PARC EOLIEN DE LA VACQUERIE (59)

Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)

Cahier n°1 - Description du projet

Rapport final – Version 1

Dossier 24080019-V1
10/07/2026

réalisé par

Auddicé Environnement
ZAC du Chevalement
5 rue des Molettes
59286 Roost-Warendin
03 27 97 36 39

PARC EOLIEN DE LA VACQUERIE (59)

Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)

Cahier n°1 - Description du projet

Rapport final – Version 1

Version	Date	Description
Rapport final – Version 1	10/07/2026	Parc éolien de la Vacquerie - Description du projet

	Nom - Fonction	Date	Signature
Rédaction	GUALTIERI Romain – Chef de projets Aménagement du Territoire	10/07/2026	
Validation	ELOIRE Julien – Responsable du service Aménagement du Territoire	10/07/2026	

auddicé

www.auddice.com

Agence Hauts-de-France
(siège social)
ZAC du Chevalement
5 rue des Molettes
59286 Roost-Warendin
03 27 97 36 39

Agence Grand-Est
Espace Sainte-Croix
6 place Sainte-Croix
51000 Châlons-en-Champagne
03 26 64 05 01

Agence Val-de-Loire
Pépinière d'Entreprises du Saumurois
Rue de la Chesnaie-Distré
49400 Saumur
02 41 51 98 39

Agence Seine-Normandie - Évreux
PA Le Long Buisson
380 rue Clément Ader
27930 Le Vieil-Évreux
02 32 32 53 28

Agence Seine-Normandie – Le Havre
186 Boulevard François 1er
76600 Le Havre
02 35 46 55 08

Agence Sud
Rue des Cartouses
84390 Sault
04 90 64 04 65

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 : GENERALITES 7
1.1 Généralités de l'éolien 8
1.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien 8
1.1.2 Procédés de fabrication mis en œuvre 9
CHAPITRE 2 : DESCRIPTION GENERALE 17
2.1 Généralités sur le projet 18
2.1.1 Situation géographique 18
2.1.2 Situation administrative 18
2.1.3 Présentation simplifiée 19
2.2 Rubrique(s) concernée(s) par la nomenclature ICPE et rayon d'affichage 19
2.2.1 Rubrique(s) concernée(s) par la nomenclature ICPE 19
2.2.2 Communes concernées par le rayon d'affichage 20
CHAPITRE 3 : DESCRIPTION DETAILLEE 23
3.1 Les installations du parc éolien de la Vacquerie 24
3.1.1 Localisations géo référencées 25
3.1.2 Localisation(s) cadastrale(s) 26
3.2 Conformité du projet 28
3.2.1 Conformité avec le(s) document(s) d'urbanisme 28
3.2.2 Conformité au regard des règles d'implantation en vigueur 28
3.3 Description des installations 29
3.3.1 Le projet et ses composantes techniques 29
3.3.2 Les activités exercées sur le site 34
3.3.3 Démantèlement et remise en état 36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Exemples de normes et standards appliquées pour la construction des éoliennes 16
Tableau 2. Situation administrative du projet éolien de Villers-Plouich 18
Tableau 3. Fiche technique du projet éolien de la Vacquerie (59) 19
Tableau 4. Rubrique 19
Tableau 5. Caractéristiques techniques 24
Tableau 6. Coordonnées des trois éoliennes du poste de livraison 25
Tableau 7. Tableau récapitulatif des propriétés 26
Tableau 8. Situation du projet éolien face aux enjeux d'implantation 28
Tableau 9. Caractéristiques techniques des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012 30
Tableau 10. Calendrier prévisionnel de réalisation des travaux 33
Tableau 11. Principales caractéristiques des éoliennes (source : NOUVERGIES, 2025) 34
Tableau 12. Instruments et hauteurs de mesure (source : NOUVERGIES, 2026) 34

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Schéma de principe d'un parc éolien (source : ADEME) 8
Figure 2. Schéma simplifié d'un aérogénérateur 8
Figure 3. Illustration des emprises au sol d'une éolienne 9
Figure 4. Raccordement électrique des installations 10
Figure 5. Fonctionnement d'un parc éolien (source : SER-FEE, guide technique de l'étude de dangers, 2015) 29
Figure 6. Schéma simplifié d'un aérogénérateur (source : SER-FEE, guide technique de l'étude de dangers, 2015) 29
Figure 7. Vue générale d'une éolienne (source : NOUVERGIES 2026) 31
Figure 8. Aire de jeux pour enfants (©Denis Guzzo) 37

LISTES DES CARTES

Carte 1. Localisation du projet éolien à l'échelle nationale 18
Carte 2. Localisation du projet au regard du périmètre d'affichage de l'enquête publique 21
Carte 3. Carte d'implantation du projet 27

PREAMBULE

La société **PARC EOLIEN DE LA VACQUERIE** envisage d'implanter un parc éolien sur la commune de Villers-Plouich dans le département du Nord (59), en région Hauts-de-France.

Ce projet porte sur la création d'un parc éolien et notamment sur l'implantation de 3 nouvelles éoliennes et d'un poste de livraison :

- 3 éoliennes de hauteur bout de pale 165 m et d'une puissance unitaire : 3,8 MW.

La puissance totale installée de ce projet sera de 11,4 MW.

La loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, les éoliennes relèvent du régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Le décret n° 2011-984 du 23 août 2011 modifiant la nomenclature des installations classées a pour objet de créer une rubrique dédiée aux éoliennes au sein de la nomenclature relative aux ICPE.

Les décrets n° 2011-984 du 23 août 2011 et n° 2019-1096 du 30 octobre 2019 modifient la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et soumettent au régime de l'autorisation, les installations d'éoliennes comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât + nacelle a une hauteur supérieure ou égale à 50 mètres, ainsi que celles comprenant des aérogénérateurs d'une hauteur comprise entre 12 et 50 mètres et d'une puissance supérieure ou égale à 20 MW.

CHAPITRE 1 : GENERALITES

1.1 Généralités de l'éolien

1.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une installation de production d'électricité par l'exploitation de la force du vent.

Il est composé d'un ou plusieurs aérogénérateurs (terme indifféremment employé avec « éoliennes ») et de leurs annexes :

- chaque éolienne est fixée sur une **fondation adaptée**, accompagnée d'une **aire stabilisée** appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- un réseau de **chemins d'accès** raccordé au réseau routier existant ;
- un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique(s) (appelé « **réseau inter-éolien(nes)** ») ;
- un ou plusieurs **poste(s) de livraison électrique(s)**, réunissant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité ;
- et, de façon non systématique, des éléments connexes tels qu'un mât de mesures de vent, un local technique, une aire d'accueil et d'information du public, etc. ;
- des panneaux d'information et de prescriptions de sécurité à observer, à l'intention des tiers.

L'ensemble de l'installation est raccordé au réseau public d'électricité par un réseau de câbles enterrés, appartenant au réseau public de distribution ou de transport, et permettant d'évacuer l'électricité regroupée au poste de livraison vers le poste source local (appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité).

