

# Pièce 2 – Description du projet

## Projet de parc éolien Pied des Monts



Mars 2026

# Description du projet

## Projet de Parc Eolien du Pied des Monts



Version 2 – Juin 2025

EDF Renouvelables France, filiale nationale de EDF Renouvelables  
a initié un projet éolien sur les communes de Givry, Sainte-Vaubourg et Vaux-Champagne (08),  
pour le compte de la SAS PARC EOLIEN DU PIED DES MONTs.

**Maître d'ouvrage :** SAS PARC EOLIEN DU PIED DES MONTs

**Assistance à maîtrise d'ouvrage :** EDF Renouvelables France



**Adresse de correspondance**

Chez EDF Renouvelables France  
A l'attention de LOUAAS Dorian  
Cœur Défense - Tour B  
100, esplanade du Général de Gaulle  
92932 PARIS LA DEFENSE Cedex  
Tel : 06 16 90 53 46  
Mail : [Dorian.Louaas@edf-re.fr](mailto:Dorian.Louaas@edf-re.fr)

**Adresse du demandeur**

SAS PARC EOLIEN DU PIED DES  
MONTs  
Chez EDF Renouvelables France  
43 Boulevard des Bouvets  
CS 90310  
92 741 Nanterre Cédex

# SOMMAIRE

<b>A. Situation Règlementaire</b>	<b>4</b>		
<b>B. Situation géographique</b>	<b>4</b>		
<b>C. Description des caractéristiques physiques du projet</b>	<b>6</b>		
C.1. Les éoliennes	6		
C.2. Le raccordement électrique	11		
C.3. L'accès au site et aux éoliennes	13		
C.4. Les aires de travail	14		
C.4 - 1. Caractéristiques des plateformes nécessaires à la construction et à la maintenance des éoliennes	14		
C.4 - 2. Caractéristiques des zones de stockage temporaires	14		
C.4 - 3. Aire de montage des flèches des grues	14		
C.5. Équipements connexes	15		
C.5 - 1. Les postes de livraison	15		
C.5 - 2. La base vie	16		
<b>D. Description des phases opérationnelles du projet</b>	<b>16</b>		
D.1. Construction du parc éolien	16		
D.1 - 1. Phasage des travaux	16		
D.1 - 2. Emprises au sol	17		
D.1 - 3. Gestion des terres et des eaux	21		
D.2. Exploitation du parc éolien	21		
D.2 - 1. La durée de vie du parc éolien	22		
D.2 - 2. La production estimée	22		
D.2 - 3. Systèmes d'asservissement des éoliennes	22		
D.2 - 4. Maintenance	22		
D.2 - 4a. Le personnel de maintenance	22		
D.2 - 4b. Arrêts d'urgence	22		
D.2 - 4c. Opérations périodiques de contrôle et systèmes de sécurité	22		
D.2 - 5. Registre de maintenance	23		
D.2 - 6. Communication et interventions non programmées	23		
D.3. Démantèlement du parc éolien et remise en état du site	23		
D.3 - 1. Démantèlement et remise en état par l'exploitant	23		
D.3 - 2. Provisionnement des garanties financières	24		
D.3 - 3. Retour d'expérience d'EDF Renouvelables	24		
<b>E. Estimation des types et quantités de résidus et d'émissions attendus en phase travaux et fonctionnement</b>	<b>27</b>		
E.1. En phase travaux	27		
E.1 - 1. Nuisances liées au trafic	27		
E.1 - 2. Modalité de gestion des effluents/déchets	27		
E.2. En phase de fonctionnement	28		
E.2 - 1. Le trafic routier en phase exploitation	28		
E.2 - 2. La gestion des déchets d'exploitation	28		
E.3. En phase de démantèlement	30		
E.3 - 1. Obligations réglementaires	30		
E.3 - 2. Identification des types de déchets	31		
E.3 - 3. Identification des voies de recyclage et/ou de valorisation	31		
E.3 - 3a. La fibre de verre et autres matériaux composites	31		
E.3 - 3b. L'acier	31		
E.3 - 3c. Le cuivre	31		
E.3 - 3d. L'aluminium	32		
E.3 - 3e. Les huiles et les graisses	32		
E.3 - 3f. Le béton	32		
E.3 - 3g. Les terres rares	32		
<b>F. Vulnérabilité du projet...</b>	<b>33</b>		
F.1. ...face au changement climatique	33		
F.1 - 1. Vents extrêmes	33		
F.1 - 2. Orages	33		
F.1 - 3. Conséquences indirectes de précipitations ou de sécheresses extrêmes	33		
F.2. ...face à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs	33		
F.2 - 1. Éléments de cadrage	33		
F.2 - 2. Détermination des scénarios accidentels majeurs	34		
<b>G. Le projet en bref</b>	<b>35</b>		

## A. SITUATION REGLEMENTAIRE

Le projet éolien du Pied des Monts se compose de 7 éoliennes réparties sur les communes de Givry, Sainte-Vaubourg et Vaux-Champagne, dans le département des Ardennes (08), en région Grand-Est. Sur l'ensemble de ces éoliennes, 3 éoliennes se trouvent sur la commune de Givry, trois autres se situent sur la commune de Vaux-Champagne et une éolienne est prévue d'être implantée sur Sainte-Vaubourg. Un dossier de **demande d'autorisation environnementale** est réalisé dans le cadre de ce projet.

## B. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le projet éolien du **Pied des Monts** se compose de **7 éoliennes et de 3 postes de livraison**. Sur les 3 postes de livraison, 2 seront situés sur la commune de Givry (08) et le troisième sera situé sur la commune de Sainte-Vaubourg (08).

Chaque éolienne aura une puissance maximale de **6,0 MW**. Le parc atteindra une puissance totale de **42,0 MW**. Il permettra ainsi d'alimenter **32 000 habitants, soit environ 14 000 foyers (chauffage inclus)** et de réduire l'émission de gaz à effet de serre de **3 692 tonnes par an**.

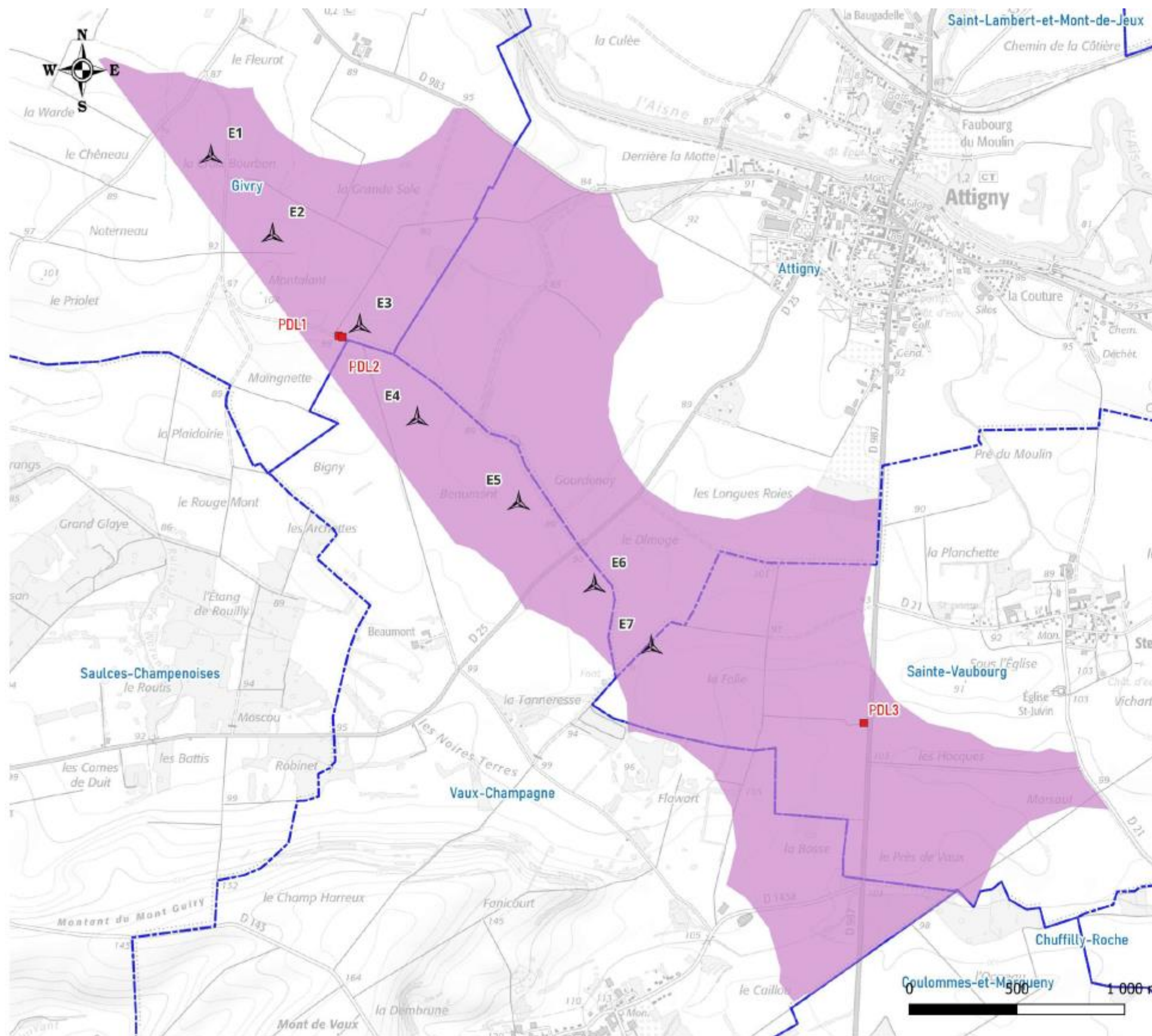
Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des éoliennes, selon le référentiel Lambert 93.

**Tableau 1 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison - référentiel Lambert 93**

Éolienne - projet		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	PDL 1	PDL 2	PDL 3
Coordonnées Lambert 93	X	811262,47	811548,48	811954,28	812220,71	812692,25	813044,31	813305,96	811852,66	811862,94	814296,5035
	Y	6932406,55	6932042,30	6931620,00	6931189,64	6930799,07	6930415,91	6930112,30	6931579,43	6931575,45	6929777,5634
Coordonnées WGS 84 - WGS	Latitude (Nord)	49,4813032	49,4779800	49,4741140	49,4702000	49,4666070	49,4631017	49,4603269	49,4737674	49,4737298	49,4571420
	Longitude (Est)	4,5348833	4,5387300	4,5442123	4,5477700	4,5541659	4,5589156	4,5624401	4,5428001	4,5429408	4,5760030
Coordonnées WGS 84 - DMS	Latitude (Nord)	49°28'52.6915" N	49°28'40.7280" N	49°28'26.8104" N	49°28'12.7200" N	49°27'59.7852" N	49°27'47.1661" N	49°27'37.1768" N	49°28'25.5626" N	49°28'25.4273" N	49°27'25.7113" N
	Longitude (Est)	4°32'5.5799" E	4°32'19.4280" E	4°32'39.1643" E	4°32'51.9720" E	4°33'14.9972" E	4°33'32.0962" E	4°33'44.7844" E	4°32'34.0804" E	4°32'34.5869" E	4°34'33.6128" E
Altitude au Sol (m NGF)		93,00	96,00	96,00	91,00	93,00	93,00	94,00	99,00	99,00	94,00
Hauteur du Moyeu (m)		105,00	105,00	105,00	105,00	105,00	105,00	105,00			
Diamètre du Rotor (m)		150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00			
Hauteur en bout de pale (m)		180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00			
Altitude en bout de pale (m NGF)		273,00	276,00	276,00	271,00	273,00	273,00	274,00			

Trois postes de livraison sont créés dans le cadre du projet éolien de la Pied des Monts, et nommés PDL 1, PDL 2 et PDL 3.

La carte suivante présente la situation des éoliennes et des postes de livraison sur un fond de carte IGN.



# Présentation de l'installation

**ATER** Environnement  
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Avril 2025

Sources : IGN 25®, EDF Renouvelables  
Copie et reproduction interdites

**Légende**

**Parc éolien du Pied des Monts**

- Zone d'implantation potentielle
- Éoliennes
- Poste de livraison
- Limite communale

Carte 1 : Plan de situation du projet de parc éolien de Pied des Monts

## C. DESCRIPTION DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU PROJET

L'objectif d'un projet éolien est de transformer l'énergie cinétique en énergie électrique, et d'injecter cette électricité sur le réseau de distribution. Un parc éolien est composé :

- de plusieurs aérogénérateurs, dits « **éoliennes** » qui reposent sur des **fondations** ;
- d'un réseau électrique comprenant un ou plusieurs **poste(s) de livraison**, par lesquels transite l'**électricité** produite par le parc avant d'être livrée sur le réseau public d'électricité ;
- d'un ensemble de **chemins d'accès** aux éléments du parc ;
- d'un mât de mesures du vent ;
- de moyens de communication permettant le contrôle et la supervision à distance du parc éolien.

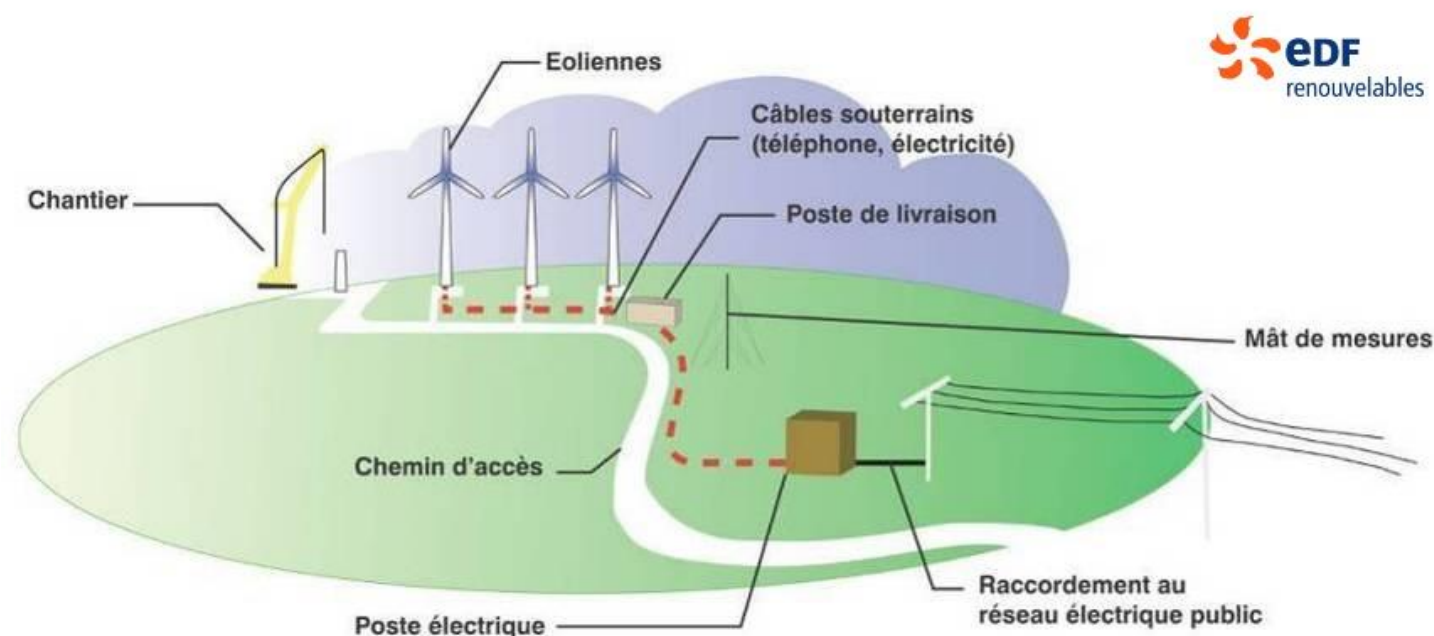


Figure 1 : Schéma de principe d'un parc éolien

Les principales caractéristiques du parc éolien du Pied des Monts sont les suivantes

Tableau 2 : Caractéristiques principales du parc éolien du Pied des Monts

Paramètres	Parc éolien du Pied des Monts
Nombre d'éoliennes	7
Puissance nominale (MW)	6.0 MW
Puissance totale du parc éolien (MW)	42.0 MW
Hauteur maximale d'une éolienne en bout de pale (m)	180 m
Diamètre maximal du rotor (m)	150 m
Hauteur du mât (m)	105 m
Hauteur sous le rotor (m)	30 m
Vitesse minimale de rotation (m/s)	3 m/s
Vitesse maximale de rotation <sup>1</sup> (m/s)	25 m/s
Surface du projet en exploitation (ha)	3.69 ha
Surface défrichée (m <sup>2</sup> )	0 m <sup>2</sup>
Longueur des câbles électriques (km)	5.2 km

### C.I. LES EOLIENNES

En tant qu'entreprise (i) liée à une société dont la majeure partie du capital social appartient à l'Etat Français (EDF SA) et (ii) intervenant dans le secteur de la production d'électricité, EDF Renouvelables France est une entité adjudicatrice.

A ce titre, elle doit garantir le respect des principes d'égalité de traitement, de non-discrimination et de transparence lors de ses commandes de travaux, fournitures et services. Elle est actuellement soumise à la directive européenne 2014/25/UE.

En droit interne, les textes actuellement applicables pour régir les formalités de publicités et les procédures de mise en concurrence sont l'ordonnance n°2005-649 du 6 juin 2005 et le décret n°2005-1308 du 20 octobre 2005, mais ils sont appelés à être remplacés rapidement pour transposer notamment la directive 2014/25/UE (cf. d'ores et déjà l'ordonnance n°2015-899 du 23/07/2015 relative aux marchés publics).

Les seuils de passation de marchés formalisés ont été fixés par un décret n°2015-1904 du 30 décembre 2015 pour les procédures lancées actuellement (418 000 € HT pour les marchés de fournitures et de services ; 5 225 000 € HT pour les marchés publics de travaux).

Afin de garantir le principe de mise en concurrence des fabricants d'éoliennes, le projet doit pouvoir être réalisé avec des modèles d'éoliennes de plusieurs fournisseurs, sachant qu'il n'existe aucun standard en termes de dimensions et de caractéristiques de fonctionnement.

Afin de ne pas risquer de sous-évaluer les impacts, dangers et inconvénients de l'installation, la SAS Parc éolien du Pied des Monts a choisi de définir une éolienne dont les caractéristiques maximisent ces évaluations. Ainsi, les paramètres intervenant, ayant une incidence, sont les suivants :

- le diamètre ;

exposés, quelques heures par an, durant les fortes tempêtes.

