



BIODIVERSITÉ ET ÉOLIEN *ONSHORE*

Impacts des installations éoliennes terrestres sur la biodiversité
et recommandations pour l'évaluation des risques

L'Agence internationale des énergies renouvelables a établi un plan optimiste selon lequel la production d'électricité décarbonée à partir d'énergies renouvelables devrait passer de 25 % en 2017 à 85 % en 2050. Motivés par les progrès technologiques, les économies d'échelle, les chaînes d'approvisionnement compétitives et l'expertise des développeurs, les coûts de l'électricité renouvelable ont nettement baissé au cours de la dernière décennie favorisant le développement socio-économique et humain. Bien que l'augmentation de la capacité éolienne soit cruciale pour atténuer le changement climatique, ses effets potentiels sur la biodiversité nécessitent des ajustements pour que la perte de biodiversité n'aggrave pas le changement climatique ou ne dégrade pas sur la production alimentaire ou la santé humaine. Il a en effet été estimé que plus de 11 millions d'hectares de terres naturelles sur la planète pourraient être perdus à cause des énergies éolienne et solaire, ce qui aurait un impact sur plus de 3,1 millions d'hectares de zones clés pour la biodiversité et sur plus de 1500 espèces d'animaux vertébrés menacées, en particulier dans les zones tropicales.





Impacts de l'éolien *onshore* : de quoi parle-t-on ?

Les principaux impacts des énergies éoliennes ont lieu pendant les phases de construction et d'exploitation.

La **perte d'habitats** causée par le défrichement d'espaces boisés lors de la phase de construction a des effets négatifs sur les espèces animales forestières.

Au cours de la phase d'exploitation, les principales perturbations des éoliennes sont dues au **mouvement du rotor**, au **bruit**, aux **vibrations**, aux **lumières vacillantes** et à une **présence humaine accrue**.

Ces perturbations entraînent, chez de nombreuses espèces animales, **décès** ou **changements de comportement** tels que **l'évitement** et la **modification des trajectoires de vol**, en particulier chez les espèces migratrices.

Quelles conséquences liées au changement d'usages des terres ?

À quantité d'énergie équivalente, les énergies renouvelables nécessitent beaucoup plus de terres/surfaces que les combustibles fossiles ou l'énergie nucléaire. Par conséquent, la transition énergétique se heurte aux nécessaires arbitrages sur l'usage des espaces naturels, agricoles, urbains ou énergétiques.

La production d'électricité à partir de ressources renouvelables implique également

Ces actions d'évitement peuvent se produire à différentes échelles, au niveau de l'ensemble du parc éolien, en son sein ou à proximité immédiate des éoliennes.

→ TYPES D'IMPACTS SUR LA BIODIVERSITÉ :

- Mortalité directe par collision,
- Mortalité indirecte par la diminution de la qualité de l'habitat et la disponibilité des ressources à proximité des éoliennes,
- Comportements d'évitements ou de déplacements en raison de perte de perchoirs, perte de nourriture, perte d'habitat, barrière écologique.

la construction de couloirs de lignes électriques, de routes, de bâtiments de service et d'autres infrastructures d'extraction ou de transport d'énergie. Si les couloirs de lignes électriques et les routes n'occupent qu'une superficie relativement faible, elles provoquent une fragmentation des écosystèmes qui ont des effets cumulatifs importants sur la biodiversité, l'utilisation des terres et les droits fonciers.

Dans les pays du Sud en particulier, des incitations et perceptions positives de l'éolien terrestre ont été à l'origine d'une acquisition de terres à grande échelle et à long terme par des administrations gouvernementales ou des investisseurs privés, entraînant des changements majeurs dans les modèles d'utilisation des terres et les droits fonciers. Ces acquisitions entraînent des pertes des droits d'accès aux pâturages et aux points d'eau pour les principaux utilisateurs de ces terres, tels que les agriculteurs de subsistance, les éleveurs ou les populations autochtones, leur refusant ainsi l'accès aux ressources qui soutiennent leurs moyens de subsistance et favorisent leur identité culturelle. Ce phénomène s'accompagne aussi d'une perte de biodiversité et des services écosystémiques associés, du fait de l'homogénéisation des paysages induite par la mise en place de grande fermes éoliennes par exemple.

QUE DIT LA SCIENCE ?