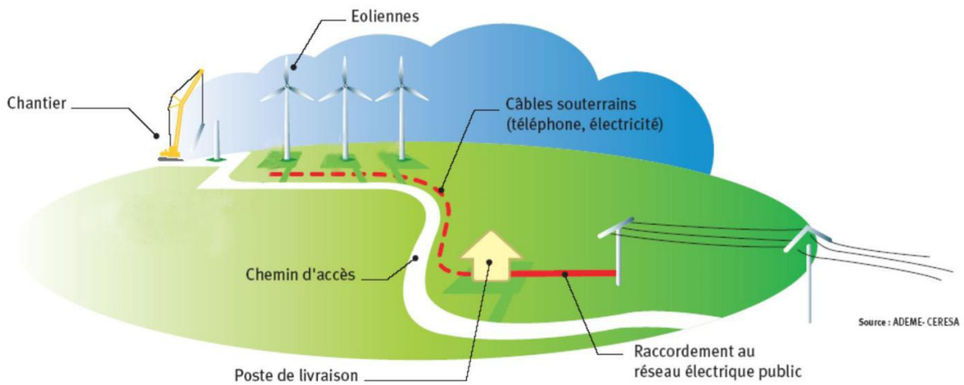


Figure 1. Schéma de principe d'un parc éolien (source : ADEME)

1.1.1.1 Eléments constitutifs d'une éolienne

Les éoliennes sont définies comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé de trois éléments principaux :

- le **rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent ;
- le **mât** est généralement composé de plusieurs tronçons en acier ou d'anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique (ce transformateur peut aussi être localisé au pied du mât, l'extérieur, de l'éolienne ou dans un local séparé de la nacelle) ;
- la **nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
  - le système de freinage mécanique ;
  - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
  - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
  - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

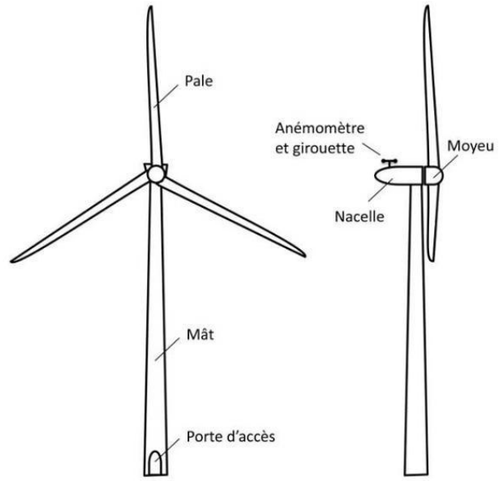


Figure 2. Schéma simplifié d'un aérogénérateur

1.1.1.2 Emprise au sol

Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens :

- **la surface de chantier** est la surface temporaire, durant la phase de construction, destinée à certaines manœuvres des engins, au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes et autres fournitures, et aux bases de vie et de travaux ;
- **la fondation de l'éolienne** : ses dimensions exactes sont calculées en fonction des caractéristiques des aérogénérateurs et des propriétés du sol après étude géotechnique ;
- **la zone de surplomb ou de survol** correspond à la surface au sol, sur 360° autour du mât, au-dessus de laquelle les pales sont situées ;
- **la plateforme** correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes ; sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation ;
- les chemins d'accès, qui sont parfois créés pour la construction et l'exploitation du parc éolien.

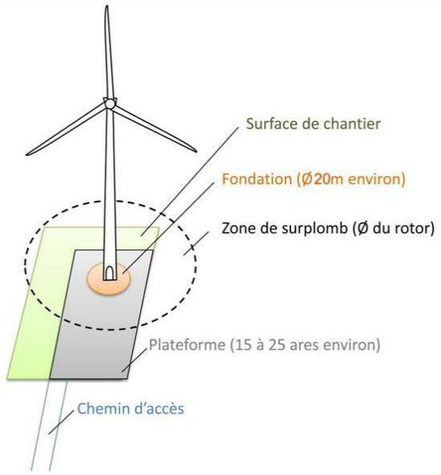


Figure 3. Illustration des emprises au sol d'une éolienne

1.1.2 Procédés de fabrication mis en œuvre

1.1.2.1 Principe général du fonctionnement d'une éolienne

Une éolienne est une installation de production énergétique transformant l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique, puis en énergie électrique, qui peut alors être exportée sur le réseau électrique national.

Les trois pales du rotor ont un pas et une vitesse de rotation variables, ce qui présente un certain nombre d'avantages :

- une production optimale dans tous les régimes de vent,
- un lissage de la puissance générée en conduisant à une grande qualité de courant,
- une possibilité d'arrêter l'éolienne sans frein mécanique,
- une adaptation des niveaux sonores émis.

Des instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle, conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. **Grâce aux informations transmises par l'anémomètre qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.**

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 2 m/s à hauteur de la nacelle, et c'est seulement à partir de la vitesse de couplage au réseau que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 18 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 à 130 fois plus vite que l'arbre lent sur une éolienne VESTAS.

La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint la vitesse minimale nécessaire à la production maximale, appelée aussi « **production nominale** ».

L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, dépasse la vitesse maximale de fonctionnement, l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité.

Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- le second par un frein mécanique sur l'arbre rapide de transmission à l'intérieur de la nacelle.

1.1.2.2 Fonctionnement des réseaux de l'installation

Le câblage électrique d'un parc éolien comprend deux parties distinctes : le câblage inter-éoliennes (objet de la présente demande) et le câblage de raccordement du parc éolien au poste source le plus proche. La jonction entre les deux parties se fait au niveau du poste de livraison du parc éolien.

L'électricité est évacuée de l'éolienne puis elle est délivrée directement sur le réseau électrique. **L'électricité n'est donc pas stockée.** Le système électrique de chaque éolienne est prévu pour garantir une production d'énergie en continu, avec une tension et une fréquence constante. Le poste de transformation élève la tension délivrée par la génératrice de 400 à 690 V, puis à 20 000 V. L'électricité produite est ensuite conduite jusqu'au poste de livraison via le réseau inter-éolien puis jusqu'au réseau de distribution public.

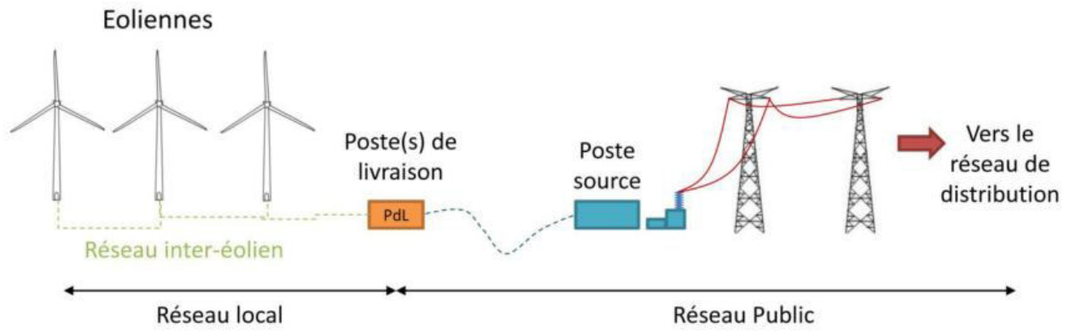


Figure 4. Raccordement électrique des installations

■ Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier les transformateurs au point de raccordement avec le réseau public (Cf. figure précédente). Le raccordement inter-éolien est assuré par un câblage en réseau souterrain, 20 000 volts. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur de 80 cm en accotement des voies et à 80 cm minimum en pleins champs. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance.

■ Poste(s) de livraison

Le poste de livraison a pour fonction de centraliser l'énergie produite par toutes les éoliennes du parc, avant de l'acheminer vers le poste source du réseau électrique national. Il constitue la limite entre le réseau électrique interne et externe. Ils sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur sont entretenues en bon état et contrôlées ensuite à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente.