<sup>1</sup> A cette vitesse, l'éolienne est arrêtée progressivement pour des raisons de sécurité, et les pales sont mises en drapeau. Cela n'arrive que sur les sites très

- la hauteur en bout de pale ;
- la hauteur libre sous le rotor ;
- les paramètres acoustiques de l'éolienne.

Le tableau précédent, compte tenu des caractéristiques du vent et du site, présente le gabarit des aérogénérateurs envisagés.

Le fournisseur qui sera retenu pour équiper le site n'étant pas arrêté à ce stade, les informations contenues dans les paragraphes suivants sont d'ordre générique et les équipements présentés sont ceux qui équipent en règle générale les éoliennes de ce gabarit.

La présentation technique des machines est donc susceptible d'afficher de légers écarts avec les équipements qui seront effectivement mis en place. Ces écarts seront dans tous les cas mineurs et ne remettent pas en cause les analyses de risques et environnementales présentées dans les études. En cas d'écarts significatifs, le demandeur portera à connaissance du préfet la nature de ces derniers.

#### **Composition et dimensions des éoliennes :**

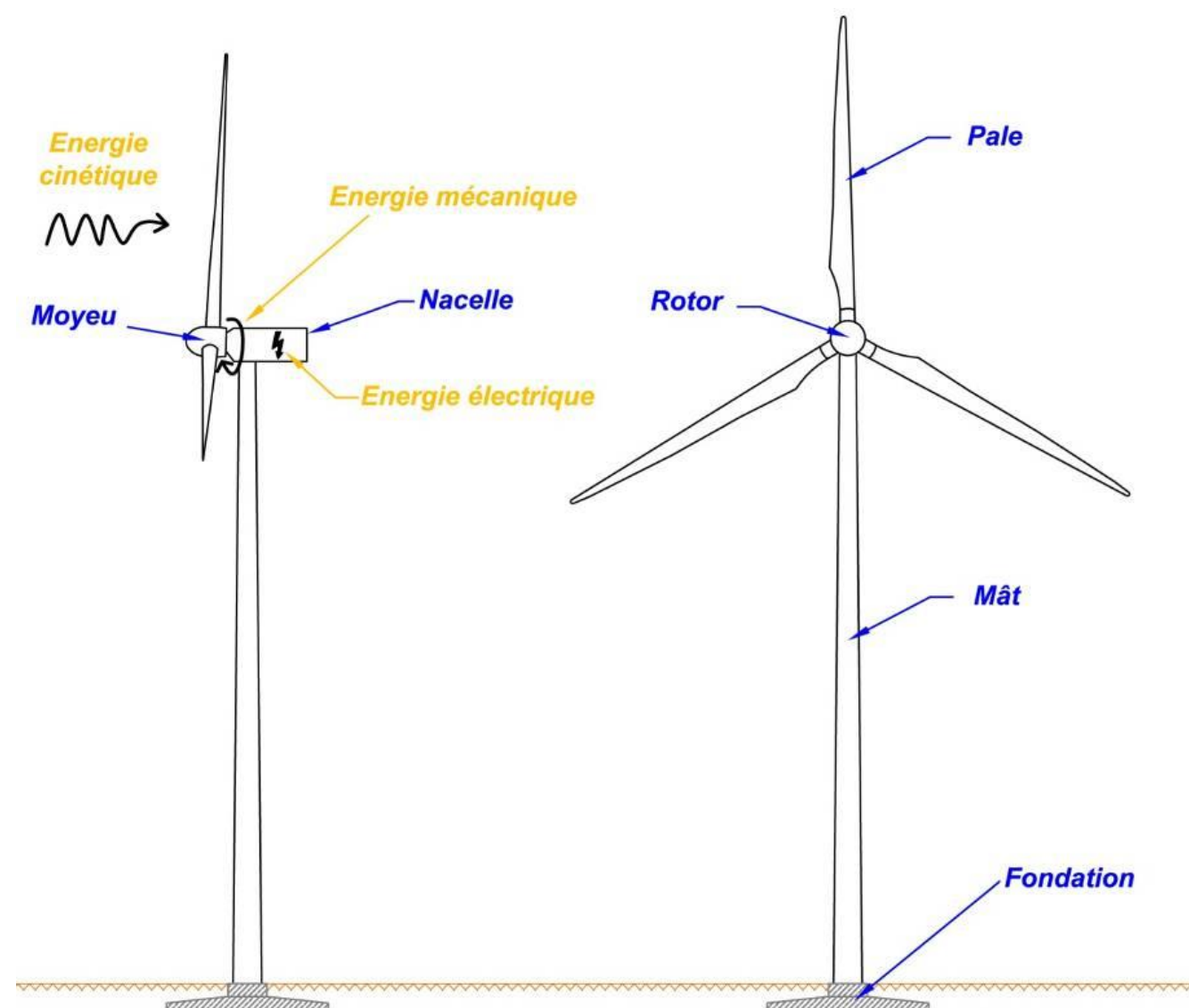
Une éolienne est composée des principaux éléments suivants :

- un **rotor**, composé de trois pales et du moyeu (ou « nez ») de l'éolienne, fixé à la nacelle. Le rotor est entraîné par l'énergie du vent, il permet de transformer l'énergie cinétique<sup>2</sup> en énergie mécanique (rotation). Un système de captage de la foudre constitué d'un collecteur métallique associé à un câble électrique ou méplat situé à l'intérieur de la pale permet d'évacuer les courants de foudre vers le moyeu puis vers le mât, la fondation et enfin vers le sol.
- une **nacelle** montée au sommet du mât, abritant la plus grande partie des composants permettant de transformer l'énergie mécanique en énergie électrique, ainsi que l'automate permettant la régulation de l'éolienne. La nacelle a la capacité de pivoter à 360° pour présenter le rotor face au vent, quelle que soit sa direction.
- un **mât** permet de placer le rotor à une hauteur suffisante pour lui permettre d'être entraîné par un vent plus fort et régulier qu'au niveau du sol. Il est généralement composé de 4 sections s'imbriquant les uns dans les autres.
- une **fondation** assure l'ancrage au sol de l'ensemble, elle comprend des ferraillements, un massif-béton et une virole (ou cage d'ancrage, il s'agit d'une pièce à l'interface entre la fondation et le mât). Ses dimensions sont calculées au cas par cas, en fonction de l'éolienne, des conditions météorologiques et de la nature du terrain d'implantation qualifiée lors des études géotechniques menées en amont de la construction du parc. Les fondations les plus massives sont employées pour porter de manière gravitaire les éoliennes dans des terrains « mous » (argile par exemple). Leur forme peut varier : massif circulaire ou carré. Un système constitué de tiges d'ancrage, disposé au centre du massif de fondation, permet la fixation de la bride inférieure de la tour. La fondation est composée de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2. Concernant l'emprise au sol des fondations du projet éolien du Pied des Monts :

**En phase chantier :** cette emprise correspond à la surface de la fondation (dont le diamètre attendu sera de 25,5 m) et une excavation de 36 m de diamètre, permettant aux ouvriers de mettre en place le coffrage et le ferraillement de la fondation et de circuler sans risque. Ainsi l'emprise de chaque excavation sera de 1 020 m<sup>2</sup>, et l'emprise de chaque fondation sera de 510 m<sup>2</sup>.

**En phase d'exploitation :** la plus grande partie de la fondation est engravillonnée ; seule la partie centrale de la fondation est apparente, c'est-à-dire le fût (6 m de diamètre). Ainsi, la base du mât occupe une surface d'environ 28 m<sup>2</sup>. Notons toutefois, que

cette emprise est comprise dans l'aire gravillonnée de maintenance d'une surface unitaire de 1 020 m<sup>2</sup> aménagée après comblement des fondations.



**Figure 2 : Composition d'une éolienne et principe de fonctionnement**

<sup>2</sup> L'énergie cinétique est l'énergie créée par un mouvement.

Tableau 3 : Principales caractéristiques des constituants d'une éolienne de dimensions envisagées pour ce projet

Élément	Composition	Matériaux usuels	Dimensions	Équipements internes
<b>Rotor</b>	3 pales	Fibre de verre renforcée et fibre de carbone	Poids une pale ~ 20 t Longueur une pale ~ 75 m	Système de captage de la foudre
	1 moyeu	Acier	Poids = ~ 40 t	Système de commande (processeurs)
<b>Nacelle</b>	Enveloppe de la nacelle	Fibre de verre	Poids ~ 80 t Dimensions : variable selon le design	Arbre de transmission Génératrice Multiplicateur Transformateur Convertisseur Onduleur Système de commande (processeurs)
	Châssis	Structure métallique		Armoire de commande (dont systèmes auxiliaires : moteurs, pompes, ventilateurs, appareils de chauffage) Câbles haute-tension Capteurs de vent
<b>Mât</b>	4 sections tubulaires creuses	Acier	Poids d'une section ~ 60 à 90 t Longueur un tube ~ 30 m Base du mât : 4 m Diamètre au sol (fût) ~ 6 m	Câbles électriques et fibres optiques Échelle/ascenseur/monte-charge Système de commande (processeurs) Panneaux de contrôle de l'automatisme Parfois des éléments électriques de puissance (transformateurs ou convertisseurs) pour alléger la nacelle Câbles haute-tension
<b>Fondation</b>	Massif en forme carrée ou circulaire	Béton armé Ferrailles	Poids ~ 1 000 t Diamètre ~ 25.5 m Profondeur ~ 4 m	/

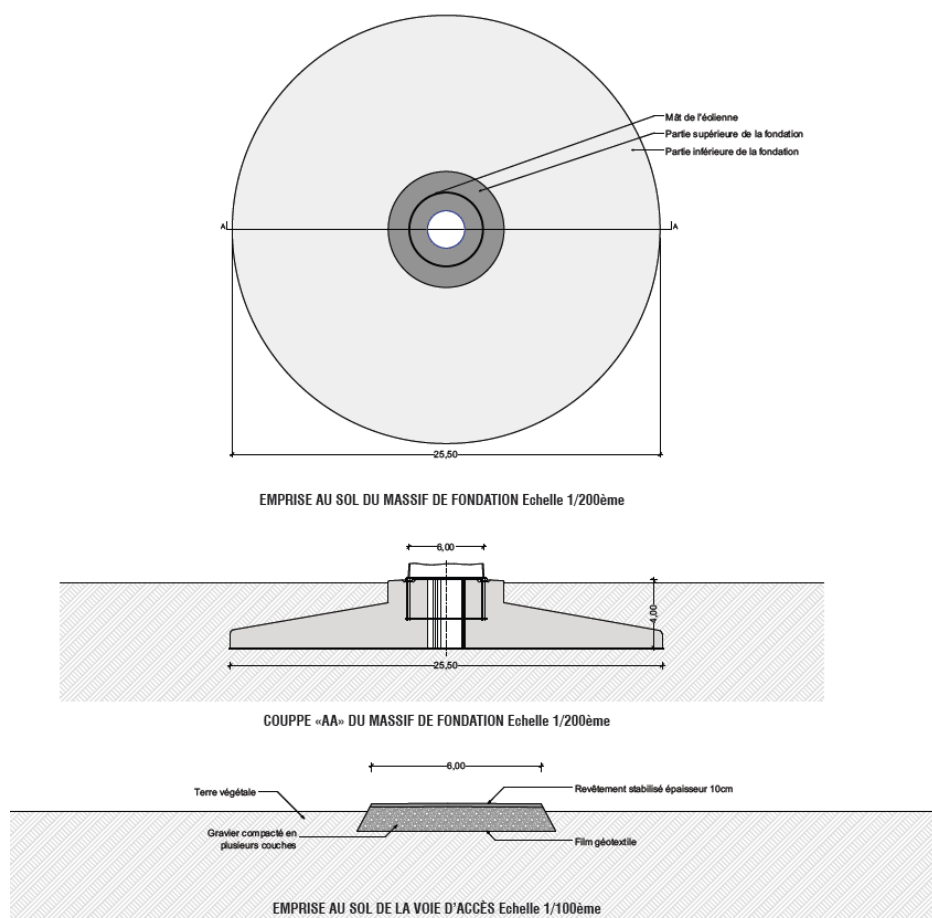


Figure 3 : Principe de dimensionnement d'une fondation d'une éolienne

### Fonctionnement d'une éolienne :

Une éolienne transforme l'énergie du vent en énergie électrique. Cette transformation se fait en plusieurs étapes principalement par le couple rotor/nacelle.

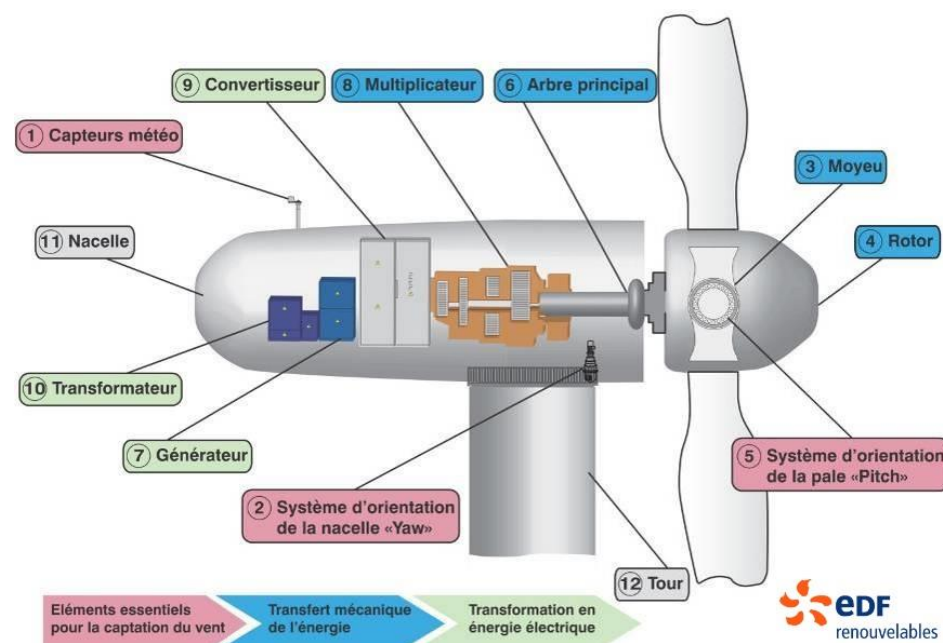


Figure 4 : : Schéma descriptif du couple rotor/nacelle

#### La transformation de l'énergie éolienne par les pales :

Quand le vent se lève, le **capteur météo (1)** informé par une girouette transmet au **système d'orientation de la nacelle « Yaw » (2)**. Cet automate commande alors aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent.

Les trois **pales**, fixées au **moyeu (3)**, se mettent en mouvement par la seule force du vent. Les pales fonctionnent sur le principe d'une aile d'avion : la différence de pression entre les deux faces de la pale crée une force aérodynamique, mettant en mouvement le **rotor (4)** par la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique.

Les pales sont orientables. L'angle des pales est contrôlé par le **pitch (5)**<sup>3</sup> de l'éolienne de manière à réguler la vitesse de rotation et le couple (mouvement mécanique) transmis à l'**arbre principal (6)**.

#### L'accélération du mouvement de rotation grâce au multiplicateur :

Les pales tournent à une vitesse relativement lente, de l'ordre de 5 à 15 tours par minute. Le générateur électrique transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. Mais la plupart des **générateurs (7)** ont besoin de tourner à très grande vitesse (de 1 000 à 2 000 tours par minute) pour produire de l'électricité.

C'est pourquoi, le mouvement lent du rotor est accéléré par un **multiplicateur (8)** (situé entre le rotor et le générateur).

Plus précisément, le rotor transmet l'énergie du vent au multiplicateur via un arbre lent (5 à 15 tours par minute). Le multiplicateur va ensuite entraîner un arbre rapide (de 1 000 à 2 000 tours par minute) et se coupler au générateur électrique. Un frein à disque est généralement monté directement sur l'arbre rapide.

#### La production d'électricité par le générateur :

L'énergie mécanique transmise par le multiplicateur est transformée en énergie électrique par le **générateur**. Il délivre alors un courant électrique alternatif à la tension de 400 à 1 000 V maximum, dont les variations sont fonction de la vitesse du vent. Ainsi,

lorsque cette dernière croît, la portance s'exerçant sur le rotor s'accroît et la puissance délivrée par la génératrice augmente.

Deux types de générateurs existent :

Les générateurs utilisés sont souvent asynchrones. Leur avantage est de supporter de légères variations de vitesse ce qui est un atout pour les éoliennes où la vitesse du vent peut évoluer rapidement notamment lors de rafales. On peut reconnaître une éolienne utilisant une génératrice asynchrone par la forme allongée de la nacelle, qui abrite la chaîne cinétique.

La génératrice peut également être synchrone et être utilisée dans le cas d'un entraînement direct lorsque la liaison mécanique entre le moyeu de l'éolienne et la génératrice est directe, sans utiliser de multiplicateur.

#### Le traitement de l'électricité par le convertisseur et le transformateur :

Cette électricité ne peut pas être utilisée directement :

Sa fréquence est aléatoire/variable en sortie du générateur ;

Sa tension est comprise entre 400 à 1 000 V (proportionnellement à la vitesse du vent).

Le **convertisseur (9)** de fréquence va permettre de stabiliser la fréquence du courant alternatif à 50 Hz, tel que requiert l'injection de ce courant sur le réseau d'électricité public.

Le **transformateur (10)** constitue l'élément électrique qui va élever la tension issue du générateur pour permettre le raccordement au réseau de distribution. Le transformateur permettra d'élever la tension à 20 000 V ou 33 000 V.

Le convertisseur et le transformateur peuvent être dans la nacelle ou bien dans le mât.

En sortie d'éolienne, l'électricité est alors acheminée à travers un câble enterré jusqu'à un poste de livraison, pour être injectée sur le réseau électrique, puis distribuée aux consommateurs les plus proches.

#### Production d'électricité et régulation de la puissance du vent :

La production électrique varie selon la vitesse du vent. Concrètement une éolienne fonctionne dès lors que la vitesse du vent est suffisante pour entraîner la rotation des pales. Plus la vitesse du vent est importante, plus l'éolienne délivrera de l'électricité (jusqu'à atteindre le seuil de production maximum) :

**Lorsque le vent est inférieur à 11 km/h (3 m/s) environ**, l'éolienne est arrêtée car le vent est trop faible. Cela n'arrive que 15 à 20 % du temps selon les régions.

**Entre 12 km/h (3 m/s) et 45 km/h (13 m/s) environ**, la totalité de l'énergie du vent récupérable est convertie en électricité, la production augmente très rapidement en fonction de la vitesse de vent<sup>4</sup>.

