucléaire  
— Gaz naturel — Produits pétroliers  
— Charbon

\*Source : WindEurope, 2016.

# Le cycle de vie d'un parc éolien

## Examens et contrôle continu



Si projet retenu par les élus locaux, location d'une partie des parcelles agricoles pour installation du parc éolien.

**ACCORD FONCIER AVEC PROPRIÉTAIRES ET EXPLOITANTS**

Rencontre avec les propriétaires et exploitants agricoles

Présentation du potentiel éolien aux élus locaux

Début du travail de concertation avec la population

**PREMIER CONTACT AVEC LES ÉLUS, EXPLOITANTS ET PROPRIÉTAIRES AGRICOLES**

**IDENTIFICATION DES CAPACITÉS DE RACCORDEMENT**

**IDENTIFICATION DES ZONES FAVORABLES**

Identification des possibilités techniques de raccordement au réseau électrique

Pré-analyse du gisement de vent

Identification des contraintes réglementaires, environnementales, paysagères, patrimoniales, techniques

Identification des terrains propices au développement

**Analyses de pré-faisabilité**

**Démontage et recyclage**

**PRISE EN CHARGE DES MATÉRIAUX PAR LES FILIÈRES DE VALORISATION**

**REMISE EN ÉTAT DU SITE**

**DÉMONTAGE DES ÉOLIENNES**

**Exploitation**      **Constru**

**PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE**

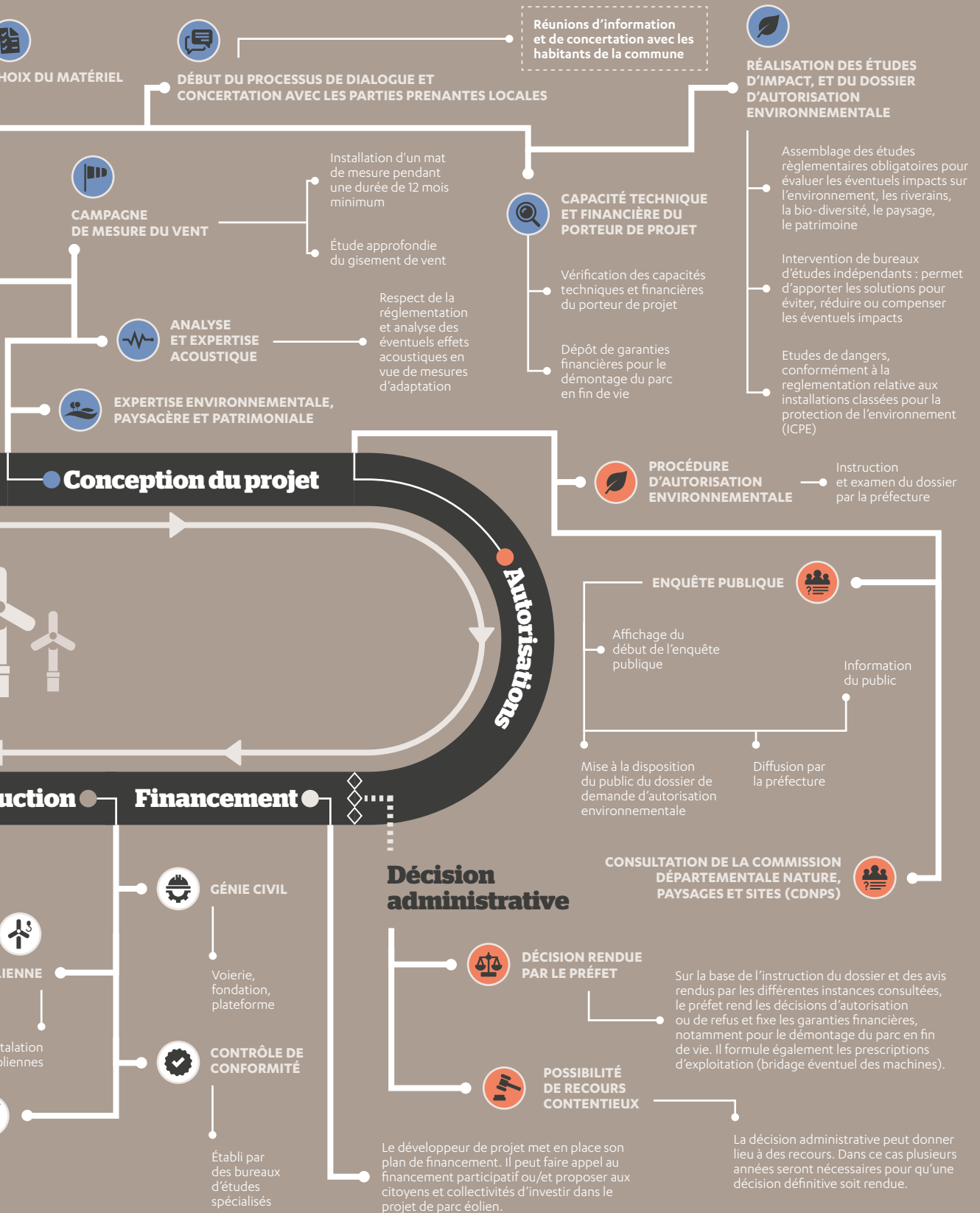
**Mise en service du parc éolien**

**INSPECTIONS RÉGULIÈRES MENÉES PAR L'ADMINISTRATION**

**MAINTENANCE**

**RACCORDEMENT**

Raccordement au réseau électrique



# Une énergie sans danger

## L'important c'est la santé

### 01 Sans risque pour la santé

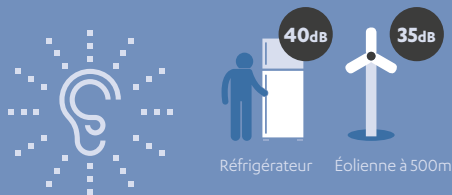
L'énergie éolienne n'a pas d'impact sur la santé.



« Aucune maladie ni infirmité ne semblent pouvoir être imputées au fonctionnement des éoliennes. »

Source : Académie Nationale de Médecine, Rapport du 3 mai 2017.

