



L'ÉOLIEN PARLONS-EN !

Octobre 2025

Énergie propre et renouvelable, l'éolien s'inscrit dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) et offre une alternative durable aux énergies fossiles.

La France possède le 2^{ème} potentiel éolien d'Europe, mais son développement suscite encore des questions.

Ce carnet vous aide à mieux comprendre l'éolien et ses enjeux.

DISPONIBILITÉ & PERFORMANCE

Page 4

PAYSAGE & INTÉGRATION VISUELLE

Page 10

VALEUR IMMOBILIÈRE

Page 14

UTILISATION DU BÉTON

Page 16

UTILISATION DES TERRES RARES

Page 20

RÉCEPTION TV

Page 23



BÉNÉFICE CLIMATIQUE

Page 8

BRUIT & SANTÉ DES RIVERAINS

Page 12



BÉNÉFICES ÉCONOMIQUES LOCAUX

Page 15

RECYCLABILITÉ DES MATÉRIAUX

Page 18



COÛT & COMPÉTITIVITÉ ÉCONOMIQUE

Page 22

DOCUMENTS UTILES

Page 24

DISPONIBILITÉ & PERFORMANCE

Facteur de charge

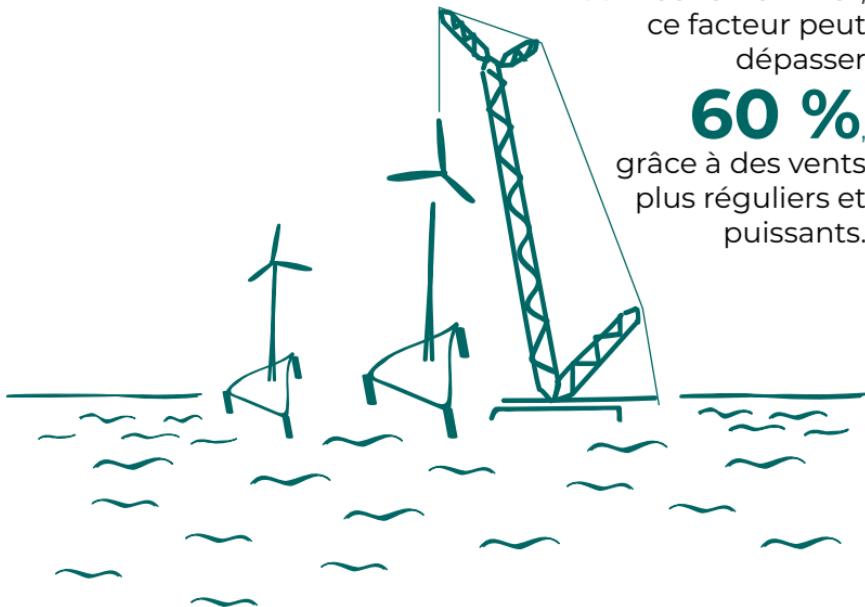
Le facteur de charge d'une éolienne correspond au ratio entre l'énergie réellement produite sur une période donnée et l'énergie qu'elle aurait pu produire si elle avait fonctionné à puissance maximale en continu. Ce chiffre ne mesure pas son efficacité, mais reflète plutôt la variabilité du vent et les besoins du réseau.

Une éolienne tourne en moyenne **75 % à 95 % du temps** à une puissance variable. Sa productivité dépend de la vitesse et de la fréquence des vents. Grâce aux avancées technologiques, le facteur de charge moyen annuel des éoliennes terrestres se rapproche de 30 %.

Pour **l'éolien en mer**, ce facteur peut dépasser

60 %,

grâce à des vents plus réguliers et puissants.

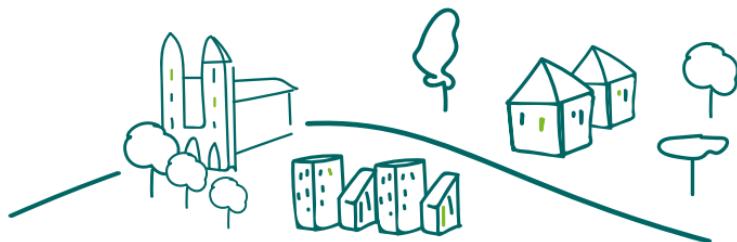


Gestion des périodes de prix négatifs

Les éoliennes jouent un rôle clé en hiver, lorsque la demande en électricité est à son maximum. Elles fonctionnent une grande partie de l'année, en soutien au réseau, notamment lors des pics de consommation.