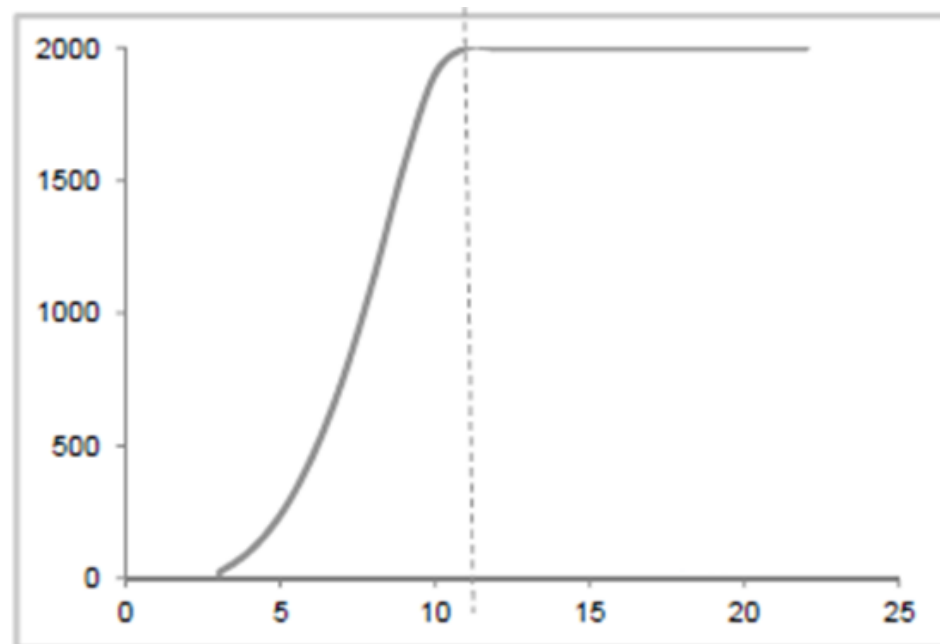
**Entre 45 km/h (13 m/s) et 90 km/h (25 m/s) environ**, l'éolienne produit à pleine puissance (puissance nominale, ici 3,6 MW). A 45 km/h, le seuil de production maximum est atteint. Les pales se mettent à tourner sur elles-mêmes afin de réguler la production. La production reste constante et maximale jusqu'à une vitesse de vent de 90 km/h.

**A partir de 90 km/h (25 m/s) environ**, l'éolienne est arrêtée progressivement pour des raisons de sécurité. Cela n'arrive que sur des sites très exposés, quelques heures par an, durant de fortes tempêtes. Lorsque le vent dépasse 90 km/h pendant plus de 100 secondes, les pales sont mises en drapeau (parallèles à la direction du vent). L'éolienne ne produit plus d'électricité. Le rotor tourne alors lentement en roue libre et la génératrice est déconnectée du réseau. Dès que la vitesse du vent redevient inférieure à 65 km/h pendant 10 minutes, l'éolienne se remet en production.

Toutes ces opérations sont totalement automatiques et gérées par ordinateur. En cas d'urgence, un frein à disque placé sur l'axe permet de placer immédiatement l'éolienne en sécurité.

<sup>3</sup> Pitch (automate) = système d'orientation de la pale.

<sup>4</sup> Formule de Betz : La puissance fournie par une éolienne est proportionnelle au cube de la vitesse du vent et au carré des dimensions du rotor.



**Figure 5 : Courbe de puissance d'une éolienne de 2000 kW**  
(horizontal : vitesse de vent en m/s, vertical : puissance instantanée en kW)

#### Respect des normes en vigueur :

Conformément à l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 :

- « **L'aérogénérateur est conçu pour garantir le maintien de son intégrité technique au cours de sa durée de vie.** Le respect de la norme NF EN 61 400-1 ou IEC 61 400-1, dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale [...], ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne [...], permet de répondre à cette exigence. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent atteste de la conformité de chaque aérogénérateur de l'installation avant leur mise en service industrielle. » (Article 8) ;
- « **L'installation est mise à la terre pour prévenir les conséquences du risque foudre.** Le respect de la norme IEC 61 400-24, dans sa version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale [...], permet de répondre à cette exigence. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent atteste de la mise à la terre de l'installation avant sa mise en service industrielle. » (Article 9) ;
- « **L'installation est conçue pour prévenir les risques électriques.** [...] Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables. Pour les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur, le respect des normes NF C 15-100, NF C 13-100 et NF C 13-200, dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale [...], permet de répondre à cette exigence. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent atteste de la conformité de l'installation pour prévenir les risques électriques, avant sa mise en service industrielle. » (Article 10).

#### Refroidissement et lubrification :

##### Refroidissement :

Le refroidissement des composants principaux de la nacelle (multiplicateur, groupe hydraulique, convertisseur, générateur) peut se faire par un système de refroidissement à air ou un système de refroidissement à eau.

De même, tous les autres systèmes de production de chaleur sont équipés de ventilateurs ou de refroidisseurs mais ils sont considérés comme des contributeurs mineurs à la thermodynamique de la nacelle.

##### Lubrification :

La présence de nombreux éléments mécaniques dans la nacelle implique un graissage au démarrage et en exploitation afin de

réduire les différents frottements et l'usure entre deux pièces en contact et, en mouvement l'une par rapport à l'autre.

Les éléments chimiques et les lubrifiants utilisés dans les éoliennes sont notamment :

Le liquide de refroidissement (eau glycolée) ;

Les huiles de lubrification pour la boîte de vitesse ;

Les huiles pour certains transformateurs ;

Les huiles pour le système hydraulique du système de régulation ;

Les graisses pour la lubrification des roulements ;

Les divers agents nettoyants et produits chimiques pour la maintenance de l'éolienne.

Pour le projet éolien, les différents liquides utilisés sont confinés dans l'éolienne afin **d'éviter les risques de fuite et de pollution externe.**

#### Couleur et balisage des éoliennes :

Du fait de leur hauteur, les éoliennes peuvent constituer des obstacles à la navigation aérienne. Elles doivent donc être visibles et respecter les spécifications de la DGAC (Direction Générale de l'Aviation Civile), fixées par l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes et en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> mars 2010 :

**Couleur :** La couleur des éoliennes est limitée au domaine **blanc** dont les quantités calorimétriques répondent à l'arrêté du 13 novembre 2009 (facteur de luminance supérieur ou égal à 0,4). Cette couleur est appliquée uniformément sur l'ensemble des éléments constituant l'éolienne.

**Balisage :** Conformément à l'arrêté de 13 novembre 2009, tous les aérogénérateurs d'une hauteur inférieure à 150 m doivent être équipés :

d'un balisage **diurne** : feux d'obstacle de moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 cd),

d'un balisage **nocturne** : feux d'obstacle de moyenne intensité de type B (feux à éclats rouges de 2 000 cd).

Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et doivent assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

Selon l'organisation des éoliennes d'un même parc (notion de "champ éolien"), **certaines adaptations du balisage sont possibles** afin de limiter la gêne des riverains. Ainsi, de jour et sous certaines conditions, il est possible de n'appliquer un balisage lumineux que sur les éoliennes dites "périphériques". De nuit, il est possible d'installer, sur les éoliennes dites "secondaires", un balisage fixe plutôt qu'à éclat ou des feux de moindre intensité (200 candélas au lieu de 2000). Les détails de ces adaptations sont consultables en annexe II de l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne. Dans le cadre du projet éolien du Pied des Monts un balisage adapté est envisageable sous réserve d'une validation par les services de l'Armée de l'Air et de l'Aviation Civile.

Les feux de balisage font l'objet d'un certificat de conformité, délivré par le Service Technique de l'Aviation Civile (STAC) de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC), en fonction des spécifications techniques correspondantes. Le STAC se chargera de les synchroniser.

## C.2. LE RACCORDEMENT ELECTRIQUE

Le raccordement électrique du projet se décompose en deux parties distinctes : réseau interne et réseau public externe.

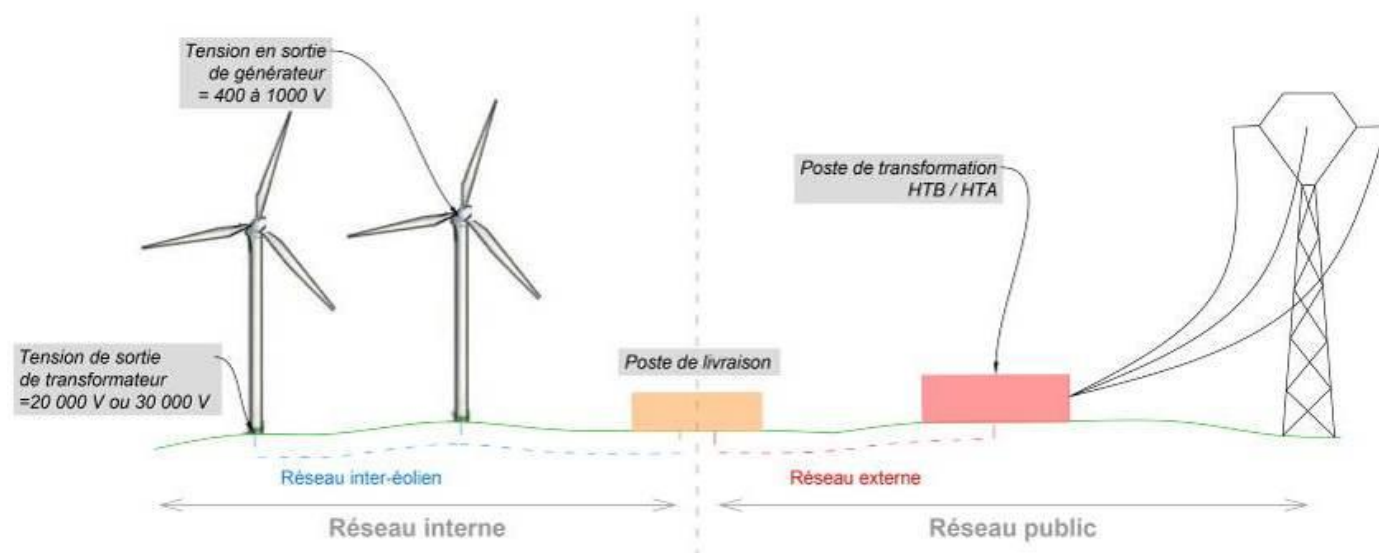


Figure 6 : Principe du raccordement électrique d'une installation éolienne

### Le raccordement électrique interne au parc éolien jusqu'aux postes de livraison :

Ce réseau inter-éolien appartient au site de production et est géré par l'exploitant du site.

Ces réseaux sont constitués de 3 câbles torsadés d'une tension de 20 000 V (ou 33 000 V). Ils sont systématiquement enterrés à 0,80 m de profondeur (selon les prescriptions de la norme C13-200).

Le projet nécessitera un peu plus de 2,8 km de câbles électriques. Les tranchées accueillant les câbles électriques auront une largeur d'environ 50 cm.

Les réseaux internes sont préférentiellement réalisés au droit ou en accotement des chemins d'accès. Afin d'optimiser les travaux, le réseau de fibre optique permettant la supervision et le contrôle des éoliennes à distance est inséré dans les tranchées réalisées pour les réseaux électriques internes.

Le point de livraison (ou poste de livraison) fait partie intégrante du réseau intérieur au site. Il sert de frontière avec le réseau de distribution publique (ENEDIS /Entreprise Locale de distribution ELD) ou de transport externe (RTE).

Un poste de livraison est composé de 2 ensembles :

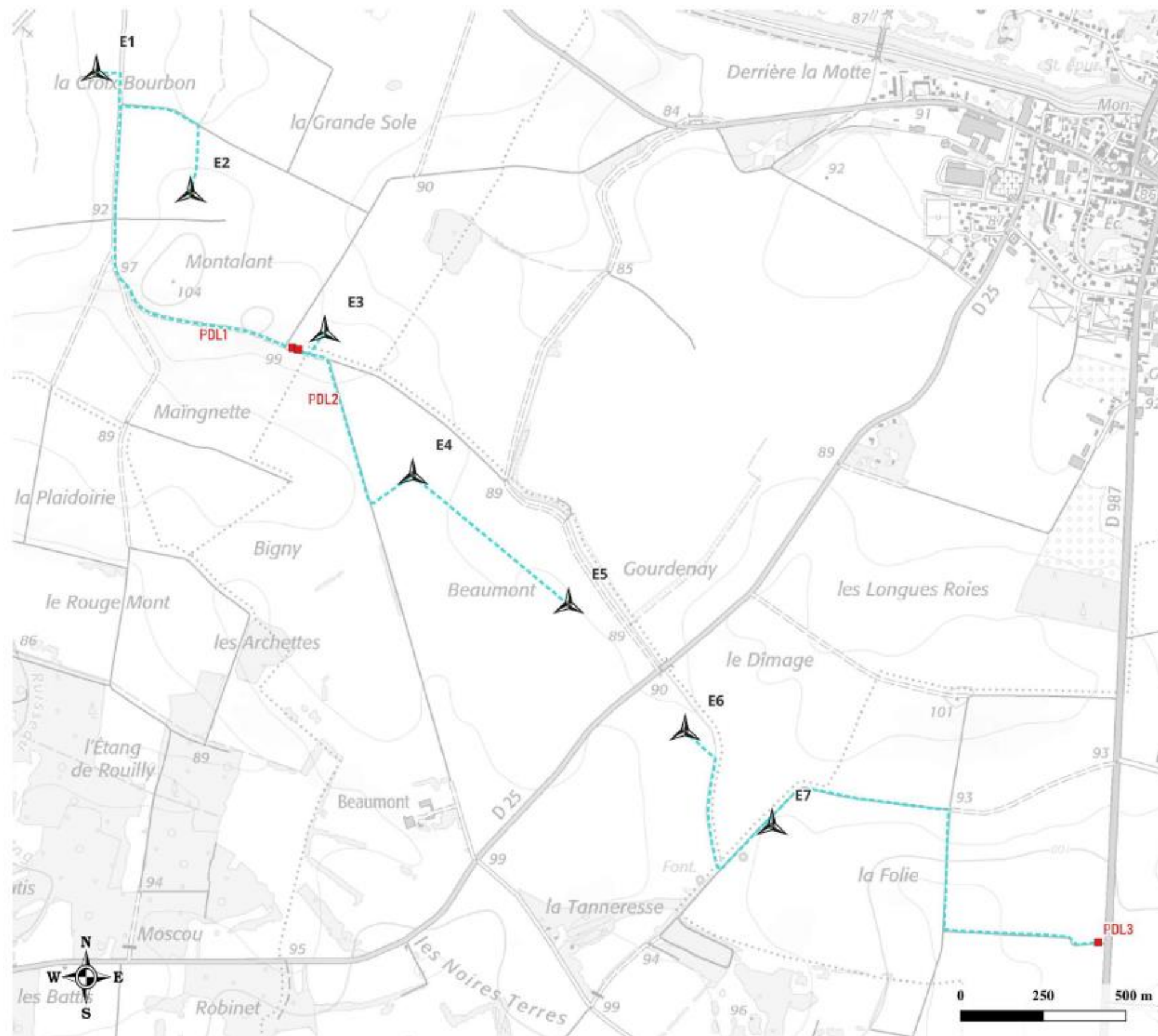
une partie « électrique de puissance » où l'électricité produite par l'ensemble des éoliennes est livrée au réseau public d'électricité avec les qualités attendues (Tension, Fréquence, Harmonique), avec des dispositifs de sécurité du réseau permettant à son gestionnaire (ENEDIS/ELD/RTE) de déconnecter instantanément le parc en cas d'instabilité du réseau ;

une partie supervision où l'ensemble des paramètres de contrôle des éoliennes sont collectés dans une base de données, elle-même consultable par l'exploitant du parc.

Un poste de livraison standard permet de raccorder une puissance jusqu'à 12 MW (jusqu'à 17 MW par dérogation) au réseau électrique.

Compte tenu de la puissance maximale envisagée sur le parc du Pied des Monts, trois postes de livraison seront implantés pour évacuer l'électricité produite. Les postes doivent être accessibles en véhicule pour la maintenance et l'entretien. Ils seront placés à proximité des chemins d'exploitations existants et est donc facilement accessibles.

**L'étude d'impact prend en compte le raccordement électrique inter-éolien ainsi que le point de livraison dans son évaluation des incidences.**



# Raccordement inter-éolien



Avril 2025

Sources : IGN 100®, EDF Renouvelables  
Copie et reproduction interdites

## Légende

### Parc éolien du Pied des Monts

- Raccordement inter-éolien
- Poste de livraison
- ▲ Éoliennes

Carte 2 : Plan du raccordement inter-éolien et des postes de livraison

### Le raccordement électrique externe au parc éolien jusqu'au :

**Réseau de distribution publique :** Cet ouvrage est intégré à la concession locale de distribution d'électricité gérée par ENEDIS ou une entreprise locale de distribution (ELD).

**Réseau de transport d'électricité :** Cet ouvrage est intégré au réseau national de transport géré par RTE. Le réseau électrique externe relie les postes de livraison au réseau public de distribution ou de transport d'électricité. Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (ENEDIS / ELD ou RTE).

Il est envisagé de raccorder le parc au futur poste source de Noue-Seuil, distant d'environ 8 km du projet éolien suivant les résultats des pré-études simples, approfondies, exploratoires ou d'entrée en file d'attente demandée par EDF Renouvelables ou la SAS Parc éolien du Pied des Monts à ENEDIS.

**Le tracé du raccordement au réseau ne peut être connu qu'à l'issue de l'obtention de l'ensemble des autorisations administratives du projet (voir procédures de raccordement ENEDIS/RTE<sup>5</sup>). Cependant, la présente étude d'impact doit considérer ce raccordement comme faisant partie du « projet » envisagé (article L.122-2 du Code de l'Environnement). De ce fait, l'ensemble des effets sur l'environnement sera étudié dans la présente étude d'impact, avec les connaissances actuelles des incidences les plus probables d'un tracé de raccordement. En cas de modification majeure du tracé de raccordement par rapport au scénario présenté, l'étude d'impact pourra être complétée comme le stipule la loi (L122-1-1 du Code de l'Environnement).**

## C.3. L'ACCES AU SITE ET AUX EOLIENNES

Comme nous venons de le voir, les éoliennes sont de grande dimension. Aussi, pour créer un parc, il est nécessaire d'assurer l'acheminement des différents éléments jusqu'aux éoliennes. Les pales, le mât (4 sections tubulaires généralement s'imbriquant les uns dans les autres) et la nacelle nécessitent des convois exceptionnels. La prise en compte de l'accessibilité au site est donc un élément déterminant pour assurer la bonne réalisation du chantier.