Le son produit par les éoliennes mis hors de cause.



Source : UFC Que Choisir.

Les émissions acoustiques audibles des éoliennes sont « très en-deçà de celles de la vie courante ». En tout état de cause, elles ne peuvent être à l'origine de troubles physiques.

Source : ANSES, 30 mars 2017.

Des infrasons sans risques.



« Il n'existe pas de risque sanitaire pour les riverains spécifiquement liés à leur exposition à la part non audible des émissions sonores des éoliennes (infrasons). »

Source : ANSES, 14 février 2017.

## En résumé

- 1 L'énergie éolienne n'a aucun impact sur la santé des populations.
- 2 Elle apporte même des bénéfices réels sur la qualité de l'air.



L'énergie éolienne ne pollue pas les sols et les milieux aquatiques, car elle ne génère aucun déchet dangereux pour la santé ou l'environnement.

### Désintox

Qui sème le mensonge récolte la peur.

Les éoliennes n'ont jamais été mauvaises pour la santé, mais à force de le répéter, les lobbies opposés à l'éolien et à la transition énergétique ont fini par faire peur à certains français.

« Plusieurs facteurs contribuent fortement à susciter des sentiments de contrariété, d'insatisfaction, voire de révolte : {...} [la] diffusion via notamment les médias, les réseaux sociaux, voire certains lobbies d'informations non scientifiques accréditant des rumeurs pathogéniques non fondées. »

Source : Académie de médecine.

### 02 Bonne pour l'air que nous respirons

Un effet positif sur la qualité de l'air.



L'énergie éolienne ne rejette aucune particule fine dans l'atmosphère, elle contribue donc à améliorer la qualité de l'air pour les riverains de parcs.



« L'éolien terrestre présente indubitablement des effets positifs sur la pollution de l'air et donc sur certaines maladies (asthme, BPCO, cancers, maladies cardio-vasculaires). »

Source : Académie Nationale de Médecine, Rapport du 3 mai 2017.

Le saviez-vous ?

Une enquête réalisée en 2016 par l'institut IFOP pour FEE montre que 75% des riverains de parcs éoliens ont une opinion positive ou très positive de l'éolien et que ce chiffre est de 77% pour l'ensemble des Français.

# Une énergie qui prend soin de son environnement

## Quand la biodiv' va, tout va

### 01 Un impact oui, important non

#### Des effets intrinsèques.

Comme toute activité humaine, l'exploitation de parcs éoliens entraîne une modification de l'environnement avec des conséquences pour la faune et la flore locales. La construction de villes, de routes ou de lignes électriques a, comme pour les parcs éoliens, des impacts sur la biodiversité locale.



#### Des faits et des expertises.

Entre **6,6 & 7,2**

En France, la mortalité des oiseaux est estimée par la LPO entre 6,6 et 7,2 individus par an par éolienne\*.

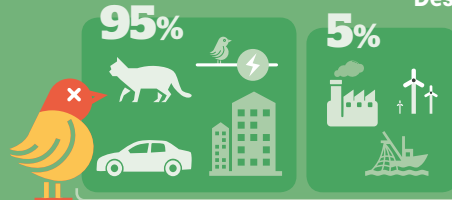
\* Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. LPO, 2017, p.39

**8,2**

Au Canada, cette mortalité est de 8,2 oiseaux par an et par éolienne\*\*.

\*\* Avian Conservation & Ecology, Canada, 2013.

#### Des effets surestimés.



Au Canada, le trafic routier tue environ 10 millions d'oiseaux chaque année là où l'éolien fait environ 23 300 victimes\*\*.

### 02 Éviter, réduire, compenser

#### Éviter.

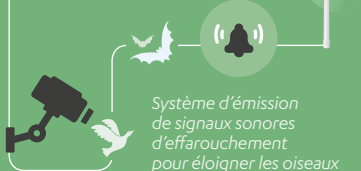
Les études environnementales encadrées par la loi permettent d'évaluer les situations au cas par cas. Elles sont réalisées par des bureaux d'études indépendants et leurs résultats permettent d'adapter le projet en fonction des espèces présentes sur le site et de leur comportement.



Les phases de travaux sont aménagées au mieux, notamment pour ne pas perturber les périodes de reproduction.

#### Réduire.

- A** D'abord par les mesures d'évitement mises en place lors de la construction des parcs.
- B** D'autres mesures peuvent être prises pour parfaire la réduction des éventuels impacts.



Système d'émission de signaux sonores d'effarouchement pour éloigner les oiseaux ou les chauves-souris dès qu'un individu est détecté aux abords du parc éolien.

Système de détection.

#### Compenser.

- A** En créant ou recréant des zones favorables au développement et à l'accueil de la biodiversité ou d'une espèce spécifique.



- B** Ces mesures sont prises en lien avec les acteurs locaux de la protection de la biodiversité.
- C** Les coûts de ces mesures sont assurés par le développeur ou l'exploitant du parc éolien.

