



# Le développement éolien en Wallonie



Wallonie

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	<b>4</b>	<b>6. L'éolien dans l'environnement naturel</b> .....	<b>42</b>
<b>1. L'efficacité des éoliennes</b> .....	<b>6</b>	6.1. Le déploiement éolien sur le territoire wallon	42
1.1. Les objectifs de réduction des émissions de CO <sub>2</sub>	6	6.2. Préservation des paysages	44
1.2. La contribution des renouvelables dans le mix énergétique	7	6.3. Maintien de la biodiversité	46
1.3. Avancées technologiques des éoliennes	8	6.4. Protection des oiseaux et des chauves-souris	48
1.4. Le gisement venteux wallon dans la moyenne européenne	9	6.5. Dettes énergétique et CO <sub>2</sub> très limitées	50
<b>2. La production éolienne dans le réseau électrique</b> .....	<b>10</b>	1. Dette énergétique	50
2.1. Le vent : de la variabilité prévisible	10	2. Dette CO <sub>2</sub>	51
2.2. Équilibre sur le réseau	12	6.6. Recyclage des composants lors du démantèlement	52
2.3. Un foisonnement à valoriser	13	<b>7. Les éoliennes et la sécurité</b> .....	<b>54</b>
<b>3. L'engagement des collectivités locales &amp; citoyennes</b> .....	<b>14</b>	7.1. Des normes internationales	54
3.1. Communautés d'énergie renouvelable	14	<b>8. Conclusion</b> .....	<b>56</b>
3.2. Réappropriation du vent avec une coopérative	18		
1. Participation à un projet local	19		
2. Devenir coopérateur	19		
3.3. POLLEC – Politique Locale Energie Climat	20		
<b>4. Les bénéfices pour le citoyen et l'industrie</b> .....	<b>22</b>		
4.1. Une électricité verte et locale	22		
4.2. Des bénéfices à partager	26		
4.3. Un vecteur d'emploi local	26		
4.4. Corporate Power Purchase Agreements	27		
4.5. Lignes directes	27		
4.6. Soutien de la filière par les certificats verts	28		
4.7. Un coût compétitif	30		
4.8. Impact des épisodes venteux sur le prix de l'électricité	31		
<b>5. Les éoliennes et la santé</b> .....	<b>32</b>		
5.1. Du bruit limité pour les riverains	32		
5.2. Une faible émission d'infrasons	37		
5.3. Des ombres portées minimales	38		
5.4. Des champs électriques et magnétiques négligeables	40		





# Introduction

L'éolien fait désormais partie du paysage wallon et est l'une des solutions les plus efficaces proposées à l'heure actuelle pour atteindre les objectifs fixés par l'Europe à la Belgique en matière de réduction des gaz à effet de serre et de production d'électricité de sources renouvelables.

La première éolienne en Wallonie a été installée à Saint-Vith en 1998. Soucieux de réduire les impacts sur les riverains et son environnement, le secteur éolien a beaucoup évolué depuis, tant d'un point de vue technologique (réduction d'émission de bruit ainsi que le développement de détecteurs en vue de réduire l'impact sur la biodiversité), que d'un point de vue réglementaire et légal.

Le Gouvernement wallon reconnaît cette évolution et donne une place centrale à l'éolien dans la déclaration de politique régionale 2019-2024 et le plan Wallon d'énergie et de climat 2019. Dans la déclaration 2019-2024, le Gouvernement a annoncé son soutien «notamment en adaptant la Pax eolienica, le déploiement concerté des éoliennes sur terre, à l'échelle régionale, en impliquant les pouvoirs locaux et les riverains, en particulier au travers de la participation citoyenne dans les projets, en veillant à la qualité de vie des riverains, en améliorant la sécurité juridique, en accélérant les procédures, en utilisant les technologies les plus performantes, en préservant la biodiversité et en veillant à l'intégration paysagère ».

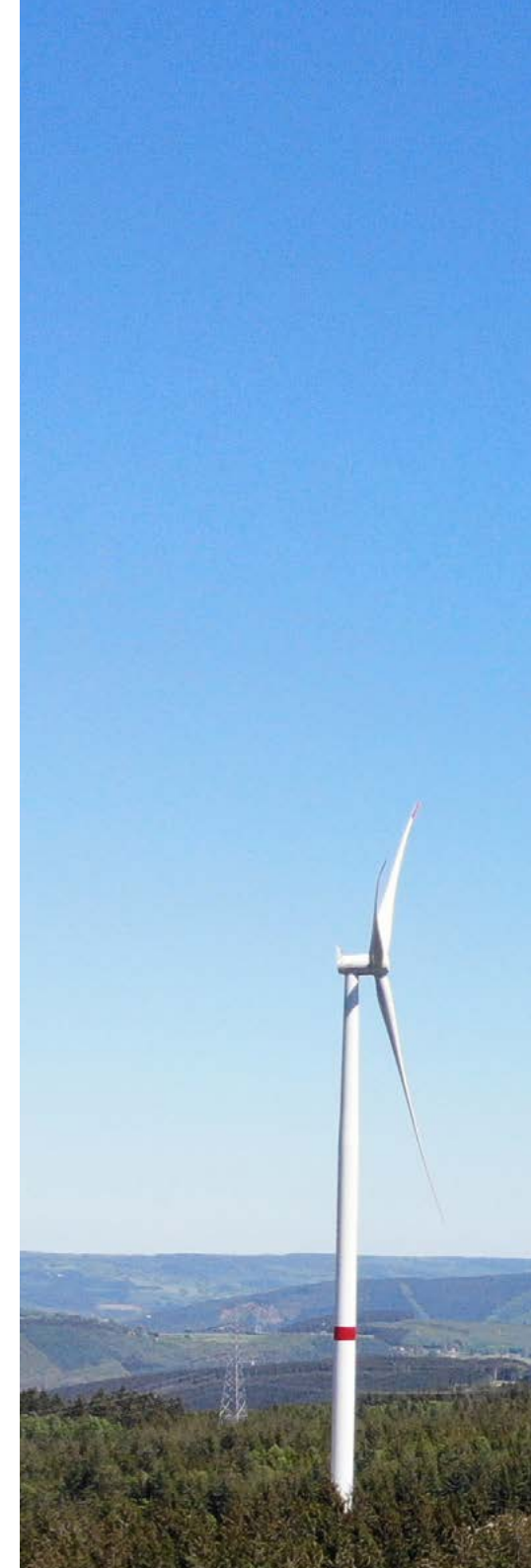
La pax eolienica comprend 15 mesures concrètes qui visent à favoriser le développement de la filière éolienne. Ces mesures permettent de simplifier les démarches administratives des promoteurs éoliens et d'améliorer les outils existants. L'objectif recherché est de faciliter les projets éoliens et d'associer tous les acteurs concernés par les enjeux liés à la poursuite du développement du secteur éolien sur le territoire wallon.

Dans la contribution Wallonne au Plan National Energie Climat (PNEC), approuvé par le Gouvernement wallon le 28 novembre 2019. Le Gouvernement réitère son engagement pour la pax eolienica et précise des objectifs quantitatifs de développement. Pour 2030, la part d'électricité dans la consommation finale brute d'électricité devrait atteindre 37%. L'éolien onshore devrait contribuer pour presque la moitié (46%) de cet objectif, avec une production prévue de 4.600GWh.

La pax eolienica et les objectifs approuvés dans le PNEC sont accompagnés par la transposition de la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables par le décret wallon introduisant les concepts de « communauté d'énergie renouvelable » et d'« électricité autoconsommée collectivement » dans le cadre réglementaire wallon. Le décret définit ce qu'est une communauté d'énergie renouvelable et précise les dispositions tarifaires et réglementaires.

Ce nouveau cadre politique s'élabore dans la perspective d'un déploiement harmonieux et respectueux du territoire et de ses habitants, comme prévu dans le cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Wallonie, adopté en 2013 et le Code de Développement Territorial (CoDT).

C'est dans ce cadre que la Wallonie vous propose cette brochure actualisée. Elle a pour objectif de fournir à tout citoyen et auteur de projet, l'ensemble des informations utiles et pratiques relatives au développement de l'éolien en Wallonie.





# 1. L'efficacité des éoliennes

## 1.1. Les objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

Pour lutter contre les changements climatiques, l'Union européenne a fixé des objectifs en matière de réduction des gaz à effet de serre, d'énergie renouvelable et d'efficacité énergétique à l'horizon 2020, puis à l'horizon 2030. Ces objectifs ont été répartis entre les états membres, puis entre régions au niveau belge.

La directive européenne (2018/2001) relative à la promotion des énergies renouvelables a fixé, comme objectifs contraignants, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de l'Union à -40% par rapport aux niveaux de 1990 à l'horizon 2030. Les Etats membres veilleront, dans un même temps, à ce que 32% de la consommation finale brute soit issue de sources renouvelables.

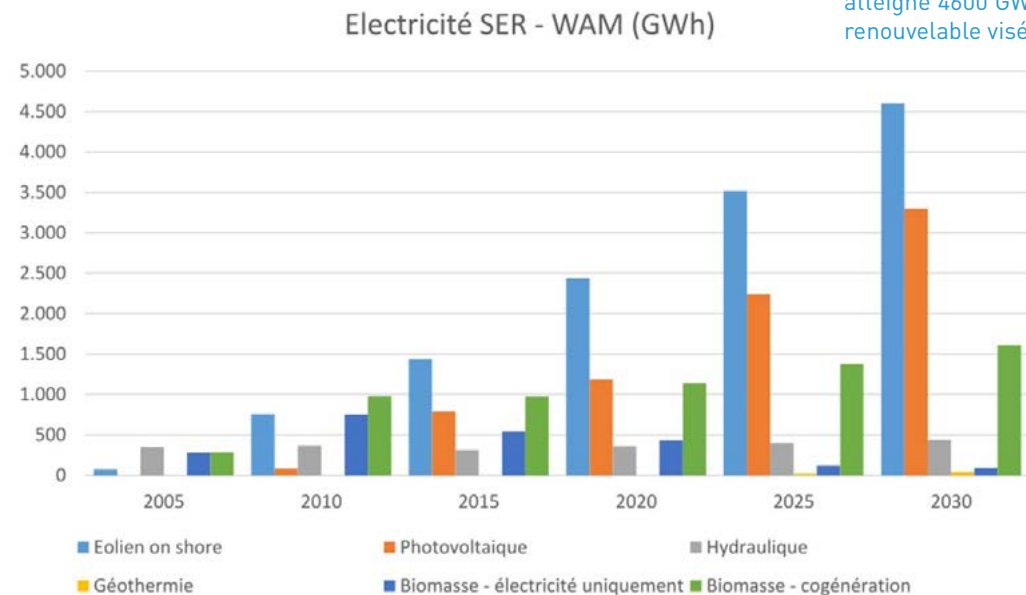


Figure 1 – Evolution de la production d'électricité renouvelable par technologie (Source : PWEC 2030)

L'objectif de production d'énergie renouvelable dans la consommation finale brute est de 23,5% d'ici 2030 pour la Wallonie, tel qu'il a été défini dans le Plan National Energie Climat de la Belgique, approuvé par le Gouvernement wallon le 28 novembre 2019<sup>1</sup>.

Compte tenu de l'efficacité et de la performance des éoliennes ainsi que du potentiel énergétique éolien en Belgique, l'éolien terrestre (onshore) de grande puissance est une technologie de production d'électricité mature qui peut contribuer de manière significative à atteindre cet objectif.

Pour ce faire, il faudrait qu'à l'horizon 2030, la production éolienne atteigne 4600 GWh/an, soit 46% du total de la production d'électricité renouvelable visé pour 2030 (PWEC 2030)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>/ Source : Plan National intégré Energie Climat Belge 2021-2030, approuvé par comité de concertation du 18/12/2019.

<sup>2</sup>/ Source : PWEC 2030 – Contribution de la Wallonie au Plan National Energie Climat 2030, approuvé le 28/11/2019



## 1.2. La contribution des renouvelables dans le mix énergétique

Le mix électrique belge est constitué de trois volets :

### 1. Une part stable qui provient :

- du nucléaire, une technologie très peu flexible aux variations de la demande. Ces unités produisent constamment sauf en cas d'arrêt pour des raisons d'entretien, de recharge du combustible ou de sécurité. La production nucléaire a couvert 57 % de la consommation totale belge en 2021, et varie en fonction des années (voir graphique ci-dessous pour plus de détail).
- de centrales fournissant des réserves activables automatiquement afin d'équilibrer continuellement l'offre et la demande de la zone. Ce sont typiquement des centrales au gaz qui permettent de réagir rapidement et d'augmenter ou de diminuer la production totale.
- d'autres unités liées à des processus industriels, typiquement des cogénérations. Ces unités produisent de l'électricité lorsqu'un processus industriel associé (par exemple brûler des déchets ou fournir de la vapeur) est lancé.

### 2. Une part intermittente :

- constituée des unités de production qui dépendent des variations météorologiques tels que la production éolienne et photovoltaïque.

### 3. Une part flexible qui permet d'adapter la production électrique aux variations de la demande, principalement assurée :

- par les centrales au gaz (Turbines Gaz Vapeur - TGV), et la centrale de turbinage de Coö. L'adaptabilité et la réactivité de ces centrales sont très grandes.
- par la possibilité d'acheter et de vendre de l'électricité à l'étranger. La capacité d'échange avec l'extérieur est en croissance grâce aux investissements réalisés par Elia sur son réseau. Notamment avec la mise en service de la première liaison vers l'Angleterre en 2019 d'une capacité de 1 GW et la liaison vers l'Allemagne depuis fin 2020 avec également une capacité de 1 GW.

Les énergies renouvelables de flux, que sont l'éolien et le photovoltaïque, produisent de manière variable à l'échelle de la journée et des saisons.

Quand il y a du vent, les éoliennes produisent de l'électricité, et permettent de réduire en temps réel la production électrique des centrales au gaz. Chaque kWh produit par une éolienne évite la production d'un kWh fossile et réduit ainsi les émissions de CO<sub>2</sub> de nos centrales conventionnelles. La Commission wallonne pour l'Énergie (CWaPE) a chiffré cette économie à 456 grammes de CO<sub>2</sub> par kWh produit par des énergies renouvelables<sup>3</sup>.

Lorsque le vent diminue, les éoliennes ralentissent ou s'arrêtent temporairement et les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production électrique reviennent à leur niveau initial. Il s'agit d'un retour au niveau initial, et en aucun cas d'une augmentation du taux par rapport à ce niveau de base.

Ce ne sont donc pas les centrales au gaz qui compensent l'intermittence de l'éolien, c'est l'éolien qui soulage la production d'énergie traditionnelle polluante.

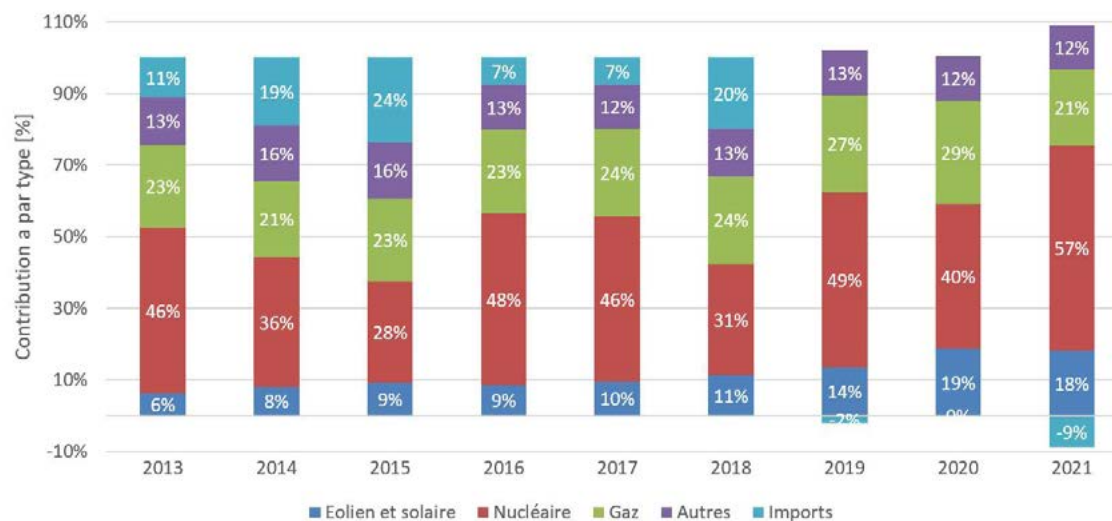
### Quelques chiffres pour le parc de production électrique belge

Le graphique montre l'évolution de l'énergie produite en TéraWattheures (1TWh = 1000 GWh). La somme de ces valeurs annuelles représente l'évaluation de la consommation totale belge.

En 2021, 11,6% de la consommation totale belge était donc couverte par la production éolienne belge.

Si on établit une séparation sur base de ce qui est produit en mer ou sur terre, on remarque que 7,3% du total de production proviennent des éoliennes offshore et que 4,3% sont issus de l'éolien onshore.

Mix énergétique annuel belge [% Total Load]



<sup>3</sup>/ Commission wallonne pour l'Énergie: Rapport annuel spécifique 2006, CD-7i04-CWAPESur "L'évolution du marché des certificats verts", 2007.

### 1.3. Avancées technologiques des éoliennes

D'un point de vue technologique, les éoliennes ont beaucoup évolué en 20 ans. L'histoire de l'éolien en Wallonie a commencé à St-Vith où la première éolienne industrielle a été installée en 1998. Il s'agit d'une éolienne de 500kW faisant 40m de diamètre.

Les progrès technologiques ont fait évoluer les éoliennes vers des mâts plus hauts, des rotors plus grands et des génératrices plus puissantes. Celles-ci sont d'ailleurs mieux adaptées aux sites avec des régimes de vents modérés à faible, ce qui permet ainsi d'éviter un regroupement trop important d'éoliennes sur certaines zones.

La vitesse du vent augmente avec la hauteur au-dessus du sol. Les éoliennes avec une hauteur de nacelle plus importante et présentant des surfaces balayées plus importantes (diamètre du rotor plus important) permettent ainsi d'exploiter de manière plus performante des vents plus réguliers et moins perturbés (en hauteur – le vent est moins perturbé par les obstacles au sol).

Un autre avantage des grands mâts est la réduction du niveau de bruit généré au niveau du sol. Le niveau sonore est une question sensible, notamment pour les parcs éoliens situés à proximité de zones résidentielles.

Les progrès réalisés sur le design et l'aérodynamisme des pales ont contribué à réduire le niveau sonore des turbines. La plupart des fabricants d'éoliennes actuels fournissent des pales avec la technologie « serrated trailing edge », qui consiste à ajouter une structure en dents de scie au bord de fuite de la pale. Cette technologie réduit la formation de vortex en sortie de pale et ainsi diminue les sources de bruit (l'atténuation est généralement de 7 à 8 dB environ sans perte de rendement).

Les éoliennes actuelles sont également équipées de systèmes de détecteurs et de contrôle en vue de limiter les effets indésirables tel que l'ombre portée, mais également l'impact sur les chauves-souris et les oiseaux.







Photo: Fabrice DOR - SPW

## 1.4. Le gisement venteux wallon dans la moyenne européenne

Une éolienne se caractérise par un ensemble de paramètres techniques, dont sa puissance maximale, aussi appelée puissance nominale. Lorsqu'on parle d'une éolienne de 3 MW, il s'agit d'une éolienne dont la puissance maximale théorique est de 3 MW.

Les machines sont dimensionnées pour pouvoir exploiter une certaine vitesse de vent (classe de vent), à savoir, en Wallonie : l'équivalent d'une bonne brise, voire d'un vent moyen, qui souffle à une quarantaine de kilomètre/heure. La production électrique d'une éolienne dépend bien entendu du vent : bien qu'elle tourne environ 80 % du temps, une éolienne ne fonctionne pas tout le temps au maximum de sa puissance.

Si on prend l'énergie produite sur une année et qu'on la rapporte à l'énergie fournie par des éoliennes qui tourneraient en continu à leur puissance maximale, on obtient le « taux de charge » ou « heures équivalentes pleine charge » : si les grandes éoliennes wallonnes devaient produire leur énergie en tournant à plein régime, elles tourneraient en moyenne 2000 à 2200 heures, soit 23 à 25 % du temps.

