



# Synthèse de l'étude de vent

Octobre 2025

## **Avant-propos**

*Ce document de synthèse s'appuie sur les résultats de l'étude de vent, réalisée par le Centre d'expertise de Voltalia, dans le cadre du développement du projet éolien « Collines du Nord Toulousain ».*

***Cette synthèse est réalisée à titre informatif dans le cadre de la concertation préalable afin de partager les éléments majeurs de cette étude.***

**Sommaire**

|                                                                    |          |
|--------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Avant-propos</b>                                                | <b>1</b> |
| <b>Sommaire</b>                                                    | <b>2</b> |
| <b>1. Mesurer le vent : un préalable à tout projet</b>             | <b>3</b> |
| <b>2. La démarche méthodologique de l'étude de vent</b>            | <b>3</b> |
| a. <i>Fonctionnement d'un mât de mesure du vent</i>                | 3        |
| b. <i>L'implantation du mât de mesure sur le site du projet</i>    | 4        |
| c. <i>Equipements du mât de mesure sur le site du projet</i>       | 5        |
| <b>3. Les résultats de l'étude de vent</b>                         | <b>5</b> |
| a. <i>Mesures sur site et corrélation long-terme</i>               | 5        |
| b. <i>Résultats correction long-terme</i>                          | 8        |
| <b>4. L'exploitation de ce gisement de vent par un parc éolien</b> | <b>9</b> |

CDNT\_SEV\_v1

## 1. Mesurer le vent : un préalable à tout projet

L'analyse du gisement éolien est un préalable à tout projet car elle permet de bien connaître et vérifier la ressource en vent du site préalablement identifiée par des données de long terme. L'installation d'un mât de mesure permet donc d'étudier les régimes de vent présents sur le site (vitesse, direction, température) et de les comparer aux statistiques long termes issues de données satellitaires.

Ces informations permettront à Voltalia de définir le gabarit d'éolienne du projet de parc, de mieux évaluer le sillage entre chacune des éoliennes et d'affiner les précisions de production.

Le Groupe Voltalia dispose d'un service d'expertise interne, assurant l'ensemble des études techniques nécessaires à une première détermination fiable du gisement éolien du site. Cette évaluation, au moment du financement, fera l'objet de vérifications par un bureau d'étude externe indépendant.

Le mât de mesure permet également l'installation de dispositifs d'écoute et d'enregistrement de l'activité des chiroptères en altitude. Ces éléments enrichissent l'étude environnementale.

## 2. La démarche méthodologique de l'étude de vent

### a. Fonctionnement d'un mât de mesure du vent

Le montage du mât, effectué en seulement quelques jours, est réalisé à l'aide d'une potence homologuée et d'un treuil de sécurité. L'équipe est composée de 4 personnes (deux grimpeurs et deux personnes au sol). Il n'est pas nécessaire de faire appel à une grue. L'installation ne nécessite pas de travaux de génie civil et il n'est pas nécessaire de réaliser des fondations. La mise en place des ancrages est réalisée avec une pelle mécanique : ils sont enterrés dans la terre végétale.

Différents instruments de mesure sont disposés sur le mât à différentes hauteurs permettant d'établir un profil de vitesses et de directions de vents, ainsi que d'autres équipements relatifs à son fonctionnement et à la sécurité de l'installation.