À noter que des réseaux, notamment aériens (électricité, téléphone), peuvent faire obstacle au passage des convois. EDF Renouvelables prendra contact avec les gestionnaires de réseaux afin d'envisager les solutions pour effectuer les travaux dans les meilleures conditions possibles (interruption/déplacement temporaire ou permanent de réseaux, etc.).

### Accès au site :

Le parc éolien est accessible via les axes routiers structurants que sont les autoroutes A26 et A34.

Une pré-étude d'accès a d'ores et déjà été réalisée. Etant donné les caractéristiques physiques différentes entre les pales et les sections de mât, des trajets différents sont prévus pour ces deux équipements :

- Pour les pales : il est préconisé d'emprunter l'autoroute A26 en direction de Reims, avant de contourner la ville par l'ouest en empruntant l'autoroute A4. L'accès au site du projet se fera par la suite en empruntant les routes départementales D944, D931, D977 puis enfin D987.
- Pour les sections de mât : le chemin d'accès recommandé est l'autoroute A34, avant de contourner la ville de Rethel par l'ouest, de rejoindre la départementale D946 puis la D987.

### Transport des éoliennes :

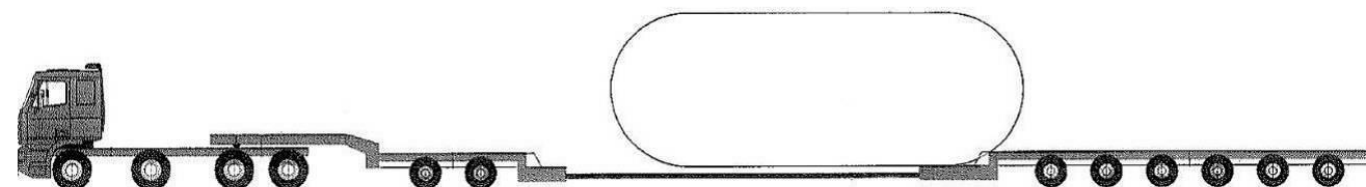
Concernant l'encombrement, ce sont les pales de plus de 50 m de long qui représentent la plus grosse contrainte. Leur transport

est réalisé par convoi exceptionnel à l'aide de camions adaptés (tracteur et semi-remorque).



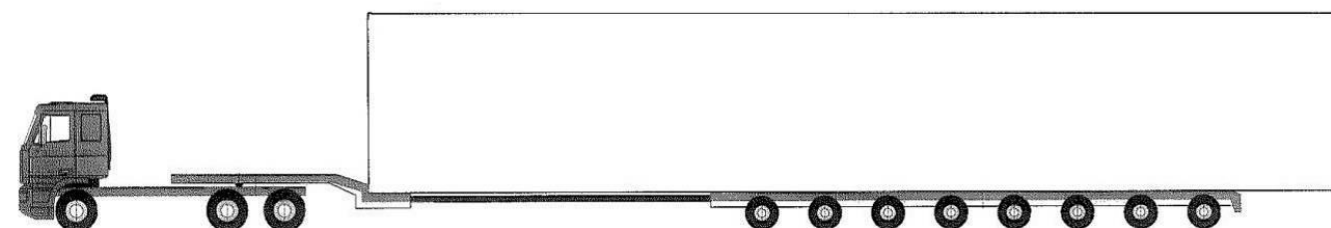
**Figure 7 : Transport d'une pale**

Lors du transport des aérogénérateurs, le poids maximal à supporter est celui du transport des **nacelles** qui peuvent peser entre 60 et 90 t. Le poids total du véhicule chargé avec la nacelle est d'environ **100 à 120 t**. La charge de ce véhicule sera portée par 12 essieux, avec une charge d'environ 12 t/essieu.



**Figure 8 : Transport d'une nacelle**

Les différentes sections du **mât** sont généralement transportées à l'aide de semi-remorque à 8 essieux. La longueur totale de l'ensemble et son poids sont variables selon la section transportée.



**Figure 9 : Transport d'un mât**

### Dimensionnement des accès :

La desserte routière inter-éolienne s'appuie préférentiellement sur le réseau de voiries et de chemins existants (chemins ruraux, communaux, agricoles ou forestiers) afin d'éviter et de minimiser au maximum les effets environnementaux du projet.

Les pistes d'accès devront néanmoins respecter certaines contraintes techniques :

**être planes**, avec de faibles pentes :

<sup>5</sup> [http://clients.rte-france.com/lang/fr/clients\\_producteurs/mediatheque\\_client/dtr.jsp](http://clients.rte-france.com/lang/fr/clients_producteurs/mediatheque_client/dtr.jsp)

<http://www.enedis.fr/produire-de-lelectricite-en-bt-36-kva-hta>

pour des pentes jusqu'à 7 %, une couche de GNT<sup>6</sup> ou GRH<sup>7</sup> sera déposée en plusieurs couches compactées (sur géotextile si besoin en fonction de la nature du sol) ;

pour des pentes supérieures comprises entre 7 et 12 % (pente maximale admissible), un traitement ciment ou béton ou enrobé sera effectué pour permettre une portance suffisante des chemins.

avoir des **accotements dégagés** d'obstacles (absence de bâtis, réseaux aériens...), la largeur des pistes sera de 5 m utiles ;

avoir des **virages au rayon de giration important** (de l'ordre de 40 m) pour autoriser le passage des engins transportant les pales et les sections du mât d'éolienne :

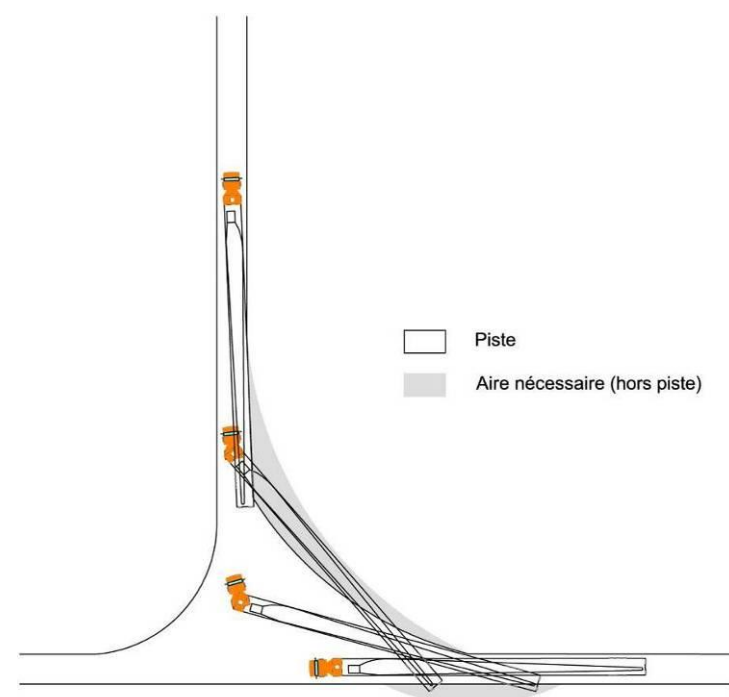


Figure 10 : Schéma de principe d'un aménagement de virage à 90° pour un convoi de pale

être dimensionnées pour **supporter la charge des convois** durant la phase de travaux.

Compte-tenu du tonnage et des dimensions des engins de transport livrant les composants d'éoliennes, les accès devront néanmoins être renforcés, aménagés, voire créés.

Les pistes et chemins d'accès existants seront réutilisés autant que possible. Par ailleurs, 7 virages, seront créés afin d'offrir un rayon de courbure suffisant aux convois volumineux pour manœuvrer entre les chemins de desserte. Ils seront également conservés en l'état lors de la phase d'exploitation.

## C.4. LES AIRES DE TRAVAIL

### C.4 - 1. CARACTERISTIQUES DES PLATEFORMES NECESSAIRES A LA CONSTRUCTION ET A LA MAINTENANCE DES EOLIENNES

Afin de permettre l'assemblage des différents composants de l'aérogénérateur, des aires spécifiques seront aménagées au pied de chaque éolienne. Ces plateformes, planes et stabilisées, auront pour principale vocation d'assurer le stationnement et le travail des grues de levage et de guidage des composants de la turbine ; elles permettront également le stockage avant montage de certains de ces composants ainsi que la manœuvre des engins les plus volumineux.

À l'instar des pistes d'accès et des virages, le traitement des plateformes dépendra de la portance du sol. Les études géotechniques et de résistivité réalisées avant le démarrage du chantier détermineront plus en détail les modalités du traitement réalisé (épaisseur des couches, apport éventuel de liant sur certains secteurs, etc.)

Les emprises des plateformes seront, dans un premier temps, réduites en raison de la présence des fouilles nécessaires à la mise en place des fondations ; elles occuperont alors une surface unitaire allant de 2 100 m<sup>2</sup> à 2 778 m<sup>2</sup>, en fonction de leur positionnement par rapport au chemin d'accès adjacent. Ce n'est qu'une fois ces excavations remblayées que ces aires pourront être prolongées jusqu'aux pieds des machines. Certaines aires de levage auront en effet une configuration et un dimensionnement variables afin de faciliter leur accès et de permettre une meilleure cohérence dans le découpage et l'exploitation des parcelles agricoles concernées.

Par ailleurs, les plateformes des éoliennes seront complétées par un pan coupé d'une surface d'entre 260 et 550 m<sup>2</sup> afin de faciliter l'accès des convois. Ainsi, au total, la surface unitaire des plateformes ira de 2 360 à 2 603 m<sup>2</sup>,

Les plateformes ainsi que les pans coupés qui les accompagnent seront conservées tout au long de l'exploitation du parc afin de permettre une intervention rapide en cas d'opération nécessitant le stockage d'éléments volumineux et la mise en place d'une grue (changement de pale par exemple).

### C.4 - 2. CARACTERISTIQUES DES ZONES DE STOCKAGE TEMPORAIRES

Des aires de stockage temporaires implantées le long des plateformes de grutage/levage seront nécessaires pour entreposer les pales des éoliennes avant leur installation. D'autres serviront aux stockages de tours. Ces aires de stockage occuperont une surface moyenne unitaire de 1 520 m<sup>2</sup>. De forme rectangulaire, elles doivent être suffisamment planes et stabilisées mais ne nécessitent pas de traitement spécifique. Ces surfaces seront restituées à leur usage d'origine une fois les pales mises en place.

**Ainsi, une surface totale d'environ 10 640 m<sup>2</sup> complètera celle des plateformes de grutage le temps de la phase chantier.**

### C.4 - 3. AIRE DE MONTAGE DES FLECHES DES GRUES

Des emprises seront nécessaires pour permettre le montage des flèches des grues mobiles servant à l'assemblage des différents éléments des éoliennes. Bien que temporaires, l'aménagement de ces emprises pourra nécessiter des immobilisations supplémentaires de terres agricoles bien qu'elles seront, dans la mesure du possible, superposées aux voies d'accès et plateformes des éoliennes. La longueur de la zone de montage de la flèche correspond en général à la hauteur de moyeu. **La superficie maximale qui serait à considérer pour une éolienne, dans le cadre du projet éolien Pied des Monts, serait donc de 1 050m<sup>2</sup>. Ces aires de 1 050m<sup>2</sup> ne seront pas concomitantes.**

<sup>6</sup> Graves Non Traitées.

<sup>7</sup> Graves Reconstituées Humidifiées.

## C.5. ÉQUIPEMENTS CONNEXES

### C.5 - I. LES POSTES DE LIVRAISON

Les postes de livraison matérialisent le point de raccordement d'un parc éolien au réseau public d'électricité. Ils servent d'interface entre le réseau électrique en provenance des éoliennes et celui d'évacuation de l'électricité vers le réseau de distribution d'électricité.

Un poste de livraison standard permet de raccorder une puissance de 12 MW à 17 MW environ. Compte tenu de la puissance du parc du Pied des Monts (42,0 MW), 3 postes seront implantés pour évacuer l'électricité produite. Le raccordement des éoliennes à ce poste de livraison s'organise comme tel :

le poste de livraison n°1 (PDL1) est connecté aux éoliennes E1, E2 et E3 (une dérogation sera demandée et la puissance d'injection sera bridée pour ne pas dépasser les 17 MW) ;

le poste de livraison n°2 (PDL2) est connecté aux éoliennes E4 et E5 ;

le poste de livraison n°3 (PDL3) est connecté aux éoliennes E6 et E7.

Les postes de livraison doivent être accessibles en voiture pour la maintenance et l'entretien. Ils seront placés sur une plateforme propre, aménagée en bordure d'un chemin existant.

L'emprise unitaire des postes de livraison sera de 23,4 m<sup>2</sup> pour les PDL1 et PDL2, et de 28,6 m<sup>2</sup> pour le PDL3.

Une attention particulière sera portée sur l'intégration paysagère du poste de livraison en fonction du contexte local : bardage bois de couleur clair, avec des plantations végétales à proximité.

Des panneaux indicateurs réglementaires avertissant le public de la nature de cette construction et des dangers électriques présents à l'intérieur seront apposés sur les portes d'accès.

## C.5 - 2. LA BASE VIE

Quelle que soit la durée du chantier (10 à 12 mois dans le cas présent), le maître d'ouvrage est tenu de mettre à disposition une base vie pour l'hygiène, la santé et le bien-être du personnel. La zone de la base vie devra être plane, stabilisée, empierrée, drainée et facilement accessible. En l'état actuel de définition de la phase de chantier, sa localisation n'est pas encore arrêtée.

L'emprise envisagée pour la base vie sera d'environ 1 500 m<sup>2</sup>.

# D. DESCRIPTION DES PHASES OPERATIONNELLES DU PROJET

## D.1. CONSTRUCTION DU PARC EOLIEN

### D.1 - 1. PHASAGE DES TRAVAUX

La construction d'un parc éolien implique la réalisation de travaux faisant appel à différentes spécialités :

les entreprises de VRD<sup>8</sup> pour la réalisation des accès (pistes, plateformes, gestion des réseaux divers) ;

les entreprises de Génie Civil et Travaux Publics pour les fondations (excavation, ferrailage, coulage du béton) ;

les entreprises des métiers de l'électricité pour la réalisation des réseaux internes, des postes de livraison et des raccordements ;

les entreprises spécialistes du transport et du levage pour le levage des éoliennes.

Le chantier s'étendra sur une période d'environ **10 à 12 mois**. Plusieurs phases se succèdent depuis la préparation du chantier à la mise en service du parc éolien.

Principaux types de travaux		Période
<b>Préparation du chantier - VRD</b>	Débroussaillage / défrichage	Sans objet
	Installations temporaires de chantier (base vie...) et installation de la signalétique	1 semaine
	Terrassement/nivellement des accès et des aires de chantier (éoliennes, plateformes)	8 semaines
	Réalisation des pistes d'accès et des plateformes	4 semaines
<b>Réalisation des fondations</b>	Excavation	1 semaine par éolienne
	Mise en place du ferrailage de la fondation	1 jour de coulage + 28 jours de séchage par éolienne
	Coulage du béton (dont un mois de séchage)	6 semaines
	Ancrage de la virole de pied du mât	8 jours ouvrés par éolienne

Principaux types de travaux		Période
<b>Levage des éoliennes</b>	Montage de la grue sur la plateforme	1,5 à 2,5 semaines
	Acheminement et stockage des éléments de l'éolienne sur/autour de la plateforme	1 semaine
	Montages des différents éléments (sections de mât, nacelle, pales)	1 à 2 semaines pour les raccordements électriques et 2 mois pour les tests de mise en service
<b>Raccordement électrique</b>	Creusement des tranchées et pose des câbles électriques	1 semaine
	Installation des postes de livraison	8 à 12 semaines
	Raccordements électriques	4 semaines
	Tests de mise en service	

**Tableau 3 : Phasage du chantier de construction**

<sup>8</sup> Voiries et Réseaux Divers.

## D.1 - 2. EMPRISES AU SOL

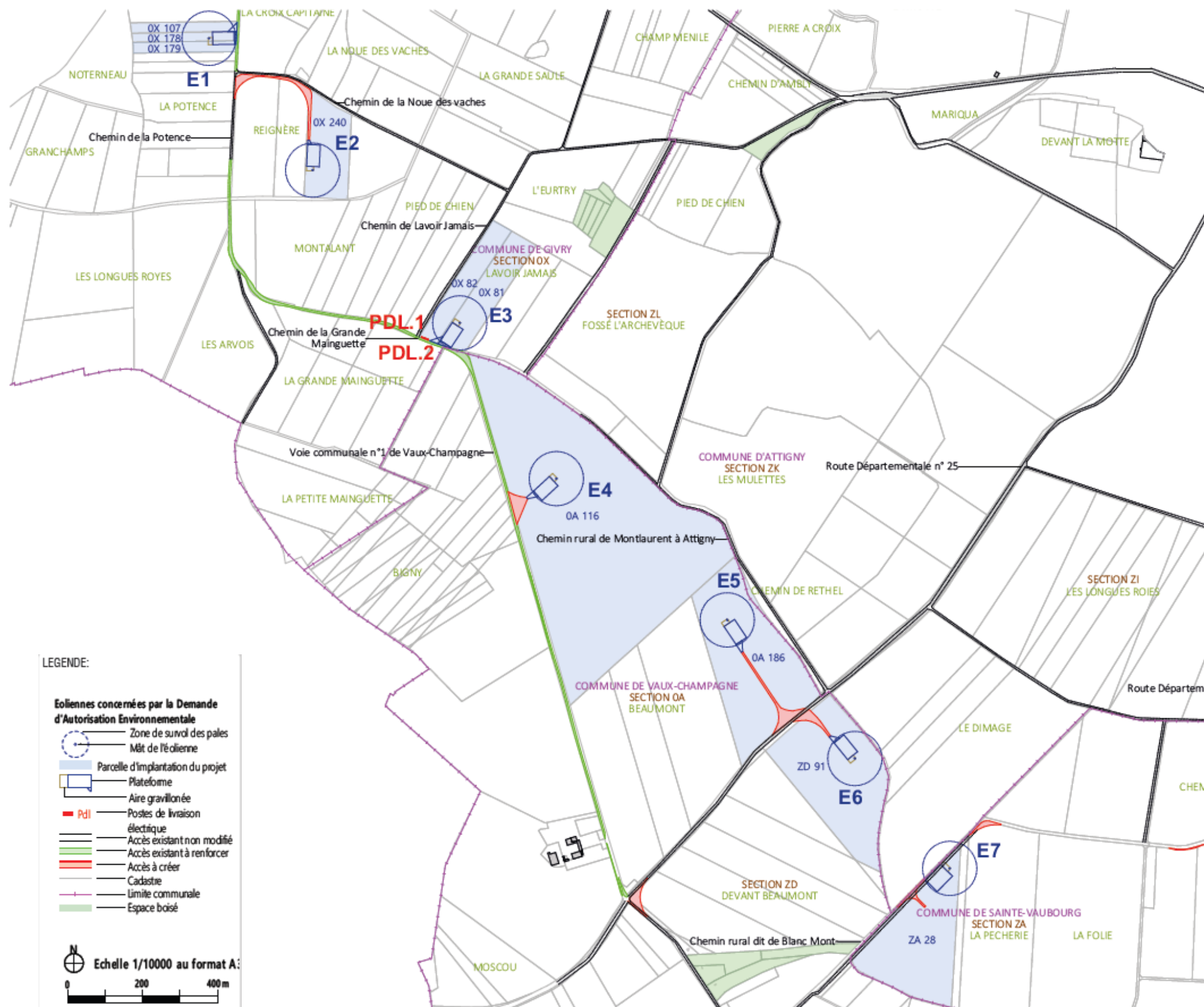
Au-delà de l'emprise au sol des éoliennes, des plates-formes de levage seront aménagées. Celles-ci, à l'image de l'essentiel des emprises utilisées lors du chantier, seront conservées pendant l'exploitation de l'installation afin de pouvoir intervenir sur les éoliennes (maintenance, intervention éventuelle de secours).