Ces taux de charges sont une moyenne. En réalité, ils varient selon les parcs éoliens et oscillent entre 23 et 28 %. Un parc de 10 éoliennes de 2,5 MW produira dès lors chaque année environ 55.000 MWh, de quoi alimenter près de 16.000 ménages, soit plus que l'équivalent du

nombre de ménages d'une petite ville (Wavre, par exemple).

Le taux de charge varie bien sûr en fonction du gisement venteux. En Wallonie, nous bénéficions d'un gisement de qualité : un atout d'importance dans la composition de notre mix énergétique renouvelable.

Une cartographie du potentiel de production éolienne a été réalisée en 2010 dans le cadre de « Etude du gisement éolien et du potentiel de production en Région wallonne ». Cette carte fournit le potentiel de production éolienne (GWh/an) et permet ainsi de visualiser la ressource éolienne de la Wallonie.

Les éoliennes en mer (offshores) bénéficient d'un vent plus soutenu : en Mer du Nord, le taux de charge moyen entre 2013 et 2019 se situe autour de 39 %. Ces chiffres sont dérivés des mesures dont dispose Elia sans distinction entre les régions.

### Des records de production : En a « vent »

Le 6 février 2022 fût jusqu'à présent la journée la plus productive en termes de production éolienne avec 94,5 GWh générés. Ce jour-là environ 41 % de la consommation belge a été couverte par la production éolienne. (Source Elia)

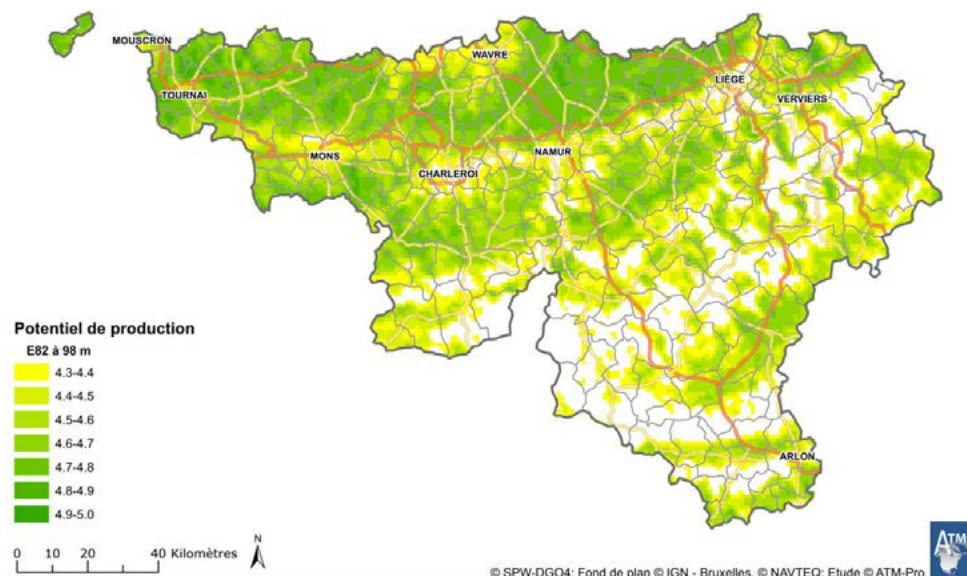


Figure 2 – Potentiel de production énergétique éolienne en Wallonie (éolienne de référence : E82 2,050MW 98m) (Source : ATM-Pro 2010).



Photo: Featrice DDB - SPW

## 2. La production éolienne dans le réseau électrique

### 2.1. Le vent : de la variabilité prévisible

Elia, gestionnaire du réseau de transport électrique, a pour tâche d'assurer l'équilibre instantané entre la demande et l'offre d'électricité, toutes deux sans cesse fluctuantes.

Les causes de ces fluctuations sont diverses :

- du côté de l'offre : arrêt temporaire d'une centrale, entretien d'un réacteur nucléaire, tempête imprévue ou augmentation soudaine de la production éolienne ;
- du côté de la demande : hausse soudaine de la demande suite à une vague de froid ou suite à une finale de coupe du monde de football, fermeture d'une usine grande consommatrice d'électricité, consommation locale d'électricité photovoltaïque, chargement simultané de véhicules électriques etc.

Le nombre croissant de consommateurs qui produisent leur propre électricité, par exemple avec des panneaux solaires, influence également la demande. Bien que cet effet de la «production distribuée» relève principalement de la responsabilité du gestionnaire de réseau de distribution.

Grâce à de nombreux progrès dans le domaine des modèles de prévision de la production, cette variabilité est de nos jours de mieux en mieux contrôlée.

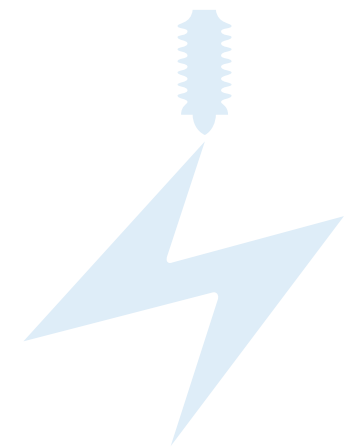




Photo: Fabrice DOR - SPW

## Intégration de l'éolien dans le réseau

Jean Fassiaux – Porte-parole d'Elia, gestionnaire du réseau belge à haute tension

**Du fait de son caractère variable, l'intégration de l'énergie éolienne pose-t-elle problème aux experts en gestion de l'équilibre sur le réseau électrique ?**

« Nous évoluons vers un système électrique qui va intégrer de plus en plus de production d'électricité provenant de l'éolien (et du renouvelable de manière plus globale). Ce mouvement est rythmé par les objectifs climatiques européens et mondiaux. Cela impose aussi une évolution de nos systèmes électriques car l'offre en énergie éolienne (onshore ou offshore) varie sans cesse et le besoin en flexibilité est toujours plus importante. Ce contexte rend donc la mission plus complexe pour les gestionnaires de réseau. Maintenir l'équilibre entre offre et demande et gérer les congestions sur les réseaux nécessite une attention croissante. Il est nécessaire d'anticiper au maximum les changements en se projetant dans l'avenir et en développant les solutions de demain. C'est en suivant cet objectif qu'Elia et les autres acteurs du secteur travaillent ensemble pour répondre à ces nouveaux défis. »

**Comment procédez-vous concrètement pour atteindre cet objectif ?**

« Il est difficile de résumer l'ensemble de ce qui est entrepris actuellement. Je soulignerais cependant 2 avancées nécessaires. Premièrement, avec l'ensemble des gestionnaires de réseau mais également avec d'autres entreprises, les administrations publiques et le monde académique, nous travaillons sur des projets liés à la « consumer centricity ». L'idée est de replacer l'utilisateur final au centre de l'équation en lui permettant d'adapter sa consommation (et sa production) électrique aux besoins du moment grâce notamment à la mise en place d'une plateforme de communication digitale. Cela offrira plus de flexibilité et plus de solutions face aux difficultés liées à l'intermittence du renouvelable. Ensuite, le deuxième enjeu essentiel concerne la mise en place des infrastructures pour accueillir et intégrer au mieux la production renouvelable. Nous avons remarqué lors d'une étude réalisée en 2019 au niveau européen, un décalage entre les délais de mise en place des capacités de production renouvelable par rapport à ceux, plus longs, nécessaires pour construire les infrastructures du réseau. Il sera très essentiel d'assurer le bon développement des infrastructures mais aussi la conception du marché pour une utilisation encore plus efficace du réseau. Au-delà de ces 2 exemples, le travail doit s'inscrire dans une globalité beaucoup plus large mais une intégration du renouvelable plus importante est notre objectif pour l'avenir. 50Hertz, notre filiale allemande, intègre 60% de renouvelable dans son réseau, cela prouve que c'est possible. »

## 2.2. Equilibre sur le réseau

Le réseau électrique belge, qui reste encore fortement centralisé actuellement, est amené à évoluer afin d'intégrer les nouvelles unités de production décentralisées telles que les parcs éoliens.

Par ailleurs, le réseau Elia fait partie du système européen interconnecté<sup>4</sup>. Le centre de contrôle national doit assurer l'équilibre en temps réel entre la production et la consommation, et gérer également les flux d'énergie en étroite collaboration avec les gestionnaires de réseau de transport des pays voisins.

Dans un contexte d'interconnexion et de variabilité qui évolue rapidement, Elia s'est adapté notamment en développant de nouvelles compétences et de nouveaux outils.

### Renforcement et optimisation du réseau existant

La décarbonisation de notre société prévue en Europe ne sera possible qu'avec un réseau à haute tension bien développé. Pour cela, il est donc nécessaire de prévoir des travaux d'adaptation des lignes existantes et de nouveaux renforcements du réseau par l'installation, par exemple, de nouvelles lignes à haute tension et de nouveaux transformateurs. Mais le gestionnaire du réseau de transport Elia a également mis en place des solutions qui permettent d'optimiser le réseau actuel. En effet, pour éviter d'investir dans de nouvelles unités de production d'appoint qui tourneraient relativement peu de temps, ou d'engager de trop lourds travaux de renforcement du réseau, il est également possible d'agir au niveau de l'offre et de la demande.

Les smart grids, ou réseaux de distribution « intelligents », sont des outils de gestion efficace du réseau. L'intérêt des réseaux intelligents consiste en une meilleure mise en phase de la consommation d'électricité avec les cycles naturels de production d'énergie. Il s'agit, par exemple, de donner un signal vert à la consommation lorsque la production est suffisante, ou d'interrompre la production d'électricité lorsqu'il y a risque de congestion sur les réseaux électriques. Ils permettent ainsi d'optimiser l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité. Pour ce faire, ils gèrent à distance et de manière automatique tant les producteurs que les

consommateurs d'électricité, pour autant que ceux-ci aient marqué leur accord.

Les smart grids ont donc pour effet de permettre d'économiser de l'énergie, d'optimiser le réseau et d'en réduire les coûts.

### Les responsables d'équilibre

Pour s'assurer que l'équilibre soit maintenu au sein de la zone de réglage, Elia délègue cette responsabilité à des responsables d'équilibre (Balance Responsible Parties – BRP), aussi appelés en Belgique des ARP (Access Responsible Parties).

Un BRP est une entité de droit privé qui surveille l'équilibre d'un ou de plusieurs points d'accès au réseau de transport. Le BRP compose un portefeuille équilibré en combinant des injections, des prélèvements, des échanges avec d'autres BRP et éventuellement des importations ou des exportations avec une autre zone de réglage.

Chaque producteur et préleveur sur le réseau est tenu de conclure un contrat avec un BRP. Ils peuvent également être leur propre responsable d'équilibre.

*Voici un exemple illustrant le rôle d'un BRP :*

*Un fournisseur d'électricité achète son électricité auprès d'un parc éolien dans le cadre d'un contrat de gré à gré. Le même jour, un vendredi venteux, la demande des ménages est faible et la production éolienne est élevée. Dans l'hypothèse où le fournisseur est également son propre BRP, son groupe d'équilibre se compose de l'injection du parc éolien, du prélèvement par les ménages connectés et des échanges avec d'autres BRP via le marché de l'électricité.*

*À tout moment, le BRP reste responsable de l'équilibre au sein de son groupe d'équilibre.*

Afin d'inciter les BRP à accomplir correctement leur tâche et à constituer des portefeuilles équilibrés, Elia impose un tarif aux BRP en déséquilibre, vu l'impact possible sur l'équilibre production-consommation sur le réseau.

Par ailleurs, les BRP qui s'écartent de leur capacité nominale, d'une façon qui contribue à compenser le déséquilibre, sont récompensés.

Elia publie sur son site web, pratiquement en temps réel, des données sur le déséquilibre du réseau. Les déséquilibres intra-day sont donc autorisés en Belgique et sont soit sanctionnés soit récompensés financièrement, mais ce n'est pas toujours le cas dans d'autres pays européens. Par exemple, en Allemagne, il n'y a pas de système similaire à celui en place en Belgique.

### Production flexible

- En souscrivant un contrat flexible, certains producteurs d'électricité acceptent de mettre leur production à l'arrêt pendant quelques heures, afin d'éviter la congestion du réseau. Cette solution est avantageuse pour chaque partie : elle permet d'installer des unités de production décentralisées là où le réseau nécessiterait des travaux d'adaptation, et offre au producteur une compensation financière en échange de sa flexibilité.

### Gestion de la demande

- Afin de garantir l'équilibre sur le réseau, et dans le but de diminuer temporairement ou de déplacer la demande, les industriels, gros consommateurs d'électricité, ont la possibilité de souscrire auprès d'Elia un contrat d'interruptibilité. Lorsqu'il n'y a pas d'impact sur son processus industriel, les consommations d'un « client interruptible » peuvent être réduites ou interrompues pendant une période qui ne pourra excéder 8 heures pour une capacité de minimum 5 MW, en échange de quoi il perçoit une compensation financière.
- En cas d'incident soudain ou de pénurie d'électricité (pic de la demande suite à une période de grand froid par exemple), et au cas où l'interruption de gros consommateurs se serait avérée insuffisante, Elia a la possibilité de réduire l'éclairage des bâtiments publics ou d'interrompre l'éclairage des autoroutes ou, en dernier recours, de couper l'accès au réseau par blocs de 500 MW, c'est-à-dire de « délester » temporairement certaines zones.



Photo: Fabrice DOR - SPW

### 2.3. Un foisonnement à valoriser

Lorsque l'on parle de foisonnement éolien, on évoque l'idée que des parcs éoliens nombreux, interconnectés et répartis géographiquement permettent d'atténuer la variabilité de leur production à l'échelle régionale et nationale. Ce phénomène de lissage de la production éolienne globale se vérifie-t-il dans les faits ?

Des variations de production peuvent survenir entre éoliennes d'un même parc. Des variations peuvent également s'observer entre un grand nombre de parcs éoliens. Toutefois, une chute soudaine de la production éolienne d'un pays dans sa totalité est une hypothèse improbable. A l'échelle du continent européen, elle est virtuellement impossible.

Par ailleurs, la contribution d'énergie éolienne est également à considérer en combinaison avec d'autres sources d'énergies renouvelables, telle que le photovoltaïque notamment. L'énergie éolienne a notamment une faible simultanéité avec le solaire. La combinaison de l'éolien et du solaire offre notamment des fluctuations quotidiennes beaucoup plus faibles que le vent seul<sup>5</sup>. L'énergie éolienne et le photovoltaïque sont très complémentaires du point de vue de la réduction de la variabilité.

Une étude belge<sup>6</sup> démontre que le foisonnement des parcs éoliens en Wallonie permet d'atténuer la variabilité de la production et donc de réduire l'impact de l'intermittence sur la production. Alors que, individuellement, certains parcs ont besoin d'une compensation équivalente à 60, 70 voire 80 % de leur puissance installée au moins une fois par an, la mise en commun de la production des 6 parcs étudiés a connu, au cours de l'année 2010, une seule fois une chute de 40 % de sa puissance installée et deux fois une augmentation de 35 %. Les variations extrêmes s'atténuent donc fortement par rapport à celles constatées sur un parc isolé.

Une étude récente indique que cette diversité pourrait être à la fois une opportunité et un problème pour le système énergétique de l'UE dans son ensemble<sup>7</sup> : si les pics et les creux des flux éoliens sont synchrones dans les principales zones de production d'énergie éolienne, la production énergétique globale de l'UE sera formée de pics élevés alternant avec des creux bas. Inversement, si les pics élevés dans certaines zones de production sont synchrones avec les creux dans d'autres zones, les différentes phases d'intermittence se complètent et la production globale sera plus régulière, à condition qu'une capacité de transport suffisante soit disponible pour permettre à la production nationale de s'équilibrer. Dans ce deuxième cas, le marché européen de l'électricité dans son ensemble bénéficiera d'une quantité plus stable et plus prévisible d'électricité disponible à partir de sources éoliennes, avec un besoin global moindre de stockage d'énergie et un risque moindre de réduction des besoins énergétiques. L'étude conclut et recommande qu'en augmentant encore l'interconnexion, le renforcement des avantages découlant de la libre circulation de l'électricité éolienne entre des pays présentant des schémas de production différents bénéficiera à la stabilité de l'ensemble du système grâce à la complémentarité.

<sup>5</sup>/ Fraunhofer IWES (2015): [The European Power System in 2030: Flexibility Challenges and Integration Benefits. An Analysis with a Focus on the Pentatlateral Energy Forum Region](#). Analysis on behalf of Agora Energiewende; Energyville, 18/12/2018, Expert Talk; [Hoge penetratie van wind en zon mogelijk met minimale kosten voor netversterking](#)

<sup>6</sup>/ Bettens, F. : "Impact de la production électrique des éoliennes en Belgique sur les émissions de CO<sub>2</sub>", MFE Faculté des Sciences Appliquées, Université Libre de Bruxelles, 2011.

<sup>7</sup>/ F. Monforti et al., "How synchronous is wind energy production among European countries?", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 59, June 2016, Pages 1622-1638

# 3. L'engagement des collectivités locales & citoyennes

Les projets participatifs ont le vent en poupe. Les citoyens et les communes qui s'impliquent dans un projet éolien sont de plus en plus nombreux.

Les collectivités locales jouent un rôle essentiel dans la transition énergétique et la lutte contre les changements climatiques. Cette participation des communautés locales et des citoyens dans le secteur de l'énergie éolienne est légitimée dans des textes juridiques relatifs aux communautés d'énergie renouvelable et aux coopératives. Le projet POL-LEC<sup>8</sup> (Politique locale Energie-Climat) soutient et permet d'ailleurs les initiatives locales.

## 3.1. Communautés d'énergie renouvelable

### Cadre européen

Le 30 novembre 2016, la Commission européenne a présenté le «Clean Energy for all Europeans Package» (CEP). Ce paquet législatif comprend huit propositions visant à faciliter la transition vers une «économie d'énergie propre» et à remodeler le marché de l'électricité de l'Union européenne afin de répondre aux responsabilités de l'Union européenne (UE) dans le cadre de l'accord de Paris.

L'un des objectifs fondamentaux du paquet législatif est de placer le consommateur au cœur de la transition énergétique.

Dans cette optique, la révision de la directive sur les énergies renouvelables<sup>9</sup> (RED II) et la révision de la directive sur le marché de l'électricité<sup>10</sup> (EMD) introduisent de nouveaux concepts, qui mettent l'accent sur l'activation des clients en favorisant leur participation directe au marché de l'énergie sur une base individuelle et collective, d'une part, et la consommation d'énergie renouvelable auto-générée, d'autre part.

Concrètement, cela fait référence aux concepts de 'client actif' et de 'communauté énergétique des citoyens' dans l'EMD, et aux concepts d' 'auto-consommateur d'énergie renouvelable', d' 'auto-consommateur d'énergie agissant conjointement' et de «communauté énergétique renouvelable» dans la RED II.