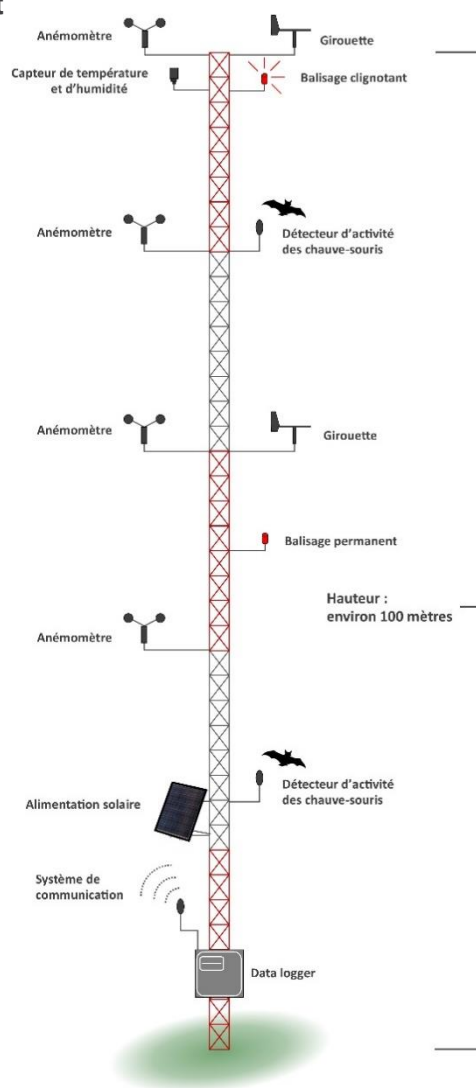


Figure 1 : schéma de principe d'un mât de mesure de vent

## b. L'implantation du mât de mesure sur le site du projet

Le choix du positionnement du mât de mesure au cœur de la zone d'étude s'est fait en fonction des caractéristiques du territoire et en concertation avec les propriétaires et exploitants du terrain afin d'éviter les gênes et de minimiser les potentielles pertes agricoles.

Une telle campagne de mesure doit a minima couvrir une année entière. Installé en octobre 2021, le mât, d'une hauteur d'environ 100 mètres a été démonté en octobre 2023 après 2 ans de mesures permettant de renforcer la connaissance du gisement.

| Information                | Mat de Villemur         |
|----------------------------|-------------------------|
| Nom                        | Villemur Met Mast       |
| Coordonnées [Lambert93, m] | 583644 E, 6308760 N     |
| Distance au site           | Sur site                |
| Hauteur de mesure [m]      | 100.0                   |
| Période de mesure          | 13/10/2021 – 01/10/2023 |