## En résumé

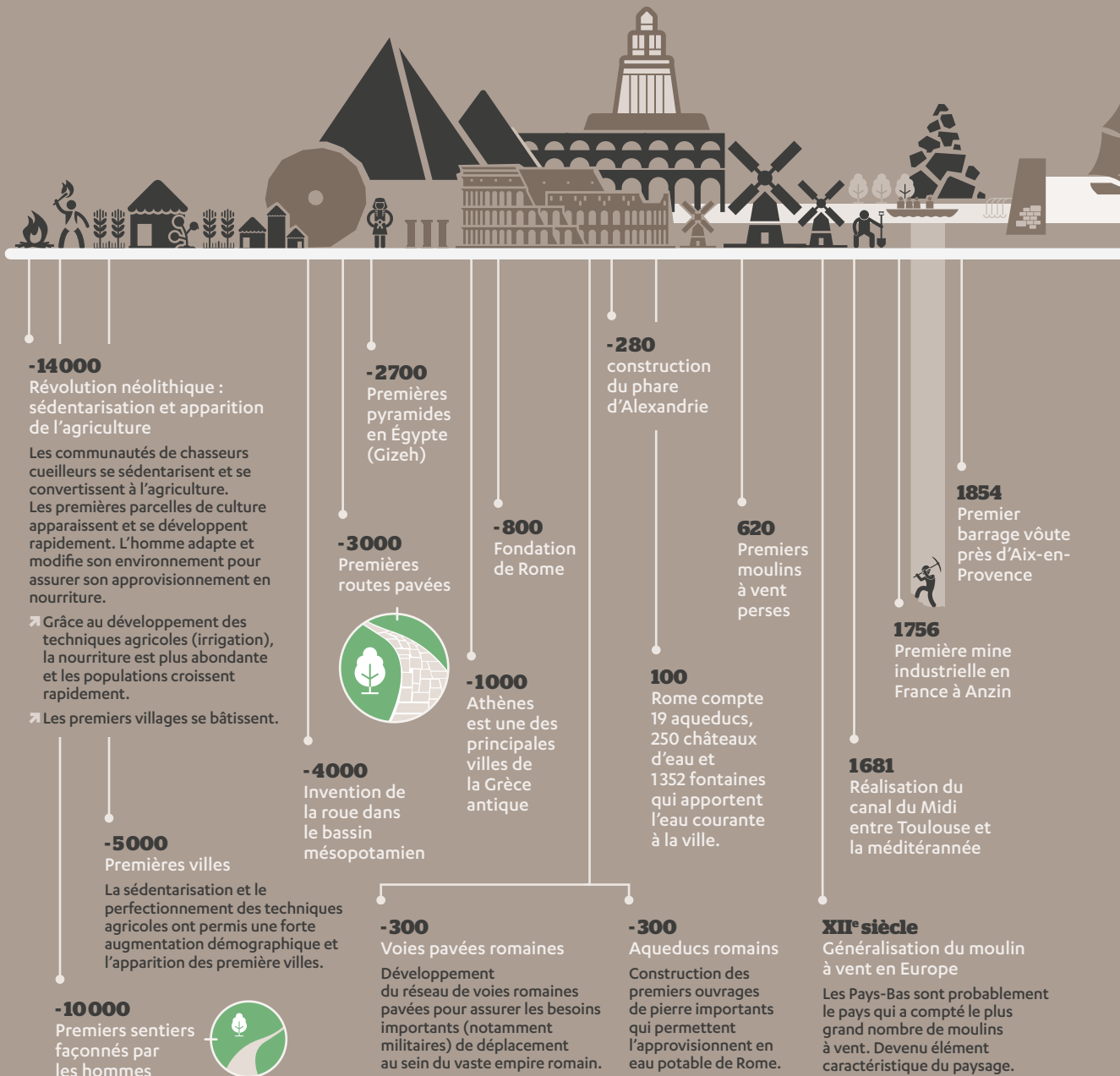
- 1** Les professionnels de l'éolien ont à cœur les problématiques de biodiversité. On ne travaille pas chaque jour à la transition énergétique sans une forte conscience des enjeux écologiques.
- 2** La loi encadre cette volonté par une haute exigence et des obligations d'études avancées pour éviter, réduire ou compenser tout éventuel impact.
- 3** Les études montrent que la production d'électricité éolienne en France ne met pas en péril la survie d'espèces protégées ou même abondantes.



# Eolienne et paysages

## De tous temps les hommes...

Depuis sa sédentarisation et l'aube de l'agriculture, l'homme a toujours adapté son environnement à ses besoins : nourriture, habitat, irrigation, déplacement, confort, énergie, électrification, innovations technologiques. C'est un des traits intrinsèques de notre humanité, nous nous adaptons et adaptons notre environnement. Aujourd'hui, il est temps de nous adapter au défi de notre siècle, notamment en produisant une énergie propre et renouvelable pour lutter contre le réchauffement climatique. C'est une question d'intérêt général. Il en va de la survie de nos modes de vie, et à plus long terme de la protection des générations futures.



# Désintox

“Oui mais une éolienne c'est moche dans le paysage.”

## Un peu court

La beauté ou la laideur sont des éléments d'appréciation subjectifs.

Le Larrousse définit le caractère subjectif comme suit :

➤ *Se dit de ce qui est individuel et susceptible de varier en fonction de la personnalité de chacun.*

➤ *Qui fait une part exagérée aux opinions personnelles ; partial : Une critique subjective.*

Néanmoins certains peuvent trouver les éoliennes inesthétiques.

Pourtant, certains enjeux supérieurs doivent nous rassembler au-delà des considérations personnelles ; lutter contre le réchauffement climatique nous engage tous, c'est la responsabilité collective de notre époque.



**1869**  
Ouverture du canal de Suez

**1880**  
Début de l'électrification de la France  
Apparition dans le paysage des poteaux et pylônes électriques qui traverseront progressivement tout le paysage français.

**Premier tiers du XX<sup>e</sup> siècle**  
Démocratisation de l'automobile  
Lancement en 1900 de la Ford T. Fort développement du réseau routier.

**1927**  
Premier barrage en béton

**Années 60**

Vaste politique française de création d'autoroutes

Fort développement de la construction de supermarchés

**2014**  
Inauguration du viaduc de Millau

**1860**  
Invention du moteur à explosion



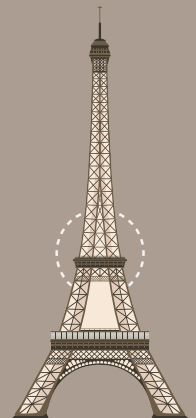
**1870**  
La France compte 15 600 km de voies ferrées

**1889**  
Inauguration de la tour Eiffel

**1923**  
Première autoroute  
33km entre Milan et Gallarate en Italie.

**Entre-deux-guerres en France**  
Goudronnage des routes nationales et départementales

**1955**  
Première éolienne française  
En France à Nogent-le-Roi dans la Beauce, une éolienne expérimentale de 800 kW fonctionne de 1955 à 1963.