■ Réseau électrique externe (ou réseau public)

Le réseau électrique externe relie le poste de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (ENEDIS ou une régie locale d'électricité). Il est lui aussi entièrement enterré.

La solution envisagée est le raccordement au poste de SETIER 3. Avec une capacité technique disponible d'environ 116 MW, un raccordement sur le poste de SETIER 3 semble probable étant donné sa relative proximité (28 km).

1.1.2.3 Eléments constitutifs d'une éolienne

■ Fondation

Fonction	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol
Description	Le massif de fondation est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2. Les fondations ont entre 3 et 5 mètres d'épaisseur pour un diamètre compris entre 20 et 26 m pour un volume de 550 à 700 m^3. Un insert métallique disposé au centre du massif sert de fixation pour la base de la tour. Il répond aux prescriptions de l'Eurocode 3. Cette structure doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes : • Le type d'éolienne ; • La nature des sols ; • Les conditions météorologiques extrêmes ; • Les conditions de fatigue.

■ Conception

- **Rotor/Pales**

Fonction	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice
Description	Les rotors Vestas sont composés de trois pales fixées au moyeu via des couronnes à deux rangées de billes et double contact radial. La rotation du rotor permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Elle est transmise à la génératrice via le multiplicateur. Les pales peuvent pivoter d'environ 90 degrés sur leur axe grâce à des vérins hydrauliques montés dans le moyeu. La position des pales est alors ajustée par un système d'inclinaison, appelé « Vestas Pitch System ». Ainsi, les variations de vitesse de vents sont constamment compensées par l'ajustement de l'angle d'inclinaison des pales. Le « Vestas Pitch System » est conçu pour optimiser au maximum la production de l'éolienne. Dans le cas où la vitesse de vent devient trop importante, risquant d'amener une usure prématurée des divers composants ou de conduire à un emballement du rotor, le « Vestas Pitch System » ramène les pales dans une position où elles offrent le moins de prise au vent, dite « en drapeau », conduisant à l'arrêt du rotor (freinage aérodynamique). Ce système comprend également la présence d'accumulateurs hydropneumatiques disposés au plus près des vérins. Ces accumulateurs permettent, même en cas de perte du système de contrôle, de perte d'alimentation électrique ou de défaillance du système hydraulique, de ramener les pales en drapeau. Chaque pale est indépendante et équipée de son propre pitch system afin de garantir un calage continu même en cas de dysfonctionnement du contrôle commande. Plusieurs notions caractérisent les pales : • La longueur, fonction de la puissance désirée ; • La corde (largeur maximale), fonction du couple nécessaire au démarrage et de celui désiré en fonctionnement ; • Les matériaux, fonction de la résistance souhaitée. La géométrie de la pale est légèrement vrillée autour de son axe longitudinal pour un meilleur rendement.

- **Nacelle**

Fonctions	• Supporter le rotor • Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité
Description	La nacelle se situe au sommet de la tour et abrite les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne. Elle est constituée d'une structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre et est équipée de fenêtres de toit permettant d'accéder à l'extérieur. Le système de refroidissement Vestas CoolerTop™ assure le refroidissement des principaux éléments de l'éolienne et sert également de support pour les balisages lumineux et les capteurs de vent. Ces capteurs à ultrasons mesurent en permanence la vitesse et la direction du vent. Une sonde de température extérieure est placée sous la nacelle et reliée au contrôle commande. La nacelle n'est pas fixée de façon rigide à la tour. La partie intermédiaire entre la tour et la nacelle constitue le système d'orientation, appelé « yaw system », permettant à la nacelle de s'orienter face au vent, c'est-à-dire de positionner le rotor dans la direction du vent. Le système d'orientation est constitué de plusieurs dispositifs motoréducteurs solidaires de la nacelle, dont les arbres de sortie comportent un pignon s'engrenant sur une couronne dentée solidaire de la tour. Ces dispositifs permettent la rotation de la nacelle et son maintien en position face au vent. La vitesse maximum d'orientation de la nacelle est de moins de 0,45 degrés par seconde soit environ une vingtaine de minutes pour faire un tour complet. Afin d'éviter une torsion excessive des câbles électriques reliant la génératrice au réseau public, il existe un dispositif de contrôle de rotation de la nacelle. Celle-ci peut faire 3 à 5 tours de part et d'autre d'une position moyenne. Au-delà, un dispositif automatique provoque l'arrêt de l'éolienne, le retour de la nacelle à sa position dite « zéro », puis la turbine redémarre.
Tension dans les armoires électriques	Entre 0 et 1 200 V.

- **Tour/mât**

Fonction	Supporter la nacelle et le rotor
Description	La tour des éoliennes (également appelée mât) est constituée de plusieurs sections tubulaires en acier, de plusieurs dizaines de millimètres d'épaisseur et de forme tronconique, qui sont assemblées entre elles par brides. Fixée par une bride à l'insert disposé dans le massif de fondation, la tour est autoportante. La hauteur de la tour, ainsi que ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée. La tour a avant tout une fonction de support de la nacelle mais elle permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite : • Une échelle d'accès à la nacelle ; • Un élévateur de personnes ; • Une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas) ; • Les cellules de protection électriques.
Tension dans les câbles présents dans la tour	Jusqu'à 20 000 Volts

- **Système de fermure de la porte**

L'accès à l'intérieur de l'éolienne ne peut se faire que par la porte de service située au pied du mât. Cette porte est dotée d'un verrou à clé. Un dispositif manuel permet d'ouvrir et de fermer le verrou de la porte depuis l'intérieur, même si la clé se trouve à l'extérieur de la porte.

Un détecteur avertit les personnels d'exploitation et de maintenance en cas d'ouverture d'une porte d'accès à l'éolienne.

- **Multiplicateur (Gearbox)**

Fonction	Multiplier la vitesse de rotation issue de l'arbre lent
Description	Le rotor est directement relié à un arbre de transmission appelé « arbre lent ». Cet arbre, qui tourne à la vitesse du rotor est connecté au multiplicateur. Le multiplicateur (Gearbox) permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur compris entre 100 et 120 selon les modèles, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 1450-1550 tours par minute. Le dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice (coupling) est un dispositif flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les défauts d'alignement mais surtout afin de constituer une zone de moindre résistance et de pouvoir rompre en cas de blocage d'un des deux équipements. Sur l'arbre rapide du multiplicateur est monté un disque de frein, à commande hydraulique, utilisé pour l'arrêt de la turbine en cas d'urgence.

- **Générateur et transformateur**

Fonction	• Produire de l'énergie électrique à partir d'énergie mécanique • Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau
Description	Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante). Le générateur, de type asynchrone, convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Il s'agit d'un générateur triphasé, du type quadripolaire à rotor bobiné avec alimentation électrique du stator au démarrage. Il délivre deux niveaux de tension différents (690 V et 480 V en courant alternatif) qui sont dirigés vers le transformateur élévateur de tension. Le dispositif de contrôle « Vestas Converter System » (VCS) permet de réguler le fonctionnement du générateur. Le refroidissement du générateur est effectué par un système de circulation forcée d'air. En sortie de générateur, les deux niveaux de tension (480 V et 690 V) sont élevés jusqu'à 20 000 Volts par un transformateur sec. Le courant de sortie est régulé par des dispositifs électroniques de façon à pouvoir être compatible avec le réseau public. Le transformateur est localisé dans une pièce fermée à l'arrière de la nacelle.