Tableau 1 : coordonnées et période de mesure

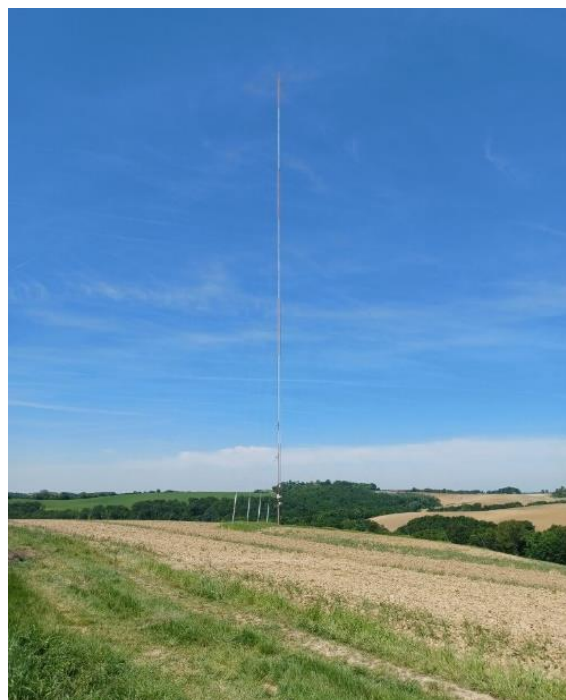
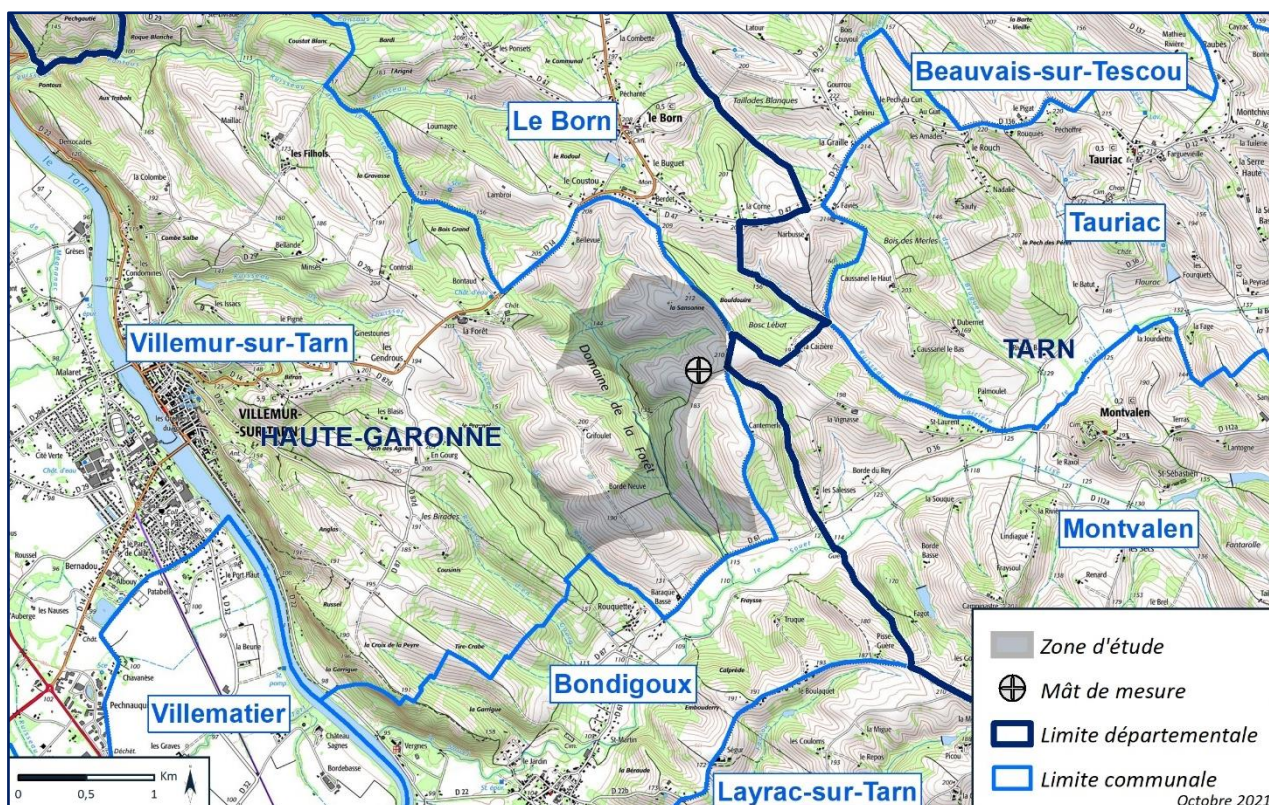


Photo 1 : le mât de mesures installé sur le site du Domaine de la Forêt



Carte 1 : Localisation du mât de mesure au sein de la zone d'étude.

c. Equipements du mât de mesure sur le site du projet

Le mât installé comportait les éléments suivants :

| Capteur           | Hauteur [m] |
|-------------------|-------------|
| Anémomètre 1 (V1) | 100.00      |
| Anémomètre 2 (V2) | 100.00      |
| Anémomètre 3(V3)  | 80.0        |
| Anémomètre 4 (V4) | 60.0        |
| Anémomètre 5 (V5) | 40.0        |
| Girouette 1       | 97.0        |
| Girouette 2       | 57.0        |
| Thermomètre       | 95.0        |
| Hygromètre        | 95.0        |
| Baromètre         | 95.0        |

Tableau 2 : Equipements et hauteurs d'installation



Photo 2 : Anémomètre n°4



Photo 3 : Hygromètre

3. Les résultats de l'étude de vent

a. Mesures sur site et corrélation long-terme

Le gisement éolien, pour être correctement caractérisé, doit combiner des données de mesures sur site sur une ou plusieurs années, mais au regard des variations interannuelles, il doit être corrigé sur le long terme. La base de données long-terme sélectionnée par Voltalia est la base de données ERA5.