À l'inverse, en été, la production peut parfois dépasser la consommation, notamment en milieu de journée. Cela entraîne des **prix négatifs de l'électricité**, ils surviennent quand la production dépasse largement la consommation (par exemple l'été en milieu de journée quand la consommation est faible et la production éolienne à son maximum).

Le gouvernement encourage alors les producteurs à arrêter leurs centrales : **très réactives, les énergies renouvelables peuvent être stoppées en 2 à 3 minutes.** On évite ainsi de produire à perte et le réseau conserve l'équilibre nécessaire à son bon fonctionnement.



On réduira la fréquence de ce phénomène en utilisant mieux nos capacités de production : poursuivre l'électrification des usages (véhicules, chauffage, industrie...), développer le stockage sur batteries et les flexibilités de consommation...

DISPONIBILITÉ & PERFORMANCE

Facteurs d'arrêt des éoliennes

Plusieurs facteurs peuvent influencer temporairement l'arrêt des éoliennes :

- **Conditions météorologiques**

Une éolienne commence à produire de l'électricité dès que le vent souffle à ~ 10 km/h. Lorsqu'il est trop fort (~ 90 km/h), l'éolienne s'arrête automatiquement pour ne pas endommager les pales.

En hiver, le gel peut entraîner l'arrêt des éoliennes pour éviter l'usure prématuée causée par la glace, qui déséquilibre la rotation des pales et risque de les endommager.

Certaines éoliennes sont équipées de systèmes de dégivrage.

- **Protection de l'avifaune et des chauves-souris**

Les éoliennes peuvent être arrêtées afin de préserver les oiseaux et les chauves-souris pendant leurs périodes d'activité.

Des systèmes de détection automatique (caméras, radars ou capteurs acoustiques) peuvent aussi stopper l'éolienne quand des oiseaux sont à proximité.

Ces mesures sont souvent imposées par des réglementations environnementales locales.

- **Maintenance préventive et corrective**

Pendant les opérations de maintenance, l'éolienne est mise à l'arrêt pour permettre aux techniciens de travailler en toute sécurité.

La maintenance préventive consiste en un entretien régulier des équipements afin de prévenir les pannes. La maintenance corrective vise à réparer ou remplacer des composants suite à une panne ou un dysfonctionnement.

- **Pannes ou contraintes du réseau électrique**

L'éolienne a besoin d'un **réseau fonctionnel** pour injecter l'électricité produite.

On arrête les éoliennes en cas de panne du réseau et lorsqu'il est surchargé ou instable.

Ces arrêts sont souvent décidés par les opérateurs de réseau (comme RTE en France), dont la mission est **d'assurer la stabilité du réseau** en équilibrant en permanence production et consommation d'électricité.



BÉNÉFICE CLIMATIQUE

Un levier pour la transition énergétique

L'éolien contribue à la transition énergétique en réduisant la dépendance aux énergies fossiles.



En France en 2020, l'électricité ne couvre que 25 % des besoins en énergie finale (éclairage, numérique, chauffage...).

Avec l'électrification de nouveaux usages industriels et individuels, la demande en électricité est grandissante.

Aujourd'hui, le mix énergétique français repose encore à près de 65 % sur les énergies fossiles. Très émettrices de CO₂, ces énergies contribuent fortement au dérèglement climatique et **entretiennent notre dépendance à des ressources importées**. Pour atteindre nos objectifs climatiques, il est donc essentiel de décarboner nos usages (mobilité, chauffage, industrie...) en développant des sources d'énergie renouvelables et locales.

Des émissions de CO₂ évitées

Une fois installées, les éoliennes n'émettent aucun CO₂.

Sur l'ensemble de leur cycle de vie, leurs émissions restent très faibles : environ **12 g de CO₂ par kWh** produit, **contre 429 à 986 g CO₂/kWh** pour les centrales à gaz, fioul ou charbon¹.