L'emprise au sol du projet en phase de chantier sera au maximum de **8,55 ha** et l'emprise finale en phase exploitation sera de **3,69 ha** :

**Figure 11 : Emprises au sol du projet**

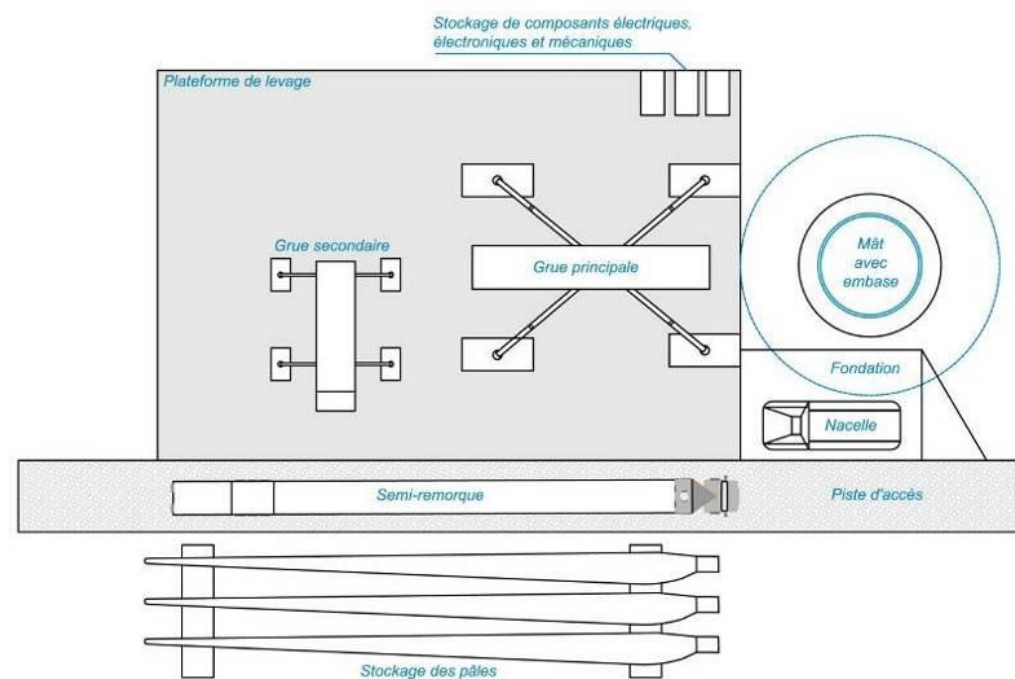
Aménagements	Détails	Emprise chantier (m²)	Emprise exploitation (m²)	Type d'habitat
Socle des 7 éoliennes	<u>Chantier</u> : mise en place des fondations, ce qui nécessitera l'aménagement de fouilles dont l'emprise en surface s'étendra sur un diamètre de 40 m <u>Exploitation</u> : les fondations seront engravillonnées	5 027	5 027	Cultures
Plateforme des 7 éoliennes et pans coupés	<u>Chantier</u> : surface unitaire allant de 2100 à 2778 m² <u>Exploitation</u> : plateformes conservées	18 412	18 412	Cultures
Chemins et virages à créer	<u>Chantier</u> : création de 7 virages pour l'acheminement des équipements par les engins, et création de chemins jusqu'aux plateformes <u>Exploitation</u> : conservation des chemins et virages	13 429	13 429	Cultures
Plateformes de stockage	<u>Chantier</u> : surface moyenne des aires de stockage de 1520 m² <u>Exploitation</u> : plateformes temporaires supprimées et remises en cultures	10 640	0	Cultures
Aires de montage temporaires des grues	<u>Chantier</u> : dimension projetée des aires de montage des grues 1050 m² <u>Exploitation</u> : plateformes temporaires supprimées et remises en culture	7 350	0	Cultures
3 postes de livraison	<u>Chantier</u> : dimension des fondations de 9 m x 2,6 m (PDL1 et PDL2) et de 11 m x 2,6 m (PDL3) <u>Exploitation</u> : plateformes conservées	75,4	75,4	Cultures, en bord de chemin existant
Tranchées temporaires du réseau électrique et télécom inter-éolien	<u>Chantier</u> : linéaire de 5 822 ml (inclus dans les aménagements du parc – création de voies, plateformes, etc...) <u>Exploitation</u> : tranchées intégralement recouvertes (chemins existants et voies nouvelles) ou remises en cultures	5 822 ml (soit 29 110 m²)	0	En bord de chemins majoritairement, et cultures de façon ponctuelle
Base vie	<u>Chantier</u> : surface maximale de 1500 m² <u>Exploitation</u> : base vie supprimée	1 500	0	Zone de stockage de betteraves
Surfaces consommées	TOTALES	85 543,4	36 943,4	

Les cartes en pages suivantes présentent les emprises du parc éolien du Pied des Monts en phases chantier et exploitation.



Carte 3 : Vue générale du projet éolien du Pied des Monts à l'échelle 1/10000

**a) Phase travaux :**



**b) Phase exploitation :**

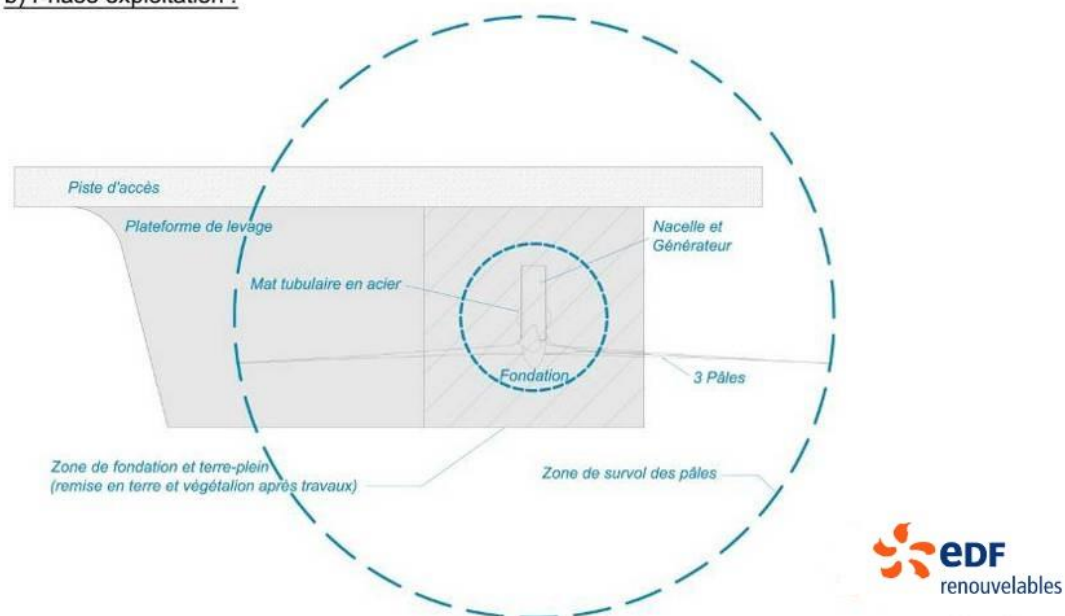


Figure 12 : Schéma de principe d'un aménagement d'une plateforme de levage

**I. Modalités de réalisation des travaux**

**Débroussaillage / défrichage :**

Aucun débroussaillage ou débroussaillage n'est envisagé dans le cadre du projet éolien du Pied des Monts.

**Installations temporaires de chantier et signalétique :**

L'ensemble des installations temporaires ne sont utiles que lors du chantier et sont systématiquement démontées et le terrain remis en état à la fin du chantier.

**Base vie :**

Un secteur appelé « base vie » est systématiquement installé sur site ou à proximité pour servir de base administrative et technique au chantier. Des préfabriqués sont installés pour abriter une salle de réunion, quelques bureaux, des vestiaires etc. Une zone de stationnement est également aménagée pour permettre aussi aux intervenants de garer leurs véhicules. Lorsqu'il n'est pas possible de connecter cette base vie aux réseaux d'eau et d'électricité, celle-ci est équipée d'un groupe électrogène et de toilettes reliées à une cuve de récupération des eaux usées régulièrement vidée tout au long du chantier et conformément à la réglementation en vigueur.



Photographie 1 : Installation de la base-vie (Source : EDF Renewables)

**Zone de stockage :**

Une zone de stockage est constituée soit sur site, soit au niveau de la base vie, afin de permettre de stocker les éléments d'éoliennes, de réseaux, ou simplement de parquer les engins de chantier.



Photographie 2 : Stockage d'un rotor sur une plate-forme (Source : EDF Renewables)

**Signalétique :**

La signalétique sera installée. Il peut s'agir de : limitation de vitesse, panneaux d'orientation sur le chantier, mise en défens de

zones sensibles (préservation de l'environnement)...



**Photographie 3 : Signalétique et balisage (mise en défens) de milieux naturels à enjeux (Source : EDF Renouvelables)**

#### **Réalisation des pistes et des fondations :**

La création des fondations pourra se faire uniquement après la réalisation des expertises géotechniques. Ainsi, les dimensions et le type de ferrailage des fondations seront déterminés en fonction des caractéristiques et des particularités des terrains sur lesquels est envisagé le projet.

Une pelle-mécanique interviendra dans un premier temps afin d'**excaver** le sol sur un volume déterminé. Les fondations seront creusées sur une profondeur de 3 à 4 m et sur la largeur de la fondation augmentée de quelques mètres pour permettre aux équipes de poser le ferrailage. Les terres excavées seront triées suivant leur nature (terres à remblais, pierre) pour être soit réutilisées sur site lors de la finition du chantier soit évacuées et revalorisées dans les filières appropriées. Puis des opérateurs mettront en place un **ferrailage** et une **virole** (ou cage d'ancrage, il s'agit d'une pièce d'interface entre la fondation et le mat qui sera boulonné).

Enfin, des camions-toupies déverseront les volumes de **béton** nécessaires. Pour une fondation, 500 à 800 m<sup>3</sup> de béton seront coulé en continu dans un temps très court (de l'ordre d'une journée) et un temps de **séchage** d'un mois environ est nécessaire avant de poursuivre le montage de l'éolienne. Les fondations seront contrôlées par un **organisme vérificateur** avant le levage de l'éolienne.

Le béton étant considéré comme inerte (aucune pollution n'est donc possible envers le sol et les eaux souterraines) il est directement recouvert de remblais, la partie inférieure de la fondation étant elle posée sur une couche de quelques centimètres de **béton de propreté** (béton à faibles caractéristiques mécaniques non ferrillé). Celui-ci protège le sol des intempéries et permet de travailler « au propre ». Il évite également le contact de la terre avec le béton de fondation.

Cependant en fonction des études géotechniques qui seront réalisées avant les travaux, des protections pourront le cas échéant être installées/nécessaires (géotextile, etc.).

Une fois les fondations béton posées, en tant que matériaux inertes, aucune pollution de l'environnement n'est à prévoir car il s'agit d'un matériau qui ne « *subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, [...] ne se décompose pas, ne brûle pas, ne produit aucune réaction physique ou chimique, n'est pas biodégradable et ne détériore pas les matières avec lesquelles il entre en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine* » (article R.541-8 du code de l'environnement).



**Photographie 4 : Massif béton terminé (à gauche), état final après remblaiement (à droite) (Source : EDF Renouvelables)**

Des études géotechniques seront réalisées également avant les travaux afin de déterminer les caractéristiques structurelles précises du futur tracé pour permettre aux différents engins de chantier de circuler en toute sécurité.



**Photographie 5 : Pose d'un géotextile (à gauche), état final d'une plate-forme (à droite) (Source : EDF Renouvelables)**

#### **Levage des éoliennes :**

##### **Le stockage des éléments des éoliennes :**

Les composants des éoliennes (mât, nacelles, pales, ...) seront acheminés sur le site par camion. Pour des raisons d'organisation chacun des éléments constituant une éolienne sera déchargé près de chacune des fondations. De grandes précautions seront prises afin d'éviter toute contrainte durant le déchargement. Le stockage des éléments sera de courte durée afin d'éviter toute détérioration.

##### **L'installation des éoliennes :**

Le levage de l'éolienne est effectué au moyen d'une grue principale de 500 à 1000 t ayant une capacité de levage à une hauteur équivalente à la hauteur du mât plus 20 m. Une grue auxiliaire d'une capacité plus réduite vient assister le levage des différents éléments, notamment ceux du rotor. La grue principale est transportée et montée par section sur chacune des plateformes d'éolienne.

Il est ensuite procédé au levage des éléments de mâts, de la nacelle et enfin des éléments du rotor, suivant 2 techniques :

soit, dans un environnement dégagé, le rotor et les pales peuvent être assemblés au sol puis l'ensemble de l'hélice est levé ;

soit, dans un environnement plus complexe, chaque élément (rotor puis pales) est levé et assemblé aux autres directement au niveau de la nacelle.



**Photographie 6 : Montage du rotor (à gauche), montage « pale par pale » (à droite) (Source : EDF Renewables)**

Les travaux de réseaux électriques internes seront réalisés simultanément aux travaux des pistes afin de limiter les impacts. Une trancheuse permettra de créer les tranchées (profondeur 0.8 m) pour le passage des câbles en souterrain, d'abord depuis les éoliennes jusqu'au poste de livraison, puis jusqu'au poste électrique de transport (RTE) prévu pour le raccordement. Les postes de livraison seront installés par le biais d'une grue.

Après le montage et les raccordements aux réseaux électriques, une phase de mise en service regroupe différents tests pour valider le bon fonctionnement des machines. L'Arrêté du 26 Août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, indique, dans son article 17, « l'exploitant réalise, avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, des essais permettant de s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble des équipements mobilisés pour mettre l'aérogénérateur en sécurité. Ces essais comprennent :

- un arrêt ;
- un arrêt d'urgence ;
- un arrêt depuis un régime de survitesse ou depuis une simulation de ce régime.

Suivant une périodicité qui ne peut excéder 1 an, l'exploitant réalise des tests pour vérifier l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur. Les résultats de ces tests sont consignés dans le registre de maintenance visé à l'article 19.

Les installations électriques intérieures et les postes de livraison sont maintenus en bon état et sont contrôlés par un organisme compétent à fréquence annuelle après leur installation ou leur modification. [...]. Les rapports de contrôle des installations électriques sont annexés au registre de maintenance. ».



**Photographie 7 : Déroulage et pose des câbles (à gauche), poste de livraison (à droite) (Source : EDF Renewables)**

## D.1 - 3. GESTION DES TERRES ET DES EAUX

### Gestion des matériaux et des terres :

EDF Renewables accorde une attention toute particulière afin que les entreprises en charge des travaux optimisent au maximum les mouvements de terre de manière à éviter l'apport de matériau extérieur au site et à minimiser les mouvements internes au site.

Si la nature du sol le permet, les matériaux prélevés lors du décapage pourront être concassés et réutilisés pour la réalisation de la piste d'accès ou de remblais, ou seront évacués du site dans le cas contraire. Dans un premier temps, la terre végétale est retirée et stockée sur site afin d'être réutilisée lors de la remise en état après le chantier. Ensuite, le sol est décapé sur 20 à 50 cm afin de trouver un sol avec une portance suffisante. Enfin, une couche de 30 à 40 cm de GNT<sup>9</sup> « 0-120 »<sup>10</sup> et/ou GRH<sup>11</sup> sera déposée en plusieurs couches compactées.

Plus précisément concernant la terre végétale, celle-ci sera, lors des travaux, décapée et stockée avec précaution afin qu'elle ne soit pas mélangée aux autres matériaux. Elle sera stockée en tas de manière à réduire au maximum la rétention d'eau, généralement à proximité immédiate des massifs de fondation. Cette terre sera réutilisée à la fin du chantier pour le modelage autour des plateformes et sur les pistes ainsi que pour la végétalisation de certaines zones (abords des accès, etc.), après avoir pris soin de vérifier son aptitude au réemploi et de prévoir ses conditions de mise en œuvre.

Les éventuels excédents de terre végétale seront, à la fin du chantier, mis à disposition des agriculteurs ou des associations foncières.

Dans la mesure du possible, les entreprises doivent faire en sorte d'équilibrer les déblais et les remblais pour ne pas avoir d'évacuation de matériau et éviter l'apport de terre depuis l'extérieur du site.

## D.2. EXPLOITATION DU PARC EOLIEN

Chaque éolienne est équipée d'un **processeur** collectant et analysant en temps réel les informations de fonctionnement des éoliennes et celles remontées par les **capteurs externes** (température, vitesse de vent, etc.). Celui-ci donne automatiquement les ordres nécessaires pour adapter le fonctionnement des machines. Le parc éolien, comprenant de nombreux automates, est raccordé à un centre d'exploitation à distance. Le suivi de l'installation est donc permanent (24h/24), notamment sa productivité, les éventuels dysfonctionnements...

Le fonctionnement automatisé du parc éolien permet :

<sup>9</sup> Graves Non Traitées.

<sup>10</sup> La granulométrie du tout-venant (ou GNT) est de 0 à 120 mm.

<sup>11</sup> Graves Reconstituées Humidifiées.

**d'optimiser la production du parc** : placer le nez des éoliennes face au vent, mise en place du système en cas de givre (pales chauffantes), etc.

**d'assurer la sécurité de l'installation** : transmission des informations sur le fonctionnement de chaque éolienne au centre de supervision de l'exploitant, arrêt automatique des éoliennes au-delà d'un seuil de vent fort, notamment lors de rafales (30 m/s), etc.