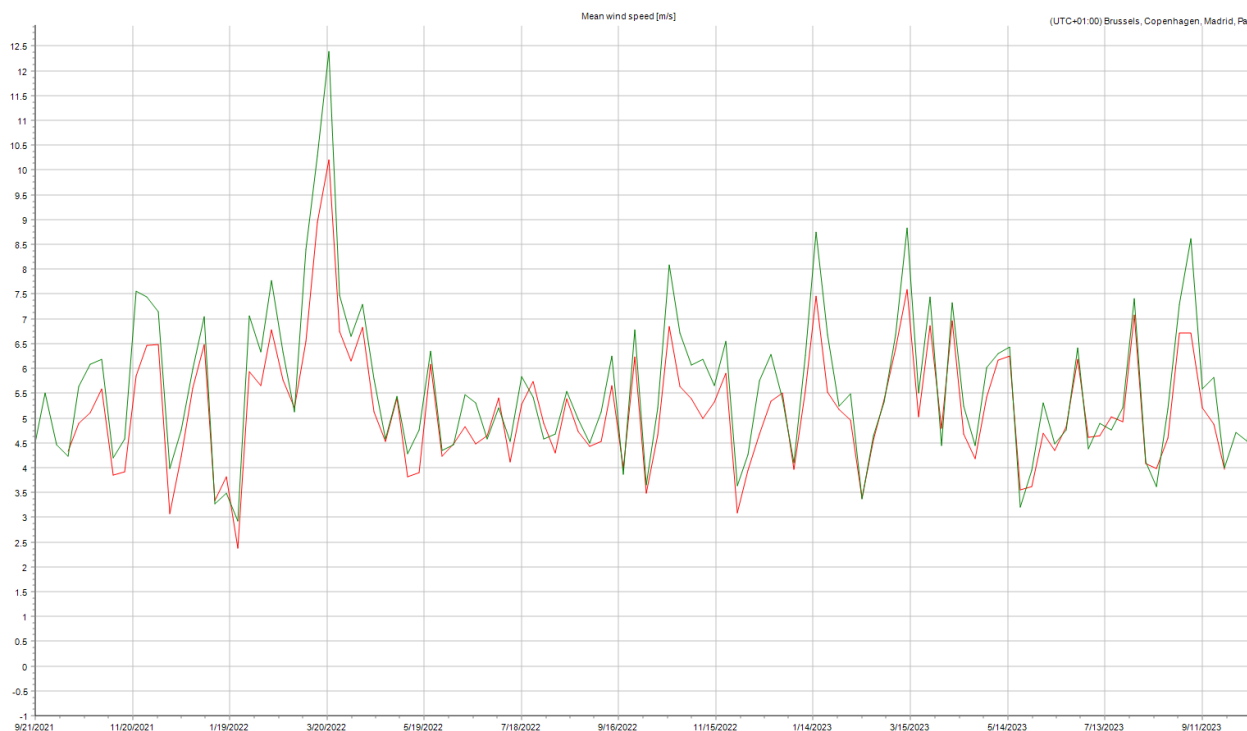
ERA5 est un jeu de données horaires de réanalyse produit par le Centre Européen de Prévision Météorologique à Moyen Terme. Il couvre une période de 1979 à nos jours avec une résolution de 0.03°x0.03° sur tout le globe<sup>1</sup>. Des données sur la résolution atmosphérique sont également disponibles à 137 niveaux depuis la surface jusqu'à une hauteur de 80 km.

| Information                | Mat de Villemur         | Référence Long-Terme    |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Nom                        | Villemur Met Mast       | WRF ERA5                |
| Coordonnées [Lambert93, m] | 583644 E, 6308760 N     | 585153 E, 6308278 N     |
| Distance au site           | Sur site                | 1.6km                   |
| Hauteur de mesure [m]      | 100.0                   | 100.0                   |
| Période de mesure          | 13/10/2021 – 01/10/2023 | 01/10/2004 – 01/10/2024 |

Tableau 2 : Périodes de mesure sur site et références Long-Terme

L'ensemble des données ci-après ne sont donc pas uniquement les données calculées sur les 2 ans de mesures, mais complétées avec les données long terme ERA5.