Impacts de l'énergie éolienne terrestre sur le déplacement de la faune : Décryptage de la synthèse de connaissance de Tolvanen *et al.* (2023)

Les auteurs ont conduit une revue systématique sur l'impact des éoliennes sur les oiseaux, les chauves-souris et les mammifères terrestres leur permettant d'identifier et d'étudier 84 études, publiées entre 1993 et 2023, représentant 160 distances de déplacement distinctes.

Les résultats montrent que :

- 63 % des oiseaux, 72 % des chauves-souris et 67 % des mammifères se sont déplacés pour éviter les éoliennes.
- dans 100 % des cas, les grues, les hiboux et les rennes semi-domestiques se sont déplacés.
- en moyenne, les oiseaux se sont déplacés de 5 km.
- dans la plupart des cas étudiés, les chauves-souris se sont déplacées d'1 km.
- en moyenne, les oiseaux aquatiques, les rapaces, les passereaux et les échassiers se sont déplacés de 500 m.

Ces résultats suggèrent :

- une perte importante d'habitat fonctionnel pour cette faune.
- des déclinés de populations dus aux déplacements et collisions pour les espèces volantes telles que les rapaces et les chauves-souris.
- qu'il existe encore relativement peu d'études sur les distances de déplacements des mammifères terrestres.

Les informations sur les distances de déplacement peuvent être utilisées pour atténuer les effets négatifs de l'énergie éolienne terrestre :

- **En évitant les zones de grande importance** pour les espèces menacées,
- **En minimisant la perte d'habitat et les collisions à petite échelle,**
- **En restaurant ou en créant des habitats** de haute qualité pour compenser la perte d'habitat fonctionnel.

Accroître les connaissances sur les déplacements de la faune reste essentiel pour mettre en évidence des distances seuils au-delà desquelles un parc éolien aurait un impact limité sur la biodiversité et permettre de réduire ses effets négatifs sur ces espèces.

LES IMPACTS SUR LA BIODIVERSITÉ À LA LOUPE

OISEAUX

Les oiseaux sont impactés par des **collisions directes**, la **modification de leur habitat**, le **bruit** et la **lumière des éoliennes**. Les espèces subissant la plus grande mortalité sont celles dont **l'espace de vol correspond à l'aire d'action des turbines**. C'est le cas de certaines espèces à fortes populations, comme les alouettes (*Eremophila alpestris*, *Alauda arvensis*, *Chersophilus duponti*), mais également d'espèces protégées, en particulier chez les migrateurs et les rapaces. La gêne occasionnée par ces installations entraîne également des **comportements d'évitement** plus ou moins prononcé en fonction des espèces.



CHAUVES-SOURIS

Les chauves-souris sont particulièrement concernées par les **risques de collisions mortelles**. Elles semblent ne pas détecter les pales dont la vitesse à leur extrémité peut atteindre les 300 km/h. De plus, lors de leur migration ou pendant la chasse, les chauves-souris volant dans l'aire d'action du rotor peuvent être attirées vers les turbines. Cette attraction fluctue selon l'espèce considérée, le sexe et l'âge des individus, également en fonction de la période de l'année

→ FOCUS SUR... LES RAPACES

Les populations d'oiseaux sont particulièrement vulnérables face au développement de l'énergie éolienne terrestre. En particulier pour les rapaces ayant une longue durée de vie et à faible taux de reproduction comme le Faucon crécerellette (*Falco naumanni*) ou le Milan royal (*Milvus milvus*). **Les changements de déplacements de ces espèces influencent leur abondance pendant la saison de reproduction, augmentent l'abandon des nids ou diminuent le succès de reproduction.** Combinés avec les effets des collisions, ils peuvent entraîner des spirales d'extinction des populations locales.

CHIFFRES CLÉS

En 2018, des études aux États-Unis estimaient à **573 000 le nombre de décès annuels d'oiseaux** dus aux éoliennes dont **83 000 étaient des rapaces**.

ou de l'emplacement des éoliennes. Cet effet attractif des éoliennes peut être dû à la présence d'un grand nombre d'insectes-proies à proximité des turbines attirés par leur couleur et leur émission de chaleur. La majorité des cadavres de chauves-souris rousses (*Lasiurus borealis*) et de chauves-souris cendrées (*Lasiurus cinereus*) retrouvées à proximité des parcs éoliens ont l'estomac plein.

Ces observations semblent indiquer que les individus ont été tués alors qu'ils cherchaient de la nourriture.

L'attraction des turbines peut aussi être due à la présence de partenaire d'accouplement ou de perchoirs, en particulier pour les chauves-souris arboricoles qui perçoivent les éoliennes comme des arbres.