Acteurs	Variante
Client actifs	Auto-consommateur d'énergies renouvelables
	Auto-consommateurs d'énergies renouvelables agissant de manière collective
Communauté d'énergie	Communauté d'énergie renouvelable (CER)
	Communauté énergétique citoyenne (CEC)

Le concept juridique de 'client actif' est défini dans l'article 2 de l'EMD. Le concept juridique d'auto-consommateur d'énergie renouvelable et celui d'auto-consommateur d'énergie renouvelable agissant de manière collective sont définis dans l'article 2 - REDII:

<sup>8</sup>/ Décret 2 mai 2019 : [http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi/article\\_body.pl?language=fr&caller=summary&pub\\_date=2019-09-13&numac=2019204063](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi/article_body.pl?language=fr&caller=summary&pub_date=2019-09-13&numac=2019204063)

<sup>9</sup>/ Directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables - RED II

<sup>10</sup>/ Directive (UE) 2019/944 du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 concernant des règles communes pour le marché intérieur de l'électricité et modifiant la directive 2012/27/UE - EMD



*«communauté d'énergie renouvelable» (CER):*

*Est une entité juridique :*

*a) qui, repose sur une participation ouverte et volontaire, est autonome, est effectivement contrôlée par les actionnaires ou des membres se trouvant à proximité des projets en matière d'énergie renouvelable auxquels l'entité juridique a souscrit et qu'elle a élaborés;*

*b) dont les actionnaires ou les membres sont des personnes physiques, des PME ou des autorités locales, y compris des municipalités;*

*c) dont l'objectif premier est de fournir des avantages environnementaux, économiques ou sociaux à ses actionnaires ou à ses membres ou en faveur des territoires locaux où elle exerce ses activités, plutôt que de rechercher le profit.*

*«communauté énergétique citoyenne» (CEC):*

*Est une entité juridique :*

*a) qui, repose sur une participation ouverte et volontaire, et qui est effectivement contrôlée par des membres ou des actionnaires qui sont des personnes physiques, des autorités locales, y compris des communes, ou des petites entreprises,*

*b) dont le principal objectif est de proposer des avantages communautaires environnementaux, économiques ou sociaux à ses membres ou actionnaires ou aux territoires locaux où elle exerce ses activités, plutôt que de générer des profits financiers, et*

*c) peut prendre part à la production, y compris à partir de sources renouvelables, à la distribution, à la fourniture, à la consommation, à l'agrégation, et au stockage d'énergie, ou fournir des services liés à l'efficacité énergétique, des services de recharge pour les véhicules électriques ou d'autres services énergétiques à ses membres ou actionnaires.*





Les deux définitions décrivent un moyen d'organiser la coopération collective d'une activité liée à l'énergie selon une propriété spécifique, une gestion et un objectif non commercial (par opposition aux acteurs traditionnels du marché). Cependant, en raison de certaines de leurs différences, notamment sur la portée des activités et les critères d'éligibilité, les communautés d'énergie renouvelable peuvent être considérées comme un sous-ensemble ou un type de communauté d'énergie citoyenne

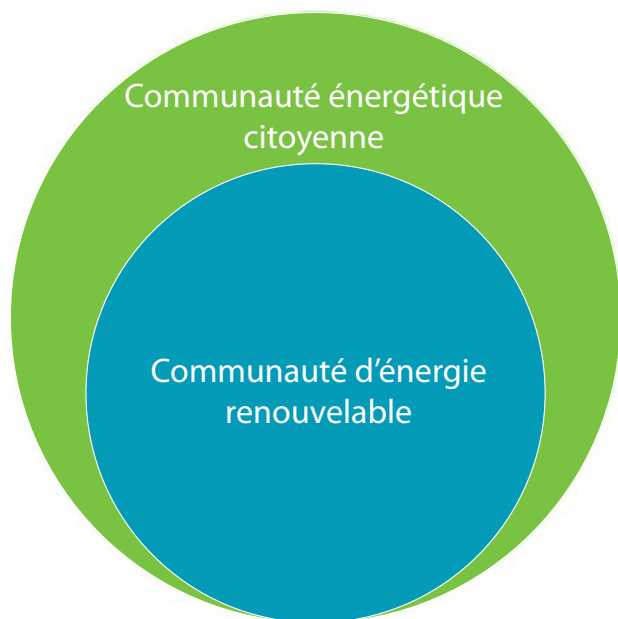


Figure 3 – Relation entre « communauté énergétique citoyenne » – CER- et « communauté d'énergie renouvelable » – CER (Source : REScoop.eu)

## Cadre wallon

Le 2 Mai 2019, le Gouvernement wallon a officiellement publié un décret qui modifie le décret relatif à l'organisation du marché régional de l'électricité, à l'organisation du marché du gaz et à la méthodologie tarifaire applicable aux gestionnaires de réseaux de distribution de gaz et d'électricité<sup>11</sup>, en vue de favoriser :

- l'autoconsommation collective d'électricité,
- le développement des communautés d'énergies renouvelables.

## Concept juridique - L'autoconsommation collective d'électricité

En Wallonie, le client résidentiel qui autoconsomme individuellement sa propre production énergétique grâce à une ou plusieurs installations photovoltaïques, existait déjà.

Ce nouveau Décret introduit le concept d'«*électricité auto-consommée collectivement*» qui est défini comme électricité produite par les communautés d'énergies renouvelables et consommée par ses participants au cours de la même période quart-horaire (La pointe quart-horaire est la puissance moyenne tirée au réseau pendant le quart d'heure où la consommation a été la plus intense sur le mois).

L'autoconsommation collective d'électricité est une activité que la Communauté de l'énergie est en droit d'exercer.

## Concept juridique - Communauté des énergies renouvelables

Une «Communauté d'énergie renouvelable» (CER) est définie dans le décret comme une entité juridique qui consiste en un groupe de participants ayant pour but de partager, via le réseau public de distribution ou de transport local, l'électricité qui est exclusivement produite à partir de sources d'énergies renouvelables ou de cogénération de qualité par des unités de production et, le cas échéant, de stockage, détenues par ladite personne morale, dans le périmètre local où elle exerce ses activités.

L'objectif premier d'une CER est de fournir des avantages

environnementaux, économiques et sociaux à ses participants plutôt que de réaliser des profits. **La communauté d'énergie renouvelable est donc le vecteur organisationnel permettant de développer l'autoconsommation collective.**

La participation à un CER est gratuite et volontaire. Toute personne physique, autorité locale ou PME située dans une zone locale peut participer à un CER, y compris les entreprises, à condition que leur participation ne constitue pas leur principale activité commerciale ou professionnelle.

C'est une véritable avancée dans la transition énergétique en Wallonie, car ce cadre légal ouvre de nombreuses perspectives dans le champ de la transition énergétique et répond à une réelle demande des citoyens, entreprises et autorités locales de pouvoir consommer une production locale d'électricité verte.

Il existe déjà plusieurs initiatives pilotes des Communautés d'énergies renouvelables, développées en partenariat avec les gestionnaires de réseau. On peut citer le cas de Merygrid, projet porté par RESA, qui est un microgrid situé sur la commune d'Esneux, en région liégeoise. Ce réseau relie à des panneaux solaires une turbine hydroélectrique couplée à une unité de stockage qui alimente 3 entreprises.

Une deuxième initiative, E-Cloud, portée par ORES existe dans le Tournaisis où un micro-réseau virtuel a été mis en place au sein d'un zoning industriel. Il s'agit de la mise en commun de plusieurs unités de production au bénéfice d'une communauté d'entreprises.

<sup>11</sup>° [http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi/article\\_body.pl?language=fr&caller=summary&pub\\_date=19-09-13&numac=2019204063](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi/article_body.pl?language=fr&caller=summary&pub_date=19-09-13&numac=2019204063)

## 3.2. Réappropriation du vent avec une coopérative

En 2013, le Gouvernement wallon, à travers l'adoption d'un cadre de référence pour l'éolien, prévoit que tout nouveau projet de parc éolien doit être ouvert à 24,99% aux citoyens et à 24,99% aux communes.

Les citoyens et les communes qui s'impliquent dans un projet éolien sont de plus en plus nombreux via, notamment, la création d'une coopérative. La coopérative peut inclure une participation des autorités communales et/ou d'une intercommunale.

La société coopérative est une société dont les membres travaillent à des objectifs communs et partagent des valeurs communes. C'est une forme juridique spécifique de société qui a pour caractéristique d'avoir un nombre variable d'associés et de poursuivre une finalité coopérative.

Cette solution répond à des objectifs multiples :

- La coopérative permet une appropriation collective des ressources naturelles. Le vent étant un bien public, la coopérative aspire à ce que tout citoyen puisse avoir accès aux bénéfices de son exploitation.
- La coopérative poursuit un but social autour d'une structure démocratique.
- La coopérative vise à terme la mise en place de circuits courts : en acquérant ses propres moyens de production d'énergie, elle permet de fournir l'électricité directement du producteur au consommateur.

Au niveau des actifs de production en propriété collective, de nombreuses coopératives de citoyens pour la production d'énergie renouvelable existent en Wallonie. La plupart d'entre elles sont regroupées au sein de REScoop Wallonie.

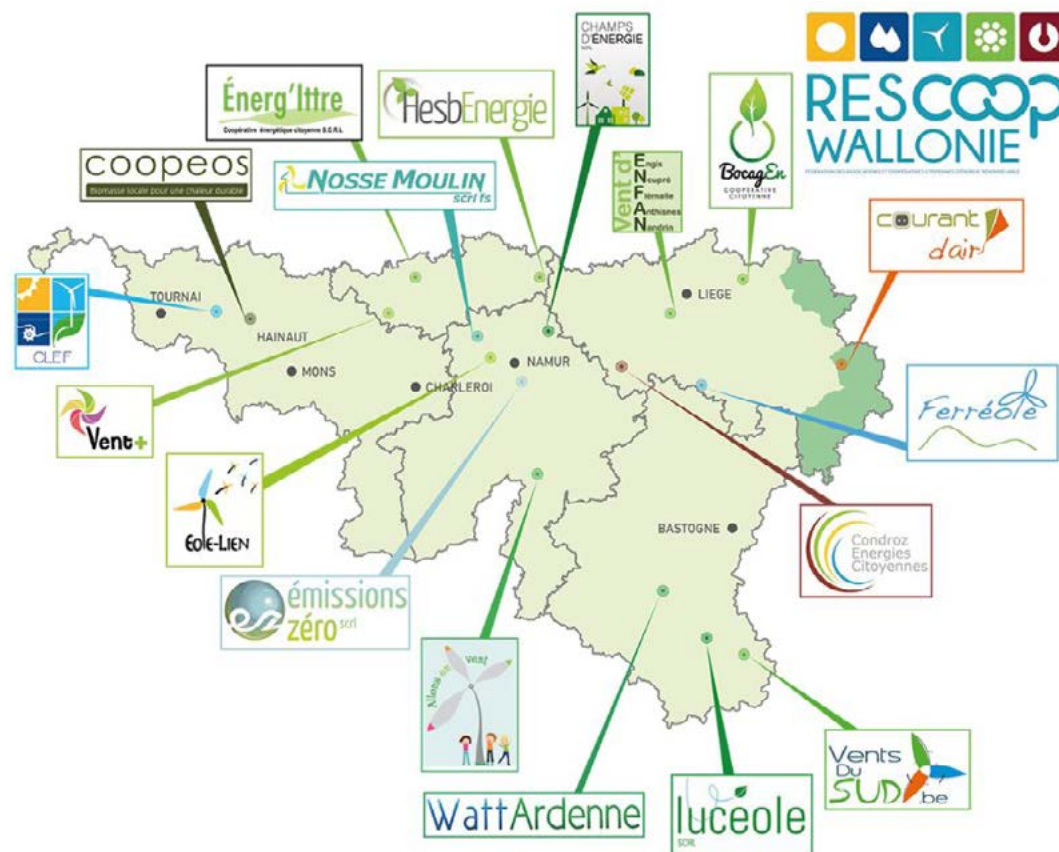
REScoop Wallonie fédère 16 coopératives qui produisent de l'électricité principalement d'origine éolienne, mais aussi photovoltaïque, issue de la biométhanisation (électricité + chaleur), ainsi que de la chaleur à partir de biomasse, soit au total 29 MW installés ou en construction. Elles pourront bientôt aussi compter sur des centrales hydro-électriques.

Les coopératives membres réunissent 11.500 coopérateurs et ont rassemblé 17,4 millions d'euros de capital. En 2018,

elles ont produit 40 millions de kWh, de quoi alimenter en électricité 11.500 ménages (en moyenne 3.500 kWh/an par ménage). En 2019, de nouvelles unités de production ont été mises en service, permettant d'alimenter au moins 15.000 ménages.

COCITER est né de REScoop. Le Comptoir Citoyen des Energies COCITER est une société coopérative wallonne qui rassemble plusieurs coopératives citoyennes wallonnes agréées productrices d'électricité renouvelable (principalement éolienne actuellement), afin de proposer la fourniture d'électricité.

Afin de rendre le paysage des coopératives plus transparent, les informations des coopératives actives en Wallonie, en Flandre et à Bruxelles ont été rassemblées de manière accessible sur le site Coopalacarte.be. Une collaboration entre Energie Commune (ex-APERe asbl), promoteur des énergies renouvelables, et Rescoop Wallonie et Rescoop Vlaanderen. Le site <https://www.coopalacarte.be/nl/pjts/map> de l'initiative Coopératives à la Carte aide le citoyen à investir de façon informée dans des produits financiers verts. Une carte montre également tous les projets coopératifs d'énergie renouvelable en Belgique, y compris les parcs éoliens wallons.





## > 1. Participation à un projet local

S'impliquer activement dans un projet éolien sur sa commune suppose la création d'une coopérative citoyenne. Pour ce faire, il faut rassembler un noyau de riverains et/ou d'élus communaux entreprenants et déterminés à mettre leur énergie et leurs compétences en commun afin de mettre sur pied un projet local, collectif et durable.

Les formules permettant à un groupe de citoyens de prendre une participation dans un parc éolien sont nombreuses. Elles varient selon que le projet participatif s'élargit ou non aux autorités communales, à un fonds d'investissement, à une coopérative régionale, à une intercommunale, et selon les moyens financiers dont disposera la coopérative. De nombreuses portes sont donc ouvertes mais, dès le départ de l'aventure, il importe que les objectifs de la coopérative soient bien définis.

Les citoyens et/ou la commune doivent également déterminer ensemble la part de risque qu'ils souhaitent assumer : participation au processus de développement, achat de permis de construire, achat d'une éolienne (tout ou en partie) clé-sur-porte ?

Dans la majorité des cas, lorsque les parties souhaitent que la coopérative fonctionne dans le respect des valeurs et principes coopératifs, ils optent pour le statut de coopérative agréée (agrément obtenu auprès du Ministère fédéral en charge de l'Economie pour devenir membre du Conseil National de la Coopération). Ce statut permet, entre autres, de simplifier les démarches pour l'appel à l'épargne publique, et donc pour la collecte de fonds<sup>12</sup>.

Certaines coopératives peuvent en outre adopter le statut de coopérative à finalité sociale. Cela renforce le réinvestissement des bénéfices éoliens dans la poursuite du but social de la coopérative. Le but social combine généralement les aspects énergétiques, éducatifs et environnementaux avec la création d'emplois locaux.

---

<sup>12</sup>/ Plus d'information : sur le site du [SPF Economie](#)

## > 2. Devenir coopérateur

Pour s'impliquer dans un projet éolien, une seconde option consiste à acheter une ou plusieurs parts dans une coopérative existante. Toute personne physique ou morale a le droit de devenir coopérateur. En acquérant des parts d'un montant accessible (compris généralement entre 50 € et 250 €), tout citoyen peut devenir copropriétaire d'une éolienne.

En achetant au minimum une part du capital de la coopérative, le souscripteur acquiert le droit de participer et voter aux assemblées générales. Dans la plupart des cas, le nombre de parts qui peuvent être souscrites auprès des coopératives n'est pas limité.

Des balises permettent néanmoins d'assurer le respect du principe d'équité et d'éviter qu'un actionnaire n'exerce un poids prépondérant dans la prise de décision de la coopérative.

Si le principe « un homme = une voix » est fréquemment inclus dans les statuts de la coopérative pour le vote en assemblée générale, la répartition des dividendes, lorsqu'elle a lieu, est quant à elle proportionnelle au nombre de parts détenues dans le capital.

### 3.3. POLLEC – Politique Locale Energie Climat

Consciente des enjeux énergétiques, la Wallonie soutient, depuis 2012, le projet POLLEC<sup>13</sup>.

POLLEC est une campagne qui vise à aider les autorités locales wallonnes à mettre en place une Politique énergie climat, dans le cadre de la Convention des Maires. Les communes et coordinateurs supra-locaux s'engagent ainsi à réduire de 40% les émissions de gaz à effet de serre (GES) sur leur territoire à l'horizon 2030. Cet engagement permet aux collectivités locales de contribuer de manière concrète aux enjeux identifiés en Wallonie :

- L'accord de Paris sur le climat, le décret régional Climat du plan régional Air-Climat-Energie ;
- La stratégie régionale de rénovation des bâtiments ;
- Les objectifs de développement des énergies renouvelables.

La Wallonie est coordinatrice au niveau régional de la Convention des Maires et ce sont les administrations en charge de l'Energie (SPW Energie) et du Climat (AwAC) qui sont chargés de la mise en œuvre de cette coordination.

Grâce à POLLEC, les communes disposent d'outils qui leur permettent d'avoir un impact direct sur leur consommation énergétique. Le programme constitue ainsi une véritable aide pour favoriser la mise en œuvre concrète à court et moyen termes de projets en efficacité énergétique et de production d'énergie à partir de sources renouvelables.

En effet, en tant que signataires de la Convention des Maires, les pouvoirs locaux sont amenés à se positionner, auprès de leurs citoyens, comme exemplaires en matière d'efficacité énergétique et de source d'énergie renouvelable. Les collectivités peuvent également favoriser l'émergence d'initiatives citoyennes ou portées par des acteurs locaux sur leur territoire.

Depuis 2017, 186 communes et 9 coordinateurs supra-locaux wallons se sont engagés dans la Convention des Maires. 154 communes disposent d'un plan d'action pour l'énergie durable et le climat et la majorité de ces plans intègrent des objectifs éoliens<sup>14</sup>.

Une tendance se marque au niveau des projets proposés : il s'agit de développer des éoliennes citoyennes. Par ailleurs, une fiche bonne pratique présentant les différents modes de participation d'une commune dans les projets éoliens sera bientôt diffusée aux communes POLLEC pour favoriser l'émergence de nouveaux projets.



<sup>13</sup> / <https://energie.wallonie.be/fr/pollec.html?DC=9178>

<sup>14</sup> / Source : Pax Eolienica : avancées concrètes





Photo: Fabrice DOR - SPW

## 4. Les bénéfices pour le citoyen et l'industrie

### 4.1. Une électricité verte et locale

L'exploitation de notre gisement venteux est une des réponses à la dépendance énergétique de notre pays.

Concernant le degré d'indépendance énergétique<sup>15</sup>, à savoir la capacité d'un territoire à couvrir ses besoins en énergie par des sources d'énergie locales, le score de la Wallonie s'élevait à 10 % en 2016 (la moyenne européenne est de 34 %) ; la progression enregistrée depuis 2005 est en partie imputable aux énergies renouvelables et à la baisse d'activité de l'industrie et de la sidérurgie en Wallonie. En d'autres termes, 90 % de l'énergie consommée ou transformée dans les centrales électriques doit être importée. Il s'agit pour l'essentiel de pétrole, de gaz naturel, mais aussi d'uranium qui alimentent les réacteurs nucléaires de Tihange. Depuis la fermeture des dernières mines de charbon, les principales possibilités de produc-

tion locale pour la Wallonie résident donc dans le développement des énergies renouvelables.

En 2021, la combinaison d'une plus grande capacité de production nucléaire disponible et d'une augmentation constante de la production d'électricité verte dans notre pays nous a de nouveau permis d'exporter de l'électricité. Pour la troisième année consécutive, les exportations prennent le pas sur les importations d'électricité.

Deux nouvelles interconnexions ont vu le jour ces dernières années, entre notre pays et le Royaume-Uni en 2018 et ensuite avec l'Allemagne en 2020. Cela offre plusieurs avantages en ce qui concerne le bien-être sociétal et la sécurité d'approvisionnement mais cela permet surtout une meilleure intégration du renouvelable. Les pays interconnectés peuvent désormais échanger plus facilement leurs excédents de production renouvelable

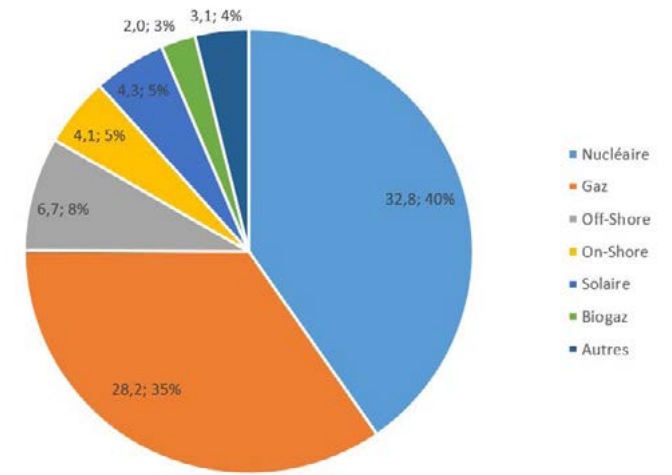


<sup>15</sup> <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/consommation-initiale-denergie-independance-energetique/>



Photo: Fabrice DOR - SPW

### Le mix énergétique belge en 2020 [TWh;%]



### Le mix énergétique belge en 2021 [TWh;%]

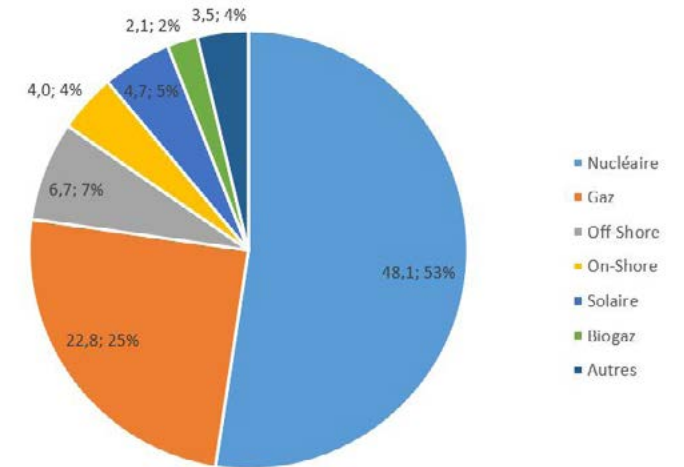


Figure 4 - Le mix énergétique belge en 2020 et 2021 (Source: Elia)  
Avec la production d'une énergie renouvelable (à partir des gisements venteux, solaire, hydraulique, géothermique et biomasse locale), les pays européens, dont la Belgique, se donnent les moyens d'accroître leur indépendance énergétique.