<sup>1</sup> Les différents nœuds ERA5 sont séparés de 0.03° en coordonnées géographiques. Typiquement la recherche des 4 points ERA5 les plus proches du mât de mesure (lat: 43.87° /lon: 1.55°), permet d'obtenir des nœuds ERA5 aux 4 positions suivantes : lat: 43.86° / lon: 1.56° ; lat: 43.86° / lon: 1.53° ; lat: 43.89° / lon: 1.56° ; lat: 43.89° / lon: 1.53°. Deux nœuds ERA5 sont séparés de maximum 0.03° en longitude et/ou 0.03° en latitude

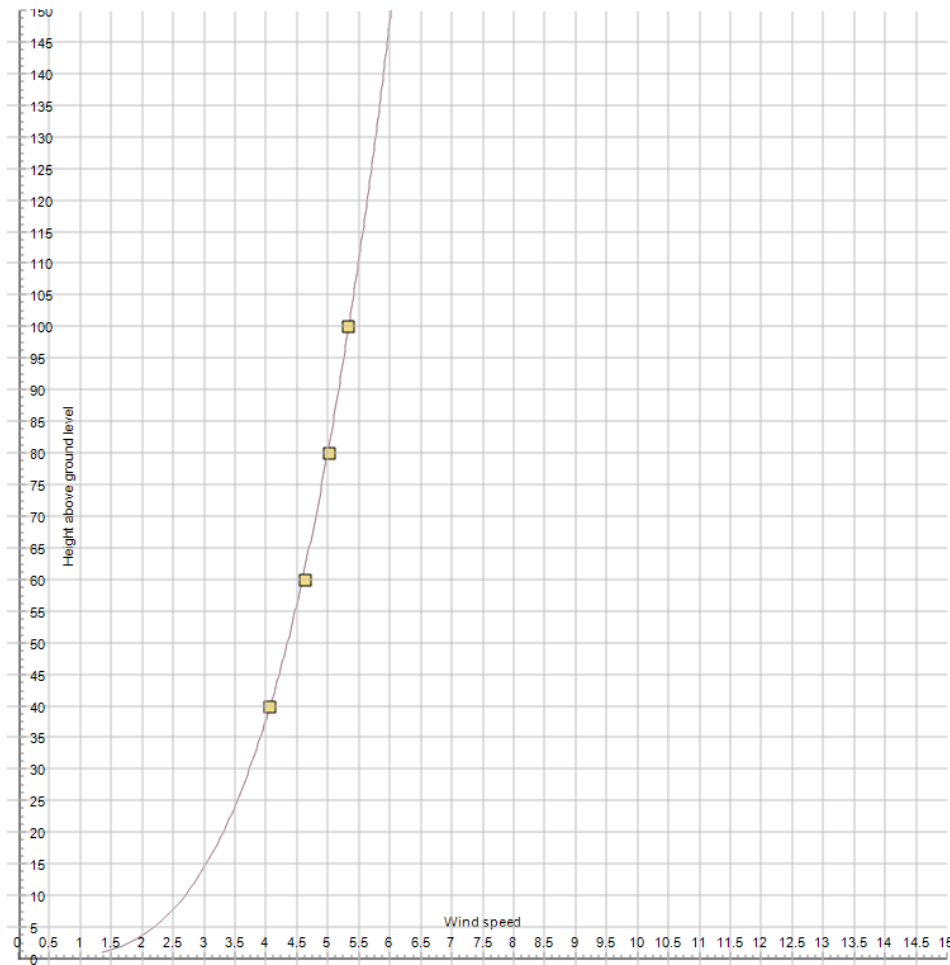


Graphique 1 : Comparaison des vitesses de vent fournies par ERA 5 (en vert)  
et par la mesure sur le site du projet (en rouge) au cours de la campagne octobre 2021 – octobre 2023

Pour ce graphique 1, la représentation de la donnée est faite au pas de temps hebdomadaire. Les données ERA 5 et celles de la campagne de mesure permettent de déterminer les coefficients à appliquer pour établir un profil de vent long terme dans les différentes conditions de vent.