## Aujourd'hui en France

≈ 35 000 châteaux d'eau

100 203 km de lignes aériennes à haute tension\*

≈ 12 000 supermarchés et hypermarchés\*\*

950 000 km de réseau routier (hors autoroutes)\*\*\*

≈ 1 500 parcs éoliens

\* Source : RTE.  
\*\* FranceInfo.tv, 2016.  
\*\*\* Source : Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, mars 2006.

### Le saviez-vous ?

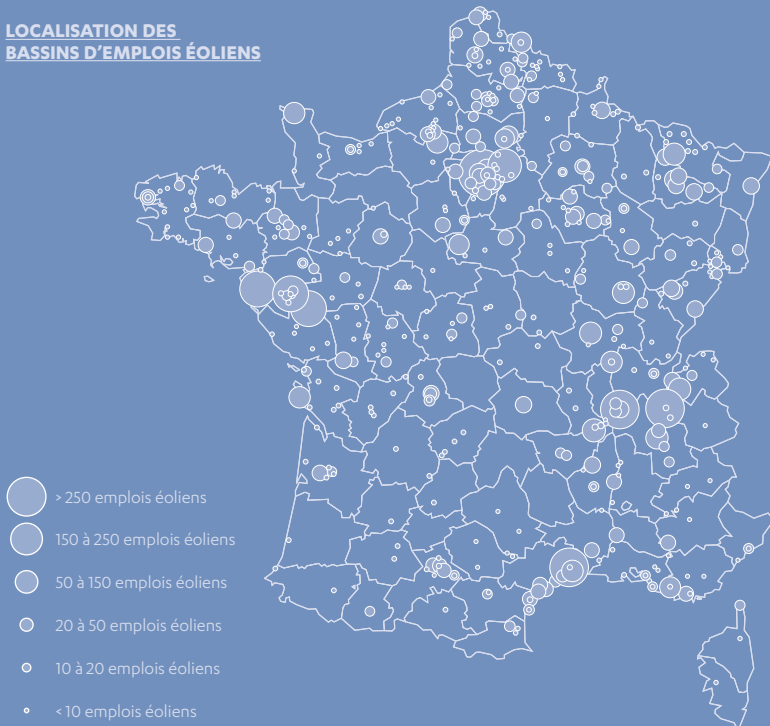
La Tour Eiffel est équipée de deux éoliennes à axe vertical de 7m de haut et 3m d'envergure installées à 127m au-dessus du sol. Elles produisent 10 000 kWh par an.



# Une énergie qui stimule l'économie locale

## Circuit court sans court-circuit

### LOCALISATION DES BASSINS D'EMPLOIS ÉOLIENS



Source : BearingPoint France, 2017.

## 01 L'éolien crée des emplois

Des emplois pérennes et non délocalisables.



**4 emplois / jour**

L'énergie éolienne a créé 4 emplois par jour en France en 2016\*.



**18 000 emplois**

En France, l'énergie éolienne c'est près de 18 000 emplois\*.

\*Source : Filière éolienne française : bilan, prospective et stratégie. Septembre 2017.

## 02 L'éolien crée de l'activité économique locale

### Au cœur des territoires.



800 entreprises réparties sur tout le territoire Français.

Lors du développement et de l'installation d'un parc éolien, ce sont principalement des entreprises locales qui travaillent, notamment dans les phases de voirie ou de construction et par la suite dans les phases d'exploitation et de maintenance.

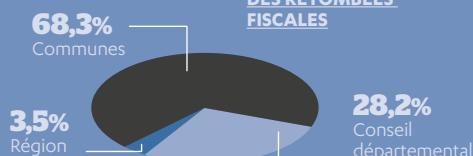
L'installation d'un parc éolien génère des retombées fiscales pour les collectivités territoriales, ce qui permet souvent de maintenir ou de créer des services publics.

**100 000 €/an**

En moyenne, un parc de 5 éoliennes de 2MW chacune génère 100 000 euros de retombées fiscales par an.

Source : Etude Amorce/Cléo 2016.

### RÉPARTITION DES RETOMBÉES FISCALES



Lorsque le parc est développé avec une part de financement participatif, les particuliers ou les collectivités qui ont investi perçoivent chaque année les fruits de leur investissement.

# 03

## Rien de tel qu'un exemple concret

### Le saviez-vous ?

France Energie Eolienne et ses membres travaillent avec les services de l'État pour que les retombées fiscales (notamment l'IFER\*) profitent majoritairement aux communes d'implantation des parcs éoliens, qui s'engagent dans la transition énergétique de notre pays.

\* Imposition forfaitaire pour les entreprises de réseaux.