À l'échelle européenne, **l'éolien et le solaire permettent déjà d'éviter 22 millions² de tonnes de CO₂ chaque année.** En France, entre 2002 et 2015, l'éolien a permis d'éviter l'émission de **63 millions de tonnes de CO₂**³.



En comparaison, les **émissions de gaz à effet de serre** en France s'élevaient à **104,2 millions de tonnes** de CO₂ au premier trimestre 2025.³

¹ADEME/RTE 2022 - ³Étude d'impacts socio-économique – Filière Eolienne Française. Bilan, perspectives et stratégies – ADEME; ². Note : Précisions bilan de CO₂ dans le bilan provisionnel et les études associées 2019

PAYSAGES & INTÉGRATION VISUELLE

Une production plus locale

La transition énergétique nécessite de produire plus d'électricité sur le territoire national.



Cette relocalisation des moyens de production est bénéfique pour **l'économie, l'emploi** et la **réindustrialisation**.

Nous continuons d'importer des **énergies fossiles produites ailleurs** (pétrole du Moyen-Orient, gaz de Russie), ce qui déplace l'**impact hors de notre vue**.

Un impact visuel... mais relatif

Toute forme de production d'énergie a un impact visuel.

Le paysage évolue sans cesse, façonné par les activités humaines, notamment économiques. La France compte ainsi environ **16 000 châteaux d'eau**, **20 850 km de routes**, **105 817 km de lignes aériennes** à haute tension... et environ 9 500 éoliennes.

L'impact paysager est subjectif : un parc éolien modifie la perception du paysage, mais il est **étudié en amont pour être bien intégré**.

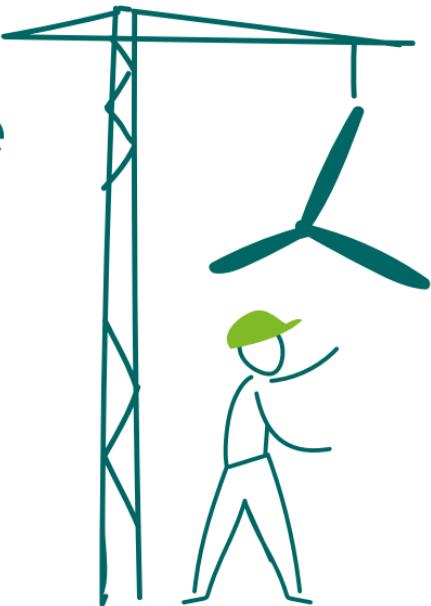


La France compte **environ 9 500 éoliennes terrestres** en 2023, bien loin des 30 000 éoliennes installées en Allemagne sur un territoire 1,5 fois plus petit.

BRUIT & SANTÉ DES RIVERAINS

Une installation réglementée

Aucune étude scientifique et sanitaire n'a prouvé d'effet sanitaire mesurable des éoliennes, selon l'ANSES.¹



Les éoliennes émettent principalement des **basses fréquences** entre 20 Hz et 100 Hz.

À 500 mètres de distance (éloignement minimal réglementaire), le niveau sonore d'une éolienne est inférieur à 35 décibels, soit **moins qu'une conversation à voix basse**.

Des ressentis réels,
mais pas directement liés aux éoliennes

Certains riverains rapportent des symptômes (maux de tête, vertiges...) sans que les infrasons des éoliennes, très faibles, ne soient identifiés comme la cause.

L'effet nocebo²

(attente négative pouvant provoquer des symptômes) est une hypothèse plausible pour expliquer certains troubles liés au stress.



Ces symptômes ne sont pas spécifiques à l'éolien et peuvent être associés aux Intolérances Environnementales Idiopathiques.³

¹Évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens – 2017 ANSES ;² Rapport de l'académie de médecine 9 mai 2017 ;³Donald W. Black, MD, University of Iowa, Roy J. and Lucille A. Carver College of Medicine

Aucune étude ne prouve une dépréciation généralisée de l'immobilier due aux éoliennes.

Elles sont implantées à **plus de cinq cents mètres** des habitations après des études environnementales et paysagères, garantissant ainsi une intégration paysagère.