Par ailleurs, l'ensemble des données a fait l'objet d'une extrapolation verticale, sur la base du profil vertical mesuré sur le mât à partir des 5 anémomètres et des données ERA5.

Afin d'extrapoler la vitesse de vent aux différentes hauteurs, il est fait recours à la loi dite loi de puissance, laquelle s'appuie sur le fait que la distribution verticale de vitesse de vent suit une loi logarithmique. Elle prend en compte les données mesurées par le mât à différentes hauteurs, permettant ainsi de connaître les coefficients à appliquer (notamment coefficient de cisaillement). Ces mesures à différentes hauteurs rendent compte de la rugosité du site qui influe sur le profil logarithmique. Le graphique ci-dessous représente cette distribution avec en jaune les différentes vitesses de vent telle que mesurées par le mât de mesure pendant la période de mesure et en violet la loi dite de puissance suivant ces points (avec un coefficient de cisaillement de l'ordre de 0.3). De manière concrète, l'extrapolation se fait par secteur de direction de vent, par heure de la journée et par saison. Ceci afin d'avoir le coefficient de cisaillement et la loi de puissance adaptés selon les différentes conditions rencontrées sur site, mais toujours sur la base des données mesurées par le mât à différentes hauteurs.



Graphique 2 : Représentation de l'extrapolation verticale selon la loi de puissance  
(en abscisse : vitesse de vent, en ordonnée la hauteur par rapport au sol).

Lecture : à 40 m au-dessus du sol le vent est mesuré à 4 m/sec, à 80 m il est mesuré à 5 m/sec, à 100 m à 5,3 m/sec. L'extrapolation permet de connaître la vitesse à 125 m au-dessus du sol, estimé à 5,6 m/sec.

Le gisement sur le site du projet est relativement marqué par des vents du Nord-Ouest mais également du Sud-Est, pour une vitesse moyenne de 5,28 m/s à 100 mètres.



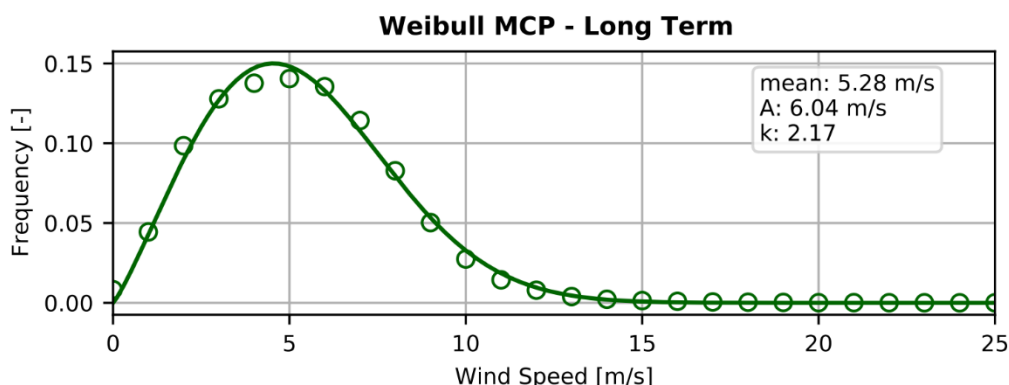


Figure 3 : Représentation Weibull de la vitesse du vent et en % de temps sur l'année<sup>2</sup>.