Les énergies renouvelables sont un atout pour<sup>16</sup> :

- s'affranchir des importations et des prix que les marchés internationaux nous imposent, ce qui profite directement à la balance commerciale du pays;
- renforcer notre sécurité d'approvisionnement grâce notamment à des sources d'énergies abondantes et disponibles localement;
- assurer la viabilité économique de notre système énergétique qui a besoin d'être modernisé grâce à des investissements dans les technologies renouvelables éprouvées et matures ;
- diversifier nos sources d'approvisionnement afin d'être moins sensibles aux enjeux géopolitiques.

La production éolienne est répartie sur l'ensemble du territoire et, pour l'essentiel, injectée directement dans le réseau de distribution. Elle fait partie intégrante du mix énergétique dont la part renouvelable locale est sans cesse croissante. Rappelons à cet effet, la contribution importante de l'éolien dans les objectifs pour 2030, à savoir 4600 GWh, soit 46 % du total de la production d'électricité renouvelable.

L'éolien en Wallonie fin 2021, tel que publiée par la fédération des énergies renouvelables (EDORA) et définie par l'APERe, se caractérise par un parc éolien wallon d'une puissance totale de 1036 MW, composé d'un total de 440 éoliennes en fonctionnement. Ce parc éolien wallon permet de couvrir la consommation électrique annuelle de plus de 500.000 ménages.

Puissance par étape	Puissance totale (MW)	Nombre de projets	Nombre d'éoliennes
<b>Projets soumis à étude d'incidences</b>	<b>2163</b>	<b>106</b>	<b>520</b>
<b>Demandes de permis en cours d'instruction</b>	<b>445</b>	<b>34</b>	<b>113</b>
<b>Recours</b>	<b>687</b>	<b>52</b>	<b>208</b>
<i>Dont projets en recours au Conseil d'Etat</i>	<b>483</b>	<b>33</b>	<b>150</b>
<b>Projets autorisés</b>	<b>137</b>	<b>12</b>	<b>39</b>
<i>Dont définitivement autorisés</i>	<b>91</b>	<b>8</b>	<b>27</b>
<b>Projets en construction</b>	<b>155</b>	<b>18</b>	<b>54</b>
<b>Parcs en fonction</b>	<b>1197</b>	<b>121</b>	<b>492</b>
<i>Dont mis en fonction en 2021</i>	<b>99</b>	<b>12</b>	<b>34</b>

Source des données : Energie Commune

Figure 5 – Situation de l'éolien en Wallonie au 31 décembre 2021

<sup>16</sup>/ [https://edora.org/wp-content/uploads/2017/02/7fiche\\_independance\\_energetique\\_MEF.pdf](https://edora.org/wp-content/uploads/2017/02/7fiche_independance_energetique_MEF.pdf)





## 4.2. Des bénéfices à partager

Les retombées financières d'un projet éolien peuvent être directes ou indirectes pour le citoyen :

- directes, dans le cas de la perception d'un dividende si le citoyen a souscrit une ou plusieurs parts dans une coopérative citoyenne. Rappelons que le paiement de dividendes n'est pas automatique, et qu'il est plafonné à 6 % des bénéfices de la coopérative si celle-ci est agréée par le Conseil National de la Coopération. En tant que coopérateur, vous pouvez investir un maximum de 5.000 EUR par coopérative. Les actions coûtent généralement de 250 à 500 euros chacune, parfois jusqu'à 1 000 euros. Les dividendes sont exonérés du précompte mobilier jusqu'à 190 EUR.
- indirectes, lorsque la commune réinvestit les revenus des redevances qu'elle perçoit du développeur de projet, ou les dividendes si cette même commune a acquis une participation dans un projet éolien.

Une participation dans un projet éolien permet à la commune de réinvestir les bénéfices qui en découlent dans d'autres projets durables tels que l'installation d'une chaudière biomasse dans un bâtiment public, la rénovation d'une école, l'isolation des bâtiments communaux ou la pose de panneaux photovoltaïques.

## 4.3. Un vecteur d'emploi local

Le développement de chaque projet éolien implique près d'une quinzaine d'entreprises locales, indispensables pour réaliser les études, mener les travaux d'installation et d'aménagement de voiries, raccorder le parc au réseau, financer le projet et assurer la maintenance des éoliennes sur vingt ans.

Ces activités économiques permettent l'emploi de nombreuses personnes : ingénieurs, architectes, logisticiens, ouvriers, techniciens... Ces emplois sont pour la plupart durables et non délocalisables.

De nombreuses industries fournissent aussi des services, des composants ou des produits intermédiaires.

Une étude récente<sup>17</sup> montre que la transition énergétique en Belgique va créer de nombreux emplois. Sur la base de modèles, les chercheurs ont analysé les effets possibles sur le PIB et le marché du travail si les Etats membres européens réformaient leur économie conformément aux objectifs climatiques de Paris. En investissant dans la transition vers une économie verte, l'Europe ne perdra pas d'argent, mais augmentera simplement son PIB de 1,1 % par rapport à un scénario de statu quo.

Le PIB de la Belgique augmenterait même de plus de 2 %, selon ce rapport.

En outre, de nombreux emplois seraient également créés. L'Europe est un importateur net de combustibles fossiles, ce qui signifie que moins d'emplois seront perdus dans ce secteur que ceux qui seraient ajoutés dans le développement et la production de sources d'énergie renouvelables.

Au niveau mondial, en 2018, les emplois dans les énergies renouvelables ont été estimés à 11 millions d'euros, toutes filières confondues, soit une croissance de 5,3 % par rapport à l'année précédente<sup>18</sup>.

En Belgique, le nombre d'emplois directs et indirects dans la filière éolienne est passé de 3175 en 2011, à 4610 en 2015 et 7500 en 2019 (Source Agoria 2019). Et à l'heure actuelle, près de 80 entreprises implantées en Wallonie sont actives dans la filière éolienne (ReWallonia, 2018).

<sup>17</sup>°/ [https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef\\_publication/field\\_ef\\_document/fomeef18003en.pdf](https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/fomeef18003en.pdf)

<sup>18</sup>°/ [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jun/IRENA\\_RE\\_Jobs\\_2019-report.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jun/IRENA_RE_Jobs_2019-report.pdf)



## 4.4. Corporate Power Purchase Agreements

Un intérêt croissant est également observé de la part de nombreuses entreprises privées et publiques pour un plus grand engagement dans l'achat d'énergie renouvelable et la réduction de leurs émissions de CO<sub>2</sub>.

Il est relativement facile d'atteindre ces objectifs en soi en achetant des produits d'électricité «verte» auprès d'un fournisseur d'énergie. Mais, dans la pratique, le fournisseur utilise son portefeuille énergétique traditionnel qui, dans la plupart des cas, se compose (principalement) de production d'énergie grise et d'une partie seulement de production d'énergie verte, dont le pourcentage correspond au nombre de garanties d'origine («GO») achetées à des tiers, y compris à l'étranger, pour la quantité d'énergie fournie.

Cette approche est actuellement considérée comme insuffisante par de nombreuses entreprises pour plusieurs raisons :

- L'ensemble de l'électricité dite renouvelable correspond souvent/principalement à de l'électricité grise (gaz, nucléaire), et doit sa connotation d'énergie «verte» qu'aux GO achetées ;
- Les GO utilisées proviennent souvent d'autres États membres et essentiellement de grandes centrales hydroélectriques scandinaves (cette manière de fournir de l'électricité verte est souvent perçue comme du «greenwashing») ;
- En tant que client, on n'a, par conséquent, aucune idée de l'origine effective de l'électricité ;
- Le client n'a pas l'impression de soutenir la production d'énergie renouvelable et ne peut pas se présenter comme une institution «verte» ou durable telle que souhaitée ;

Dans la structure traditionnelle de l'achat d'énergie, le client ne dispose donc pas de garanties et de possibilités suffisantes pour atteindre ses objectifs durables et se profiler en tant que tel.

Aux États-Unis et dans certains pays de l'UE comme les

Pays-Bas et l'Allemagne, de nombreuses entreprises concluent un contrat d'achat d'électricité directement avec un producteur d'énergie, sous la forme d'un Corporate Power Purchase Agreement (ci-après dénommé «CPPA»).

Un CPPA est un contrat entre un client et un producteur d'électricité pour l'achat d'électricité à un prix et pour une période convenue à l'avance. Le contrat contient les conditions commerciales de vente de l'électricité : durée du contrat, date/heures de livraison, volume, prix et produit.

Comme condition, par exemple, l'électricité vendue en vertu d'une CPPA doit provenir d'unités de production d'énergie renouvelable existantes ou nouvellement établies dans un endroit donné.

Cette évolution du marché s'est traduite par la révision en décembre 2018, de la directive sur les énergies renouvelables 2018/2001/UE (REDII). Cette mise à jour complète du cadre de la politique énergétique européenne vise à faciliter la transition des combustibles fossiles vers une énergie plus propre, mettant ainsi également en œuvre les engagements de l'UE dans le cadre de l'accord de Paris pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Les CPPA sont reconnus comme outils stimulant la production d'énergie à partir de sources d'énergie renouvelables, la directive RED II incite les États membres à évaluer et supprimer les obstacles juridiques et administratifs pour la mise en place de ces CPPA.

En dehors du cadre de la ligne directe, il n'existe pas encore de cadre pratique pour ce type d'accord<sup>19</sup>, mais pourrait faire partie des outils mis à disposition dans un futur proche.

## 4.5. Lignes directes

La réglementation wallonne définit les lignes directes électriques comme des lignes reliant un site de production électrique à un client spécifique, ou permettant à un producteur d'approvisionner directement ses propres établissements, filiales et clients<sup>20</sup>.

La ligne directe constitue ainsi une exception par rapport à l'obligation de raccordement au réseau, qui doit donc être techniquement et économiquement justifiée. Elle est soumise à l'octroi préalable d'une autorisation individuelle.

Sur de nombreux sites industriels ou zones commerciales, il existe un potentiel de connexions par des «lignes directes», dans lesquelles une éolienne fournit de l'électricité directement à une ou plusieurs entreprises.

Le raccordement direct d'une unité de production à des gros consommateurs permet d'éviter des coûts pour les gestionnaires de réseaux de transport et de distribution. En effet, si la production et la consommation sont éloignées l'une de l'autre, cela nécessitera la construction ou le renforcement du réseau.

L'avantage de la réduction des coûts, notamment les frais de réseau, vaut tant pour le producteur que pour l'acheteur.

Exemple :

EDF Luminus, par exemple, a construit une éolienne sur le terrain de FRIPHARMA dans le zoning Crealys à Gembloux. Cette éolienne fournira environ 5.000.000 kWh d'énergie renouvelable par an. FRIPHARMA, société spécialisée dans le stockage de marchandises à températures contrôlées +5° et -25°, et qui consomme quelque 2.200.000 kWh par an, prélèvera directement environ 66 % de l'électricité produite par sa propre éolienne pour couvrir sa consommation. Le reste de l'électricité verte produite sera injecté sur le réseau de distribution. Un investissement qui permettra de réduire sensiblement la facture énergétique de FRIPHARMA.

<sup>19</sup> / Décret du 11 avril 2014 modifiant le décret du 12 avril 2001 relatif à l'organisation du marché régional de l'électricité et arrêté du Gouvernement wallon du 17 septembre 2015 relatif aux lignes directes électriques (entré en vigueur le 16 octobre 2015).

<sup>20</sup> / Décret du 11 avril 2014 modifiant le décret du 12 avril 2001 relatif à l'organisation du marché régional de l'électricité ; Arrêté du Gouvernement wallon du 17 septembre 2015 relatif aux lignes directes électriques



## 4.6. Soutien de la filière par les certificats verts

L'exploitation des différentes sources d'énergies renouvelables présente, pour l'ensemble de la société, de nombreux avantages sur les plans environnementaux économiques et sociaux.

Les pays européens ont tous fait le choix de développer largement l'exploitation des énergies renouvelables au premier rang desquelles figure l'éolien. Les investissements nécessaires pour y arriver sont importants au stade de la construction.

A travers leurs politiques de soutien à la production énergétique renouvelable, les pays européens visent à réduire leurs importations d'énergies fossiles (gaz, pétrole, charbon), soumises à de fortes fluctuations de prix sur les marchés internationaux. Les productions renouvelables se basent au contraire sur des ressources locales disponibles et sans prix d'achat (soleil, vent, eau) et permettent donc de maîtriser à long terme le prix de l'électricité.

La Wallonie a opté pour un mécanisme de certificats verts (CV), octroyant aux producteurs des certificats pour leur production et obligeant les fournisseurs d'électricité à incorporer dans l'électricité qu'ils distribuent une certaine part d'énergie verte (allant croissant).

Les CV sont octroyés trimestriellement par le SPW Energie à chaque producteur d'électricité certifiée verte. Le nombre de CV octroyé est proportionnel à la quantité d'électricité nette produite et est fonction, d'une part, du surcoût de production estimé de la filière et, d'autre part, de la performance environnementale (taux d'économie de CO2) mesurée de l'installation par rapport à des productions classiques de référence.

Les CV octroyés peuvent être vendus pendant leur durée de validité fixée à 5 ans, par les producteurs, directement ou via des intermédiaires, aux fournisseurs ou aux gestion-

naires de réseau afin de leur permettre de satisfaire à leurs obligations de quota.

Le Gouvernement wallon fixe, pour chaque année, le quota de CV auquel les fournisseurs et gestionnaires de réseau sont soumis. Ceux-ci rendent des CV trimestriellement au SPW Energie sous peine d'une amende fixée par le Gouvernement wallon à 100 EUR/CV manquant. En 2022, le quota était fixé à 39,33 % de l'électricité fournie en Wallonie.

Les quotas pour la période 2015-2024 ont été arrêtés par le Gouvernement wallon le 26 novembre 2015 et ont été modifiés par l'arrêté du Gouvernement wallon du 11 avril 2019. Cet arrêté fixe également les quotas applicables à l'horizon 2030.

Année/ Filière	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Hydro-électricité	45.000	15.000	3.100	3.000	2.800	7.200	2.500	2.400	2.300	2.200	2.100	2.000
Eolien	287.070	162.600	130.000	123.000	117.000	111.000	106.000	100.000	95.000	91.000	86.000	82.000
Photovoltaïque > 10kW	70.000	67.500	67.400	60.700	54.600	49.100	44.200	39.800	35.800	32.200	29.000	26.100
Géothermie	0	0	0	0	0	0	80.000	0	0	0	0	0
Biomasse solide	92.000	100.000	100.000	100.000	44.000	44.000	44.000	44.000	43.000	43.000	43.000	43.000
Biogaz et biométhane	80.000	105.000	105.000	105.000	5.300	5.300	5.300	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200
Cogénération fossile	20.000	15.880	12.000	10.000	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
<b>TOTAL</b>	<b>594.070</b>	<b>465.980</b>	<b>417.500</b>	<b>401.700</b>	<b>224.900</b>	<b>217.800</b>	<b>283.200</b>	<b>192.600</b>	<b>182.500</b>	<b>174.800</b>	<b>166.500</b>	<b>159.500</b>

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2014, le nombre de certificats attribués par technologie est calculé selon une méthodologie prenant en compte les facteurs suivants :

- La quantité nette d'électricité produite ( $E_{enp}$ )
- Le coefficient de performance énergétique de l'installation ( $k_{CO_2}$ )
- Le coefficient de performance économique de la technologie d'énergie renouvelable ( $k_{ECO}$ ).

La formule de calcul du nombre de certificats verts correspond donc à :

$$E_{enp} * k_{CO_2} * k_{ECO}$$

Par ailleurs, pour les filières hydraulique, éolien et solaire PV, le nombre de certificats verts attribués sera réajusté tous les trois ans par l'application d'un coefficient de correction dépendant du prix du marché ENDEX.

L'arrêté du gouvernement wallon du 11/04/2019 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 30/11/2006 relatif à

la promotion de l'électricité produite au moyen de sources d'énergie renouvelables ou de cogénération, détermine pour l'éolien :

- Pour les nouveaux projets :
  - o Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022 le taux d'octroi est de 0,52 CV/MWh (sur 15 ans) (date d'introduction de la demande de réservation faisant foi).
  - o La redéfinition des enveloppes CV pour l'éolien
  - o La modification de la règle de priorité pour les réservations.
- Pour les parcs éoliens existants :
  - o L'application d'un facteur rho annuel (plutôt que triennal) pour les parcs éoliens soumis au régime  $k_{ECO}$ .
  - o Un nouveau régime de prolongation qui remplace le régime des modifications significatives.

En septembre 2019, le Gouvernement wallon a décidé que le mécanisme des certificats verts serait maintenu<sup>21</sup>. Toutefois, leur taux de subvention sera revu. Il diminuera progressivement (entre 25% et 75%) d'ici 2030, pour atteindre

une sortie définitive (phasing out) du système. Les quotas seront adaptés à l'évolution du marché et fixés jusqu'en 2030.

Les quotas de CV sont répercutés, par les fournisseurs, sur la facture du client final sous forme de « Contribution Energie Renouvelable (CER) », dont la valeur est proportionnelle au pourcentage fixé par la loi de la consommation pour lequel le fournisseur doit remettre des certificats d'énergie verte et le Prix d'un certificat vert (Wallonie: 65 €/CV)

Gardons à l'esprit que les coûts du développement des renouvelables ne représentent pas des dépenses perdues mais des investissements en infrastructure permettant d'assurer un service énergétique accessible pour les générations actuelles et à venir.

<sup>21</sup> / En 2018, la Cwape a proposé d'éliminer complètement le système des certificats verts en 2021, en le remplaçant par une « prime de rachat », une prime qui fluctuera en fonction du prix de l'électricité sur le marché, et qui sera financée par une obligation de service public, une ligne unique sur la facture d'électricité qui remplacera à la fois le système de quotas et la surtaxe pour les certificats verts. Cette prime garantira aux producteurs d'énergie verte un complément de revenu sur la vente de l'électricité qu'ils produisent - sauf en cas de forte hausse des prix de l'électricité : dans ce cas, la prime serait réduite à zéro, et les producteurs pourraient même être tenus de rembourser une partie des primes reçues (<https://energie.wallonie.be/fr/installations-de-production-d-electricite-verte.html?IDC=9783>).

## 4.7. Un coût compétitif

Diverses études ont déjà montré que les énergies renouvelables sont compétitives et constituent un choix intéressant sur le plan financier pour un système électrique sans CO<sub>2</sub>.

Une étude<sup>22</sup> comparant les coûts spécifiques des différentes technologies énergétiques, ainsi que les différents mécanismes de soutien, met en avant l'intérêt financier d'un système électrique basé sur le renouvelable comme l'éolien et le solaire.

L'étude intitulée «Analyse des coûts et des bénéfices socio-économiques des secteurs nucléaire et pétrolier<sup>23</sup>» (04/2014) arrive à une conclusion similaire. Le coût de nouvelles installations éoliennes en combinaison avec des centrales au gaz a été comparé au coût d'un nouveau réacteur nucléaire (fictif).