#### LES PARCS ÉOLIENS DE LA CROIX NOIRE 1&2 ET DU CHAMP DE LA GRAND MÈRE

**3** parcs de **6** éoliennes.



Croix noire 1



Croix noire 2



Champ de la grand mère

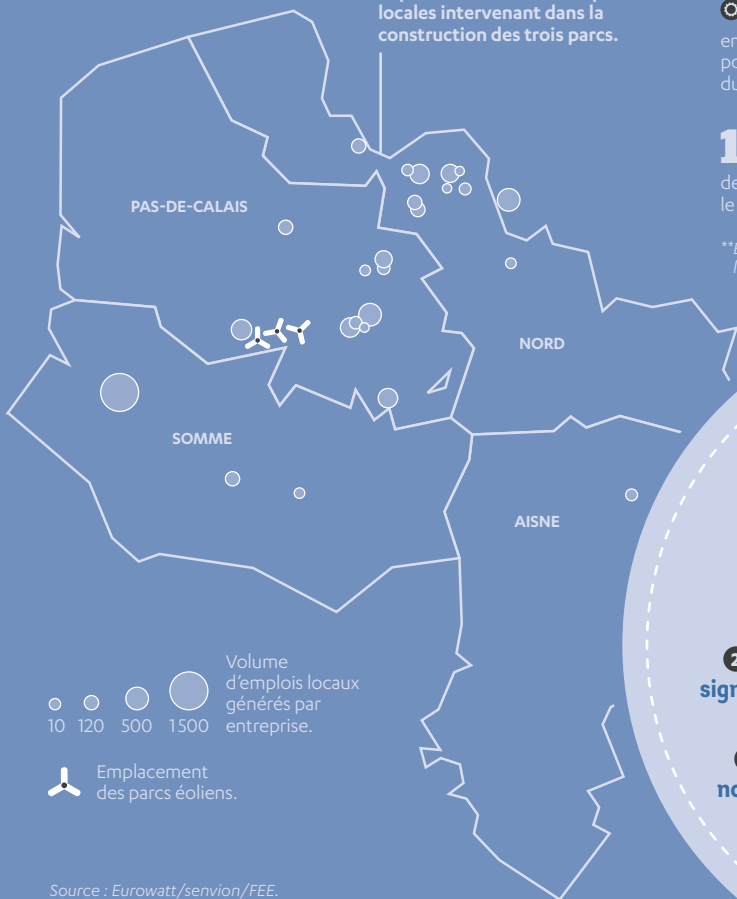


**2 MW**  
par éolienne

**36 MW**

de puissance totale, ce qui permet de couvrir la consommation de **28 000 foyers** (hors chauffage et eau chaude).

Représentation des entreprises locales intervenant dans la construction des trois parcs.



○ 10 ○ 120 ○ 500 ○ 1500  
Volume d'emplois locaux générés par entreprise.

⚡ Emplacement des parcs éoliens.

Source : Eurowatt/senvion/FEE.

#### Construction du parc

**25**  
entreprises locales mobilisées sur ce chantier.

**15 780**  
jours de travail pour une personne.

**49 M€**  
d'investissement.

**1,86 M€**  
de travaux de raccordement.

#### Exploitation et maintenance.

**4**  
emplois locaux à plein temps pour la maintenance, pour une durée de 20 ans minimum.

**1**  
emploi local à plein temps pour l'exploitation, pour une durée de 20 ans minimum.

**125 000 €**  
de recettes fiscales pour le département\*\*.

**297 000 €**  
de recettes fiscales pour l'ensemble du bloc communal (communes et intercommunalité)\*\*.

\*\*Estimations basses sur les chiffres 2016.

### En résumé

- 1** L'énergie éolienne permet la création d'emplois pérennes dans les territoires. C'est une énergie décentralisée dont les emplois sont locaux.
- 2** Le développement de parcs éoliens stimule significativement l'économie locale en privilégiant l'intervention d'entreprises locales.
- 3** L'énergie éolienne permet aux territoires notamment ruraux de retrouver des marges de manœuvre financière et de maintenir ou de créer des services ou installations publiques qui profitent à tous.

# L'énergie éolienne, combien ça coûte ?

## Les bons comptes font les bons amis

### 01 Un coût très faible sur la facture du consommateur



## 1 euro

par mois et par foyer. C'est le coût de l'énergie éolienne pour les français en 2016\*.

## 19%

L'éolien en France représente 19% de la CSPE\*\* en 2017\*\*\*.

\* Coût annuel du soutien à l'énergie éolienne pour un ménage consommant 2,5 MWh par an source CRE.

\*\* Charges de service public de l'énergie.

\*\*\* Source CRE (Commission de Régulation de l'Énergie), 13 juillet 2017.

### Qu'est ce que la Contribution au Service Public de l'Électricité ?

La CSPE permet d'assurer le financement des charges de service public de l'électricité, c'est-à-dire :

- les surcoûts résultant des politiques de soutien à la cogénération et aux énergies renouvelables ;
- les surcoûts de production d'électricité dans les zones non interconnectées (ZNI) au système électrique européen (Corse, départements d'outre-mer, Saint-Pierre-et-Miquelon, Mayotte et trois îles bretonnes : Molène, Ouessant et Sein) ;
- les charges supportées par les fournisseurs, liées à la mise en œuvre du tarif « produit de première nécessité » et du dispositif institué en faveur des personnes en situation de précarité.

Source : Commission de Régulation de l'Énergie.

### 02

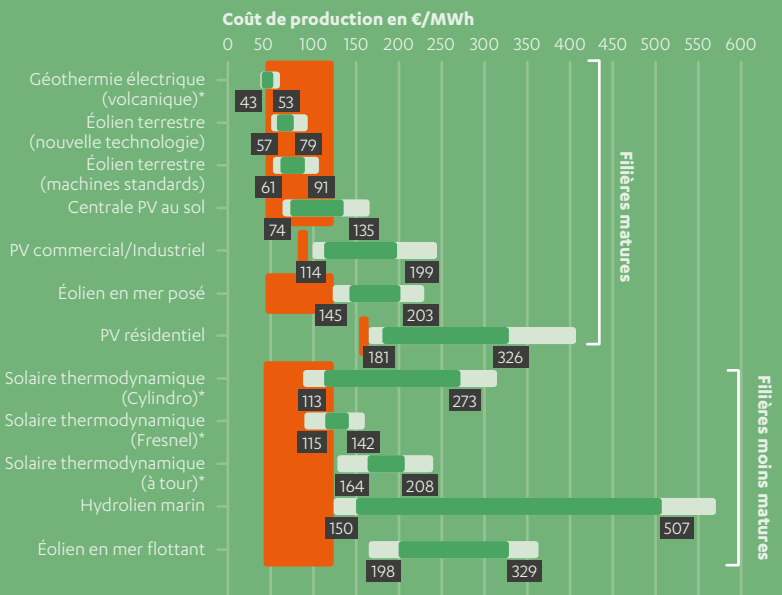
## L'éolien, déjà plus compétitif que les énergies conventionnelles

Bon pour la planète et bon pour le porte-monnaie.

« L'éolien terrestre, avec une fourchette de coûts de production comprise entre 57 et 91 €/MWh, est le moyen de production le plus compétitif avec les moyens conventionnels comme des centrales à Cycle Combiné Gaz (CCG). »

Source : ADEME, le coûts des énergies renouvelables 2016.

### COÛTS COMPLETS DE PRODUCTION EN FRANCE POUR LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



La partie plus foncée des plages de variation présente les coûts de production pour les taux d'actualisation les plus probables. Les parties plus claires présentent les coûts pour lesquels les conditions de financement sont les plus et les moins favorables.

Sur ce graphique est également présentée (bandeaux orange), à titre d'illustration, la fourchette de coût de production d'une énergie conventionnelle.