L'ensemble de ces données ont fait l'objet d'une extrapolation verticale, afin de mieux caractériser le gisement à hauteur de moyeu des éoliennes envisagées :

| Hauteur [m] | Vitesse moyenne [m/s] | Weibull A [m/s] | Weibull k [-] |
|-------------|-----------------------|-----------------|---------------|
| 100.0       | 5.28                  | 6.02            | 2.12          |
| 115.0       | 5.50                  | 6.28            | 2.11          |
| 118.0       | 5.55                  | 6.32            | 2.10          |
| 123.0       | 5.62                  | 6.40            | 2.10          |

Tableau 3 : vitesse moyennes annuelles de vent après correction Long-Terme, extrapolées à différentes hauteurs

#### 4. L'exploitation de ce gisement de vent par un parc éolien

Le gisement de vent ainsi caractérisé sur le site d'étude permet une exploitation au travers d'une installation éolienne à des fins production d'électricité renouvelable : orientations principales nord-ouest, sud-est, vitesse moyenne allant de 5,3m/s à 100m de haut à 5,6m/s à 123m.

Compte tenu des caractéristiques du régime de vent étudié, un productible optimal est atteignable avec des éoliennes disposant d'un rotor situé à une hauteur comprise entre 110 et 125m de haut et d'un diamètre entre 150 et 170m.

Dans le cadre des études de développement du projet éolien Collines du Nord Toulousain, la faisabilité technico-économique de cette exploitation du gisement serait confirmée au travers d'un parc composé de 4 à 5 éoliennes répondant à ces critères. Celles actuellement retenues pour les études présentent une puissance unitaire de 4,2 à 6,2 MW, ce qui permettrait une production annuelle variant, selon les scénarii d'implantation, de 29 à 49 GWh/an après application des bridages acoustiques et environnementaux.

<sup>2</sup> La vitesse du vent naturel varie en permanence. Pour prévoir la production d'énergie d'une éolienne, il faut connaître la force et la fréquence exactes du vent. La vitesse moyenne du vent est mesurée toutes les 10 minutes au moyen d'un anémomètre. Les valeurs obtenues peuvent être réparties en différentes classes variant de 1 m/s. Le potentiel énergétique d'un site peut donc être exprimé en fonction de la fréquence des différentes classes de vitesse.

La distribution de Weibull permet une bonne approximation de la distribution de la vitesse du vent :

$$f(v) = \frac{k}{A} \left( \frac{v}{A} \right)^{k-1} \exp \left( - \left( \frac{v}{A} \right)^k \right)$$

- A est le facteur d'échelle de Weibull exprimé en m/s : il permet d'exprimer la chronologie d'une vitesse caractéristique. A est proportionnel à la vitesse moyenne du vent.
- k est le facteur de forme de Weibull. Il donne la forme de la distribution et accepte une valeur de 1 à 3. Une valeur plus faible impliquerait un vent très variable alors qu'un vent constant impliquerait une valeur k plus élevée.

L'ensemble des résultats des études menées sur ce site permettent d'envisager un fonctionnement du parc éolien pour environ 80% du temps, et un facteur de charge de l'ordre de 19% à 22,5 % selon les divers scénarii étudiés<sup>3</sup>.

Cet ordre de grandeur correspond au facteur de charge moyen du parc éolien français, soit entre 21,1 et 26,6% entre 2014 et 2024<sup>4</sup>.

Le fonctionnement de l'ensemble du parc éolien en France équivalent à pleine puissance était en 2024 de 21,8% du temps (RTE bilan 2024)<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> Facteur de charge : ratio entre l'énergie produite durant un laps de temps et l'énergie que le parc éolien aurait sur la même période s'il avait fonctionné à puissance maximale.

<sup>4</sup> « Evolution du facteur de charge éolien », octobre 2024, RTE - <https://assets.rte-france.com/analyse-et-donnees/2024-10/%C3%89volution%20du%20facteur%20de%20charge%20%C3%A9olien.pdf>

<sup>5</sup> Plus d'information sur le facteur de charge éolien en France au cours des 10 dernières années : <https://analysesetdonnees.rte-france.com/production/eolien>