Cela montre qu'un système électrique basé sur le vent et le gaz est plus de 41,2 % moins cher qu'un système électrique qui dépend d'une grande centrale nucléaire. Calculé sur toute la durée de vie d'un nouveau réacteur nucléaire (60 ans), le choix de l'éolien et du gaz permet d'économiser pas moins de 26 milliards d'euros par rapport à un scénario à énergie nucléaire.

Selon la nouvelle analyse de l'agence BloombergNEF<sup>24</sup>, l'éolien et le photovoltaïque sont désormais les plus compétitifs en Californie, en Chine et une partie de l'Europe, y compris en Belgique. Les énergies renouvelables sont annoncées comme étant les moins chères partout dans le monde d'ici 2030.

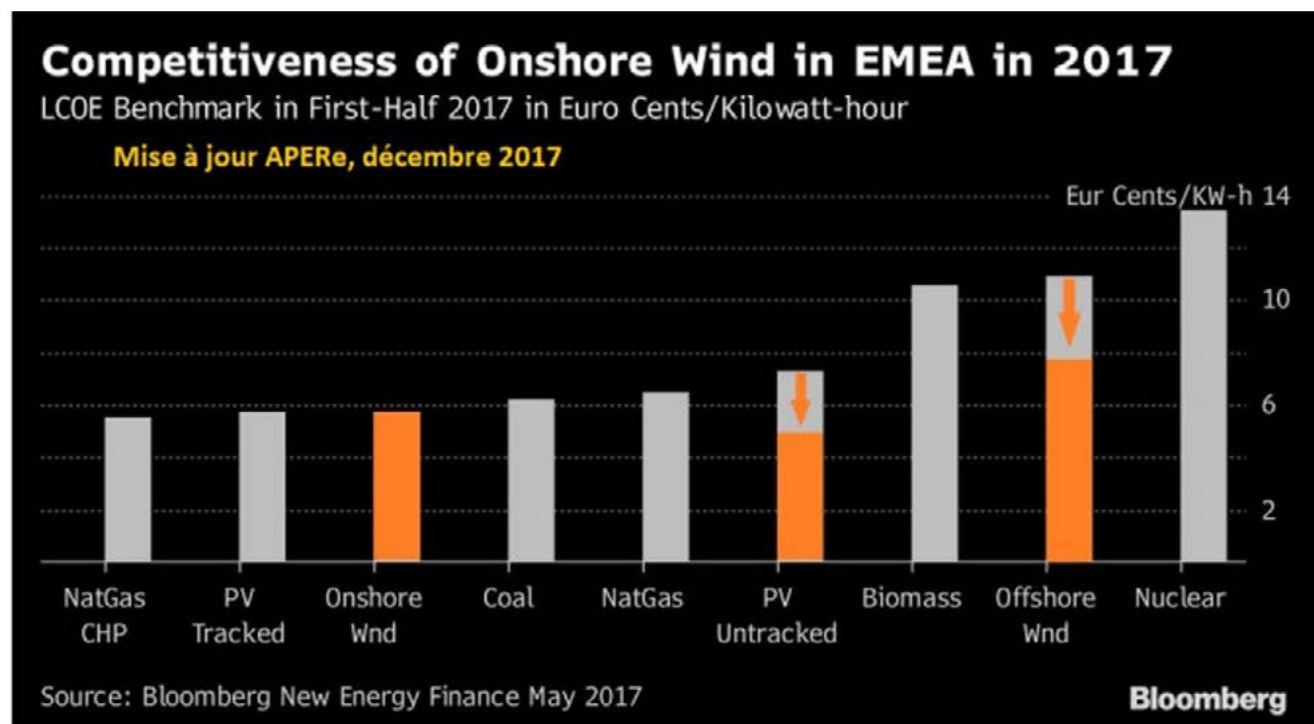


Figure 6 Source : Wilkin, 2017, 2017 ou la victoire économique du solaire et de l'éolien, Renouvelles, Consulté le 30/10/2018 sur <http://www.renouvelles.be/fr/actualite-internationale/2017-ou-la-victoire-economique-du-solaire-et-de-leolien>

<sup>22</sup> / Comparing the Cost of Low-Carbon Technologies: What is the Cheapest Option? - An Analysis of New Wind, Solar, Nuclear and CCS based on Current Support Schemes in the UK and in Germany» 04/2014. <https://www.agora-energiewende.de/en/publications/comparing-the-cost-of-low-carbon-technologies-what-is-the-cheapest-option/>

<sup>23</sup> / <http://clusters.wallonie.be/tweed-fr/D:42386.html?IDC=5261&IDD=47785>

<sup>24</sup> / [https://www.renouvelles.be/sites/default/files/bnef\\_2h\\_2019\\_lcoe\\_update\\_-\\_one\\_pager.pdf](https://www.renouvelles.be/sites/default/files/bnef_2h_2019_lcoe_update_-_one_pager.pdf)



Photo: Fabrice DOR - SPW

## 4.8. Impact des épisodes venteux sur le prix de l'électricité

La part croissante des énergies renouvelables a rendu les prix de l'électricité beaucoup plus volatils en Europe et en Belgique et les prix négatifs sont devenus un phénomène assez courant.

Les prix sur le marché de l'électricité sont déterminés par l'offre et la demande au niveau de la Bourse de l'électricité belge. Les producteurs d'électricité offrent certaines quantités d'électricité pour un certain prix, tandis que les acheteurs déterminent la quantité d'électricité qu'ils sont prêts à acheter à un prix donné.

Les prix négatifs de l'électricité à la bourse de l'électricité se produisent lorsqu'une production d'électricité élevée et inflexible apparaît simultanément à une faible demande d'électricité. Les producteurs d'électricité offrent leur électricité à des prix négatifs sur le marché boursier, en particulier lorsque l'approvisionnement en énergie renouvelable (prévisible) est élevé (beaucoup de vent et de soleil).

Les prix négatifs ne sont plus un phénomène sans précédent en Belgique. En 2021, notre territoire a connu 159 heures avec des prix de l'électricité négatifs.

Des mouvements de prix à très court terme ont très peu d'influence sur la facture des particuliers puisque la plupart des contrats de fourniture pour les particuliers sont adossés à des achats à terme fixe de deux ou trois ans. Par contre, pour certains industriels qui ont des contrats plus flexibles c'est un avantage, parce qu'ils peuvent acheter de l'électricité à très bon marché, voire à un prix négatif. On reproche souvent à l'énergie renouvelable de faire baisser le prix de l'électricité en dessous de zéro. Mais les centrales conventionnelles inflexibles en sont également responsables. Pour des raisons de rentabilité, la production n'est pas jugulée. Il est en effet moins coûteux de continuer à faire tourner une centrale au gaz pendant quelques heures, que de l'arrêter. La transition énergétique vers plus d'énergies renouve-

lables ne nécessite pas seulement une flexibilité du côté de la production, mais également de plus en plus de flexibilité en matière de stockage et de consommation. À terme, le développement de l'énergie éolienne aura tendance à pousser les prix de détail vers le bas, et contribuera dès lors à réduire le prix du kilowattheure, ou du moins à le stabiliser.

# 5. Les éoliennes et la santé

## 5.1. Du bruit limité pour les riverains

Le bruit est une thématique importante dans le cadre des incidences sur l'environnement des éoliennes et devra être géré au travers des conditions d'exploitation du parc éolien.

Le bruit émis par les éoliennes en fonctionnement est à la fois de nature mécanique et aérodynamique. Il provient des pièces en rotation au niveau de la nacelle et du brassage du vent par les pales mises en mouvement.

De nombreux progrès techniques ont permis de considérablement limiter les bruits mécaniques : suppression des boîtes de vitesse dans les éoliennes synchrones ou engrenages plus silencieux, arbres de transmission sur coussinets amortisseurs ou encore nacelles capitonnées dans les éoliennes asynchrones. Ces bruits ne sont actuellement plus significatifs.

Il est important de préciser que sous réserve d'une bonne maintenance, le bruit mécanique généré par une éolienne n'augmente pas avec l'âge de celle-ci. Lors des maintenances préventives, les pièces mécaniques sont remplacées avant que leur degré d'usure ne risque d'augmenter les nuisances sonores. Cette maintenance est en outre indispensable pour le bon fonctionnement général de l'éolienne et donc pour sa production électrique.

Par ailleurs, les puissances acoustiques maximales des éoliennes sont garanties par le constructeur. Les courbes de puissances acoustiques sont mesurées selon la norme IEC 61400 Aérogénérateurs - Partie 11 : Techniques de mesure du bruit acoustique : 2012+A1 :2018, pour des vitesses de vent à la nacelle typiquement de 0 à 10m/s.

D'autre part, les bruits liés aux turbulences dans l'air sont aussi limités par une forme plus aérodynamique des pales ainsi que l'ajout d'une structure en dents de scie (peigne) au bord de fuite de la pale, réduisant ainsi la formation de tourbillons ou vortex (Serrated Trailing Edge).



Figure 7 : Exemple de peignes installés sur les bords de fuite des pales d'une éolienne (Source : Evaluation des incidences sur l'environnement de deux projets de plans, Rapport sur les Incidences Environnementales – RIE, Modyva, Sertius et Pissart)

La limitation de l'émission sonore des éoliennes s'effectue par bridage de la vitesse de rotation des pales, en pilotant l'orientation du pas des pales. Différents modes de bridage peuvent être appliqués selon les exigences. De manière générale, le bridage permet de réduire la puissance acoustique de l'ordre de 2 à 5 dB(A). Les toutes dernières générations d'éoliennes permettent des bridages plus importants (7, voire 10 dB). Notons que le bridage peut impacter considérablement la production électrique d'une éolienne.

Dans le cas d'un parc existant, la hauteur d'une éolienne rend impossible la mise en place d'écrans ou autres mesures de protections contre le bruit. Le bridage et les peignes sont les seules solutions techniques applicables.

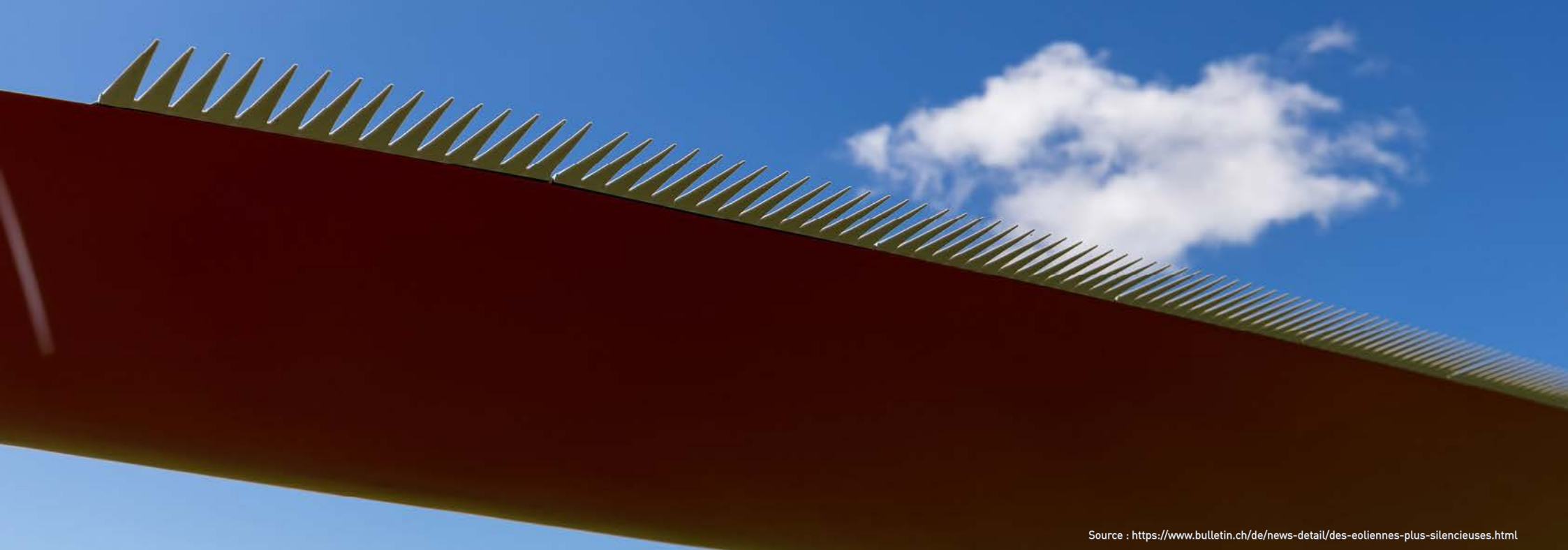
Quel que soit leur niveau, le bruit émis par les éoliennes décroît très vite avec la distance. Selon la saison, les conditions météorologiques et la localisation, le bruit est plus ou moins perceptible et est parfois couvert par le bruit du vent ou d'une route, suivant les circonstances.

Afin de limiter au maximum leur impact acoustique, les éoliennes doivent être implantées moyennant une certaine distance par rapport à l'habitat et aux activités humaines.

La réglementation wallonne en matière de bruit<sup>26</sup> est contraignante. L'Arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 fixe les conditions générales d'exploitation des établissements visés par le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement (M.B. 21.09.2002 - err. 01.10.2002).

<sup>26</sup> / Arrêté 13 février 2014 du Gouvernement wallon portant conditions sectorielles relatives aux parcs d'éoliennes d'une puissance totale supérieure ou égale à 0,5 MW, modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 relatif à la procédure et à diverses mesures d'exécution du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement et modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences et des installations et activités classées (M.B. 07.03.2014 - entrée en vigueur 10 jours après publication),





Source : <https://www.bulletin.ch/de/news-detail/des-eoliennes-plus-silencieuses.html>

La norme est de 45 décibels (dB) maximum le jour, et 40 dB la nuit. Cela correspond au bruit dans une bibliothèque. Un parc éolien ne sera autorisé que s'il respecte strictement ces normes. Si des dépassements des seuils autorisés sont identifiés lorsque le parc éolien est en fonction, un bridage des machines est alors imposé par les autorités.

En 2014, le Gouvernement wallon a voté un Arrêté sur les conditions sectorielles éoliennes (qui portent notamment sur les normes acoustiques). Les conditions sectorielles différencient la limite acoustique en fonction des périodes dites estivales et hivernales, à savoir 43 dB la nuit (40 dB en été), à l'extérieur des maisons.

Cet Arrêté a fait l'objet d'un recours devant le Conseil d'Etat. Dans son arrêt n° 239.886 du 16 novembre 2017, le Conseil d'Etat a annulé l'arrêté du Gouvernement wallon du 13 février 2014 portant sur les conditions sectorielles relatives aux parcs d'éoliennes, confirmant ainsi l'interprétation de la Cour de Justice de l'Union européenne. Cet Arrêt maintient néanmoins les effets des conditions sectorielles actuelles pendant 3 ans.

Les conditions sectorielles relatives aux éoliennes devront être fixées dans un nouvel arrêté et devra faire l'objet d'une procédure d'évaluation des incidences sur l'environnement.

Cette procédure qui est en cours, concerne :

- la réalisation de l'étude d'incidence (RIE)
- l'adoption d'un projet d'Arrêté sur cette base,
- la réalisation d'une enquête publique dans toutes les communes wallonnes, les stakeholders, les institutions, les régions limitrophes, etc, ...
- la modification du projet d'Arrêté pour tenir compte de la consultation,
- le passage au Conseil d'Etat,
- l'adoption définitive par le Gouvernement wallon des deux projets de « Plan » au sens de la Directive 2001/42/CE, le 24 novembre 2020.

Le Gouvernement wallon souhaite donc tenir compte des incidences des éoliennes sur l'environnement, afin de réduire et prévenir les dangers et nuisances, en définissant :

- des conditions spécifiques applicables à toute exploitation d'éoliennes d'une puissance totale supérieure ou égale à

0,5MW (on parle de « conditions sectorielles »),

- des mesures à intégrer dans les études acoustiques relatives aux parcs éoliens.

Les mesures envisagées sont reprises dans deux projets d'arrêtés réglementaires qui constituent chacun un document stratégique ou « Plan » au sens de la Directive 2001/42/CE.

L'impact potentiel de ces dispositions sur l'environnement a été évalué et les résultats de cette analyse font l'objet d'un rapport technique ou « rapport sur les incidences environnementales (RIE) », approuvé par le Gouvernement wallon le 9 janvier 2020.

Conformément au Code wallon de l'Environnement, lesdits Plans, et le rapport d'évaluation qui s'y rapporte, sont maintenant soumis, pour avis, à enquête publique auprès des 262 communes wallonnes.

Cette enquête publique a démarré le 17 février 2020 et s'est clôturée le 18 mai 2020.

Les projets de plans seront revus en tenant compte des avis et observations reçus dans le cadre de cette consultation publique. Ils seront ensuite proposés au Gouvernement wallon pour adoption.

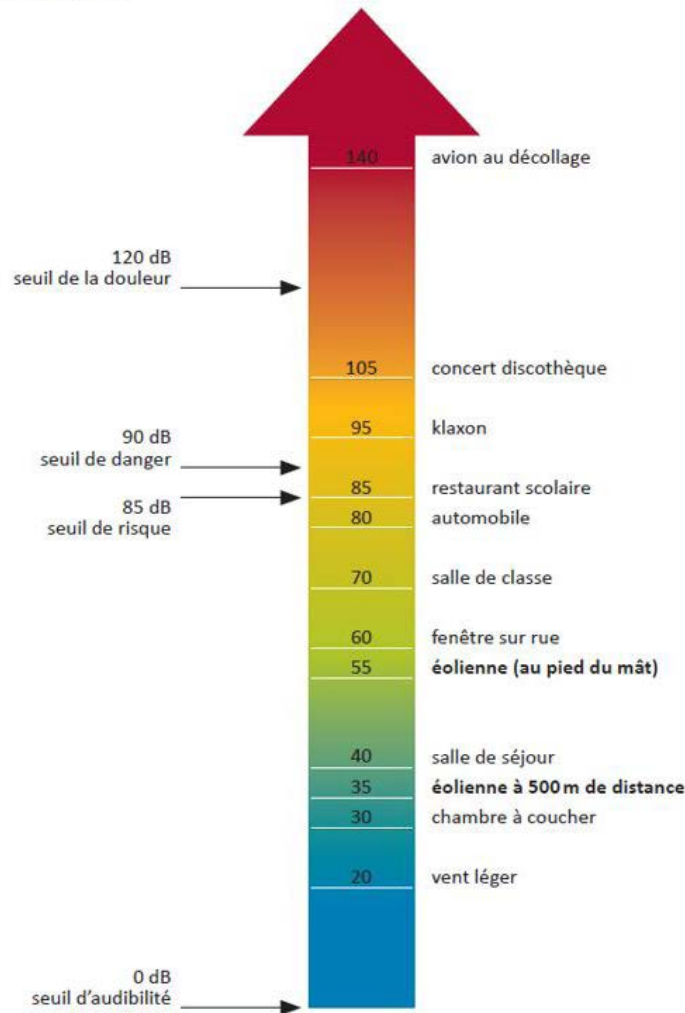
A titre illustratif, le graphique ci-dessous permet de comparer le niveau acoustique des éoliennes à d'autres sources de bruit de notre vie quotidienne :

Figure 8 source : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie France



### Échelle du bruit (dB)

source : ADEME



En termes de santé, les recherches scientifiques les plus récentes montrent que, bien que les riverains puissent présenter des degrés de perception divers, les intensités sonores enregistrées au niveau des habitations à proximité des parcs éoliens ne génèrent pas de conséquences sur la santé humaine<sup>27</sup>.

L'apparition des éoliennes et d'une nouvelle source de bruit dans l'environnement proche et sa perception par les riverains reste une question fortement subjective : certains y verront des désagréments alors que d'autres pas. Les gênes ou nuisances sont néanmoins objectivables par des mesures. Dans certains cas, elles peuvent être dues à un problème technique ou au mauvais réglage d'une ou de plusieurs éoliennes. Des contrôles et études acoustiques permettent d'identifier ces problèmes et de limiter ensuite ce genre de désagrément, par exemple en bridant les éoliennes (en limitant leur vitesse).