1.1.2.4 Eléments de sécurité de l'installation

■ Système de freinage

L'éolienne sera équipée de nombreux équipements et accessoires pour assurer la sécurité des personnes et de la turbine et assurer un fonctionnement continu.

Si certains paramètres concernant la sécurité de la turbine sont dépassés, le générateur sera immédiatement coupé et mis en sécurité. Selon la cause de la coupure, différents programmes de freinage sont déclenchés. En cas de causes externes, telles que des vitesses de vent excessives ou si la température de fonctionnement n'est pas atteinte, l'éolienne est doucement freinée au moyen du réglage de la pale du rotor.

■ Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes (SCADA)

L'exploitation de l'éolienne ne fera pas l'objet d'une présence permanente sur site, mis à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement de l'Extension du parc éolien des Portes du Cambrésis est entièrement automatisé et contrôlé à distance depuis le centre de maintenance qui s'occupera du parc.

L'exploitation de l'éolienne s'effectue grâce à un Automate Programmable Industriel (API) qui analyse en permanence les données en provenance des différents capteurs de l'installation et de l'environnement (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, niveau de pression du réseau hydraulique, etc.) et qui contrôle les commandes en fonction des paramètres. Sur un moniteur de contrôle placé au niveau du poste électrique de livraison, toutes les données d'exploitation peuvent être affichées et contrôlées, et des fonctions telles que le démarrage, l'arrêt et l'orientation des pales peuvent être commandées.

De plus, l'éoliennes sera équipée d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance depuis un PC équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS.

Le SCADA constitue un terminal de dialogue entre l'automate et son système d'entrée/sortie, connecté en réseau au niveau des armoires de contrôle placées dans la nacelle et dans le pied de l'éolienne.

Dans le cas où le système SCADA est défectueux

Le réseau SCADA permet le contrôle à distance du fonctionnement de l'éolienne.

Ainsi en cas de dysfonctionnement (survitesse, échauffement) ou d'incident (incendie), l'exploitant est immédiatement informé et peut réagir.

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système SCADA propre à l'éolienne, ce dernier entraîne l'arrêt immédiat de la machine.

Ainsi, en cas de défaillance éventuelle du système SCADA de commande à distance, le parc éolien est maintenu sous contrôle soit via le système SCADA propre à la machine, soit par l'arrêt automatique de la machine.

Certification de l'éolienne

L'éolienne sera conforme à la norme IEC 61400-22 et à la Directive « Machines » du 17 mai 2006 ainsi qu'à la norme NF EN 61400-1 (novembre 2015) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'UE.

La société d'exploitation tiendra à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité de l'aérogénérateur à la norme précitée.

■ Protection contre le risque incendie

Système de détection et d'alarme

Tous les composants mécaniques et électriques de l'éolienne dans lesquels un incendie pourrait potentiellement se déclencher en raison d'une éventuelle surchauffe ou de court-circuit, sont continuellement surveillés par des capteurs lors du fonctionnement, et cela en premier lieu afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. Si le système de commande détecte un état non autorisé, l'éolienne est stoppée ou continue de fonctionner mais avec une puissance réduite. Le choix des matériaux est également un aspect clé de la protection incendie, par la conception en matériaux ignifuges, difficilement, ou non inflammables pour certains composants.

Un système d'alarme est couplé avec un système de détection qui informe l'exploitant à tout moment d'un départ de feu dans une éolienne, via le système SCADA. La détection se fait selon deux zones indépendantes, la base du mât et la nacelle. Le départ d'un feu entraine l'arrêt d'urgence de l'éolienne, sa mise en sécurité, l'arrêt des ventilations et déclenche une alarme sonore et lumineuse dans l'éolienne.

Les détecteurs de fumée et/ou les capteurs de température émettent des signaux qui sont immédiatement transmis par le système de surveillance à distance SCADA qui alerte alors l'exploitant, par un message SMS et/ou email, qui prévient alors les pompiers. Ces derniers décident sur place des actions à entreprendre. Les centres de service de suivi d'exploitation sont ouverts 24h/24, 7j/7 et par conséquent joignables à tout moment.

Système de lutte contre l'incendie

L'éolienne envisagée disposera de plusieurs extincteurs manuels portatifs à CO2 localisés dans la nacelle et le mât. Ils sont positionnés de façon bien visible et facilement accessible. Les agents d'extinction seront appropriés aux risques à combattre. Ils feront l'objet d'un contrôle régulier par un organisme agréé. Par ailleurs lors des interventions, les techniciens emmèneront également un extincteur dans leur véhicule de service.

Procédure d'urgence en cas d'incendie

L'exploitant sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant la détection de l'incendie. Il devra être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Un plan d'évacuation permettra au personnel d'évacuer l'éolienne en cas d'incendie. Le personnel disposera également d'une procédure d'urgence pour donner l'alerte vers les services de secours en cas d'incendie et sera formé pour le faire.

■ Protection foudre

La fonction principale du système de protection contre la foudre (Lightning Protection System - LPS) est de protéger les vies et les biens contre les effets destructeurs de la foudre. Tous les éléments du système sont conçus de manière à résister à l'impact de la foudre, et à ce que le courant de foudre puisse être conduit en toute sécurité aux points de mise à la terre sans dommage ou sans perturbation des systèmes.

L'éolienne retenue sera équipée d'un système de protection contre la foudre afin de minimiser les dommages sur les composants mécaniques, les systèmes électriques et les systèmes de contrôle. Le système de protection contre la foudre sera basé sur des solutions de protection interne et externe.

Le système de protection externe est conçu pour gérer un coup de foudre direct sur l'éolienne et pour conduire le courant de foudre à la terre au bas de l'éolienne.

La protection interne est conçue pour minimiser les dégâts et les interférences sur les équipements électriques et les composants électroniques à l'intérieur de l'éolienne grâce à une ligne équipotentielle, à une protection contre les surtensions et les perturbations électromagnétiques.

Le système de protection contre la foudre a été conçu pour atteindre un niveau de protection I selon la norme IEC 61400-24. Le Maître d'Ouvrage tiendra à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité de l'éolienne à la norme précitée.

■ Protection contre la survitesse

L'éolienne sera dotée d'un dispositif de freinage pour diminuer les contraintes mécaniques qui s'exercent sur cette dernière lorsque le vent augmente. Ce dispositif arrête tout fonctionnement de l'éolienne en cas de tempête par exemple. Cela s'effectue par une rotation des pales limitant la prise au vent puis par des freins moteurs. En cas de défaillance, un système d'alarme est couplé avec un système de détection de survitesse qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Il sera être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Protection contre l'échauffement

Tous les principaux composants sont équipés de capteurs de température. Un certain nombre de seuils sont prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne.

En cas de dépassement de seuils (seuils différents en fonction du type d'aérogénérateur, du type de composant et prédéfinis), des codes d'état associés à des alarmes sont activés et peuvent, le cas échéant, entraîner un ralentissement de la machine (bridage préventif), voire un arrêt de la machine. Tout phénomène anormal est ainsi répertorié, tracé via le système SCADA du parc, et donne lieu à des analyses et si nécessaire interventions de maintenance sur site afin de corriger les problèmes constatés.

La procédure de coupure sera lancée si la vitesse du vent est supérieure à la vitesse du vent de coupure, en valeur moyennée sur 10 minutes. Cependant, pour faire face aux rafales, l'éolienne lancera également la procédure de coupure si la vitesse du vent dépasse certains seuils prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne en valeur moyennée sur 3 secondes. La procédure d'arrêt fera pivoter les pales en position drapeau et arrêtera l'éolienne en toute sécurité.