Les chauves-souris peuvent également être tuées par **barotraumatisme**, c'est-à-dire une **réduction soudaine de pression de l'air à proximité des pales en mouvement**.

CHIFFRES CLÉS

En 2013, une étude américaine estimait à **888 000 le nombre de décès annuels** de chauves-souris dus aux éoliennes aux États-Unis.



QUE DIT LA SCIENCE ?

→ En France, une étude de 2017 de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) a montré que le bruit émis par **les activités de construction pouvait endommager les capacités auditives de certaines espèces qui chassent régulièrement en écoute passive**, comme le grand murin (*Myotis myotis*) ou les oreillards (*Plecotus*), affectant ainsi la recherche de nourriture.

→ Les chauves-souris sont également impactées par **la perte et la dégradation de leurs habitats**.

→ Un grand nombre d'études montrent que **la seule mortalité par collision pourrait menacer la viabilité des populations et entraîner un risque accru d'extinction**.

Les informations sur les impacts peuvent être utilisées pour les éviter ou les réduire :

- De nombreux travaux sur l'incidence de la taille des éoliennes, de leur densité et de leur vitesse de rotation moyenne sur les chauves-souris européennes suggèrent qu'il **est nécessaire d'éviter une forte densité de turbines et des rotors de grande taille**.
- Des études mettent en évidence l'importance d'**installer les éoliennes le plus loin possible des habitats favorables comme les lisières forestières en veillant à ne pas installer ces dernières entre ces habitats et la source des vents dominants**.

AUTRES MAMMIFÈRES

En raison de la **fragmentation des milieux**, de la **modification de la qualité de l'habitat** et des autres perturbations causées par le développement de l'énergie éolienne, les grands mammifères modifient leur **utilisation des espaces et leurs schémas de migration**.

Concernant les petits mammifères, leur capacité à se déplacer étant limitée, ces derniers sont davantage sensibles à la perte et à la fragmentation de leur habitat.



INSECTES

De nombreuses espèces d'insectes volent entre 0 et 30 m pour leurs déplacements quotidiens, en-dessous de l'aire d'impacts des pales des éoliennes. Les perturbations sont alors faibles. Les conséquences sont bien différentes lors des déplacements migratoires où les insectes volent à plus haute altitude, entre 40 et 100 m, pour utiliser les vents directionnels, forts et non turbulents, diminuer leurs dépenses d'énergie et optimiser leur déplacement. C'est d'ailleurs pour ces mêmes raisons d'optimisation et de conditions venteuses favorables, que les **implantations des parcs éoliens croisent quasi systématiquement les routes de migration des oiseaux ou des insectes**.



FOCUS SUR...

LES RENNES SEMI-DOMESTIQUES

De nombreuses études portent sur les rennes semi-domestiques dans les zones montagneuses du nord de la Scandinavie, une région à fort potentiel pour de futur développement de parcs éoliens.

Les zones potentielles de pâturage pour ces animaux, connus pour réaliser de longues distances de déplacement, diminuent et sont déjà dégradées en raison de la foresterie, de l'exploitation minière, du pâturage et du changement climatique. De plus en plus, les rennes semi-domestiques sont ainsi gardés dans des enclos et nourris pendant l'hiver. Il est probable que ce changement de mode de gestion permette aux rennes de s'habituer davantage au développement de l'énergie éolienne que les animaux sauvages.

A contrario, l'abondance des grands mammifères prédateurs peut augmenter dans les zones de développement de l'énergie éolienne, car ces derniers utilisent les routes pour se déplacer.



FOCUS SUR...

UNE SOLUTION POUR LIMITER LES IMPACTS SUR LES INSECTES VOLANTS

Le Lidar est une technologie capable de repérer les particules dans l'air à l'approche d'un parc éolien, prédire la vitesse du vent, suivre les essaims d'insectes à la hauteur du rotor. Elle pourrait commander l'arrêt des pales si les densités d'insectes à la hauteur du rotor deviennent critiques, réduisant ainsi les dommages causés aux insectes. Plusieurs études montrent que ces mesures d'arrêts n'auraient qu'un impact négligeable sur le rendement énergétique.

Ces impacts ont lieu pendant la migration, peu avant le processus de reproduction annuel. Ils ont donc probablement des effets rebond sur les générations suivantes et la survie des espèces concernées. Malgré ces preuves et bien qu'un déclin mondial de la biomasse des insectes ait été rapporté dans de nombreuses analyses, il y a encore peu de prise en compte de l'énergie éolienne comme facteur de déclin des insectes.