Il a été établi que les éoliennes n'induisent pas d'incidence objective sur la santé des riverains<sup>28</sup>. Des études<sup>29</sup> montrent que les réactions des riverains dépendent fortement de leur perception de la technologie éolienne : en cas d'un manque d'acceptation des éoliennes (facteur subjectif), les symptômes négatifs apparaissent plus rapidement. Une étude illustre ainsi que les participants avaient déclaré que la qualité de leur sommeil était moins bonne s'ils avaient une attitude négative à l'égard des éoliennes, s'ils avaient des préoccupations liées à la dévaluation de leur propriété et s'ils pouvaient voir les éoliennes de leur propriété<sup>30</sup>.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) considère que l'impact du bruit éolien sur la santé (maladies cardio-vasculaires, hypertension, perte d'audition) est faible, voire nul. Les différentes études considérées par l'OMS ne mettent pas non plus en évidence d'effet significatif du bruit éolien sur le sommeil.

<sup>27</sup> / Agence française de sécurité sanitaire environnementale, «Impacts sanitaires des éoliennes», mis à jour en 2017.

<sup>28</sup> / National Health and Medical Research Council (NHMRC) – Australian Government: "Wind Turbines and Health: A Rapid Review of the Evidence", 2010; David S. Michaud et al. "Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects", The Journal of the Acoustical Society of America 139, 1443 (2016)

<sup>29</sup> / Herbrandson C., Messing R.B.: "Public Health Impacts of Wind Turbines", Minnesota Department of Health – Environmental Health Division, 2009. Knopper L.D. et Ollson C. "Health Effects and Wind Turbines: A review of the literature", Environmental Health 10:78, 2011.

<sup>30</sup> / Leila Jalali et al., "The impact of psychological factors on self-reported sleep disturbance among people living in the vicinity of wind turbines", Environmental Research, Volume 148, July 2016, Pages 401-410







Photo: Fabrice DOR - SPW

## 5.2. Une faible émission d'infrasons

Les infrasons, audibles ou non par l'homme, sont émis à une fréquence comprise entre 1 et 20 Hz. Ils sont omniprésents dans notre environnement et peuvent être naturels (vagues, vent...) ou artificiels (circulation routière, explosion...).

Bien que le débat sur la perception même des infrasons par l'oreille humaine ne soit pas encore tranché par les spécialistes, la majeure partie des rapports scientifiques (notamment l'analyse réalisée par l'Institut de Physique Appliquée de Stuttgart sur les émissions d'infrasons) arrive à la conclusion que les infrasons émis par les éoliennes à une distance de 350 m minimum n'ont pas d'impact direct sur la santé humaine : à un tel niveau, l'oreille n'y serait pas sensible et aucun effet sanitaire lié aux basses fréquences et aux infrasons générés par ces machines n'a pu être observé<sup>31</sup>.

Les infrasons émis par les éoliennes ne peuvent pas être à l'origine de maladies vibroacoustiques : ces maladies surviennent après une exposition continue pendant 13 semaines à environ 100 dB à basse fréquence<sup>32</sup>. Or, l'amplitude des infrasons est déjà inférieure à ce niveau à moins de 100 mètres d'une éolienne<sup>33</sup>. En Wallonie comme ailleurs en Europe, aucun projet éolien n'est autorisé à moins de 100 mètres des habitations.

Les infrasons n'ont pas non plus d'effets sur le système vestibulaire (système sensoriel à la base du sens de l'équilibre) : il faudrait que leurs niveaux d'intensité soient « Plus de mille fois plus élevés [...] pour être seulement audibles, et encore plus de mille fois plus élevées pour qu'apparaissent les discrètes et transitoires réactions vestibulaires »<sup>34</sup>.

Suite à plusieurs plaintes exprimées par certains résidents de parcs éoliens français, mettant en avant les infrasons et les bruits de basse fréquence (ILFN) comme source potentielle de nuisance, l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire des Aliments, de l'Environnement et du Travail (ANSES) a été mandatée par le Ministère de l'Environnement français pour mener une expertise collective indépendante sur l'évaluation des effets sanitaires liés aux ILFN des parcs éoliens<sup>35</sup>. L'étude a conclu que certaines personnes vivant à proximité des parcs éoliens prétendent avoir des effets sur la santé qu'elles attribuent à la PNIL émise par les éoliennes. Parmi ces résidents, on rencontre des situations de malaise réel et des effets sur la santé parfois médicalement constatée, mais dont la causalité avec l'exposition aux infrasons et aux basses fréquences sonores produites par les éoliennes ne peut être établie de façon évidente. L'exposition à l'ILFN des éoliennes n'est qu'une hypothèse pour expliquer ces effets, parmi les nombreux signalés (bruit audible, visuel, stroboscopique, champ électromagnétique, etc.). Cette situation n'est pas spécifique aux éoliennes. Elle peut être comparée à celles rencontrées dans d'autres domaines, comme les ondes électromagnétiques. Il est très difficile à l'heure actuelle d'isoler les effets de la PNIL sur la santé de ceux du bruit audible ou d'autres causes potentielles pouvant être causées par les éoliennes.

Une étude spécifique de l'Anses à ce sujet conclut ainsi que le lien de cause à effet entre l'exposition aux infrasons et aux basses fréquences sonores produits par les éoliennes et des situations de mal-être ou d'effets sanitaires plus prononcés ne peut être établi de manière évidente<sup>36</sup>. L'ANSES se montre même critique quant aux syndromes régulièrement cités dans la littérature (vibroacoustic disease) et qui ne reposeraient, selon elle, sur aucune base scientifique sérieuse.

31°/ Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, avec la participation de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie: "Impacts Sanitaires du Bruit généré par les Éoliennes", Paris, 2008.

32°/ Colby W.D. et al: "Wind Turbine Sound and Health Effects – An Expert Panel Review", American Wind Energy Association and Canadian Wind Energy Association, 2009. Renzo Tonin et al., "The effect of infrasound and negative expectations to adverse pathological symptoms from wind farms", Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 24 February 2016

33°/ Ellenbogen J.M. et al.: "Wind Turbine Health Impact Study : Report of Independent Expert Panel", Massachusetts Department of Environmental Protection and Massachusetts Department of Public Health, 2012.

34°/ Chouard C.-H. : "Le retentissement du fonctionnement des éoliennes sur la santé de l'homme", Académie nationale de médecine, Paris, 2006.

35°/ Philippe Lepoutre, Paul Avan, Anthony Cadene, David Ecotiere, Anne Sophie Evrard, et al., "Health effects of low frequency noise and infrasound from wind farms: results from an independent collective expertise in France". 12th ICEN Congress on Noise as a Public Health Problem, Jun 2017, ZURICH, Switzerland. 9 p.

36°/ Lepoutre et al. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, «Evaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens», 2017.

### 5.3. Des ombres portées minimales

Le phénomène d'ombre portée (erronément appelé 'effet stroboscopique' puisque la durée de persistance des ombres des pales est inférieure à la durée de persistance des images rétinienne) se produit lorsque le soleil se situe derrière une éolienne en rotation. A certains moments de la journée, l'ombre des pales est projetée sur le sol ou dans les habitations, ce qui peut créer une gêne visuelle pour les riverains.

Le phénomène dépend de nombreux éléments qui sont rarement tous réunis en même temps. Il se produira seulement si la lumière est directe et non pas diffuse, si les pales sont en rotation et si le soleil est à la fois dans l'axe de rotation des pales et orienté vers les fenêtres des habitations. La fréquence d'apparition de ces effets est donc faible.

D'autre part, la perception dynamique du phénomène d'ombre portée sur les axes de transport routier peut, quant à lui, être considéré comme totalement négligeable vu la faible vitesse de rotation des pales et la vitesse propre du véhicule concerné.

Afin d'éviter toute gêne, la réglementation wallonne impose l'analyse détaillée de cet effet dans l'étude d'incidences. Les incidences des ombres portées entrent bien dans le périmètre des conditions d'exploitation. Bien qu'elles ne soient pas listées à l'article 2 du décret du 11 mars 1999, il s'agit bien d'une nuisance.

Les incidences potentielles du projet en termes d'ombrage sont ainsi précisées et les mesures nécessaires au respect des valeurs limites sont recommandées dans l'étude d'incidences environnementales. Il appartient ensuite à l'autorité compétente pour délivrer l'autorisation de fixer, le cas échéant, des conditions particulières d'exploitation.

Le Conseil Supérieur de la Santé (CSS, 2013) recommande d'appliquer une norme allemande qui plafonne l'exposition au phénomène d'ombres mouvantes à 30 heures par an et à 30 minutes par jour.

Actuellement en Wallonie, une limitation des effets d'ombres mouvantes des éoliennes sur l'environnement n'est précisée qu'au sein du cadre de référence (2013). Malgré le fait que le cadre de référence

puisse présenter des indications lors de la mise en œuvre de projet éolien, celui-ci n'a pas force légale. Il constitue un cadre informatif auquel les projets éoliens doivent tendre.

Le cadre de référence préconise une exposition maximale de 30 heures par an et de 30 minutes par jour, en imposant le cas échéant l'arrêt des machines pendant les périodes problématiques.

Pour limiter la gêne des riverains, des améliorations ont été apportées à la conception des éoliennes et au choix des matériaux. La plupart des éoliennes de nouvelle génération sont maintenant munies d'un revêtement limitant les reflets des rayons du soleil sur les pales.

Les installations sont également munies d'un système appelé « shadow-modules » qui permet d'arrêter automatiquement l'éolienne en cas de dépassement de la norme.

Ce dispositif consiste en un module recevant les informations en temps réel d'un détecteur multidirectionnel de rayonnement solaire fixé sur le mât et qui, sur base de ces informations et d'autres données préalablement encodées dans le système (positions des habitations, position du rotor), calcule si les conditions sont propices à la formation d'ombre sur les habitations et comptabilise, le cas échéant, la durée d'exposition pour chaque récepteur encodé.

Si la durée excède les valeurs de référence enregistrées, le module arrêtera temporairement l'éolienne.





Photo: Fabrice DOR - SPW

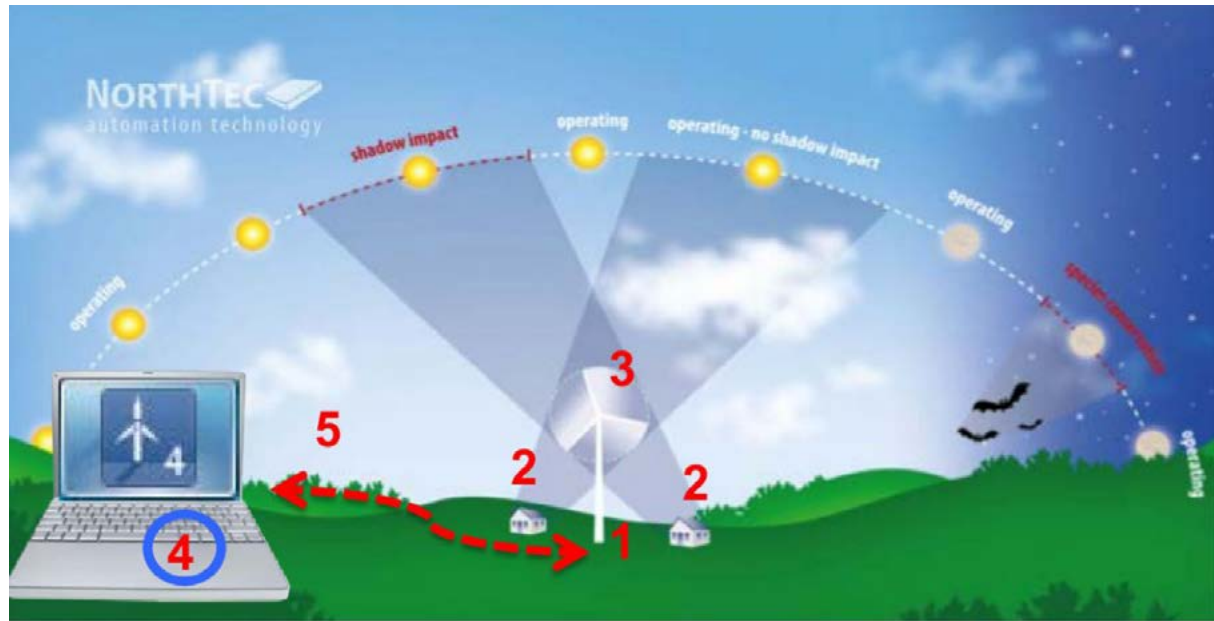


Figure 9 Illustration du principe de fonctionnement d'un shadow-module (source : Nortech)

1. Le shadow module est implémenté dans l'éolienne et intégré au logiciel de pilotage de l'éolienne. Il reçoit les informations du détecteur de rayonnement (3).
2. Habitations dont le nombre de fenêtre, leurs surfaces et orientations sont préalablement encodées dans le système.
3. Le détecteur de rayonnement transmet les informations au shadow module (1).
4. Le logiciel traite les informations et pilote automatiquement les arrêts de l'éolienne si nécessaire. Il conserve l'ensemble des enregistrements et permet de générer des rapports.
5. Connexion entre le shadow module et le logiciel de pilotage.

Enfin, précisons que les ombres portées ne sont en aucun cas dangereuses pour la santé<sup>37</sup> : les éoliennes tournent à une fréquence trop faible pour avoir un impact sur la santé humaine (entre 0,45 et 1,75 Hz alors que la fréquence connue pour avoir des effets négatifs sur la santé humaine est comprise entre 2,5 et 3 Hz<sup>38</sup>).

<sup>37</sup>/ Seuls 5% des individus épileptiques (qui représentent 0,5% de la population) pourraient présenter une sensibilité aux effets stroboscopiques. Source : Environment Protection and Heritage Council: "National Wind Farms Development Guidelines", Australia, 2010.  
<sup>38</sup>/ Knopper L.D. et Ollson C. "Health Effects and Wind Turbines: A review of the literature". Environmental Health 10:78, 2011.  
Chatham-Kent Public Health Unit: "The Health Impact of Wind Turbines: A Review of the Current White, Grey, and Published Literature", Ontario, 2008.

## 5.4. Des champs électriques et magnétiques négligeables

Les champs électriques résultent de la présence d'une tension électrique entre conducteurs : plus le voltage est élevé, plus le champ électrique est important. Les champs magnétiques quant à eux sont produits par un courant électrique. L'intensité du champ magnétique est proportionnelle à l'intensité dû au courant transporté (ampérage). Le couplage d'une onde électrique et d'une onde magnétique constitue un champ électromagnétique.

A côté des sources naturelles qui composent le spectre électromagnétique (comme le champ magnétique terrestre) la plupart des champs résultent de l'activité humaine. Ainsi, à la maison, un champ électrique est présent autour des conducteurs qui alimentent les prises de courant. Un champ magnétique sera également généré autour de ces conducteurs lorsqu'ils alimenteront un appareil (lampe, appareil électroménager, ...).

Les champs électriques et magnétiques sont d'autant plus intenses que l'on est proche de la source et ils diminuent rapidement lorsque la distance augmente.

Au pied des éoliennes, les champs électriques et magnétiques émis par les composantes électriques de la nacelle peuvent être considérés comme négligeables car celle-ci se trouve à environ 100 m de hauteur. Les câbles électriques qui relient les éoliennes au réseau électrique sont quant à eux enterrés à minimum 75 cm de profondeur. Ces câbles ne produisent pas de champ électrique car ils sont recouverts d'une gaine isolante comprenant un maillage métallique de mise à la terre. Le champ magnétique induit à l'extérieur par les câbles électriques, mesuré à 1,5 mètre du sol, ne peut toutefois pas dépasser la valeur limite de 100 microteslas.

Si ces câbles génèrent bien un champ magnétique, ce dernier décroît rapidement avec la distance. De plus, les câbles sont installés selon une méthode de pose spécifique (en trèfle) qui réduit également le champ magnétique produit.

Une étude a démontré qu'en s'éloignant de 30 m des connections au réseau électrique de distribution, le champ magnétique émis par les éoliennes est équivalent à celui mesuré à l'intérieur d'une maison<sup>39</sup>.

<sup>39</sup>/ Australian Wind Energy Association: "The Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Field Implications for Wind Farming in Australia", Rapport remis au Australian Government, Australian Greenhouse Office, 2004.

Une autre étude a confirmé cela et a ajouté que les niveaux de champ magnétique à proximité des éoliennes étaient inférieurs à ceux produits par de nombreux appareils électriques domestiques courants et étaient bien en deçà de toute directive réglementaire existante concernant la santé humaine<sup>40</sup>.

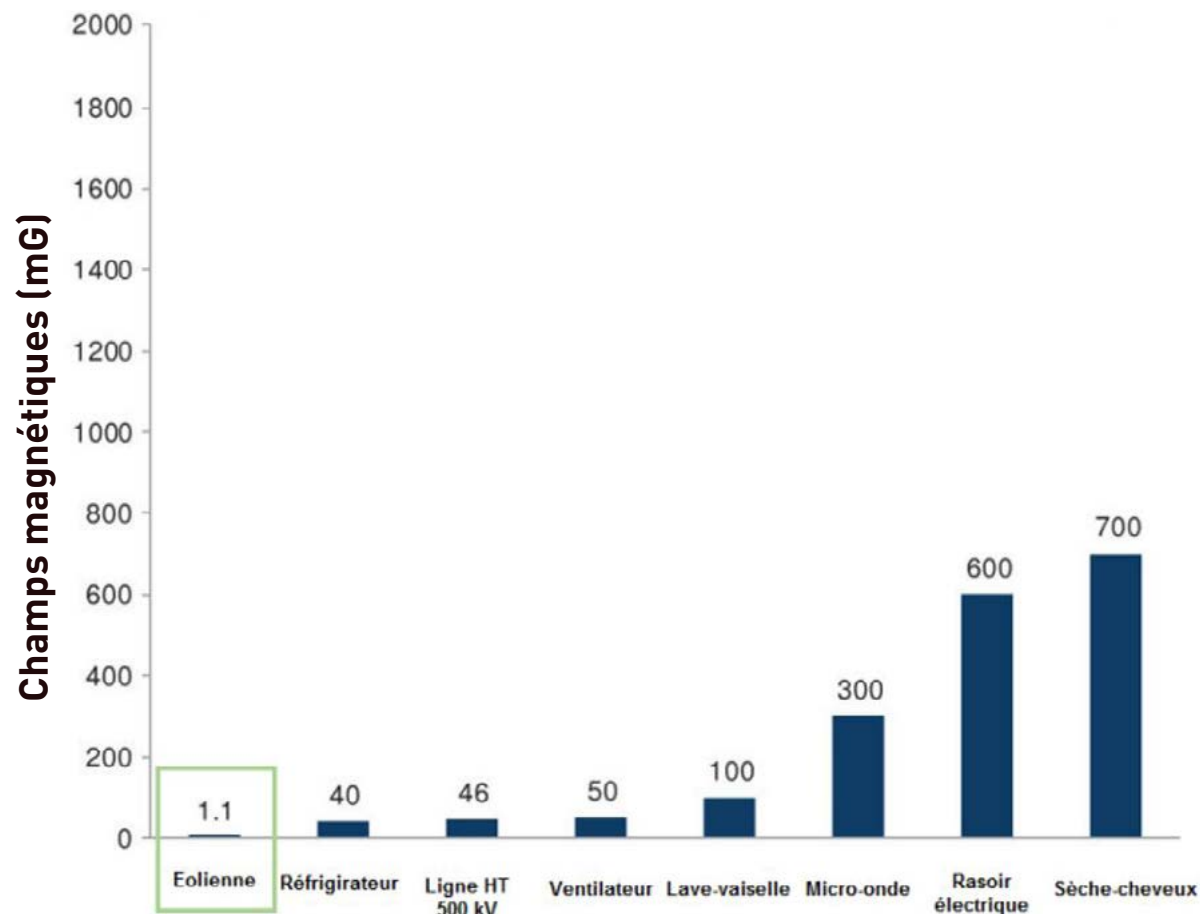


Figure 10 : Champs magnétiques produits par des éoliennes (mesuré au pied de celles-ci), une ligne électrique 500 kV et différents appareils électroménagers du quotidien (source : Environmental Health, 2014 ).

<sup>40</sup>/ Lindsay C McCallum et al., "Measuring electromagnetic fields (EMF) around wind turbines in Canada: is there a human health concern?", Environ Health. 2014; 13: 9.







## 6. L'éolien dans l'environnement naturel

### 6.1. Le déploiement éolien sur le territoire wallon

L'adoption, par la Wallonie, d'objectifs ambitieux en termes de développement éolien va de pair avec une réflexion sur la préservation et la protection de la qualité de vie des citoyens.