Protection contre la glace

Durant les mois d'hiver et au début du printemps, du givre puis de la glace pourront se former sur les pales et la nacelle de l'éolienne entrainant un surpoids, un déséquilibre du rotor et des risques de projection de cette glace. La glace sur les pales de l'éolienne diminue sa puissance et augmente les efforts sur la machine. Le balourd créé déséquilibre la rotation du rotor.

Un système de protection contre la glace est donc fourni le cas échéant avec l'éolienne pour prévenir de ces dangers, conformément à l'article 19 de l'arrêté du 22 juin 2020.

Le système de protection se base sur trois méthodes redondantes :

- Comparaison des mesures de vent par deux anémomètres sur la nacelle, l'un étant chauffé, l'autre non, associé à des paramètres climatiques additionnels (notamment critère de température) ;
- Analyse de données de fonctionnement de l'éolienne, le dépôt de givre modifiant le profil aérodynamique de la pale et impactant par conséquent la production électrique de la machine ;
- Système de mesure des oscillations et des vibrations qui sont causées par le balourd provoqué par la formation de glace sur les pales qui peuvent, en cas extrême, déclencher un arrêt d'urgence (intégré dans la chaîne de sécurité de l'éolienne.

La détection de glace génèrera une alarme sur le système de surveillance à distance de l'éolienne (SCADA) et informera l'exploitant de l'événement. Celui-ci stoppera l'éolienne et ne pourra la redémarrer que sur place, après un contrôle visuel des pales et de la nacelle permettant d'évaluer l'importance de la formation de glace (redémarrage à distance impossible).

En cas de conditions de gel prolongé, l'éolienne sera maintenue à l'arrêt jusqu'au retour de conditions météorologiques plus clémentes.

Protection contre le risque électrique

Les installations électriques à l'intérieur de l'éolienne respecteront les dispositions de la directive du 17 mai 2006.

Les installations électriques extérieures à l'éolienne seront conformes aux normes NFC 15100 (dernière version en date d'août 2016), NFC 13100 (version d'avril 2015) et NFC 13-200 (version de juin 2018). Ces installations seront entretenues et maintenues en bon état et seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.

Protection contre le risque de fuite de liquide dans la nacelle

La nacelle de l'éolienne est conçue de sorte que tout écoulement accidentel de liquide provenant d'éléments de la nacelle soit récupéré dans un bac de rétention. Un réservoir de 1 000 litres, situé dans la tour de l'éolienne, permet ensuite de recueillir les produits de fuite temporairement avant leur évacuation par les moyens appropriés.

L'utilisation de liquide est liée au multiplicateur et aux éléments graissés dont la quantité est limitée (15 à 20 litres utilisés) (roue dentée/engrenage, transmission d'orientation de l'éolienne, frein hydraulique).

Des vérifications des niveaux feront également partie intégrante des opérations de maintenance préventive.

Sécurité positive de l'éolienne – redondance des capteurs

L'éolienne est dotée d'un grand nombre de capteurs (capteurs de température, de pression, de contact, de mesure de vitesse, d'accélération, du retour d'information de chaque état du système …) sur absolument chaque partie de l'éolienne.

Ainsi, si l'un d'eux est cassé, celui qui est juste après dans la chaîne détectera l'anomalie et signalera par le biais du système de supervision (SCADA) monitoré 24h sur 24 et 7 jours sur 7.

1.1.2.5 Respect des principales normes applicables à l'installation

Le parc éolien veillera à ce que les solutions proposées par le constructeur répondent aux arrêtés en vigueur relatifs aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation.

Conformité aux prescriptions générales

Les principales normes et certifications exigées par l'arrêté seront respectées.

Certificats des éoliennes

Les éoliennes font l'objet d'une évaluation de conformité(s) (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes.

La liste des Codes et standards appliqués pour la construction des éoliennes, présentée ci-dessous, n'est pas exhaustive (il y a en effet des centaines de standards applicables). Seules les principales normes sont présentées ci- dessous.

Normes	Description
La norme IEC61400-1 / NF EN 61400-1 Juin 2006 intitulée « Exigence de conception »	Fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Elle concerne tous les sous-systèmes des éoliennes tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien. Ainsi, la nacelle, le moyeu, les fondations et la tour répondent à la norme IEC61400- 1. Les pales respectent la norme IEC61400-1 ; 12 ; 13.
La norme IEC60034	Normes de construction des génératrices.
La norme ISO 81400-4	Fixe les règles pour la conception du multiplicateur.
Standard IEC61400-24	Protection foudre de l'éolienne.
Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004	Règlementations concernant les ondes électromagnétiques
Norme ISO 9223	Traitement anticorrosion des éoliennes

Tableau 1. Exemples de normes et standards appliquées pour la construction des éoliennes

Stockage de flux et produits dangereux

Les produits utilisés permettront le bon fonctionnement de l'éolienne, sa maintenance et son entretien :

- Produits nécessaires au bon fonctionnement des installations (graisses et huiles de transmission, huiles hydrauliques pour systèmes de freinage…), qui une fois usagés seront traités en tant que déchets dangereux ;
- Produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyants…) et les déchets non dangereux associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage…).

Conformément à la réglementation en vigueur relative aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible ne sera stocké dans l'aérogénérateur ou le poste de livraison.

CHAPITRE 2 : DESCRIPTION GENERALE

2.1 Généralités sur le projet

2.1.1 Situation géographique

Le projet consiste en la création d'un parc éolien de 3 éoliennes, d'une puissance unitaire maximale de 3,8 MW dans le département du Nord (59), en région Hauts-de-France, sur la commune de Villers-Plouich.

Le projet se situe(ra) à environ 10 kilomètres au sud de Cambrai.



Carte 1. Localisation du projet éolien à l'échelle nationale

2.1.2 Situation administrative

Région	Hauts-de-France
Département	Nord (59)
Arrondissement	Cambrai
Intercommunalité	Communauté d'Agglomération de Cambrai
Commune d'implantation des éoliennes et du poste de livraison	Villers-Plouich (INSEE 59625)

Tableau 2. Situation administrative du projet éolien de la Vacquerie

2.1.3 Présentation simplifiée

Le projet technique est détaillé au chapitre 3 du présent document et il convient de s'y reporter pour plus détails.

Le tableau suivant en résume les principales caractéristiques, et la carte qui suit présente la localisation des différentes composantes du projet.

Programme arrêté pour le parc	- Implantation de 3 éoliennes de 165 m de hauteur maximale hors-tout - 102 m de moyeu, 132 m de diamètre de rotor - Éoliennes certifiées par un organisme indépendant - Implantation sur des parcelles agricoles privées
Caractéristiques quantitatives	- Puissance unitaire d'une éolienne : 3,8 MW - Puissance du parc : 11,4 MW - Production annuelle maximale estimée d'environ 34 GWh
Plateformes des éoliennes	- Une plateforme de levage par éolienne d'une surface unitaire minimale d'environ 1 610 m² - Plateformes et chemins d'accès conservés en phase exploitation (permettant le changement éventuel d'éléments d'éoliennes)
Poste de livraison Câblage	- 1 poste de livraison - Les câbles de liaisons inter-éoliennes, éoliennes – poste de livraison, poste de livraison - poste source seront enterrés
Chantier	- Chantier d'une durée cumulée estimée à 6 à 10 mois jusqu'à la mise en service
Exploitation du parc	- Installations gérées par le personnel de NOUVERGIES qui contrôlera les engagements contractuels (suivi production, mises en conformité selon la réglementation) - Les opérations de maintenance seront réalisées par le constructeur - Fonctionnement optimal des éoliennes grâce aux automates en place dans chacune d'elles - Opérations d'entretien et de maintenance assurées par une société sous-traitante habilitée et optimisées grâce au système de télésurveillance sur chacune des machines (24h/24, 365 j/an) - Certification des machines par un organisme de qualification externe - Vérification générale périodique des installations par un bureau de contrôle certifié pendant toute la phase d'exploitation

Tableau 3. Fiche technique du projet éolien de la Vacquerie (59)

2.2 Rubrique(s) concernée(s) par la nomenclature ICPE et rayon d'affichage

2.2.1 Rubrique(s) concernée(s) par la nomenclature ICPE

Au titre des dispositions sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), les activités projetées correspondent aux rubriques de la nomenclature officielle reprises dans le tableau joint.