Le prix d'un bien immobilier dépend de **nombreux facteurs** : état du marché, équipements de la commune, services publics, bassins d'emplois, accès aux transports...

L'impact sur les valeurs immobilières¹ est limité, tant géographiquement que quantitativement.

Les études menées **à travers le monde** ne démontrent **pas d'effet significatif** sur le marché immobilier.

Aux États-Unis, l'analyse de plusieurs transactions a montré que les **impacts négatifs sont trop faibles ou trop rares** pour être statistiquement quantifiables.

BÉNÉFICES ÉCONOMIQUES LOCAUX

Une implication des acteurs locaux

Collectivités, élus, citoyens et développeurs peuvent participer à la **gouvernance** des projets.

Les décisions sont maîtrisées localement, de la conception à l'exploitation.

... y compris les citoyens

Le **financement participatif** permet aux habitants d'investir dans des projets d'énergies renouvelables situés près de chez eux et de donner du sens à leur épargne.

Des retombées économiques

Chaque éolienne raccordées génère entre **20 000 à 70 000 €** par an en fiscalité locale.

Ces revenus permettent **d'investir** dans les équipements publics, les services locaux ou de réduire la fiscalité locale.

Des bénéfices concrets pour les collectivités pour mener à bien des projets locaux

Financement de chaufferies au bois, rénovation de bâtiments publics et touristiques, remplacement de l'éclairage public par des leds.

Réfection des routes, maintien des services publics, développement de circuits courts alimentaires.

UTILISATION DU BÉTON

Des quantités limitées



Une éolienne terrestre de 3 MW nécessite en moyenne **800 tonnes de béton pour sa construction**, ce besoin en béton reste faible en comparaison des grandes infrastructures comme des ponts ou des bâtiments industriels, qui peuvent nécessiter des milliers de tonnes de béton.

La France utilise environ 110 millions de tonnes de béton² chaque année, selon le Syndicat national du béton prêt à l'emploi et la Fédération de l'industrie du béton.
À titre de comparaison :

- **La construction de l'EPR de Flamanville**³ a nécessité 400 000 m³ de béton. Soit l'équivalent des fondations de **1 250 éoliennes** de 3 MW.
- **Le stockage des déchets radioactifs de Bure** nécessitera 6 millions de m³ de béton⁴. Soit l'équivalent des fondations de **14 000 éoliennes** de 3 MW.

Les besoins en béton pour l'éolien restent limités : atteindre les **objectifs de 36 GW d'ici 2028** nécessiterait environ 250 000 m³/an¹ de béton, soit seulement

0,7 % de la production nationale.

Des pratiques qui évoluent

Les parcs éoliens sont démantelés en fin de vie et le béton est retiré.



Ce béton est inerte.

Il ne laisse aucun résidu toxique ni composite dans les sols.

La filière évolue vers des pratiques plus durables, avec notamment l'utilisation croissante de béton bas carbone pour réduire l'empreinte environnementale dès la construction.

¹.Béton et éolien – FEE; ².Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction; ³.Société Française d'Energie Nucléaire; ⁴.Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs

RECYCLABILITÉ DES MATERIAUX

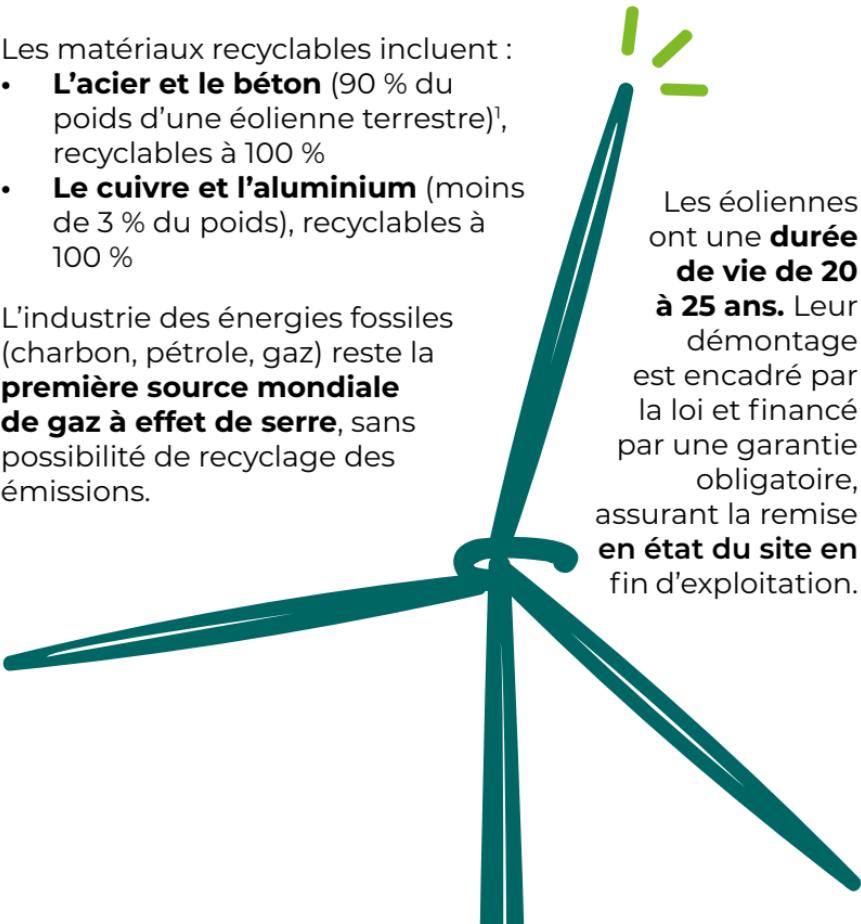
Des composants en grande partie recyclables

90 % des composants d'une éolienne sont recyclables.

Les matériaux recyclables incluent :

- **L'acier et le béton** (90 % du poids d'une éolienne terrestre)¹, recyclables à 100 %
- **Le cuivre et l'aluminium** (moins de 3 % du poids), recyclables à 100 %

L'industrie des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz) reste la **première source mondiale de gaz à effet de serre**, sans possibilité de recyclage des émissions.



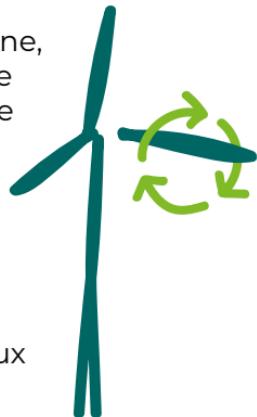
Les éoliennes ont une **durée de vie de 20 à 25 ans**. Leur démontage est encadré par la loi et financé par une garantie obligatoire, assurant la remise **en état du site en fin d'exploitation**.

Des matériaux réutilisés

Les matériaux non recyclables sont valorisés autrement :

Fabriquées en matériaux composites (résine, fibre de verre ou carbone), les pales, qui ne représentent que **2 % du poids total** d'une éolienne sont plus complexes à recycler.

Des projets de R&D sont en cours, mais en attendant, elles commencent à être réutilisées dans des **projets de seconde vie** : passerelles, abris vélos, aires de jeux, ou encore par des centres de formation aux métiers de la maintenance.



Le béton des fondations est **réutilisé comme matériau de génie civil**, pour les chaussées de routes ou pour des comblements.²

Des technologies en évolution

Des avancées technologiques sont en cours :

- La loi prévoit **l'utilisation de pales 100 % recyclables d'ici 2040.**
- En 2022, **la première pale d'éolienne 100 % recyclable⁴** pour l'éolien en mer a été **commercialisée.**

¹.Données sur la composition des éoliennes terrestres; ². Réutilisation du béton dans le génie civil;

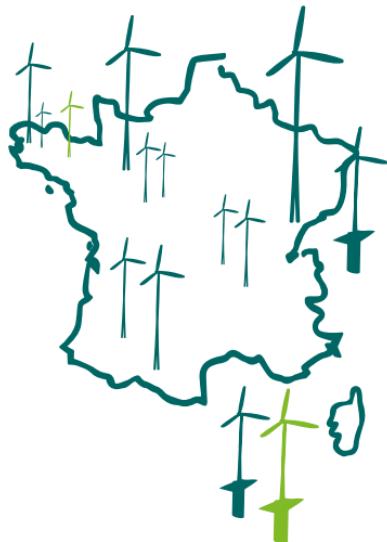
³.Time - This Group Is Helping Find New Ways to Recycle Old Wind Turbine Blades;

⁴.Loi sur les pales 100 % recyclables; ⁵. Commercialisation des premières pales recyclables

UTILISATION DES TERRES RARES

Une présence très faible

Les éoliennes consomment très peu de terres rares.