Afin de limiter les impacts acoustiques et visuels, les éoliennes ne peuvent être implantées dans certains périmètres directement liés au confort de vie, notamment dans les zones d'habitat, les zones de loisirs, ou les zones naturelles

#### Territoires exclus et zones de déploiement

Le **plan de secteur** est un outil réglementaire d'aménagement du territoire et d'urbanisme régional wallon constitué de plusieurs couches

de données spatiales. Le plan de secteur organise l'espace territorial wallon et en définit les différentes affectations. Il conserve sa pleine valeur réglementaire et constitue ainsi la colonne vertébrale d'un développement territorial efficace, cohérent et concerté. La Région wallonne est couverte par 23 plans de secteur, adoptés entre 1977 et 1987. Le plan de secteur est divisé en zones destinées à l'urbanisation (zone d'habitat, de loisirs, d'activité économique, etc.) et en zones non destinées à l'urbanisation (zones agricoles, forestières, espaces verts, etc.). Plusieurs couches de données spatiales constituent le plan de secteur. Elles sont définies dans le Code de développement territorial (CoDT), qui remplace le CWATUP depuis le 1er juin 2017.

Le CoDT, la législation en matière d'aménagement du territoire et d'urbanisme, en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> juin 2017, définit les règles urbanistiques sur le territoire wallon. Cette nouvelle législation a mis en place de nouvelles procédures, comme celle d'une révision accélérée du plan de secteur et des procédures visant une accélération du traitement administratif des projets (procédure de permis ou de reconnaissance de périmètre).

Plusieurs adaptations ont été instaurées par le CoDT notamment dans le contenu de certaines zones existantes, dans le but de soutenir le déploiement économique de la Wallonie. Le CoDT précise ainsi les zones au plan de secteur « autorisées » pour l'installation d'éoliennes. Ces zones autorisées sont une nouveauté par rapport à l'ancienne législation (CWATUPE) qui n'autorisait l'installation d'éoliennes qu'en dérogation au plan de secteur.

Les zones « autorisées » où l'implantation d'éoliennes est rendue possible sans devoir justifier la dérogation au plan de secteur, sont :

Les zones d'activités économiques	les éoliennes sont autorisées pour autant qu'elles ne compromettent pas le développement de la zone existante (Art.D.II.28)
Les zones agricoles	les éoliennes sont autorisées à une distance maximale de 1500m de l'axe des principales infrastructures de communication ou de la limite d'une zone d'activité économique (Art.D.II. 36)
Les zones forestières	les éoliennes sont autorisées à une distance maximale de 750m de l'axe des principales infrastructures de communication (à l'exception des sites reconnus en vertu la loi du 12 juillet 1973 sur la conservation de la nature et en dehors des forêts de feuillus) (Art.D.II.37).

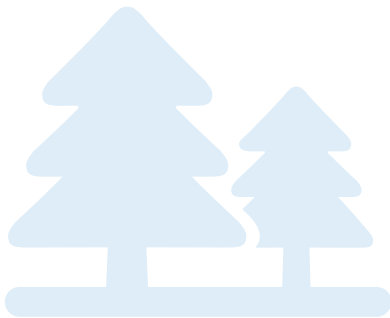
En ce qui concerne les autres zones destinées à l'urbanisation – c'est-à-dire la zone d'habitat, la zone d'habitat à caractère rural, la zone de services publics et d'équipements communautaires, la zone de loisirs, la zone d'enjeu régional et la zone d'enjeu communal –, elles peuvent, moyennant le respect de certaines conditions, accueillir des constructions et aménagements de services publics et d'équipements communautaires.

Sauf dérogation expresse, les zones d'espaces verts, les zones naturelles, les zones de parc et les zones d'extraction ne peuvent pas accueillir d'éoliennes.

Tout nouveau projet éolien constitue un projet mixte, en urbanisme et en environnement. Lorsqu'un projet nécessite simultanément un permis d'environnement et un permis d'urbanisme, il fait l'objet d'une demande de permis unique. L'implantation d'éoliennes en Wallonie nécessite donc l'obtention d'un « permis unique » qui rassemble en une seule procédure le permis d'environnement – qui relève du décret du permis d'environnement – et le permis d'urbanisme – qui relève du CoDT.

Les parcs éoliens de plus de 3MW de puissance doivent obtenir un permis d'environnement dit de « classe 1 ». La demande de permis est systématiquement précédée d'une Etude d'Incidences sur l'Environnement (EIE), réalisée par un bureau d'études agréé par le Service Public de Wallonie. Deux moments de consultation du public sont également prévus : la Réunion d'Information Préable (RIP), avant le démarrage de l'EIE et l'enquête publique, lorsque la demande de permis a été jugée recevable.

Depuis le 1<sup>er</sup> août 2016, la durée maximale d'un permis d'environnement délivré pour une ou plusieurs éoliennes a été étendue à 30 ans<sup>41</sup>.



<sup>41</sup>/ Décret du 23 juin 2016 modifiant le code de l'environnement, le code de l'eau et divers décrets en matière de déchets et de permis d'environnement qui a changé le Décret 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement <http://environnement.wallonie.be/legis/pe/PE001.htm>



## 6.2. Préservation des paysages

Dès 2001, la Wallonie a adopté la Convention européenne du paysage (aussi appelée Convention de Florence)<sup>42</sup>. L'objectif de cette convention ne vise pas à sanctuariser nos paysages exceptionnels, mais constitue un instrument de protection, de gestion, et d'aménagement de tous les paysages. En y adhérant, la Wallonie vise une intégration paysagère harmonieuse des éoliennes (et d'autres développements ayant un impact sur le paysage).

Le Cadre de Référence adopté le 21 février 2013, fixe les principes de regroupement et privilégie les implantations à proximité d'infrastructures (autoroutes, axe fluvial, etc, ...). Les parcs se composant d'un minimum de 5 éoliennes<sup>43</sup> seront prioritaires; si des parcs éoliens de plus petite taille doivent être envisagés, ils seront autorisés dans le souci de limiter le mitage de l'espace et pour autant qu'ils ne réduisent pas le potentiel global de la zone.

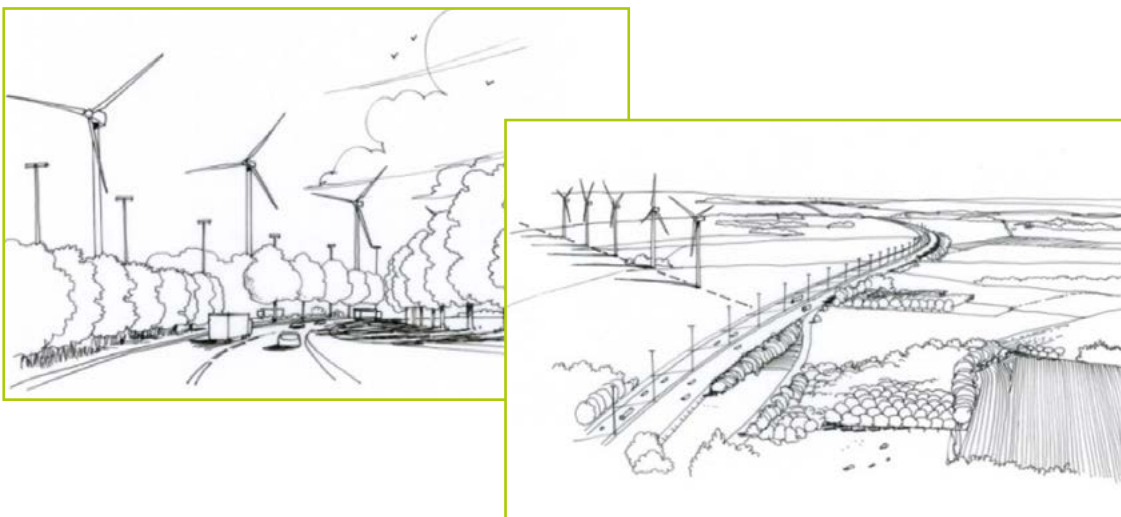
Afin qu'ils participent à la (re)composition d'un paysage, la disposition et l'agencement des parcs éoliens doivent mettre en valeur les caractéristiques du paysage et souligner ses lignes de force.

L'identification et l'analyse préalable des lignes de force du paysage fait partie des études d'incidences.

Dans les deux exemples illustrés ci-dessous, on aperçoit dans l'image de gauche un alignement rectiligne perpendiculaire, plus pauvre et moins souple qu'une courbure le long de l'autoroute, et, dans l'image de droite, une composition qui suit ou amplifie le côté extérieur de l'autoroute. Cette dernière disposition permet d'orienter la vue du conducteur vers le point de mire et de souligner la courbure du paysage.

<sup>42</sup>/ <http://environnement.wallonie.be/legis/international.htm>; le texte intégral de la Convention est accessible [ici](#).

<sup>43</sup>/ Sans préjudice de l'exploitation optimale du gisement éolien présent sur le site envisagé.



L'impact visuel d'un objet, quel qu'il soit, est directement lié à sa taille et à la distance qui nous sépare de lui. Cette importance visuelle, appelée également prégnance, n'est pas proportionnelle à la distance : elle décroît très vite avec l'éloignement. C'est pourquoi les premières centaines de mètres de recul sont les plus importantes à prendre en compte dans l'évaluation de l'impact visuel des éoliennes.

Une éolienne de 150 m de hauteur totale à 500 m de distance occupe ainsi un angle de vision de 16°, alors qu'à 250 m, la même éolienne occupe encore un angle de 23°.

## Le phénomène de covisibilité

Le phénomène de covisibilité implique la présence de deux ou plusieurs parcs éoliens dans un même champ de vision. Ce phénomène est lié à l'inter-distance entre parcs éoliens, et est tributaire de différents paramètres tels que la topographie des lieux, la hauteur des éoliennes ou la végétation existante.

Lorsque cette inter-distance est trop limitée, elle peut entraîner une impression d'encercllement ou de saturation visuelle.

Selon le Cadre de Référence, la structure du parc en projet doit tenir compte de celle du parc voisin, et les incidences visuelles ainsi que les situations de covisibilité doivent être clairement analysées.

Sauf lorsque les éoliennes sont implantées le long des autoroutes, une référence indicative à une inter-distance minimale de 4 km à 6 km, en fonction des résultats de l'étude d'incidence sera prise en considération.

Un azimut (ou un angle horizontal) minimal sans éoliennes doit être préservé pour chaque village ; celui-ci sera d'au moins 130°, sur une distance de 4 km. Un examen de l'encercllement sera réalisé sur une distance de 9 km dans le cadre de l'EIE, afin de veiller à la meilleure intégration paysagère possible vis-à-vis des villages concernés et à limiter, le cas échéant, les effets de l'encercllement sur cette distance.



### 6.3. Maintien de la biodiversité

L'éolien constitue une alternative propre à la production d'électricité conventionnelle fortement émettrice de CO<sub>2</sub>. La plupart des associations environnementales et organisations internationales ou supranationales reconnaissent dès lors l'effet bénéfique de l'énergie éolienne sur le ralentissement du changement climatique<sup>44 45</sup>.

La dégradation continue des habitats naturels par les activités humaines et les menaces pesant sur certaines espèces constituent une préoccupation importante de la politique environnementale wallonne. Une mauvaise configuration des parcs ou une localisation inappropriée des sites éoliens pourraient entraîner des perturbations parmi certaines espèces vulnérables ou avoir un impact sur les habitats fragiles.

Dès lors, dans la lignée de la Directive européenne Habitats (92/43/CEE) qui vise à maintenir la biodiversité par la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages sur le territoire des Etats membres, la Wallonie accorde une attention particulière aux études d'impact potentiel des éoliennes sur l'environnement local. Cette approche permet de développer des projets éoliens de qualité et de bénéficier pleinement de ses nombreux avantages.

Les études d'incidences sur l'environnement réalisées par les bureaux d'études doivent ainsi répondre à un cahier de charges destiné à mettre en évidence tous les risques d'impacts sur la faune et la flore liés aux éoliennes. Les bureaux chargés de ces études doivent être agréés par la Région Wallonne<sup>46</sup>. Leur agrément est valable 5 ans. La qualité des études d'incidences fait par ailleurs l'objet d'un contrôle par le Pôle Environnement<sup>47</sup>, constitué le 17/08/2017. Le Pôle Environnement est un organe consultatif chargé de remettre

des avis dans différentes matières relatives à l'environnement à la demande du Gouvernement, de l'Administration régionale, de Collèges communaux ou d'initiative locale.

En fonction des conclusions de l'étude d'incidences sur l'environnement, les autorités wallonnes peuvent imposer, si nécessaire, au développeur éolien des mesures pour éviter, atténuer ou compenser un possible impact environnemental. Parmi ces mesures, les mesures agro-environnementales consistent, par exemple, en la location de parcelles agricoles à titre d'aire de repos ou de nourrissage pour les oiseaux.

La « Pax Eolienica » prévoit par ailleurs la mise en œuvre d'un Fonds Biodiversité. Les recettes de ce fond, alimenté par les promoteurs éoliens, seront affectées à des projets de restauration de la biodiversité. (Commission Régionale d'Aménagement du Territoire). Le CWEDD est un organe consultatif qui regroupe différents acteurs de la société présentant des compétences dans le domaine de l'environnement. Par ses avis, il conseille les autorités publiques en matière d'environnement dans le cadre du développement durable.

<sup>44°/</sup> <http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicator sheets/TRANSV%202.html>

<sup>45°/</sup> Citons par exemple : Greenpeace, le WWF, les Amis de la Terre, la Fédération Inter-Environnement Wallonie, Natuurpunt, le Bond Beter Leefmilieu. Nations Unis, Union Européenne

<sup>46°/</sup> Conformément à l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 mars 2005, relatif au livre 1<sup>er</sup> du Code de l'Environnement.

<sup>47°/</sup> <https://www.cesewallonie.be/instances/pole-environnement>



Photo: Fabrice DOR - SPW



## 6.4. Protection des oiseaux et des chauves-souris

Les populations locales d'oiseaux et de chauves-souris font l'objet d'études particulièrement poussées. Certaines de ces espèces sont plus sensibles que d'autres aux effets ponctuels des éoliennes (vitesse de rotation des pales ou la possible modification des zones de chasse et des corridors de déplacement).

Il est possible qu'un délai de plusieurs années soit nécessaire pour estimer les impacts cumulés d'un nombre croissant d'éoliennes sur l'avifaune et les chiroptères au niveau d'un territoire plus large.

Afin de limiter ces impacts, des mesures sont prises tant en amont qu'en aval des projets éoliens.

Durant l'étude d'incidences sur l'environnement, prérequis à toute implantation de parc éolien, la fréquentation du site par les chauves-souris et oiseaux est étudiée en détail par des relevés au sol et en altitude. Ces protocoles ont été déterminés par le DNF et le DEMNA.

Les aires d'études et méthodes d'analyse sont très cadrées par la réglementation wallonne.

L'association de protection de la nature *Natagora* affine continuellement les outils cartographiques qui permettent d'estimer les impacts de projets éoliens sur les différentes espèces d'oiseaux. Ces cartes se basent sur des observations de terrain, des sites de nidification mais aussi sur des modélisations, ce qui permet de déterminer de façon plus précise qu'auparavant les sensibilités de l'avifaune (nidification, reproduction, migration, hivernage) au niveau du territoire wallon.

Des relevés avifaunes et chiroptères sont réalisés par des biologistes pour chaque projet éolien. Le plus souvent, 25 relevés 'oiseaux' et 12 relevés 'chauves-souris' sont réalisés par site éolien, tout au long d'une année. Ils permettent d'identifier les espèces présentes sur le site, d'évaluer leur nombre et d'observer leur comportement.

La présence d'espèces sensibles ou menacées entraînera la mise en place de mesures, qui ont été hiérarchisées en fonction du degré de l'impact estimé des éoliennes sur ces espèces :

- **Mesures d'évitement** : refus du projet, suppression d'une ou plusieurs éoliennes, augmentation de la distance vis-à-vis des gîtes d'hivernation ou des sites de nidification, construction hors des périodes de nidification par exemple ;

- **Mesures d'atténuation** : (arrêt temporaire ou bridage des éoliennes à certaines périodes...) : Des modules spécifiques installés sur la nacelle permettent d'arrêter automatiquement les éoliennes quand un ensemble de conditions (lumière, température, humidité de l'air etc.) sont réunies

- **Mesures de compensation** (prairies fauchées tardivement, plantation de haies, restauration de plans d'eau ou de prairies humides, bandes fleuries, ...).

Certaines innovations technologiques permettent de brider les éoliennes lorsque les conditions météorologiques rendent la sortie des chauves-souris très probable. Le bridage imposé aux exploitants entraîne une perte de productivité, qui variera fortement selon les paramètres et seuils retenus pour les bridages.

Exemple : Si des espèces sensibles, comme la pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), ont été recensées sur le site lors de l'évaluation des incidences environnementales du projet éolien, le DNF (Direction Nature et Forêt) pourra prescrire le fonctionnement de toute éolienne. Celle-ci devra être paramétrée de façon à ce que, entre le 1<sup>er</sup> avril et le 31 octobre, le rotor soit arrêté lorsque les conditions météorologiques sont favorables au vol de 10 % ou plus des individus de chaque espèce.

Basées sur la technologie du radar ou des ultrasons, d'autres innovations apportent une aide efficace dans la détection, le suivi et la caractérisation des oiseaux et des chauves-souris. Certains détecteurs permettent par exemple de prévoir à distance l'arrivée de flux migratoires et de mettre les éoliennes à l'arrêt le temps que les oiseaux en migration traversent le site. D'autres permettent d'identifier le nombre exact d'oiseaux sur place, de retracer leur vol et de mieux comprendre leur comportement.







Des développements technologiques pour améliorer ces bilans sont en cours de test, notamment, l'émission d'ultrasons pour effaroucher les chauves-souris, tout en permettant aux éoliennes de continuer à tourner<sup>48</sup>.

L'ensemble de ces mesures permet de limiter la mortalité des oiseaux et des chauves-souris due aux éoliennes en Wallonie. Les causes de la mortalité résiduelle ne sont pas encore toutes connues mais font l'objet d'une recherche intense et continue qui permet aux méthodes de protection de gagner sans cesse en efficacité.

Enfin, rappelons que les causes principales de mortalité et de déclin de la biodiversité ne sont pas liées aux éoliennes, qui tuent 19.000 fois moins d'oiseaux que les bâtiments, et 850 fois moins que les autos. Une étude canadienne a estimé que la mortalité des oiseaux et la destruction des nids sont dues à plus de 95% à la prédation par les chats et les collisions mortelles avec les fenêtres, les véhicules et les lignes de transmission (haute tension)<sup>49</sup>.



Causes d'accidents mortels chez les oiseaux d'après Erickson et al. (2005), A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions, USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191

Figure 11 - Causes d'accidents mortels chez les oiseaux d'après Erickson et al. (2005), A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions, USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191

<sup>48</sup>/ C. Haveaux, [www.renouvelle.be/fr/actualite-belgique/eoliennes-des-ultrasons-pour-mieux-protger-les-chauves-souris](http://www.renouvelle.be/fr/actualite-belgique/eoliennes-des-ultrasons-pour-mieux-protger-les-chauves-souris), 2019 ; C. Haveaux, [www.renouvelle.be/fr/technologies/les-eoliennes-sadaptent-aux-oiseaux-et-chauves-souris](http://www.renouvelle.be/fr/technologies/les-eoliennes-sadaptent-aux-oiseaux-et-chauves-souris), 2018

<sup>49</sup>/ Calvert Am et al., «Synthèse des sources de mortalité aviaire d'origine anthropique au Canada», Avian Conservation and Ecology, 2013

## 6.5. Dette énergétique et CO<sub>2</sub> très limitées

### > 1. Dette énergétique

Le cycle de vie et le bilan énergétique des éoliennes ont fait l'objet d'analyses rigoureuses. La dépense énergétique de chaque étape a été calculée : depuis la fabrication de l'acier, jusqu'à la maintenance et le démantèlement, en passant par la construction, l'assemblage et le transport vers le site éolien. Cette dépense énergétique a ensuite été mise en comparaison avec la production d'énergie estimée de l'éolienne pendant toute sa durée de vie (jusqu'à 20 ans), en tenant compte du gisement venteux local.

Les études montrent ainsi que les éoliennes remboursent leur dette énergétique en moins d'un an. Elles produisent ensuite une énergie 100% propre pendant le restant de leur cycle de vie.