Source : ADEME, le coûts des énergies renouvelables 2016.

# 03

## Une énergie dont les coûts sont connus, prévus et maîtrisés

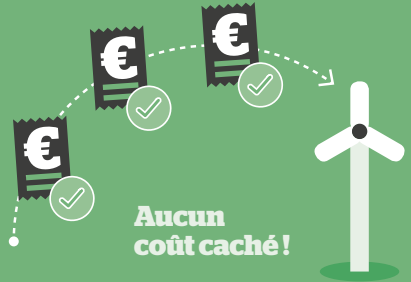
### Des coûts connus.

Le développement de parc éolien étant très encadré et nécessitant d'importants investissements, l'ensemble des coûts de production par parc est connu très tôt dans le processus de développement.



### Des coûts prévus.

Conformément à la loi, les coûts de démontage, recyclage et de remise en état des site sont prévus et provisionnés dès le début du projet de parc éolien.



**Aucun coût caché !**

### Des coûts maîtrisés.



L'énergie éolienne est transparente au niveau de ses coûts. Ils sont connus sur l'ensemble de son cycle de vie. Il n'y a aucun coût caché.

## En résumé

- 1 L'énergie éolienne est parfaitement compétitive par rapport aux énergies conventionnelles, elle est la plus compétitive des énergies renouvelables.
- 2 Aucune mauvaise surprise avec l'énergie éolienne car ses coûts sont connus sur l'ensemble de son cycle de vie.
- 3 L'innovation est dans l'ADN de l'éolien, ce qui contribuera à faire baisser encore davantage son coût dans le futur.

Au maximum

**72€/MWh\***



**VS**



**110€/MWh**

\* Début 2018, les résultats du premier appel d'offre éolien terrestre établissent en moyenne le coût de l'énergie éolienne à **64€/MWh** (Coût du MWh éolien sous le régime du complément de rémunération). En comparaison le dernier prix connu de l'énergie nucléaire est de 110€/MWh.

Source : EPR (European Pressurized Reactor) britannique de Hinkley Point.

« Avec le développement de la filière, l'optimisation logistique et la mise en œuvre des innovations, les coûts de production électrique des machines standards devraient baisser d'environ 10 à 15% à l'horizon 2025\* »

\*Source : ADEME étude BIPS 2017.

## Désintox

« Il paraît que l'énergie éolienne coûte beaucoup trop cher en particulier l'éolien en mer. »

**FAUX**



Au Danemark le parc de Kriegers Flak, dont l'appel d'offre a été attribué en novembre 2016 va produire de l'électricité renouvelable à un prix fixé à 49,90€/MWh sur environ 11 ans, c'est le record de prix à ce jour, ce sera également le plus grand parc éolien offshore du pays\*.

\* sources : <http://denmark.dk>, wikipedia, windeurope.

# Vers une société renouvelable Demain... c'est l'éolien!

Les spécialistes  
sont unanimes



# 01

En France 3 scénarios font référence en matière  
d'évolution et de diversification du mix énergétique.



Le réseau  
de transport  
d'électricité

## Les scénarios RTE

(Réseau de transport d'électricité).

Dans son bilan prévisionnel 2017, RTE, qui a en charge l'équilibre du réseau électrique français, a produit cinq scénarios contrastés dans leurs solutions et préconisations. Leurs conclusions s'accordent toutes sur un point : une très forte progression des énergies renouvelables (entre 50 % et 71 % du mix électrique) dont l'éolien est systématiquement la pierre angulaire.



Dans les cinq scénarios RTE, l'éolien est toujours numéro 1 des énergies renouvelables.



## Le scénario négaWatt.

Dans son étude, l'association négaWatt place également l'éolien en première source de production électrique en 2050.



## Le scénario de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie).

L'étude *Un mix électrique 100 % renouvelable ?* décortique comment le mix électrique français peut être constitué de 100 % d'énergie renouvelable à horizon 2050.



53%

Dans le scénario central de l'étude de l'ADEME, l'éolien terrestre français représente 53 % de la production d'électricité. L'éolien est donc de fait le pilier central du mix électrique Français en 2050.

## En résumé

- 1 Tous les scénarios prospectifs placent l'énergie éolienne au centre de la transition énergétique car c'est une énergie fiable et pertinente pour le territoire français. C'est une énergie prévisible et très compétitive.
- 2 Le développement des technologies de stockage apportera souplesse et pilotage aux énergies renouvelables.
- 3 Les énergies renouvelables et en particulier l'éolien sont au cœur de la prochaine révolution technologique, celle des énergies propres et de la mobilité électrique.

## Le saviez-vous ?

Les scénarios sont des études prospectives particulièrement poussées qui permettent de modéliser (entre autres) l'évolution des modes et des moyens de production d'électricité à moyen terme (2030/2050).

Ces études permettent de déterminer les grandes orientations pour le développement et la diversification du mix électrique français.

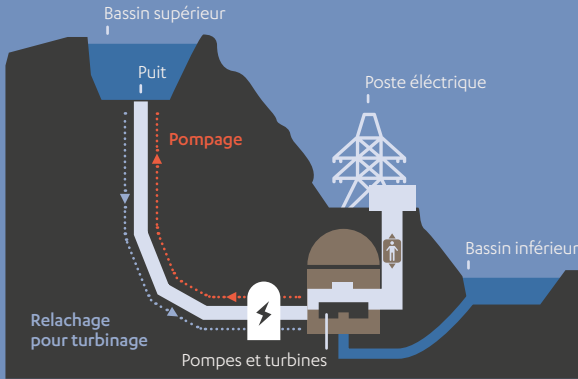


# 02

## Le futur, c'est demain

Le stockage d'électricité permet des transferts d'énergie dans le temps et apporte flexibilité et sécurité à l'approvisionnement en électricité.