N° de la rubrique	Intitulé réglementaire	Activités projetées sur le site et capacités	Régime	Rayon d'affichage (km)
2980.1	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent (ensemble des aérogénérateurs d'un site) 1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 50 m	Implantation de 3 éoliennes de hauteur maximale de 165 m de hauteur maximale hors-tout représentant une puissance totale maximale installée de 11,4 MW	**A = autorisation**	**6**

Tableau 4. Rubrique

2.2.2 Communes concernées par le rayon d'affichage

Conformément à l'article R512-14, le Préfet précisera par arrêté le périmètre dans lequel il sera procédé à l'affichage de l'avis l'enquête publique : « Ce périmètre comprend l'ensemble des communes concernées par les risques et les inconvénients dont l'établissement peut être la source. Il correspond au minimum au rayon d'affichage fixé dans la nomenclature des installations classées pour la rubrique dans laquelle l'installation doit être rangée ».

Vis-à-vis des rubriques précédemment citées, le rayon à considérer est de 6 km autour des limites de l'installation (y compris le câblage et le poste de livraison).

Le périmètre d'affichage interceptant les communes concernées est reporté sur la carte figurant en page suivante. Les 19 communes concernées sont les suivantes :

■ **Liste des communes concernées :**

Communes situées dans le département du Nord :

BANTEUX, BANTOUZELLE, CANTAING-SUR-ESCAUT, CREVECOEUR-SUR-L'ESCAUT, FLESQUIERES, GONNELIEU, GOUZEAUCOURT, HONNECOURT-SUR-L'ESCAUT, LESDAIN, MARCOING, MASNIERES, NOYELLES-SUR-ESCAUT, RIBECOURT-LA-TOUR, LES RUES-DES-VIGNES, RUMILLY-EN-CAMBRESIS, VILLERS-GUISLAIN, VILLERS-PLOUICH.

Communes situées dans le département du Pas-de-Calais :

HAVRINCOURT, TRESCAULT.

Parc éolien de la Vacquerie

Demande d'Autorisation Environnementale

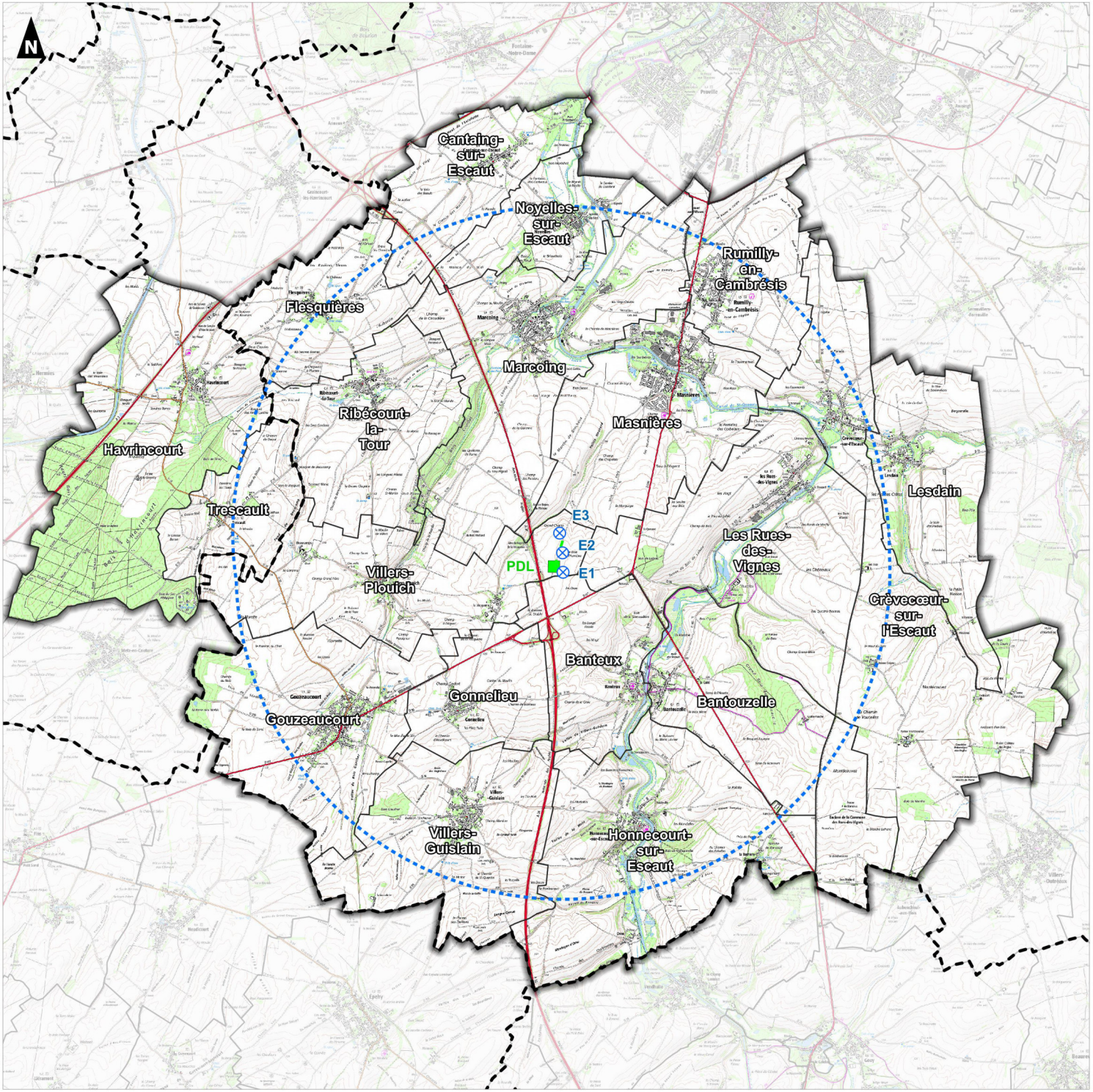
Localisation du projet au regard du rayon d'affichage de 6 km

Projet

- Eolienne projetée
- Réseau inter-éolien
- Poste de livraison électrique
- Rayon d'affichage de 6 km

Limites administratives

- Limite départementale
- Communes concernées



0 2,5 5 Km

auddicé

Réalisation AUDDICE, juillet 2026
Sources de fond de carte : IGN SCAN 25
Sources de données : IGN BD TOPO - NOUVERGIES - AUDDICE , 2026

CHAPITRE 3 : DESCRIPTION DETAILLEE

3.1 Les installations du parc éolien de la Vacquerie

À la date de dépôt du présent dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DAE), le modèle d'aérogénérateurs qui équipera le parc éolien de la Vacquerie n'est pas déterminé : un modèle maximisant d'éolienne est donc considéré :

Eolienne(s)	
Puissance nominale (MW)	3,8
Hauteur de moyeu (m)	102
Hauteur en bout de pale (m)	165
Largeur maximale mât (m)	4,56
Longueur d'une pale (m)	64,7
Largeur maximale d'une pale (Corde) (m)	2,9
Diamètre du rotor (m)	132

Tableau 5. Caractéristiques techniques

Le parc consiste donc en l'installation de 3 éoliennes neuves d'une puissance nominale unitaire de 3,8 MW, soit une puissance totale maximale installée de 11,4 MW.