RECOMMANDATIONS

EN PHASE PROJET

- Intensifier les observations et travaux de recherche avant la construction d'un parc, ou d'un ensemble de parcs éolien, sur un territoire particulier afin de définir avec précision les zones où les éoliennes ne doivent pas être implantées afin de réduire les impacts sur les espèces migratrices soit au cours de leur phase de vol soit lors des périodes de repos nocturnes.
- Élaborer des cartes de risques pour différentes espèces sensibles pour permettre de développer une planification spatiale raisonnée du développement de l'éolien et de définir des zones d'exclusion.
- Quantifier la perte d'utilisation des habitats par l'installation d'éoliennes individuelles ou de parcs éoliens et en estimer les conséquences écologiques.
- Prendre en compte les effets cumulatifs sur les espèces et sur les chaînes trophiques de la multiplication du nombre de parcs éoliens dans un territoire donné.

EN PHASE DE CONSTRUCTION

- Localiser les infrastructures éoliennes dans des habitats de mauvaise qualité écologique, en minimisant la perte d'habitat et les collisions à petite

CHIFFRES CLÉS

À l'échelle mondiale, l'énergie éolienne induirait une perte potentielle de **120 000 tonnes** de biomasse d'insectes soit **120 000 milliards** d'individus par an.

échelle et en créant des habitats de haute qualité pour compenser la perte d'habitat.

- Encourager les études « avant-après-contrôle-impact » obligatoires pour l'approbation et les décisions liées au développement de l'énergie éolienne.

EN PHASE D'EXPLOITATION

- Documenter les conséquences liées aux comportements d'évitement, plus difficiles à mettre en évidence que la mortalité directe par collision, en particulier pour les reptiles, amphibiens, et invertébrés.
- Évaluer l'importance quantitative et les conséquences sur les dynamiques de populations des mortalités par collision espèce par espèce et par période ou conditions éco physiologiques.
- Caractériser l'impact sur les individus et les populations de la perte des zones de chasse, d'habitat de nourrissage induite par la présence des installations éoliennes.
- Documenter les effets comportementaux du bruit et des champs électromagnétiques.
- Évaluer des innovations technologiques ou les changements opérationnels pour éviter les collisions.



De l'atténuation du changement climatique à la perte de biodiversité : attention au transfert d'impacts

Il est important d'analyser comment les mesures prises pour atténuer le changement climatique impactent les autres enjeux humains. Le déploiement de l'éolien terrestre permet d'atténuer le changement climatique. Il y a donc un gain certain sur ce plan par rapport à l'usage de ressources fossiles. Mais leur impact sur la biodiversité pourrait être plus important que leur alternatives fossiles entraînant des impacts en cascades dus à la perturbation locales des écosystèmes ou des niveaux trophiques. Ces nouveaux impacts peuvent en effet induire une moindre régulation de la qualité de l'air et de l'eau, une moindre régulation des ravageurs et une moins bonne pollinisation des cultures alimentaires ou encore des émergences épidémiques. Ces changements d'impacts varient en fonction du contexte géographique par exemple avec l'utilisation antérieure des terres, des techniques utilisées, telles que la tailles des éoliennes et, de la source d'énergie en amont. Le rapport Nexus de l'Ipbes examine en détails ces liens entre le changement climatique et l'érosion de la biodiversité et fournit des leviers complémentaires pour minimiser les changements d'impacts. Des politiques complémentaires, par exemple financières incitatives ou réglementaires peuvent également minimiser le transfert d'impacts.

Cette publication a été réalisée dans le cadre du programme « **Impact des énergies renouvelables sur la biodiversité** ». Ce programme de financement de projets de recherche porté par la **Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB)** et le **Mirova Research Center** vise à mieux évaluer l'impact des énergies renouvelables sur la biodiversité et à produire des recommandations opérationnelles sur de meilleures pratiques à destination des acteurs de la filière.



**Consulter la
synthèse complète :**

Référence : Fondation pour la recherche sur la biodiversité (2024).

Impacts de l'éolien terrestre sur la biodiversité. Mise à jour des connaissances.

Auteur : Robin Almansa (FRB)

Relectures : Hélène Soubelet (FRB), Pauline Coulomb (FRB), Claire Salomon (FRB)

Mise en page : Robin Almansa (FRB)

Crédit photo : Pexels, Johnny One Speed, Frank Vassen

Avec le soutien de