**d'adapter le fonctionnement du parc éolien en fonction des mesures environnementales** telles que les systèmes d'asservissement (bridage, régulation) liés aux obligations réglementaires et/ou environnementales (acoustique, avifaune, chiroptères, etc.).

## D.2 - 1. LA DUREE DE VIE DU PARC EOLIEN

La présente installation n'a pas un caractère permanent (ou non réversible) comme d'autres installations de production énergétique : elle est réversible à condition de respecter un certain nombre de règles.

**L'exploitation du parc éolien de Pied des Monts est prévue pour une durée de 25 à 30 ans environ.**

## D.2 - 2. LA PRODUCTION ESTIMEE

Les données de vent recueillies par le mât de mesures implanté sur la commune de Vaux-Champagne en octobre 2020 permettent d'estimer la production électrique qui sera délivrée par le parc éolien objet du présent dossier.

La production des 3 éoliennes atteindra environ 71 000 MWh par an (hypothèse d'éoliennes d'une puissance unitaire de 6,0 MW en tenant compte des pertes). Elle correspond à l'équivalent de la consommation électrique domestique (chauffage inclus), de près de 32 000 personnes (source : EDF Renouvelables), ce qui équivaut à environ 4 fois la population de la ville de Reithel.

Il s'agit d'une production annuelle estimée, étant entendu que les parcs éoliens produisent « au fil du vent » une électricité injectée sur le réseau électrique.

## D.2 - 3. SYSTEMES D'ASSERVISSEMENT DES EOLIENNES

Les processeurs des éoliennes les plus récentes, telles que celles qui seront installées sur le site, intègrent des algorithmes de gestion de performance dite « dégradées ». Ces modes permettent de **limiter le fonctionnement de l'éolienne** pour respecter les obligations réglementaires ou les engagements environnementaux pris (acoustique, chiroptères, avifaune, etc.).

Ces systèmes d'asservissement sont des mesures de réduction d'impact mises en place au cas par cas lorsque cela s'avère nécessaire (cf. chapitres **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

## D.2 - 4. MAINTENANCE

L'objectif global des services de maintenance est de veiller au fonctionnement optimal des éoliennes au long de leur fonctionnement, afin qu'elles répondent aux attentes de performance et de fiabilité. On distingue alors deux types de maintenance :

- la maintenance préventive qui permet de veiller au bon fonctionnement du parc éolien, en assurant un suivi permanent des éoliennes pour garantir leur niveau de performance tant sur le plan de la production électrique (disponibilité, courbe de puissance...) que sur les aspects liés à la sécurité des installations et des tiers (défaillance de système, surchauffe...) ; elle est menée suivant un calendrier bien précis tout au long de la vie du parc ;
- la maintenance curative qui est mise en place suite à une défaillance du matériel ou d'un équipement (remplacement d'un capteur, ajout de liquide de refroidissement suite à une fuite, etc.) ; ces opérations sont faites à la demande, dès détection du dysfonctionnement.

### D.2 - 4a. Le personnel de maintenance

Conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 Août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, la maintenance est assurée « par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques accidentels [...], ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter ». Le personnel de maintenance « connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours. La réalisation des exercices d'entraînement, les conditions de réalisations de ceux-ci, et le cas échéant les accidents/incidents survenus dans l'installation, sont consignés dans un registre. Le registre contient également l'analyse de retour d'expérience réalisée par l'exploitant et les mesures correctives mises en place ».

Chaque équipe de maintenance dispose d'un local bureau et d'un atelier, des outils nécessaires aux interventions mécaniques et électriques sur les éoliennes, des moyens de protection individuels et de véhicules utilitaires.

Les équipes sont généralement composées d'un chef d'équipe et de plusieurs techniciens dans les domaines de l'électricité, de la mécanique et de la maintenance industrielle, et spécialisés pour l'intervention sur les éoliennes retenues dans le cadre du présent projet.

### D.2 - 4b. Arrêts d'urgence

Conformément à l'article 17 de l'arrêté du 26 Août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, « l'exploitant réalise, avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, des essais permettant de s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble des équipements mobilisés pour mettre l'aérogénérateur en sécurité. Ces essais comprennent :

un arrêt ;

un arrêt d'urgence ;

un arrêt depuis un régime de survitesse ou depuis une simulation de ce régime.

Suivant une périodicité qui ne peut excéder 1 an, l'exploitant réalise des tests pour vérifier l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur. Les résultats de ces tests sont consignés dans le registre de maintenance visé à l'article 19.

Avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs et des équipements connexes, les installations électriques [...] sont contrôlées par une personne compétente. Par ailleurs elles sont entretenues, elles sont maintenues en bon état et elles sont contrôlées à fréquence annuelle après leur installation ou leur modification. [...]. Les rapports de contrôle des installations électriques sont annexés au registre de maintenance. »

### D.2 - 4c. Opérations périodiques de contrôle et systèmes de sécurité

Conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 Août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 :

« Trois mois, puis un an après leur mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât de chaque aérogénérateur. Le contrôle de l'ensemble des brides et des fixations de chaque aérogénérateur peut être lissé sur trois ans tant que chaque bride respecte la périodicité de trois ans.

Selon une périodicité définie en fonction des conditions météorologiques et qui ne peut excéder 6 mois, l'exploitant procède à un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés, notamment par des impacts de foudre, au regard des limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt spécifiées dans les consignes établies en application de l'article 22 du présent arrêté.

L'installation est équipée de systèmes instrumentés de sécurité, de détecteurs et de systèmes de détection destinés à identifier tout fonctionnement anormal de l'installation, notamment en cas d'incendie, de perte d'intégrité d'un aérogénérateur ou d'entrée en survitesse.

L'exploitant tient à jour la liste de ces équipements de sécurité, précisant leurs fonctionnalités, leurs fréquences de tests et les opérations de maintenance destinées à garantir leur efficacité dans le temps.

Selon une fréquence qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède au contrôle de ces équipements de sécurité afin de s'assurer de leur bon fonctionnement.

La liste des équipements de sécurité ainsi que les résultats de l'ensemble des contrôles prévus par le présent article sont consignés dans le registre de maintenance. »

## D.2 - 5. REGISTRE DE MAINTENANCE

Conformément aux articles 16 et 19 de l'arrêté du 26 Août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, « l'intérieur de l'aérogénérateur est maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables est interdit.

L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations de maintenance qui doivent être effectuées afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation, ainsi que les modalités de réalisation des tests et des contrôles de sécurité, notamment ceux visés par le présent arrêté.

L'exploitant tient à jour, pour son installation, un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance qui ont été effectuées, leur nature, les défaillances constatées et les opérations préventives et correctives engagées ».

## D.2 - 6. COMMUNICATION ET INTERVENTIONS NON PROGRAMMEES

L'ensemble du parc éolien est en communication avec un serveur situé au poste de livraison du parc, lui-même en communication constante avec l'exploitant et le turbinier. Ceci permet à l'exploitant de recevoir les messages d'alarme, de superviser, voire d'intervenir à distance sur les éoliennes. Une astreinte 24h sur 24, 7 jours sur 7, 365 jours par an, est organisée au centre de gestion de l'exploitant pour recevoir et traiter ces alarmes.

Lorsqu'une information ne correspond pas à un fonctionnement « normal » de l'éolienne, celle-ci s'arrête et se met en sécurité. Une alarme est envoyée au centre de supervision à distance qui analyse les données et porte un diagnostic :

Pour les alarmes mineures (n'induisant pas de risque pour la sécurité de l'éolienne, des personnes et de l'environnement), le centre de supervision est en mesure d'intervenir et de redémarrer l'éolienne à distance ;

Dans le cas contraire, ou lorsque le diagnostic conclut qu'un composant doit être remplacé, une équipe technique présente à proximité est envoyée sur site.

Le schéma suivant présente le système de communication entre les éoliennes et le centre de supervision de l'exploitant.

Les alarmes majeures associées à un arrêt automatique sans redémarrage à distance possible, correspondent à des situations de risque potentiel pour l'environnement, tel que présence de givre, fumées dans la nacelle, etc.

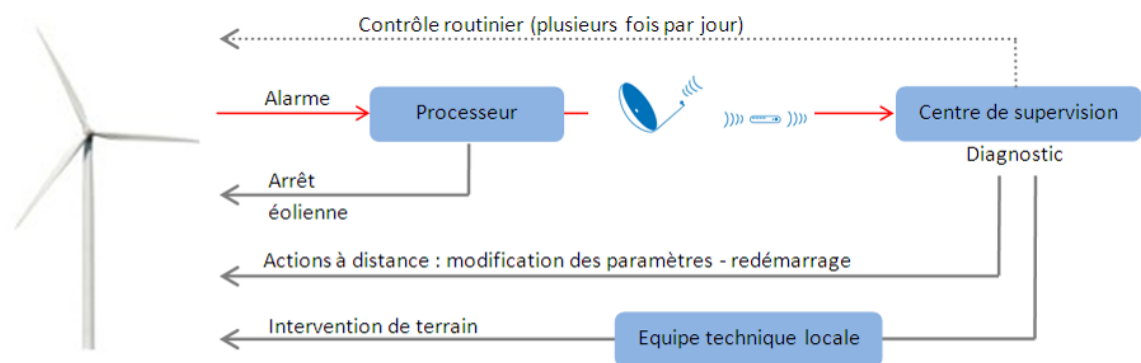


Figure 13 : Communication - Système de supervision et d'intervention

## D.3. DEMANTELEMENT DU PARC EOLIEN ET REMISE EN ETAT DU SITE

Comme toute installation de production énergétique, la présente installation n'a pas de caractère permanent et définitif.

## D.3 - 1. DEMANTELEMENT ET REMISE EN ETAT PAR L'EXPLOITANT

En fin de vie du parc, les éoliennes du parc éolien du Pied des Monts pourront être démantelées, et le site remis en état. Les obligations de la SAS Parc éolien du Pied des Monts exploitant le parc sont spécifiées dans l'article 29 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, relatif à la remise en état et à la constitution des garanties financières pour les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent (article 1<sup>er</sup>) :

« Les opérations de démantèlement et de remise en état des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent prévues à l'article R. 553-6 du code de l'environnement comprennent :

1. **Le démantèlement des installations** de production d'électricité, des postes de livraison ainsi que les câbles dans un rayon de 10 mètres autour des aérogénérateurs et des postes de livraison.

2. **L'excavation des fondations** et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation :

le démantèlement des installations de production d'électricité, des postes de livraison ainsi que les câbles dans un rayon de 10 mètres autour des aérogénérateurs et des postes de livraison ;

l'excavation de la totalité des fondations jusqu'à la base de leur semelle, à l'exception des éventuels pieux. Par dérogation, la partie inférieure des fondations peut être maintenue dans le sol sur la base d'une étude adressée au préfet démontrant que le bilan environnemental du décaissement total est défavorable, sans que la profondeur excavée ne puisse être inférieure à 2 mètres dans les terrains à usage forestier au titre du document d'urbanisme opposable et 1 m dans les autres cas. Les fondations excavées sont remplacées par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation ;

la remise en état du site avec le décaissement des aires de grutage et des chemins d'accès sur une profondeur de 40 centimètres et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres à proximité de l'installation, sauf si le propriétaire du terrain sur lequel est sise l'installation souhaite leur maintien en l'état ».

Les différentes étapes du démantèlement d'un parc éolien sont présentées dans le tableau suivant. Un cahier des charges environnemental sera fourni aux entreprises intervenant sur le chantier de démantèlement.

D'une manière générale, les mêmes mesures de prévention et de réduction que celles prévues lors de la construction du parc seront appliquées au démantèlement et à la remise en état. La remise en état des accès et des emplacements des fondations fera l'objet d'une attention particulière en termes de re-végétalisation.

Figure 14 : Principaux types de travaux de démantèlement et de remise en état d'un parc éolien

Principaux types de travaux	
<b>Installation du chantier</b>	Mise en place de panneaux signalétiques de chantier, des dispositifs de sécurité, du balisage de chantier autour des éoliennes et de la mobilisation, location et démobilitation de la zone de travail
<b>Découplage du parc</b>	Mise hors tension du parc au niveau des éoliennes, mise en sécurité des éoliennes par le blocage de leurs pales, rétablissement du réseau de distribution initial dans le cas où ENEDIS ne souhaiterait pas conserver ce réseau
<b>Démontage, évacuation et traitement de tous les éléments constituant les éoliennes</b>	Procédure inverse au montage : utilisation de grues pour démonter les éléments des éoliennes et les poser à terre. Evacuation de tous les déchets (éléments d'éoliennes) vers des filières idoines de valorisation et de traitement
<b>Arasement des fondations</b>	Excavation de la totalité des fondations jusqu'à la base de la semelle
<b>Démantèlement du raccordement</b>	Retrait de 10 m de câbles autour des éoliennes et des postes de livraison.

Principaux types de travaux	
électrique	
Remise en état du site	Décaissement des aires de grutage et des chemins d'accès sur une profondeur de 40 centimètres. Remplacement des aires de grutage, des chemins d'accès et des fondations excavées par des terres de caractéristiques comparables aux terres à proximité de l'installation.

### D.3 - 2. PROVISIONNEMENT DES GARANTIES FINANCIERES

En application des articles L.553-3 et R.553-1 et suivants du Code de l'Environnement relatifs aux installations classées pour la protection de l'environnement utilisant l'énergie mécanique du vent, la société exploitante produira, à la mise en service du parc, la preuve de la constitution des garanties financières (en l'espèce caution d'un assureur). D'après l'article 30 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021, le montant des garanties financières mentionnées à l'article R. 515-101 du code de l'environnement est déterminé selon les dispositions suivantes :

Le montant initial (M) de la garantie financière d'une installation correspond à la somme des coût unitaire forfaitaire (Cu) de chaque aérogénérateur composant cette installation :

$$M = \sum (Cu)$$

Où Cu est fixé par les formules suivantes :

**Cu = 75 000 €** lorsque la puissance unitaire installée de l'aérogénérateur est inférieure ou égale à 2 MW

**Cu = 75 000 € + 25 000 € x (P-2)** lorsque sa puissance unitaire installée de l'aérogénérateur est supérieure à 2 MW. Où P est la puissance unitaire installée de l'aérogénérateur, en mégawatt (MW).

Ce montant est réactualisé par un nouveau calcul lors de leur première constitution avant la mise en service industrielle, puis actualisé tous les 5 ans. L'arrêté préfectoral fixe le montant de la garantie financière (articles 31 et 32 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021).

Le **montant prévisionnel de la garantie financière initiale** que devra constituer le maître d'ouvrage est ainsi estimé à **1 225 000 €** ((50 000 + 25 000 x (6-2)) x 7 éoliennes).

En outre, il est rappelé qu'en application de l'article R.553-3 du code de l'environnement, en cas de défaillance de la société exploitante, la société mère est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site.

La garantie apportée par la société exploitante pour le démantèlement se situe donc à trois niveaux :

un provisionnement du coût des travaux durant l'exploitation ;

la constitution de garanties financières ;

la responsabilité de la maison mère.

### D.3 - 3. RETOUR D'EXPERIENCE D'EDF RENOUVELABLES

En 2010, EDF Renouvelables a assuré la maîtrise d'ouvrage déléguée du premier chantier français de démantèlement et sa remise à l'état naturel sur le parc éolien de Sallèles-Limousis dans l'Aude (mis en service en 1998). Ce site accueillait 10 éoliennes de 750 kW chacune.

Les équipements techniques ont été enlevés et l'arasement des fondations a été effectué, permettant ainsi la re-végétalisation du site. Le chantier a duré 2 mois.

Un cahier des charges environnemental a été fourni aux entreprises intervenant sur le chantier afin de limiter les nuisances sur l'environnement proche pendant le déroulement du chantier.

Les opérations de démantèlement se sont déroulées de la façon suivante :

- **nacelle** : La nacelle est démontée puis descendue au pied de l'éolienne à l'aide d'une grue de 400 t. L'évacuation des nacelles et de leurs composants s'est faite en plusieurs temps pour des raisons de délai, de poids et d'encombrement :
  - enlèvement du réducteur ;
  - enlèvement de la génératrice ;
  - enlèvement du moyeu ;
  - évacuation de la nacelle vide.
- **tour** : De la même façon, les sections de tour sont déposées puis transportées jusqu'à la plateforme de travail où les composants sont découpés par chalumeau en éléments transportables.
- **fondations** : Les massifs ont été détruits à l'aide d'explosifs. Les métaux ont été évacués, les gravats concassés, puis remis dans la fouille avant remblaiement.
- **remise en état du site** : Elle consiste en un décompactage des pistes et plateformes avec un re-profilage d'une piste de 2,50 m de large pour conserver l'accès au site depuis la déchetterie. Les sols remaniés sont ensuite laissés au repos et l'ensemencement pour re-végétalisation a eu lieu à la période propice.