Les éoliennes avec aimants permanents (qui peuvent contenir des terres rares) sont très minoritaires :

- **Seulement 6,2 % du parc éolien terrestre en France en 2019.¹**
- Les éoliennes en mer en utilisent davantage, mais cela représente **moins de 0,001 % du poids total de l'éolienne.²** Ce choix technologique permet de réduire les besoins de maintenance, plus compliqués en mer que sur terre.

Des solutions bas carbone

L'éolien est faiblement émetteur de carbone :

- Entre 12,7 g et 14,1 g de CO₂ par kWh³, en comptant toute sa vie (fabrication, installation, démontage et recyclage).



Les aimants supraconducteurs permettront bientôt de se passer complètement des terres rares dans l'éolien en mer.⁵

¹. *Terres rares, énergies renouvelables et stockage d'énergie*, Avis technique, ADEME, 2019

². *L'éolien en 10 question* ADEME, 2019; ³. ADEME : analyse du cycle de vie de l'éolien 2017;

⁴. *Impacts environnementaux de l'éolien français* – ADEME, 2015; ⁵. GE Research – Niskayuna

COÛT & COMPÉTITIVITÉ ÉCONOMIQUE

Une énergie de plus en plus compétitive

Pour l'éolien terrestre, le coût moyen de production se situe aujourd'hui entre **70 et 90 €/MWh¹**. Après une baisse de 25 % en cinq ans, les coûts ont récemment augmenté sous l'effet de l'inflation et de la hausse des prix des matières premières, comme pour l'ensemble des filières industrielles. Ce coût inclut toutes les étapes, de l'achat des éoliennes jusqu'à leur démantèlement après 20 à 25 ans de fonctionnement.

En comparaison :

- Le nucléaire historique est estimé à **62 €/MWh²** (avec prolongation des centrales existantes),
- Le coût de l'EPR de Flamanville est évalué **entre 110 et 120 €/MWh³**,
- Le tarif retenu pour le parc éolien offshore de Dunkerque (mise en service prévue en 2027) est de **44 €/MWh**.

Un système de rémunération encadré

Si le prix de marché est inférieur au tarif fixé, les producteurs éoliens perçoivent un **complément de rémunération**. Si le prix est supérieur, ils remboursent la différence à l'Etat, garantissant un

retour sur investissement public. D'autres modes de vente existent, en circuit court (ex. Copec à Andilly) ou PPA à prix fixe (ex. Mousquetaires sur DEM&TER).

¹.Guide ADEME : Tout comprendre sur l'éolien, 2024;

². Rapport sur le coût de production de l'énergie nucléaire, 2014 – Cour des Comptes;

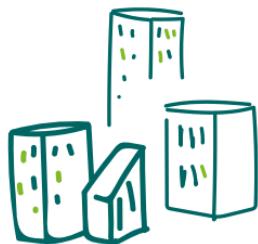
³. Rapport sur la filière EPR, 2020, Cour des Comptes

Les perturbations sont rares et connues.

La majorité des foyers ne subissent aucun impact sur leur réception TV¹ après l'installation d'éoliennes.

Des solutions existent si un problème survient, il suffit souvent de réorienter l'antenne ou d'installer un amplificateur. Dans certains cas, passer à la TNT, la fibre ou le satellite résout définitivement le souci.

Les exploitants prennent en charge les corrections.