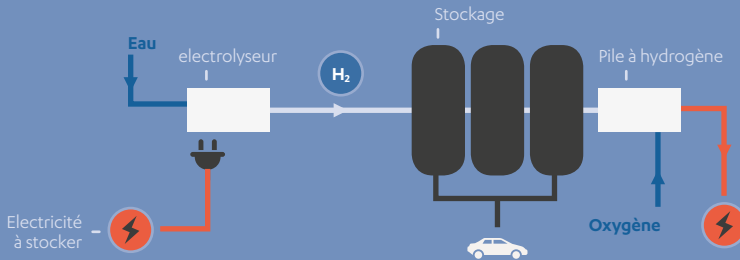
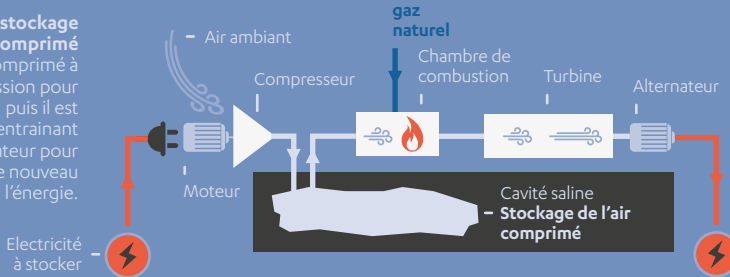
Demain, le stockage.



**Stockage par moyen hydraulique**  
L'électricité excédentaire produite permet de pomper de l'eau vers une retenue en hauteur. Puis, par gravité, l'eau est relâchée vers un bassin plus bas et entraîne une turbine qui produit à nouveau de l'électricité au moment voulu.

Source : EnerGeek, 2011.

**Batterie de stockage à air comprimé**  
L'air est comprimé à haute pression pour être stocké, puis il est détendu en entraînant un alternateur pour produire de nouveau de l'énergie.



## Désintox

« Il paraît que dans le futur, il y aura des éoliennes partout. »

**FAUX**



Aux vues des différents scénarios et en tenant compte de l'évolution technologique, dans le cadre d'un mix électrique avec 100% d'énergie renouvelable et avec une part majoritaire d'énergie éolienne, on estime entre 16 000 et 18 000 le nombre d'éoliennes à horizon 2050.

À titre de comparaison, aujourd'hui, et sur un territoire plus petit, l'Allemagne compte environ 24 000 éoliennes... Et tout se passe pour le mieux.

### Power to gas to power

L'électricité produite est, par électrolyse de l'eau, convertie en hydrogène et stockée sous cette forme. Par la suite l'hydrogène et l'oxygène sont reconvertis en électricité et réinjectés.

## Demain, la mobilité électrique



RTE estime qu'en 2035, le parc automobile électrique sera de 15,6 millions de véhicules. Les parcs éoliens permettront comme certaines expérimentations le démontrent déjà aujourd'hui, de recharger ces véhicules grâce à des sources de production d'électricité décentralisées dans les territoires.

Source : RTE, Bilan prévisionnel 2017.





## **France Energie Eolienne**

5, avenue de la République, 75011 Paris

Tél. : 01 42 60 07 41 - Fax : 09 70 32 56 90

[fee.asso.fr](http://fee.asso.fr)

[contact@fee.asso.fr](mailto:contact@fee.asso.fr)

 [feeasso](https://twitter.com/feeasso)

 [France.energie.eolienne](https://www.facebook.com/France.energie.eolienne)



# **ANNEXE 5**





# L'ÉOLIEN EN NOUVELLE-AQUITAINE: UN ATOUT POUR UNE RÉGION RESPONSABLE

Une énergie locale, propre, sûre,  
compétitive et créatrice d'emplois.



Créée en 1996,  
l'association France  
Energie Eolienne (FEE)  
représente, promeut et  
défend l'énergie éolienne  
en France.



France Energie Eolienne  
rassemble plus de  
300 membres, professionnels  
de la filière éolienne en  
France, qui ont construit plus  
de 90 % des turbines installées  
sur le territoire français et en  
exploitent plus de 85 %.



France Energie Eolienne est  
implantée partout en France.  
Elle regroupe tous les acteurs  
du secteur : développeurs,  
exploitants, industriels,  
équipementiers, bureaux  
d'études, etc.

France Energie Eolienne - Mct 2018 - Conception : R2J2/VALOREM  
Photos : Couverture - © RP Global / p.2 - © Enercon

## Les entreprises de FEE présentes en Nouvelle-Aquitaine :

3D ENERGIES - AALTO POWER - ABO WIND - ALLIANCE DES VENTS - ATALANTE ENERGIES - BAYWA R E - BORALEX - CERIB - EDPR -  
EIFAGE - ELEMENTS - ENERCON - ENERCOOP - ENERGIE TEAM - ENERTRAG - ENGIE GREEN - EOLFI - EOLISE - EPIRON - ESCOFI -  
EUROCAPE NEW ENERGY - EUROVIA - GLOBAL WIND POWER - GROUPE ETC HART - IEL DEVELOPPEMENT - INNERGEX - JIGRID - JOHN  
LAING JPEE - NCA ENVIRONNEMENT - NEOEN - NETWIND - NORDEX - OSTWIND - PARKWIND - POMA LEITWIND - QUADRAN GROUPE  
DIRECT ENERGIE - RES - RP GLOBAL - SAMEOLE - SENWION - SERGIES - SIEMENS GAMESA - SOLEIL DU MIDI - SOLVEO ENERGIE - TERRE  
ET LAC CONSEIL - VALECO - VALOREM - VERDI INGENIERIE - VENATHEC - VENTELYS - VENTS D'OC ENERGIES RENOUVELABLES - VENTS  
DU NORD - VESTAS - VOLKSWIND - VOLTALIA - VOL-V - VSB ENERGIES NOUVELLES - WINDVISION - WKN France - WPD





## L'ÉOLIEN,

### AU CŒUR DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Sans danger pour les citoyens, l'énergie éolienne est une énergie propre et sûre, ne générant ni gaz à effet de serre ni déchets dangereux. Cette **énergie renouvelable** contribue fortement à la lutte contre les dérèglements climatiques et à l'indépendance énergétique de la France. L'ADEME\* indique que l'éolien terrestre constitue le moyen de production électrique le plus compétitif, en comparaison aux énergies fossiles, non renouvelables.