## ETAPES D'UN CHANTIER DE DEMANTELEMENT D'UN PARC EOLIEN Exemple du parc éolien de Sallé-les-Limousis (11- Aude)



1 - Début des travaux et préparation des accès



5 - Découpe pour dépose du premier tronçon du mât



2 - Mise en place des engins de matutention (Grues, tracteurs et camions navettes) au pied de l'éolienne



3 - Evacuation des composants de la nacelle (générateur, moyeu)



4 - Evacuation de la nacelle vide



6 - Retournement avec la grue secondaire avec préparation et mise en place sur les camions navettes



7 - Déchargement et découpe au chalumeau sur la plateforme de découpe avec mise au format pour évacuation vers les filières de gestion des déchets

## ETAPES D'UN CHANTIER DE DEMANTELEMENT D'UN PARC EOLIEN Exemple du parc éolien de Sallé-les-Limousis (11- Aude)



8 - Mise en place et mise à feu des explosifs pour destruction des fondations et évacuation vers les filières adaptées de gestion des déchets

9 - Remise en état du site

Figure 15 : Etapes du chantier de démantèlement du parc éolien de Sallèles-Limousis (11- Aude)

Source : EDF Renouvelables France

# E. ESTIMATION DES TYPES ET QUANTITES DE RESIDUS ET D'EMISSIONS ATTENDUS EN PHASE TRAVAUX ET FONCTIONNEMENT

## E.I. EN PHASE TRAVAUX

### E.I - 1. NUISANCES LIEES AU TRAFIC

La construction du parc éolien entraînera une augmentation temporaire du trafic routier local :

**Figure 16 : Trafic routier lié au chantier du parc éolien du Pied des Monts (Source : EDF Renewables)**

Type d'activité	Ratio utilisés	Pour le chantier du Pied des Monts
Coulage de la fondation	Toupies de 8 m <sup>3</sup> pour 500 à 800 m <sup>3</sup> de béton nécessaire par fondation → 60 à 100 camions par fondation	420 à 700 camions
Transport des composants de l'éolienne	1 camion pour la nacelle, 3 pour les pales, 3 pour le mât acier, 1 pour le transformateur, 1 pour le moyeu, 1 pour la virole, 1 pour le transport des divers matériaux → 11 camions par éolienne	77 camions
Camions de transport des câbles électriques HTA	→ 1 camion pour environ 2 km de câbles	2 camions
Poste(s) de livraison	→ 1 camion par poste de livraison	3 camions
Acheminement d'engins de chantier sur site	Grue(s), pelleuse, pelle-mécanique, bulldozer, rouleau compresseur, trancheuse... → 1 camion par engin de chantier	60 camions
Acheminement des installations temporaires de chantiers sur site	Préfabriqué de chantier, benne(s) à déchets → 2 camions par installation temporaire (un en début de chantier, un en fin de chantier)	24 camions
Transport de matériaux et matériel (apport de GNT/GRH, bennes de déchets, préfabriqués de chantier, acier,	→ 1 camion pour 8 m <sup>3</sup> de GNT/GRH → 1 camion pour 8 m <sup>3</sup> de matériaux/matériel	16 camions

Type d'activité	Ratio utilisés	Pour le chantier du Pied des Monts
palette...)		
Transport du personnel	Véhicules légers (environ 5 durant toute la durée des travaux)	5 voitures/jours

Concernant l'acheminement sur site, le trafic spécifique sur la durée totale du chantier (10 à 12 mois), s'élèvera à environ 700 camions au total. Au-delà de ce trafic, la circulation interne au parc est également à prendre en compte (déplacements des camions, engins de chantier, déplacement du personnel en véhicules légers...).

Les différentes phases du chantier n'impliquent pas le même trafic. La phase la plus importante en termes de trafic routier sera lors du coulage des fondations. En effet, le coulage d'une fondation doit se faire dans une seule et même journée, ce sont donc environ 60 à 100 camions (toupies de 8 m<sup>3</sup>) qui circuleront en flux tendu sur une journée pour une éolienne. Dans les premiers mois du chantier, 8 jours présenteront donc un trafic routier pouvant entraîner une gêne temporaire et localisée de la circulation. Enfin, l'acheminement des éléments des éoliennes entrainera un trafic routier d'une dizaine de camions par jour et par éolienne. Si le trafic est moins important que lors du coulage des fondations, il s'agira de convois de dimension relativement conséquente.

Les entreprises en charge des travaux ont l'obligation de **limiter les nuisances au maximum**. Ainsi, ils devront s'assurer de limiter au maximum les bruits de chantier susceptibles d'importuner les riverains. Les engins de chantier seront ainsi conformes à la réglementation en vigueur et soumis à un contrôle et un entretien régulier. L'usage des sirènes, avertisseurs, haut-parleurs, etc. gênants pour le voisinage et la faune sera interdit sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents.



**Photographie 8 : Acheminement d'une nacelle par convoi exceptionnel jusqu'au chantier (Source : EDF Renewables)**

### E.I - 2. MODALITE DE GESTION DES EFFLUENTS/DECHETS

Le chantier sera source de production de déchets. Le tableau suivant présente les principaux types de déchets produits lors du chantier, ainsi que les filières de traitement et de valorisation existantes. Avant évacuation du chantier, les déchets seront stockés en bennes fermées. La majorité des déchets sera transportée en déchetterie pour valorisation.

**Tableau 4 : Type de déchets produits lors du chantier de construction**

Étape du chantier	Type de déchet	Modalité de stockage	Filière de traitement ou valorisation
<b>Terrassement / nivellement</b>	Restes de fauche/coupe des surfaces nécessaires au chantier	Bennes de collecte	Compostage
<b>Fondations</b>	Ligatures, ferrailles	Bennes	Réemploi/réutilisation ou valorisation (dans les usines sidérurgiques par exemple)
	Béton*	Plateformes de séchage	Stockage Valorisation matière (réemploi ou réutilisation)
<b>Montage des éoliennes</b>	Huiles usagées**	Bennes de collecte	Valorisation matière (régénération des huiles noires, recyclage des huiles claires) Valorisation énergétique (combustible)
	Emballages	Bennes de collecte	Rénovation (nettoyage haute pression) Valorisation matière (décontaminés, écrasés et valorisés sous forme de métal ou plastique) Valorisation énergétique (incinération)
	Palettes de bois	Bennes de collecte	Réemploi Valorisation matière (compost, pâte à papier...) Valorisation énergétique (combustible)
<b>Base vie</b>	DIB (Déchet Industriel Banal)	Bennes de collecte	Valorisation énergétique (combustible)
	Déchets d'emballage	Bennes de collecte	Rénovation (nettoyage haute pression) Valorisation matière (décontaminés, écrasés et valorisés sous forme de métal ou plastique) Valorisation énergétique (incinération)
	Déchets dangereux	Bennes de collecte	Valorisation énergétique (incinération)
<b>Raccordement électrique</b>	Chute de câbles en aluminium ou en cuivre	Bennes de collecte	Valorisation matière (raffinerie, fonderie, industrie chimique)
<b>Remise en état</b>	Eventuellement la terre décaissée non utilisée	Bennes de collecte	Stockage

\*La réalisation des **fondations en béton** induira une utilisation de béton frais sur le site. Les toupies béton seront rincées sur une aire de lavage étanche.

Les déchets seront ensuite évacués et recyclés dans les filières adaptées en fin de chantier. Cette façon de procéder sera imposée et coordonnée par le **Responsable Environnement du chantier**.

\*\* Les entreprises seront tenues de prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter qu'aux abords du chantier le milieu ne soit souillé par des poussières, déblais ou matériaux provenant des travaux. Des arrosages du sol seront pratiqués si nécessaire afin d'éviter la production de quantités de poussières importantes.

Les opérations d'entretien des engins de chantier seront réalisées soit directement sur la base de chantier pour l'entretien d'appoint (approvisionnement carburant, huile, graissage), soit en dehors de la zone de chantier. Les stockages sur site d'huiles

et de carburants pour les engins seront réalisés dans des bacs de rétention étanches, en général dans des containers de chantier. A noter qu'aucune opération de maintenance des engins de chantier utilisant des huiles ne sera réalisée sur le site.

Les engins de terrassement ou a minima le véhicule du chef de chantier seront équipés de kits anti-pollution d'urgence permettant d'absorber d'éventuelles fuites d'huile accidentelles. Des bacs de rétention mobiles seront disponibles sur les aires de travail pour faire face à une éventuelle rupture de flexible sur un engin de chantier.

Plus globalement, EDF Renouvelables France tient à souligner que dans le cadre du Système de Management Environnemental du Groupe, la société réalise pour chacun de ces projets de parc éolien, un cahier des charges environnemental spécifique à destination du maître d'œuvre et des entreprises en charge de la réalisation des travaux (cf. Chapitre **Erreur ! Source du r envoi introuvable.**).

Un cahier des charges sera donc réalisé dans le cadre du projet du Pied des Monts. Une attention particulière est portée à la gestion des ruissellements et la prévention des pollutions pendant le chantier. Il comportera des prescriptions environnementales afin de garantir l'exécution des travaux dans le respect de l'environnement notamment naturel et aquatique (utilisation d'engins de chantier récents, régulièrement entretenus et aux normes réglementaires, tri des déchets, mise en place d'aires étanches et/ou de solutions de rétention pour le stockage de produits de chantier potentiellement polluants telles que les huiles, ...) et afin de garantir la propreté du chantier.

## E.2. EN PHASE DE FONCTIONNEMENT

### E.2 - 1. LE TRAFIC ROUTIER EN PHASE EXPLOITATION

Ponctuellement des équipes de maintenance seront présentes sur le site pour des visites de prévention et pour des interventions ponctuelles, le plus souvent à l'aide de véhicules utilitaires. Le trafic induit sera dans ce cas très faible, de l'ordre d'un à deux véhicules utilitaires.

### E.2 - 2. LA GESTION DES DECHETS D'EXPLOITATION

En période d'exploitation, un parc éolien n'est la source d'aucun déchet atmosphérique (poussières, émission de gaz, vapeur d'eau, etc.). Toutefois, les opérations de maintenance peuvent produire des déchets, notamment des contenants d'hydrocarbures ou de lubrifiants et pièces d'usure. Mais les quantités de ces déchets restent très limitées. Ils seront pris en charge par les équipes de maintenance et acheminés à une plateforme de traitement. Des vidanges ou *a minima* le filtrage des différentes huiles (pour le transformateur électrique, pour le frein hydraulique, le palier d'orientation, le dispositif de blocage du rotor, la transmission d'orientation, l'arbre de renvoi, etc.) ont lieu périodiquement : tous les deux ou quatre ans.

Conformément aux dispositions des articles 20 et 21 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, « l'exploitant élimine ou fait éliminer les déchets produits dans des conditions propres à garantir la préservation de l'environnement. Il s'assure que les installations utilisées pour cette élimination sont régulièrement autorisées à cet effet. Le brûlage des déchets à l'air libre est interdit.

Les déchets non dangereux (définis à l'article R. 541-8 du code de l'environnement) et non souillés par des produits toxiques ou polluants sont récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées. Les seuls modes d'élimination autorisés pour les déchets d'emballage sont la valorisation par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir des matériaux utilisables ou de l'énergie ».

Les déchets les plus importants en volume pendant la période d'exploitation sont les huiles usagées. Ces déchets ne sont toutefois pas produits de façon continue, mais seulement selon les besoins et à intervalles déterminés. Lors des interventions de maintenance, des échantillons d'huile du multiplicateur sont prélevés, et l'état de l'huile est analysé en laboratoire. Si une vidange s'avère nécessaire, les huiles usagées survenant de cette intervention sont éliminées par une entreprise spécialisée dans l'élimination et agréée à cet effet sur présentation d'un justificatif.

Le tableau suivant donne les quantités moyennes de déchets produits en une année pour les maintenances sur une éolienne similaire. Les actions de maintenance n'étant pas effectuées chaque année, les quantités peuvent varier d'une année à l'autre (ce sont des quantités annuelles moyennes). Les déchets dangereux apparaissent dans des lignes orange du tableau ci-après. Les

autres sont considérés comme des Déchets Non Dangereux (DND).

Les "déchets industriels banals" sont tous les déchets qui ne sont pas générés par des ménages, et qui ne sont ni dangereux ni inertes. S'ils ne sont pas dangereux, les DND peuvent se décomposer, brûler, fermenter ou encore rouiller

Tableau 5 : Type, quantité et modalités de gestion des déchets de la phase exploitation

Type de déchets	Code de nomenclature	Quantité en jeu (en kg)		Origine	Gestion
		Pour une éolienne	Pour le projet		
Joints d'étanchéité	15 01 10*	nd*	nd*	Vidange	Collecte centralisée des déchets par le maintenancier ou l'exploitant depuis le parc jusqu'à sa base de maintenance. Puis un collecteur/transporteur prend en charge les déchets lorsque nécessaire  OU Mise à disposition d'un container à déchet sur le parc temporairement lors des maintenances préventives. Un collecteur/transporteur prend en charge les déchets après la maintenance
Récipients des lubrifiants	17 02 03, 15 01 10*	nd*	nd*	Vidange	
Accumulateurs	16 06 06*	nd*	nd*	Remplacement de composants	
Déchets Non Dangereux (DND)	15 01, 20 01 ; 06 13 03; 16 01 12	19	57	Matériaux d'emballage, matériaux d'entretien	
Matériaux souillés	15 02 02*	94	282	Vidange ; Lubrification ; Surveillance des points de graissage	
Filtres à huile, filtres à air	15 02 02*	13	39	Vidange, Entretien général	
Liquide de refroidissement	16 10 01*	5	15	Vidange	
Graisse	20 01 25, 20 01 26*	4	12	Lubrification, Surveillance des points de graissage	
Aérosols	16 05 04*	2	6	Lubrification	
Huiles usagées, huiles de rinçage	13 01 ; 11 01 11*	30	90	Vidange	

nd\* : non déterminé

Lors de l'inspection, indépendamment des modalités de gestion des déchets en place, l'exploitant peut être amené à fournir (au-delà des articles 21 et 22 de l'arrêté du 26 août 2011, les obligations applicables sont celles du code de l'environnement sur la gestion des déchets) :

les Bordereaux de Suivi des Déchets (BSD) à l'ordre de l'exploitant (déclaré producteur de déchets). La législation impose l'archivage des bordereaux de suivi de déchets pendant 3 ans (art R.541-45 code de l'environnement) ;

le registre des déchets de l'installation au nom de l'exploitant, incluant notamment les entreprises intervenant dans le processus de traitement des déchets avec les contacts et les références correspondantes (code Nomenclature déchets, SIRET, quantité, période). Le contenu du registre des déchets doit être conforme aux dispositions de l'article 2 de l'arrêté du 29 février 2012 (code de l'environnement). ;

une copie des autorisations préfectorales pour chacun des acteurs (transport/ traitement/ stockage) intervenant dans la chaîne de traitement des déchets.

## E.3. EN PHASE DE DEMANTELEMENT

### E.3 - I. OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES

Les aérogénérateurs sont essentiellement composés de fibres de verre et d'acier, ainsi que de béton pour les fondations et éventuellement le mât. En réalité la composition d'une éolienne est plus complexe et d'autres composants interviennent tels que

le cuivre ou l'aluminium.

L'article 29 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 indique que « les déchets de démolition et de démantèlement sont réutilisés, recyclés, valorisés, ou à défaut éliminés dans les filières dûment autorisées à cet effet ». L'arrêté prévoit **qu'à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2022, au minimum 90 % de la masse totale des aérogénérateurs démantelés, fondations incluses, et 35 % de la masse des rotors, devront être réutilisés ou recyclés.**

L'arrêté prévoit que les aérogénérateurs dont le dossier d'autorisation complet est déposé après les dates du tableau suivant ainsi que les aérogénérateurs mis en service après cette même date dans le cadre d'une modification notable d'une installation existante, doivent avoir au minimum :

Tableau 6 : Obligations réglementaires de réutilisation ou recyclage des déchets du démantèlement des aérogénérateurs

Date d'application	Proportions de l'aérogénérateur réutilisable ou recyclable
1er janvier 2022	90 % de la masse totale des aérogénérateurs démantelés, fondations incluses, et 35 % de la masse des rotors sont réutilisables ou recyclables
1er janvier 2023	90 % de la masse totale des aérogénérateurs démantelés, fondations incluses, et 45 % de la masse des rotors sont réutilisables ou recyclables
1er janvier 2024	95 % de la masse totale des aérogénérateurs démantelés, fondations incluses, et 45 % de la masse des rotors sont réutilisables ou recyclables
1er janvier 2025	95 % de la masse totale des aérogénérateurs démantelés, fondations incluses, et 55 % de la masse des rotors sont réutilisables ou recyclables

Nous allons donc analyser en détails les différents matériaux récupérables et /ou valorisables d'une éolienne.

## E.3 - 2. IDENTIFICATION DES TYPES DE DECHETS

Pour chaque composant de l'éolienne plusieurs types de déchets sont identifiables :

- **les pales et le moyeu (rotor)** : les pales sont constituées de composites de résine, de fibres de verre et de carbone ; ces matériaux pourront être broyés pour faciliter le transport. Le moyeu est souvent en acier moulé et pourra être recyclé ;
- **la nacelle** : différents matériaux composent ces éléments : de la ferraille d'acier, de cuivre et différents composites de résine et de fibre de verre voire des terres rares dans le cas de génératrices synchrones à aimants permanents. Si la plupart de ces matériaux sont facilement recyclables ce n'est pas le cas des composites de résines et de fibres de verre qui seront traités et valorisés via des filières adaptées ;
- **le mât** : le poids du mât est principalement fonction de sa hauteur. Dans le cadre du présent projet il s'agit de mâts en acier principalement composé de ferrailles de fer qui est facilement recyclable. Des échelles sont souvent présentes à l'intérieur du mât. De la ferraille d'aluminium sera récupérée pour être recyclée ;
- **le transformateur et les installations de distribution électrique** : chacun de ces éléments sera récupéré et évacué conformément à l'ordonnance sur les déchets électroniques ;
- **la fondation** : la fondation est détruite en totalité (Cf. chapitre D.3 - I. ) ; du béton armé sera donc récupéré. L'acier sera séparé des fragments et des caillasses.

## E.3 - 3. IDENTIFICATION DES VOIES DE RECYCLAGE ET/OU DE VALORISATION

Avec le développement de l'énergie éolienne à travers le monde, le traitement des déchets associés au démantèlement des aérogénérateurs en fin de vie constitue une problématique grandissante. Si une éolienne de modèle récent peut être recyclée à hauteur de 80 % de sa masse (fondations mises à part), les matériaux composites dont sont constituées les pales des éoliennes représentent un défi d'ampleur pour la filière, en raison notamment de leur nature complexe, de leur taille conséquente et d'une qualité altérée par une longue exposition aux aléas climatiques.

Ce chapitre présente, pour chaque composant entrant dans la fabrication d'une éolienne, les différentes voies de recyclage ou de valorisation mises en œuvre à l'heure actuelle. Il se base notamment sur le travail réalisé par le Conseil général de l'économie et le Conseil général de l'environnement et du développement durable à la demande du ministre de la Transition écologique et solidaire pour étudier les pistes d'émergence d'un modèle d'économie circulaire dans la filière éolienne<sup>12</sup>.

### E.3 - 3a. La fibre de verre et autres matériaux composites

À l'heure actuelle ces matériaux sont en majorité enfouis ou incinérés en dépit d'une réglementation européenne nettement favorable aux autres types de valorisation des déchets (recyclage, valorisation énergétique, ...).

Les principaux matériaux pouvant être récupérés du recyclage des pales sont la fibre de carbone et la fibre de verre. Les perspectives concernant les composites renforcés de fibres de carbone sont intéressantes, avec une demande conséquente à l'échelle mondiale qui devrait encore grandir grâce à de nouvelles applications industrielles (dans l'aérospatial et l'automobile notamment). Les fibres de carbone recyclées auront l'avantage de satisfaire quantitativement à cette demande, avec des coûts de production et des prix de vente moindres par rapport au matériau vierge. La recherche se consacre actuellement à résoudre les problèmes posés par le traitement des matériaux composites, avec de larges investissements sur les solutions de recyclage des composites renforcés en fibres de carbone. Concernant le recyclage des composites renforcés de fibre de verre, les débouchés sont actuellement plus limités que pour la fibre de carbone, en raison notamment de la faible valeur du produit recyclé.