Une étude de référence danoise<sup>50</sup> montre par exemple que les éoliennes de 3 MW de type Vestas accumulent une dette énergétique de 4304 MWh sur l'ensemble de leur durée de vie. Avec un gisement venteux comme en Wallonie, une telle éolienne produira ces 4304 MWh en un peu moins de 8 mois. Elle remboursera donc sa dette en moins d'un an. Des autres études scientifiques récentes confirment l'ordre de grandeur de ces résultats<sup>51</sup>.

Une revue de la littérature<sup>52</sup> portant sur 119 turbines analysées dans quelques 50 études a mis en évidence un EROI (Energy Return On Investment, rapport entre l'énergie cumulée totale produite par l'éolienne et l'énergie primaire cumulée nécessaire) de 25,2 en moyenne. En d'autres mots, l'éolienne produit, en 20 ans, 25,2 fois plus d'énergie qu'il n'en a fallu pour la construire, l'entretenir, etc. La dette énergétique est donc remboursée en 240/25,2 mois, soit un peu moins de 10 mois.

<sup>50</sup>/ Vestas Wind Systems A/S: "Life Cycle Assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on Vestas V90-3.0 MW turbines", 2006.

<sup>51</sup>/ Martínez E. et al: "Life-cycle assessment of a 2-MW rated power wind turbine: CML method", International Journal of Life Cycle Assessment, 14:52-63, 2009. Kubiszewski, I., Cleveland, C., Endres, P.K. : "Energy return on investment (EROI) for wind energy" In Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C. (US) : Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment), 2011; Ademe, «Analyse du cycle de vie de la production d'électricité d'origine éolienne en France», 2016 ; Wind energy return on investment case study, December 2015- DOI: 10.1109/STA.2015.7505096 - [https://www.researchgate.net/publication/307800231\\_Wind\\_energy\\_return\\_on\\_investment\\_case\\_study](https://www.researchgate.net/publication/307800231_Wind_energy_return_on_investment_case_study)

<sup>52</sup>/ Kubiszewski, I., Cleveland, C., Endres, P.K.: "Energy return on investment (EROI) for wind energy" In: Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C. (US): Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment), 2011.



Photo: Fabrice DOR - SPW

## > 2. Dette CO<sub>2</sub>

Une autre approche de l'impact environnemental d'une éolienne consiste à étudier l'intensité carbonique (CO<sub>2</sub>) de son cycle de vie. De façon indirecte, les éoliennes émettent un peu de CO<sub>2</sub>. La construction des machines, leur transport, leur mise en place, leur entretien et leur démantèlement provoquent des émissions de gaz à effet de serre. Selon le mix énergétique du pays où les composantes sont produites, le transport par mer ou par route, l'impact CO<sub>2</sub> des machines est différent.

Par contre, dans la mesure où l'éolienne ne consomme pas de combustible fossile, la production d'électricité à proprement parler n'émet pas de gaz à effet de serre!

Le *Swiss Centre for Life Cycle Inventories*, référence mondiale en matière d'évaluation du cycle de vie, cite dans sa base de données EcolInvent plusieurs chiffres relatifs aux éoliennes. Durant son cycle de vie complet, une éolienne émet entre 10 grammes et 20 grammes de CO<sub>2</sub> par kWh produit.

Une étude anglaise<sup>53</sup> a quant à elle chiffré les émissions de la filière éolienne à 5 grammes de CO<sub>2</sub> émis par kWh produit. Des études scientifiques récentes le confirment également<sup>54</sup>.

Par comparaison, une centrale thermique au pétrole, au charbon ou au gaz émettra entre 400 et 800 grammes de CO<sub>2</sub> par kWh produit. Pourquoi ? Parce que l'électricité est produite en brûlant un combustible fossile, ce qui dégage beaucoup de gaz à effet de serre. Outre la construction des centrales, leur gestion et leur démantèlement, il faut prendre en compte le fonctionnement même d'une centrale conventionnelle, extrêmement vorace en ressources énergétiques et polluant en CO<sub>2</sub>.

L'empreinte CO<sub>2</sub> du cycle de vie de l'éolienne est totalement compensée après moins d'un an, ce qui se rapproche du résultat en termes de durée nécessaire au remboursement de la dette énergétique. Durant tout le reste de sa production, l'éolienne permettra d'éviter totalement les émissions de gaz à effet de serre d'une production énergétique conventionnelle équivalente.

Une éolienne compense sa dette CO<sub>2</sub> en quelques mois  
Prenons une éolienne de 3 MW de puissance qui produit 6.600.000 kWh/an. Si nous choisissons une moyenne de 15 grammes de CO<sub>2</sub> par kWh (choix conservateur), cela donne :

$6.600.000 * 20 \text{ ans} * 0,015 \text{ kg} = 1.980.000 \text{ kg}$  de CO<sub>2</sub> émis, soit 1.980 tonnes émises pendant tout le cycle de vie de l'éolienne.

Une éolienne produit de l'électricité verte et permet donc d'éviter 456 g<sup>55</sup> de CO<sub>2</sub>/kWh injecté sur le réseau, qui - sans éolienne - serait émis par une centrale conventionnelle. L'éolienne économise donc :  $6.600.000 * 0,456 = 3.009.600 \text{ kg}$  de CO<sub>2</sub>/an, ou 3.010 tonnes /an. L'empreinte CO<sub>2</sub> du cycle de vie de l'éolienne est donc totalement compensée après :  $1.980/3.010 = 0,66 \text{ an}$ .

<sup>53</sup>/ Parliamentary Office of Science and Technology: "Carbon Footprint of Electricity Generation", Postnote 268, London (UK), 2006.

<sup>54</sup>/ Chaouki Ghenai, "Life Cycle Analysis of Wind Turbine", InTech 2012; Jesuina Chipindula et al., "Life Cycle Environmental Impact of Onshore and Offshore Wind Farms in Texas", MDPI 14 June 2018; Mohamed R. Goma, "Evaluating the Environmental Impacts and Energy Performance of a Wind Farm System Utilizing the Life-Cycle Assessment Method: A Practical Case Study", MDPI, 24 August 2019; R Camilla Thomson, Gareth P Harrison, "Life cycle costs and carbon emissions of wind power", University of Edinburgh, 2015

<sup>55</sup>/ Commission wallonne pour l'Energie : Rapport annuel spécifique 2006, CD-7104-CWAPE sur "l'évaluation du marché des certificats verts", 2007.

## 6.6. Recyclage des composants lors du démantèlement

Le Cadre de Référence<sup>56</sup> rend l'exploitant responsable du démantèlement de l'éolienne et de la remise en état du site à la fin de l'exploitation. Il incombe au propriétaire des éoliennes d'effectuer le démontage de toutes les parties situées à l'air libre, et de retirer les fondations, à tout le moins jusqu'à une profondeur permettant le bon exercice des pratiques agricoles.

De plus, les permis pour l'implantation de parcs éoliens contiennent une obligation de constituer une caution ou garantie bancaire, généralement de 80.000 € par éolienne, envers l'Administration régionale wallonne, en vue d'assurer la remise en état du site même en cas de faillite de l'exploitant du parc éolien<sup>57</sup>.

Une éolienne est principalement composée des matériaux suivants : cuivre, fer, acier, aluminium, plastique, zinc, fibre de verre, béton (pour les fondations et certains types de mâts).

Une fois la machine démantelée, 98% du poids de ses matériaux sont recyclables<sup>58</sup>. Les pales de rotor en particulier posent un problème bien qu'elles ne représentent que 2 à 3 % de la masse d'un moulin à vent entier. Elles sont fabriquées en utilisant de la fibre de verre (les plus anciennes) ou de la fibre de carbone (les modèles les plus récents). Ces matériaux composites ont l'avantage de rendre les pales de rotor plus légères et plus robustes mais ils s'avèrent compliqués à recycler. Les pales et le matériau composite peuvent être utilisés pour diverses applications, où la pale en fin de vie apporte une valeur ajoutée à l'économie circulaire<sup>59</sup>.

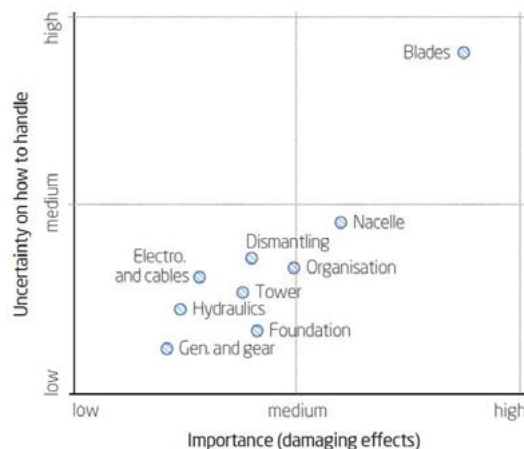


Figure 12 Source: DTU, 2014, chap 13: Recycling of wind turbines, International Energy Report

Component	Mass (tonnes)
Tower	143.0
Nacelle	2.3
Hub	13.3
Blades	19.5
Nose cone	0.3
Transformer/convertter	5.0
Generator	6.5
Gearbox	16.0
Bed frame	10.5
Main shaft	5.1

On a récemment mis au point un procédé permettant d'utiliser la fibre de verre dans la fabrication de ciment. Les pales sont d'abord broyées puis enrichies pour servir de substitut aux matières premières dans la fabrication de ciment. Aux Etats-Unis, un procédé de broyage des pales mis au point par l'Université de Washington et General Electrics permet d'obtenir un matériau très résistant utilisé comme dalles, glissières de sécurité ou panneaux de construction. Aux Pays-Bas, des architectes ont réalisé des aménagements de plaines de jeux à l'aide de morceaux de pales, ainsi que des bancs publics et des abris-bus.<sup>60</sup>

En amont, la fabrication de la fibre de verre s'inscrit dans un processus industriel de recyclage. Les fabricants de fibre de verre réutilisent environ 40% de verre usagé dans la production de ce matériau. La fabrication et le traitement de la fibre de verre semblent donc peu significatifs lorsque l'on considère le bénéfice environnemental global lié à la production d'énergie éolienne.

56°/ "Cadre de Référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne", approuvé par le Gouvernement wallon, le 21/02/2013. - chapitre 3.3 « Chantier, fin d'exploitation et remise en état des lieux ».

57°/ C. Haveaux, Renouvelle, [www.renouvelle.be/fr/technologies/le-developpement-eolien-consommara-peu-de-matierespremieres](http://www.renouvelle.be/fr/technologies/le-developpement-eolien-consommara-peu-de-matierespremieres), 2019.

58°/ Elsam Engineering: "Life Cycle Assessment of offshore and onshore sited wind farms", Fredericia (Danemark), 2004.

59°/ J.P.Jensen & K. Selton, "Wind turbine blade recycling: Experiences, challenges and possibilities in a circular economy", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 97, December 2018, Pages 165-176

60°/ "B. Deboysier, Révolution énerg., [www.revolution-energetique.com/le-demantement-et-le-recyclage-des-eoliennes/](http://www.revolution-energetique.com/le-demantement-et-le-recyclage-des-eoliennes/), 2019. ; Autres études sur le recyclage de la fibre de verre : Paul T.Mativenga, "High voltage fragmentation and mechanical recycling of glass fibre thermoset composite", CIRP Annals, Volume 65, Issue 1, 2016, Pages 45-48 ; S.R.Naqvi et al., "A critical review on recycling of end-of-life carbon fibre/glass fibre reinforced composites waste using pyrolysis towards a circular economy", Resources, Conservation and Recycling, Volume 136, September 2018, Pages 118-129



# 7. Les éoliennes et la sécurité

## 7.1. Des normes internationales

La question de la sécurité est un souci qui est présent tout le long des trois phases de développement de l'éolien : de la conception et la fabrication de la machine, à l'installation du parc jusqu'à son exploitation. Chacune de ces étapes doit obligatoirement faire l'objet d'une conformité aux normes de sécurité les plus strictes, comme le norme internationale IEC 61400-1<sup>61</sup> publiée par la Commission électrotechnique internationale concernant les éoliennes, le ISO 1996-2:2017<sup>62</sup> et des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé<sup>63</sup>.

Toutes les éoliennes sont soumises aux exigences d'une directive européenne<sup>64</sup> qui impose aux fabricants d'attester la conformité de leurs machines et de produire, à la demande des services de contrôle, une documentation technique prouvant cette conformité.

La certification de la conformité des éoliennes aux normes internationales de sécurité couvre de nombreux aspects. Il s'agit de garantir à la fois la fiabilité du matériel, sa résistance à l'usure, de définir les exigences en matière de maintenance et d'attester des performances de l'éolienne.

**Les principales mesures de sécurité imposées sont les suivantes :**

### 1°/ L'arrêt automatique des pales

En cas de tempête (vents supérieurs à 25 m/s, soit 90 km/h), un mécanisme de frein entraîne l'arrêt automatique d'urgence des pales et les met en drapeau.

Dans les faits, deux systèmes de freinage indépendants doivent équiper l'éolienne de façon à ce que les systèmes de frein continuent à fonctionner même en cas de coupure de courant : freinage mécanique et freinage aérodynamique (aérofrees).

### 2°/ L'équipement de paratonnerres

Les normes de sécurité prévoient que les différents composants de l'éolienne, depuis les fondations jusqu'aux pales, soient équipés d'un système permettant d'évacuer les décharges électriques vers un câble de paratonnerre en cuivre relié à la terre, pour ainsi neutraliser dans le sol l'énergie provenant de l'éclair.

De ce fait, l'éolienne, de même que tout bâtiment à proximité (à 20-30 mètres minimum de l'éolienne), ne subit aucun dommage matériel en cas de foudroiement. Seules certaines fissures dans la résine peuvent apparaître lorsqu'une pale est traversée par la foudre, pouvant nécessiter une petite réparation.

### 3°/ Le chauffage des pales en cas de gel

Afin d'éviter l'accumulation et la projection de glace en cas de gel, les éoliennes peuvent être équipées de capteurs qui réagissent aux surcharges liées à des dépôts de glace sur les pales. Ces capteurs sont couplés au système d'arrêt automatique, et/ou équipés de résistances chauffantes dans les pales.

Ces systèmes antigel n'équipent pas automatiquement toutes les éoliennes, mais peuvent être imposés par les autorités qui délivrent le permis d'exploiter dans les zones particulièrement exposées.

### 4°/ La solidité des fondations

Dans le but d'éliminer tout risque de pivotement de l'éolienne ou de chute du mât, les fondations d'une éolienne doivent répondre à des normes extrêmement strictes. Celles-ci concernent tant la stabilité du sol, que la qualité du béton et sa quantité.

61°/ <https://webstore.iec.ch/publication/26423>

62°/ <https://www.iso.org/standard/59766.html>

63°/ <http://www.euro.who.int/fr/media-centre/sections/press-releases/2018/press-information-note-on-the-launch-of-the-who-environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>

64°/ Directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE

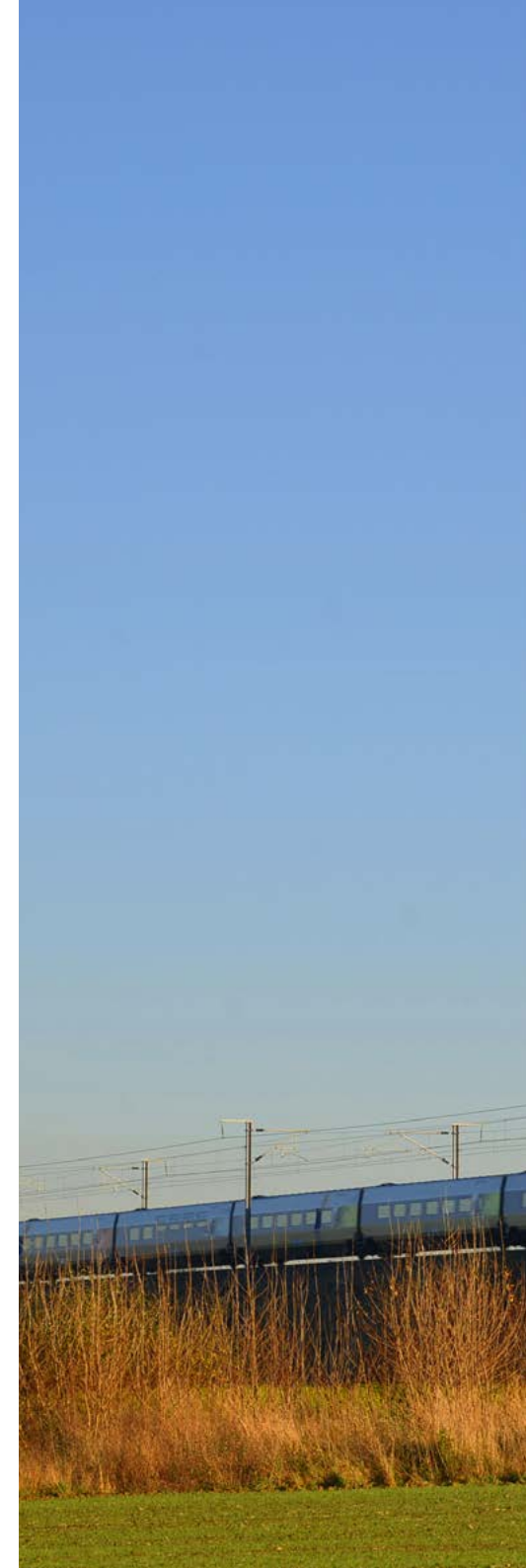




Photo: Fabrice DOR - SPW

Ainsi, une éolienne de 2,3 MW requiert des fondations directes d'environ 400 m<sup>3</sup> de béton qui s'étendent sur une surface de 250 à 350 m<sup>2</sup> et atteignent une profondeur de 2 à 3 m.

La qualité du béton est déterminée par les normes. Celle-ci est liée aux tensions que le béton va subir, et donc peut varier d'un site à l'autre.

Le calcul des fondations se fait en fonction de la stabilité et de la portance du sol, en application d'un coefficient de sécurité élevé conseillé par le constructeur et validé par un bureau d'étude indépendant agréé en matière de certification.

La stabilité du sol doit également être étudiée et attestée par le bureau d'étude dans le cadre de l'étude d'incidences sur l'environnement.

Lorsque le sol est de médiocre qualité, des fondations en profondeur sont requises (pieux, puits, colonnes ballastées). Le type de fondation est alors étudié sur base d'essais de sol, de tomographies et de forages.

Lorsque des fondations profondes sont réalisées, les dimensions du socle peuvent éventuellement être réduites.

Les fondations doivent permettre à l'éolienne de résister à des vents extrêmes (250 km/h pendant 5 secondes ou 180 km/h durant 10 minutes). Ces vitesses de vents n'ont jamais été observées en Belgique : le vent a soufflé en pointe maximale à 168 km/h à une seule occasion au cours du siècle passé.



Photo: Fabrice DOR - SPW

## 8. Conclusion

Les politiques et mesures envisagées dans le Plan wallon énergie climat (PWEC), débouchent sur une part totale de sources d'énergie renouvelables de 23.5% à l'horizon 2030. Dans ce cadre, l'objectif de l'éolien en Wallonie représente un réel potentiel, qui se traduit par une contribution de 4.600GWh d'électricité.

C'est ainsi que les objectifs de l'Accord de Paris et les engagements pris dans la lutte contre les changements climatiques se concrétisent progressivement. Partout dans le monde, on compte sur l'éolien et le solaire pour fournir une électricité durable en vue de connecter les appareils domestiques, les voitures, les systèmes de chauffage et même les installations industrielles du futur.

Dans la déclaration politique régionale, le Gouvernement wallon soutient le déploiement du secteur éolien dans un cadre concerté et res-

pectueux du territoire et de ses habitants. Le secteur de l'éolien est un secteur dynamique, au service de cette transition énergétique.

Ainsi, l'objectif de cette brochure est triple puisqu'il vise à donner les bases techniques (efficacité et production éolienne), réglementaires (références aux textes de loi, conventions, etc.) et scientifiques (études et analyses) pour permettre aux grands industriels mais aussi aux collectivités locales et citoyennes de s'approprier les avancées récentes liées à cette technologie de pointe.

Nous espérons que développeurs, autorités locales et citoyens y trouvent les informations utiles et pratiques relatives au développement de l'éolien en Wallonie, ainsi que les récentes adaptations et modifications du cadre dans lequel s'inscrivent les projets éoliens.