Si les coûts de production oscillent déjà entre 57 et 91€/MWh, ceux-ci continuent à baisser, au bénéfice des consommateurs.

\*ADEME, le coût des énergies renouvelables, 2016



## L'ÉOLIEN REVITALISE LES TERRITOIRES

En 2017, l'éolien a généré **8 millions d'euros de retombées fiscales** dans la région Nouvelle-Aquitaine, réparties entre :

#### Communes & intercommunalités :

5 millions d'euros

**Départements :**  
2 millions d'euros

**Région :**  
1 million d'euros

Les retombées fiscales régulières générées par les installations éoliennes permettent aux territoires de maintenir des services publics et d'investir (crèches, maisons de santé, maisons de retraite...). Compensant en partie la baisse des dotations de l'Etat, ces ressources contribuent au développement d'**infrastructures d'intérêt général** qui renforcent l'attractivité des territoires.

Les parcs éoliens offrent des revenus complémentaires aux propriétaires et exploitants agricoles. Le développement du **financement participatif** offre la possibilité aux riverains et aux collectivités locales d'investir dans une épargne verte, tout en participant à la transition énergétique du territoire.



## L'ÉOLIEN EN FRANCE

Approvisionnement en électricité 10 millions de foyers, l'éolien a produit 13 760 MW\* en 2017, soit une augmentation de 14% par rapport à 2016.

Les objectifs pour la filière sont de 26 000 MW en 2023. D'ici 2030, l'éolien terrestre et offshore devrait produire entre 20 et 25% de l'électricité en France et des dizaines de milliers de créations d'emplois.

\*Sources : FEE, 2017

## 6<sup>ème</sup> région LA NOUVELLE-AQUITAINE, SIXIÈME RÉGION ÉOLIENNE DE FRANCE

Avec 940 MW installés au 30 juin 2018\*, l'éolien en Nouvelle-Aquitaine a couvert 3,3% de la consommation régionale\*\* et représente la consommation d'une collectivité de 700 000 foyers\*\*\*.



\*Sources : Chiffres FEE - Tableau de bord éolien juin 2018  
\*\*Sources : RTE - Panorama de l'électricité renouvelable au 31 mars 2018

\*\*\* Sources : Ministère de la transition écologique et solidaire - Hors chauffage et eau chaude / 2,3 personnes par foyer

## L'ÉOLIEN, UN PROJET DE TERRITOIRE

En amont de l'enquête publique, chaque projet éolien fait l'objet d'une **concertation** avec les riverains. Les collectivités locales, au premier rang desquelles se trouvent les communes, sont impliquées dans le projet. La consultation préalable du conseil municipal est dorénavant systématique. Les communes situées dans les 6 Km autour du projet sont consultées avant la décision, tandis que les services de l'Etat étudient les impacts du projet (implantations, paysages, biodiversité, acoustique...).

**Garant de l'impartialité**, le préfet accorde ou non l'autorisation environnementale requise.

## DES EMPLOIS DURABLES POUR LA RÉGION

En 2016, la Nouvelle-Aquitaine comptait près de **1 000 emplois\*** liés à l'énergie éolienne. Confiés à des **entreprises de la région** (travaux publics, génie électrique...), les travaux d'infrastructures et de raccordement représentent 20% du coût total d'investissement des parcs\*\*.

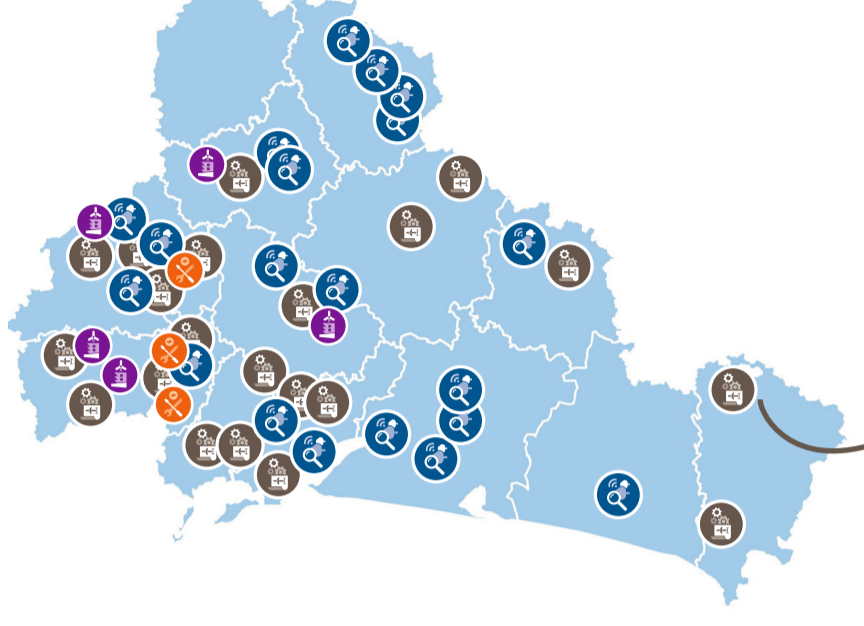
Les métiers du développement et de l'exploitation attirent des nouveaux arrivants sur le territoire et des salariés en reconversion professionnelle, qui souhaitent rejoindre une filière d'avenir dynamique.

\*Sources : Bearing Point pour FEE, Observatoire de l'éolien 2017

\*\*Sources : Pöyry pour FEE, Observatoire des coûts de l'éolien terrestre, 2016

## L'EMPLOI ÉOLIEN EN NOUVELLE-AQUITAINE

+de **900 emplois éoliens**



## LE REPOWERING, UN DÉFI À RELEVÉR

Les premiers parcs installés dans la région devront faire prochainement l'objet d'un **remplacement d'éoliennes**. S'appuyant sur les dernières évolutions technologiques, le repowering permettra d'**optimiser la performance** du parc, tant d'un point de vue de la production électrique, que d'un moindre impact sur la biodiversité et l'acoustique. Le démontage, le recyclage et la valorisation des matériaux généreront de nombreux emplois locaux, non délocalisables.