Deux principaux types de valorisation peuvent être distingués concernant les matériaux composites :

### La valorisation matière

Dans cette optique, il s'agit de dissocier les matières plastiques des fibres afin de récupérer ces dernières pour les réintégrer dans de nouveaux procédés de fabrication. Toutefois, les procédés utilisés pour cette dissociation des matériaux, la solvolysse et la pyrolyse demeurent au stade d'essai laboratoire pour le premier et très énergivore pour le second. Ce dernier n'est, par ailleurs, adapté qu'à la récupération des fibres de carbone car il dégrade trop fortement les propriétés mécaniques des fibres de verre.

Une troisième solution de valorisation matière consiste à broyer l'ensemble du composite afin d'obtenir un mélange aggloméré de fibres et de résine pouvant être réintroduit dans la filière de fabrication de produits à base de composites. Toutefois, les propriétés du matériau réutilisé s'avèrent inférieures à celles d'un matériau vierge. Certaines innovations sont à noter en ce sens : la fibre de verre possède des propriétés anti-bruit pouvant être valorisées ; ainsi, une entreprise danoise recycle la fibre de verre constituant les pales d'éoliennes pour en faire des granulés qui sont utilisés pour la construction de murs anti-bruit. Ce procédé s'avère par ailleurs intéressant sur le plan énergétique et climatique puisque, si l'on compare la construction de 100 m<sup>2</sup> de murs anti-bruit constitués de plastique et de fibre de verre à une surface équivalente de murs construits de manière « classique » à partir d'aluminium et de laine de roche ; les murs faits de plastique et de fibres de verre recyclés permettent une réduction d'environ 60 % des émissions de CO<sub>2</sub> et de près de 40 % de la consommation d'énergie nécessaire à leur construction.

### La valorisation énergétique

Parmi les différentes possibilités de valorisation énergétique, la plus probable pour les déchets de pales d'éoliennes reste celle de la valorisation en tant que Combustible Solide de Récupération (CSR). Les principaux débouchés en la matière concernent actuellement l'industrie du ciment qui cherche à substituer les combustibles fossiles par des combustibles déchets pour faire fonctionner leurs fours. Bien que ne possédant pas le pouvoir calorifique des combustibles fossiles classiques ainsi que des autres déchets, les composites des éoliennes comportent un taux élevé de fibres de verre, ce qui constitue un avantage dans la mesure où la silice est un des composants du clinker I 3. En Allemagne, par exemple, les pales sont découpées, broyées puis brûlées ; les cendres de verre sont ensuite utilisées comme substitut du sable (silice) dans la formulation des ciments.

La mise en décharge est une des solutions si aucune possibilité de valorisation n'est trouvée pour les matériaux composites des pales. En effet, en France, la réglementation n'autorise que la mise en décharge des déchets ultimes<sup>14</sup>, or la majorité des déchets composites est encore considéré à ce titre. A l'inverse, en Allemagne, il est interdit de mettre en décharge tout déchet comportant plus de 5% de matière organique, ce qui est le cas des déchets composites.

### E.3 - 3b. L'acier

Mélange de fer et de coke (charbon) chauffé à près de 1 600°C dans des hauts-fourneaux, l'acier est préparé pour ses multiples applications en fils, bobines et barres. Ainsi on estime que pour une tonne d'acier recyclé, 1 tonne de minerai de fer est économisée. Ainsi l'acier se recycle à 100 % et à l'infini. Avec un taux de recyclage qui dépasse les 62 %, l'acier est le matériau le plus recyclé en Europe. Son taux de collecte peut atteindre 80 à 90 % selon les usages (source : Centre d'Information sur les Emballages Recyclés en Acier).

### E.3 - 3c. Le cuivre

Selon l'International Copper Study Group (ICSG), 41,5 % du cuivre utilisé en Europe provient du recyclage, ce qui souligne l'importance croissante de ce mode d'approvisionnement. Le cuivre a la propriété remarquable d'être recyclable et réutilisable à l'infini sans perte de performances ni de propriétés.

Le recyclage a un rôle important à jouer dans la chaîne d'approvisionnement en ce sens qu'il permet d'éviter l'extraction des ressources naturelles.

En 2011 en France, 2,1 millions de tonnes de cuivre, en provenance de produits en fin de vie et de déchets d'usine directement recyclés (refonte sur site), ont été réutilisés, soit une augmentation de 12 % en un an (source : Centre d'Information du Cuivre,

<sup>12</sup> CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ÉCONOMIE. **Économie circulaire dans la filière éolienne terrestre en France**. Mai 2019, 88 pages

<sup>13</sup> Produit de la cuisson des constituants principaux du ciment, à la sortie du four, mais avant broyage.

<sup>14</sup> Déchet résultant ou non du traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux"

Laiton et Alliages). Cette augmentation des quantités de cuivre recyclé est la conséquence de l'accroissement de l'utilisation de ce métal dans le monde.

Le cuivre est devenu omniprésent dans les équipements de notre vie actuelle : électroménager, produits high-tech, installations électriques, télécommunications, moteurs, systèmes solaires ou bâtiments intelligents.

### E.3 - 3d. L'aluminium

Comme l'acier, l'aluminium se recycle à 100 %. Une fois récupéré, il est chauffé et sert ensuite à fabriquer des pièces moulées pour des carters de moteurs de voitures, de tondeuses ou de perceuses, des lampadaires, etc.

### E.3 - 3e. Les huiles et les graisses

Les huiles et graisses seront récupérées et traitées dans des filières de récupération spécialisées.

L'ensemble des déchets et résidus issus du chantier, de la maintenance, du démantèlement et de la remise en état du site sera évacué vers des filières adaptées et agréées en vue du traitement le plus adéquat le moment venu. L'article 20 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011<sup>15</sup> stipule notamment que les déchets doivent être éliminés dans des conditions propres à garantir les intérêts mentionnés à l'article L.511-1 du code de l'environnement. Le brûlage de déchets à l'air libre est interdit.

L'article 21 de ce même arrêté précise que les déchets non dangereux et non souillés par des produits toxiques sont récupérés, valorisés ou éliminés dans des filières autorisées. Les seuls modes d'élimination autorisés pour les déchets d'emballage sont la valorisation par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir des matériaux utilisables ou de l'énergie. Cette disposition n'est pas applicable aux détenteurs de déchets d'emballage qui en produisent un volume hebdomadaire inférieur à 1 100 litres et qui les remettent au service de collecte et de traitement des collectivités.

### E.3 - 3f. Le béton

Le béton provient de deux sources possibles dans le cadre du démantèlement d'un parc éolien :

les fondations, qui représentent la plus grande quantité de béton ;

le mât, qui peut être composé en partie de béton sur certaines éoliennes.

En ce qui concerne les fondations, conformément à la réglementation en vigueur sur le démantèlement, leur excavation totale est obligatoire. Le béton armé qui est récupéré est alors trié, concassé et déferpillé. Le béton issu de ce processus est alors recyclé sous forme de gravillons ou de graves principalement valorisés en sous-couche routière dans le cadre de chantiers de travaux publics, en remplacement de granulats naturels. Si leur qualité le permet, les graviers peuvent également être réutilisés en construction pour être incorporés au sable et au ciment et produire à nouveau du béton. Cette méthode de recyclage du béton a notamment fait l'objet d'un projet de recherche à partir de 2012 dont les résultats révélés en 2018 ont démontré qu'il était possible de dépasser les limites techniques de sa réutilisation. Ainsi, des opérations pilotes ont été menées comme la construction d'ouvrages d'art ou de voies routières (contournement Nîmes-Montpellier), où l'utilisation de bétons recyclés a été mise en œuvre.

Concernant les tiges d'armature métallique collectées, celles-ci sont constituées d'acier ; elles sont donc valorisées conformément aux dispositions présentées dans le chapitre E.3 - 3b. .

### E.3 - 3g. Les terres rares

L'utilisation de terres rares ne concerne qu'une très faible proportion d'éoliennes (3% des éoliennes en France) et implique les éoliennes les plus puissantes dont les génératrices utilisent des aimants permanents.

L'enjeu du recyclage des aimants permanents des éoliennes ne se posera qu'à partir de 2030 en France et les quantités demeureront très faibles (excepté en prenant en compte la probable montée en puissance du parc éolien offshore où l'utilisation des aimants permanents est systématique mais dont le démantèlement n'interviendrait pas avant 2040). En tout état de cause, la voie de recyclage la plus probable des terres rares concernerait une « réutilisation directe » des aimants après reconfiguration

dans une optique similaire.

A noter qu'étant donné les problématiques inhérentes à la production et l'approvisionnement en terres rares (impact environnemental, concurrence, etc.), les fabricants d'éoliennes cherchent de plus en plus à diminuer la quantité de terres rares composant les aimants permanents, voire à s'en passer simplement.

<sup>15</sup> Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation

au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement

## F. VULNERABILITE DU PROJET...

### F.1. ...FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Une éolienne est un système de captation d'une ressource climatique : le vent. Sa vulnérabilité face aux changements climatiques, question posée par le décret n° 2016-1110 du 11 août 2016<sup>16</sup> porte sur :

- la fréquence et l'intensité des vents extrêmes ;
- la fréquence et l'intensité des orages ;
- les conséquences indirectes de précipitations ou de sécheresses extrêmes.

#### F.1 - 1. VENTS EXTREMES

Chaque modèle d'éolienne est associé à une classe de vent, établie par une norme internationale portant sur les exigences de conception des machines, la norme IEC 61400-1. Ces différentes classes indiquent les vitesses de vents que les aérogénérateurs doivent supporter ; elles sont principalement définies par trois critères mesurés à la hauteur du moyeu de la future éolienne :

- la vitesse moyenne du vent sur une année ( $V_{ave}$ ) ;
- la vitesse de vent la plus forte sur une durée de 10 minutes (valeur moyenne) au cours d'une période de 50 ans ( $V_{50}$ ) ;
- la vitesse de la plus forte rafale (durée d'au moins 3 secondes) sur une période de 50 ans ( $V_{e50}$ ) ;
- l'intensité moyenne des turbulences à 15 m/s ( $I_{ref}$ ).

Quatre classes de vent (I, II, III et S) sont ainsi définies par la norme IEC.

Avec le dérèglement climatique, la fréquence et l'intensité des vents extrêmes devraient évoluer à la hausse.

Les dispositifs techniques mis en place pour faire face ou se protéger des vents extrêmes sont les suivants :

un système d'inclinaison des pales permet de les positionner parallèlement à la direction du vent (mise en drapeau) afin de minimiser leur prise au vent. Le rotor tourne alors lentement en roue libre et l'éolienne est déconnectée du réseau. Ce système est déclenché grâce aux informations de vitesses transmises par les anémomètres présents sur la nacelle et aux capteurs mesurant la vitesse de rotation du rotor ;

un frein à disque placé sur l'arbre de la génératrice vient compléter ce mécanisme de mise en drapeau. Il n'est activé que lorsque le bouton d'arrêt d'urgence est actionné ou qu'il est nécessaire d'immobiliser le rotor.

#### Vulnérabilité du projet face à l'augmentation des épisodes de vents extrêmes

Compte-tenu de :

- l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des vents extrêmes qui devrait rester minime à faible à l'échelle de la durée de vie du parc éolien (une vingtaine d'années) ;
- des dispositions techniques mises en place sur les aérogénérateurs pour supporter les vents forts ;

- des prévisions météorologiques qui permettent d'anticiper les périodes de vents extrêmes ; il n'est pas attendu de conséquences particulières sur la vulnérabilité du parc éolien à cette question. Aucun impact sur l'environnement lié à cette vulnérabilité n'est donc attendu.

#### F.1 - 2. ORAGES

Chaque éolienne est équipée de dispositifs de paratonnerre (dans chaque pale) et de mise à la terre générale pour se prémunir des risques de foudre. Par ailleurs, les services de maintenance procèdent régulièrement au contrôle des pales, notamment suite à des épisodes orageux d'importance.

#### Vulnérabilité du projet face à l'augmentation des épisodes orageux

Avec le dérèglement climatique, la fréquence et l'intensité des phénomènes orageux pourraient évoluer à la hausse. Mais compte tenu des dispositions techniques, il n'est pas attendu de conséquences particulières quant à la vulnérabilité du projet à cette question, et donc de conséquences sur l'environnement, si ce n'est une éventuelle augmentation du nombre de vérifications, voire de réparations ou de remplacements de pales.

#### F.1 - 3. CONSEQUENCES INDIRECTES DE PRECIPITATIONS OU DE SECHERESSES EXTREMES

Les phénomènes de précipitations ou de sécheresses extrêmes pourraient être plus fréquents et intenses face aux dérèglements climatiques. En ce qui concerne les éoliennes, les risques portent donc sur le travail du sol dans lequel est enfouie la fondation et donc sur la stabilité des machines.

#### Vulnérabilité du projet face à l'augmentation des épisodes de précipitations et de sécheresses extrêmes

Il n'y a pas lieu d'attendre de conséquences sur la vulnérabilité des aérogénérateurs au phénomène de travail du sol, et ce pour les raisons suivantes :

- le site éolien n'est pas sensible au risque d'inondation ;
- l'aléa retrait-gonflement des argiles est inexistant au droit des 3 aérogénérateurs ;
- les fondations sont dimensionnées avec des marges de sécurité conséquentes permettant de pallier une hausse éventuellement significative de la fréquence des phénomènes de précipitations ou de sécheresses extrêmes.

## F.2. ...FACE A DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURS

### F.2 - 1. ÉLEMENTS DE CADRAGE

L'article R.122-5 du code de l'environnement demande que l'étude d'impact sur l'environnement décrive notamment les

<sup>16</sup> Décret n° 2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes

« incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné. ». Afin d'évaluer ces incidences négatives, il est ainsi nécessaire d'identifier les accidents ou catastrophes majeurs auxquels un parc éolien est vulnérable et d'en déduire les conséquences sur ses équipements susceptibles d'impacter l'environnement (incendie, effondrement d'éolienne, etc.).

L'étude de danger disponible au Livre 9 du DDAE a pour objectif l'identification des accidents majeurs pouvant affecter les éoliennes du parc du Pied des Monts et l'évaluation de leurs conséquences sur les personnes. Les différents scénarios accidentels retenus dans cette étude peuvent être appliqués au sein de la présente étude d'impact afin d'en évaluer les conséquences négatives sur l'environnement.

Les incidences négatives sur l'environnement liées aux dégâts que peuvent subir les éoliennes ainsi que les mesures d'évitement et de réduction mises en place seront respectivement traitées dans les chapitres « 7. Incidences notables du projet sur l'environnement » et « 8. Mesures » de l'Etude d'Impact Environnemental.

## F.2 - 2. DETERMINATION DES SCENARIOS ACCIDENTELS MAJEURS

Au cours de son exploitation, un parc éolien est susceptible de faire face à différents accidents en lien avec des dysfonctionnements internes et/ou des événements externes.

Le recensement de ces dysfonctionnements et événements est disponible au sein de l'étude de dangers (Livre 9 du DDAE). Bien que leur occurrence soit limitée et que des systèmes de protection soient installés sur les aérogénérateurs, il peut être retenu 8 scénarios accidentels principaux pouvant créer des atteintes notables sur l'environnement. Ceux-ci sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau 7 : Principaux scénarios accidentels d'un parc éolien et zones d'effet des phénomènes**

Évènement redouté	Zone d'effet
Chute de blocs ou de fragments de glace	Périmètre équivalent à la zone de survol du rotor, soit 58,5 m maximum autour du mât de l'éolienne (longueur d'un demi-rotor)
Projection de blocs ou de fragments de glace	Rayon équivalent à : $1,5 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{diamètre de rotor})$ , soit 312,75 m autour de l'éolienne
Incendie du poste de livraison	Abords du poste de livraison
Incendie de l'éolienne avec risque de projection d'éléments incandescents	Rayon de 500 m autour de l'aérogénérateur
Effondrement de tout ou partie de l'éolienne	Rayon équivalent à la hauteur de l'éolienne en bout de pale : 150 m
Fuite d'huile	La zone d'effet maximale correspond à la hauteur de l'éolienne en bout de pale (cas d'un déversement d'huile suite à effondrement de la machine), soit 150 m.
Chute d'éléments de l'éolienne (incluant pale ou fragment de pale)	Périmètre équivalent à la zone de survol du rotor, soit 58,5 m maximum autour du mât de l'éolienne (longueur d'un demi-rotor)
Projection de pale ou de fragment de pale	Rayon de 500 m autour de l'aérogénérateur

**Notons qu'à l'exception des scénarios de chute et de projection de blocs ou de fragments de glace, considérés comme des événements courant ou probable, les autres scénarios accidentels sont jugés « improbables » voire « rares ».**

## G. LE PROJET EN BREF

Le projet éolien du Pied des Monts s'implante dans la région Grand Est, dans le département des Ardennes, sur les communes de Givry, de Sainte-Vaubourg et de Vaux-Champagne.

Le projet est constitué de 7 éoliennes de puissance nominale maximale de 6 MW, pour une puissance totale maximale de 42 MW, et de trois postes de livraison. Les aérogénérateurs seront implantés dans des parcelles de cultures intensives.

Le gabarit retenu correspond au modèle présenté à titre d'exemple dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 10 : Principales caractéristiques techniques du gabarit reconnu**

Modèle	Constructeur	Puissance (MW)	Hauteur nacelle (m)	Hauteur au moyeu (m)	Diamètre rotor (m)	Hauteur en bout de pale (m)
VESTAS 150	VESTAS	6	102,6	105	150	180

**Tableau 11 : Caractéristiques générales du projet éolien du Pied des Monts**

<b>Localisation</b>	Nom du projet	Parc éolien du Pied des Monts
	Région	Grand Est
	Département	Ardennes
	Communes	Givry, Sainte-Vaubourg et Vaux-Champagne
<b>Descriptif technique</b>	Nombre d'éoliennes	7
	Hauteur du mât	105 m
	Rayon de rotor maximum	75 m
	Hauteur totale maximale	180 m
	Nombre de postes de livraison	3
	Surface de pistes à renforcer	28 800 m <sup>2</sup>
	Surface de pistes permanentes créées	13 429 m <sup>2</sup>
<b>Raccordement au réseau</b>	Poste électrique probable	Noue-Seuil
	Tension de raccordement	20 kV
<b>Energie</b>	Puissance totale maximale	42 MW
	Production	71 GWh/an
	Foyers équivalents (chauffage inclus)	Environ 32 000 personnes soit 14 000 foyers
	Emissions annuelles de CO <sub>2</sub> évitées	3 692 t / an