La production du parc est estimée à environ 34 GWh annuels, soit l'équivalent de la consommation annuelle de 7 000 foyers. L'ensemble de l'électricité produite sera injecté sur le réseau EDF.

L'exploitation du parc éolien sera assurée par la société 'PARC EOLIEN DE LA VACQUERIE', maître d'ouvrage du projet.

3.1.1 Localisations géo référencées

N°	WGS 84 (° ' ")		LAMBERT 93 (en m)		En m NGF / sol (TN)	En m NGF maximale (bout de pale)
	Longitude (E)	Latitude (N)	X	Y		
E1	712924	6998000	712924	6998000	119	284
E2	712915	6998356	712915	6998356	118	283
E3	712862,1	6998717,4	712862,1	6998717,4	111	276
PDL	712757	6998104	712757	6998104	-	-

Tableau 6. Coordonnées des trois éoliennes du poste de livraison

3.1.2 Localisation(s) cadastrale(s)

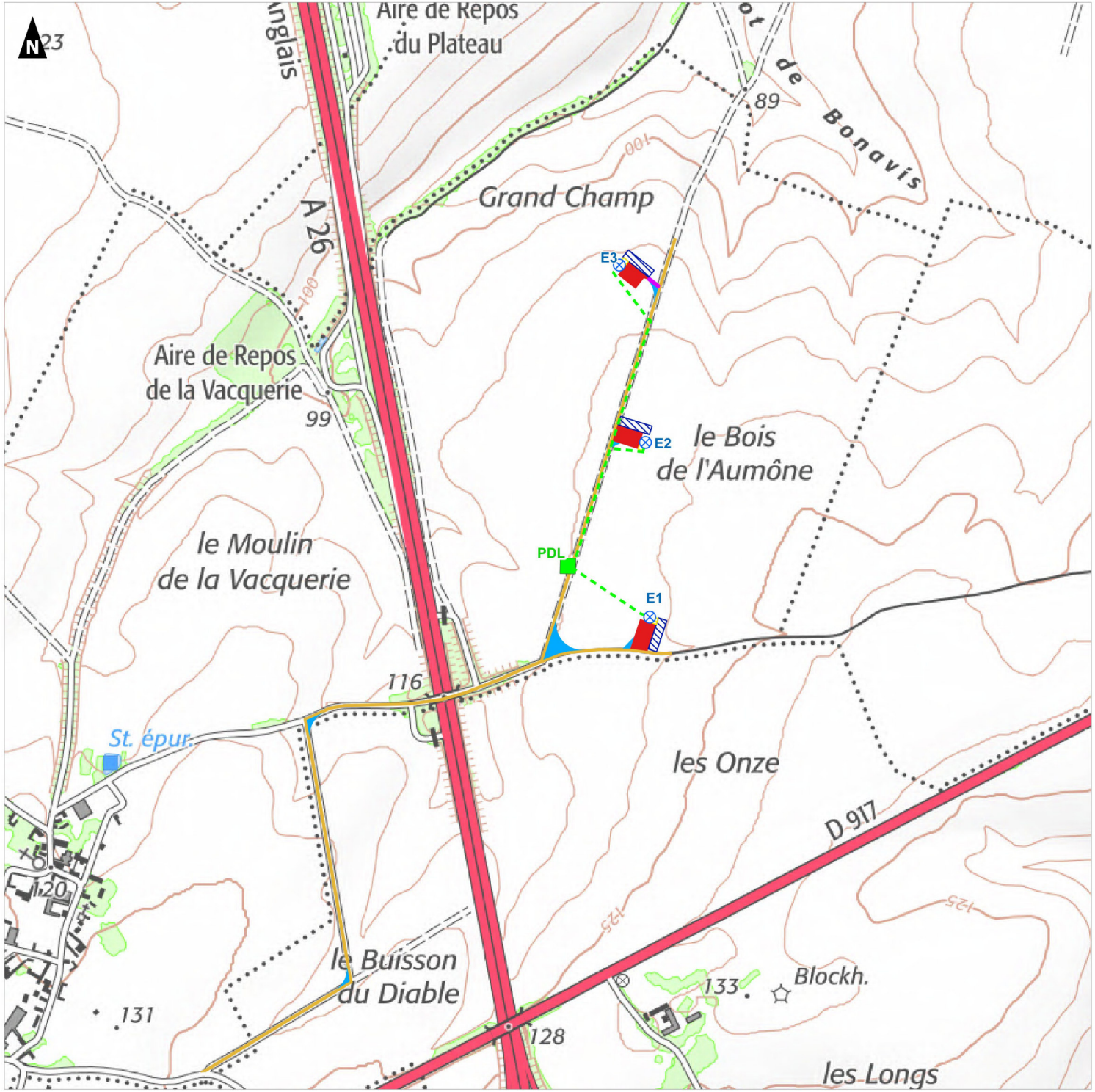
Numéro Eolienne	Parcellaire et cadastre			Titulaire du Bail Rural	Lieu-dit	Commune
	Propriétaire(s)	Section	Numéro de parcelle			
E1	GANDON	ZP	90	RAOULT	Les Grands Champs	Villers-Plouich
E2	DUBOIS	ZP	91	MESNARD	Les Grands Champs	Villers-Plouich
E3	GANDON	ZP	55	RAOULT	Bois de l'Aumône	Villers-Plouich
	GANDON	ZP	56	RAOULT	Bois de l'Aumône	Villers-Plouich
PDL	SENECHAL	ZP	46	SENECHAL	Bois de l'Aumône	Villers-Plouich

Tableau 7. Tableau récapitulatif des propriétés

Parc éolien de la Vacquerie

Demande d'Autorisation Environnementale

Implantation du projet



Projet

- Eolienne projetée
- Réseau inter-éolien
- Poste de livraison électrique
- Plateformes
- Accès à créer
- Accès à renforcer
- Surface stabilisée
- Stockage de pâles
- Pans de coupes temporaires

0 250 500 m

auddicé

Réalisation AUDDICE, juillet 2026
Sources de fond de carte : IGN SCAN 25
Sources de données : NOUVERGIES - AUDDICE, 2026

3.2 Conformité du projet

3.2.1 Conformité avec le(s) document(s) d'urbanisme

La distance minimale nécessaire entre un aérogénérateur et une habitation est fixée par la réglementation en vigueur, relative 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.

Au niveau de la zone de l'habitation, l'article L. 515-44 du Code de l'environnement précise que :

"*La délivrance de l'autorisation d'exploiter est subordonnée au respect d'une distance d'éloignement entre les installations et les constructions à usage d'habitation, les immeubles habités et les zones destinées à l'habitation définies dans les documents d'urbanisme en vigueur au 13 juillet 2010 et ayant encore cette destination dans les documents d'urbanisme en vigueur, cette distance étant, appréciée au regard de l'étude d'impact prévue à l'article L. 122-1. Elle est au minimum fixée à 500 mètres.*"

Au niveau de l'éolienne, cette distance est mesurée à partie de la base du mât de chaque aérogénérateur."