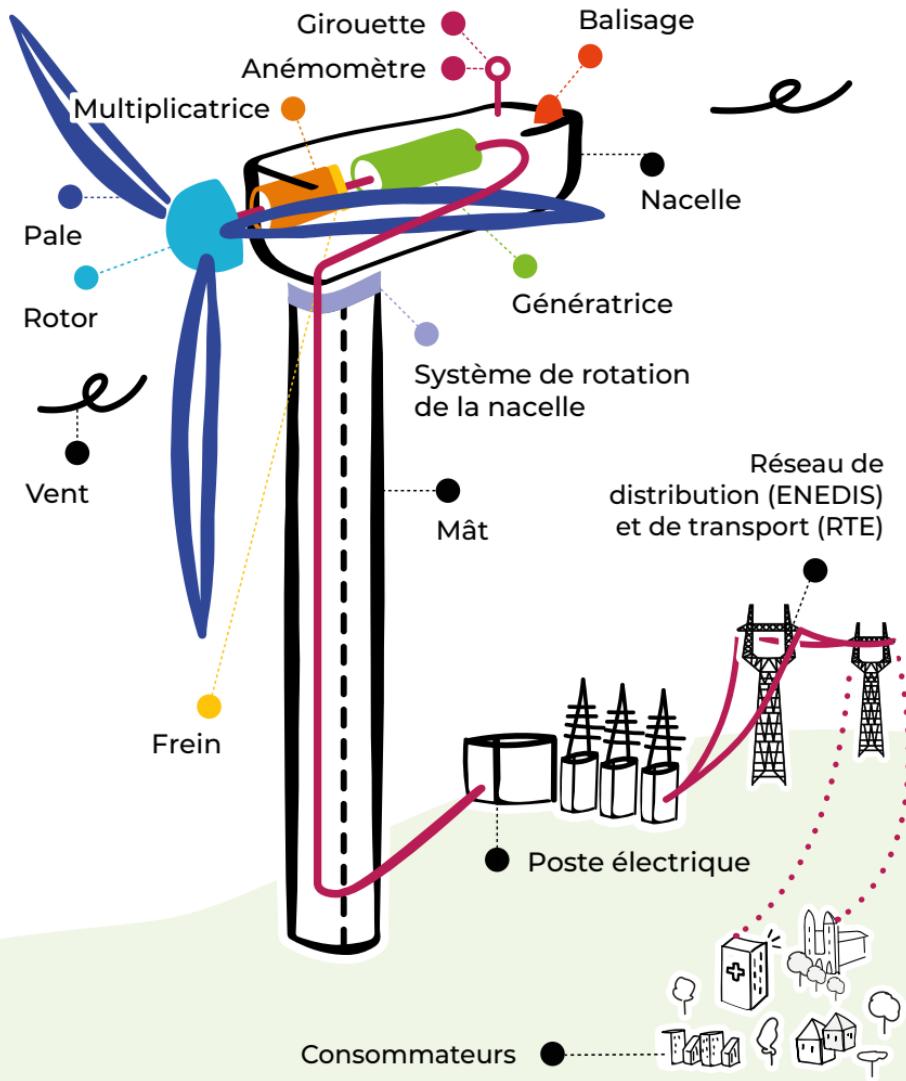


Si une perturbation est avérée, l'exploitant du parc éolien a l'obligation légale d'apporter une solution technique, sans frais pour l'habitant.

La TNT et la fibre sont peu sensibles aux interférences. Aujourd'hui, de plus en plus de foyers utilisent des technologies qui ne sont pas impactées par les éoliennes.¹

¹.ANFR (Agence Nationale des Fréquences)

Fonctionnement d'une éolienne





Le vent comme énergie inépuisable

La **girouette** détecte le **vent** dominant.

Le **système de rotation de la nacelle** s'active pour placer **la nacelle** face au vent. Les **pales** captant le vent, entraînent le mouvement du **rotor**.



L'énergie transformée en électricité

La rotation, transmise par le **rotor**, est accélérée par la **multiplicatrice**. Le mouvement mécanique créé est transformé en électricité par la **génératrice**.



L'électricité distribuée

L'électricité produite est envoyée vers un poste électrique. De là, elle rejoint les réseaux de transport & distribution (RTE, ENEDIS) avant d'alimenter les consommateurs.

A graphic element featuring three stylized wind turbines. The turbines are white with three blades each, and their blades are oriented upwards, suggesting wind blowing from the bottom of the frame. They are positioned on either side of a white rectangular banner.

L'ÉOLIEN
PARLONS-EN !

The text "L'ÉOLIEN" is in a dark blue, bold, sans-serif font, and "PARLONS-EN !" is in a bright green, bold, sans-serif font. The two lines of text are stacked vertically within the white banner.