3.2.1.1 Distance(s) du projet par rapport aux habitations et aux zones à urbaniser

Les habitations ou zones d'habitat situées à proximité du parc éolien sont les suivantes :

L'éolienne E1 est située à 790 m au nord de l'habitation la plus proche sur la commune de Banteux ;

L'éolienne E2 est située à 1 404 m à l'ouest de l'habitation la plus proche sur la commune de Les Rues-des-Vignes ;

L'éolienne E3 est située à 1 405 m à l'ouest de l'habitation la plus proche sur la commune de Les Rues-des-Vignes ;

Le parc éolien se situe sur un plateau occupé de terres agricoles en zone rurale. Aucune habitation, ni zone à vocation d'habitat n'est concernée par le périmètre de 500 mètres de protection réglementaire.

3.2.1.2 Plan Local d'Urbanisme

La commune de Villers-Plouich est soumis à un Plan Local d'Urbanisme approuvé le 24/06/2013.

La ZIP se situe en zone classée A où sont autorisées sous conditions « *les constructions et installations nécessaires au service public et d'intérêt collectif* ».

Le projet respecte cette règle.

Aucune restriction rédhibitoire n'est identifiée au niveau des règles d'urbanisme, qui sont donc compatibles avec le projet éolien de la Vacquerie.

3.2.2 Conformité au regard des règles d'implantation en vigueur

Le tableau suivant présente les éléments permettant d'apprécier la situation du projet face à ces enjeux.

Enjeux			Distance minimale à respecter	Conformité
Constructions Art. 3	Habitations ou zones destinées à l'habitation		500 m	Conforme
	Installation nucléaire ICPE type SEVESO		300 m	Conforme
Radars Art. 4	Météo France (ARAMIS)	Bande de fréquence C	20 km	Conforme
		Bande de fréquence S	30 km	
		Bande de fréquence X	10 km	
	Aviation civile	Radar primaire	30 km	Conforme
		Radar secondaire	16 km	
		VOR	15 km	
	Des ports	Portuaire	20 km	Conforme
		Centre régional de surveillance et de sauvetage	10 km	
Equipements militaires Art.4	Zone aérienne de défense		-	Conforme
Effet stroboscopique Art. 5	Etude d'ombre projetée démontrant un impact inférieur à 30 h/an et 1/2h/jour sur bâtiment à usage de bureaux		Si projet à moins de 250 m d'un bâtiment à usage de bureau	Non concerné
Champ magnétique Art. 6	Exposition des habitations à un champ magnétique (CM) inférieur à 100µT à 50-60 Hz		-	Conforme

Tableau 8. Situation du projet éolien face aux enjeux d'implantation

3.3 Description des installations

3.3.1 Le projet et ses composantes techniques

3.3.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité fonctionnant à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers une ou plusieurs structure(s) de livraison. Chaque structure est composée d'un poste de livraison électrique. Ce réseau est appelé « réseau inter-éolien » ;
- Une ou plusieurs structures de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers d'un ou plusieurs postes sources locaux (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au poste de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;
- Un réseau de chemins d'accès ;
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

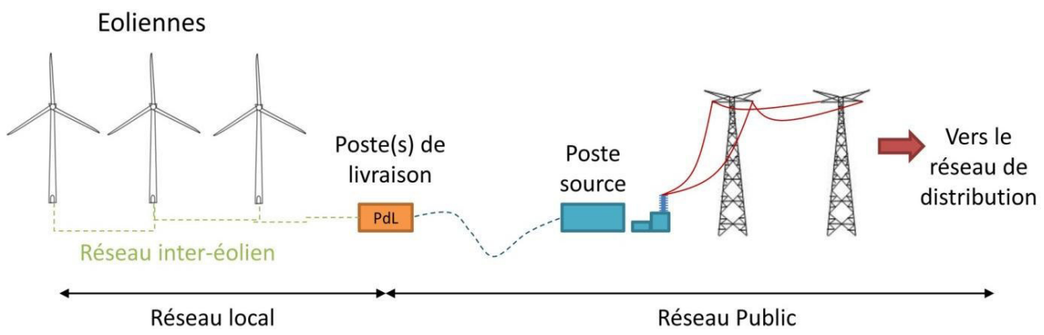


Figure 5. Fonctionnement d'un parc éolien (*source : SER-FEE, guide technique de l'étude de dangers, 2015*)

Au sens du l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 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, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants :

- Le rotor qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent ;
- Le mât est généralement composé de 3 à 5 tronçons en acier ou de 15 à 20 anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne pour le transport de l'énergie sur le réseau électrique ;
- La nacelle abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - Le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - Le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
  - Le système de freinage mécanique ;
  - Le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
  - Les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
  - Le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

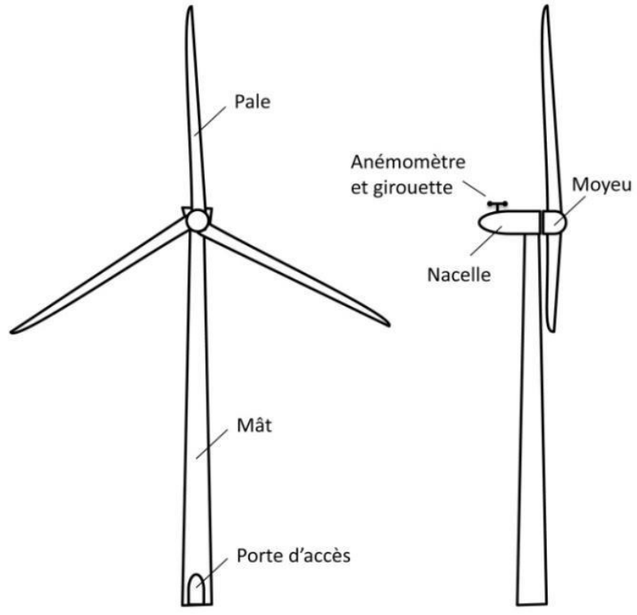


Figure 6. Schéma simplifié d'un aérogénérateur
(*source : SER-FEE, guide technique de l'étude de dangers, 2015*)

3.3.1.2 Les éoliennes du parc éolien de la Vacquerie

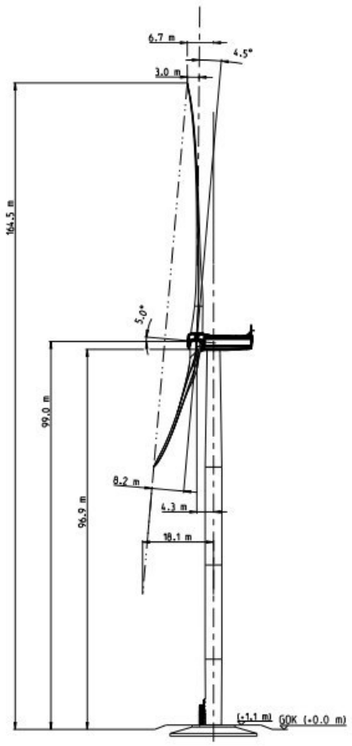
Le parc éolien de la Vacquerie est composé de 3 éoliennes de puissance nominale maximale de 3,8 MW. La puissance totale maximale du parc est donc de 11,4 MW. Les modèles d'aérogénérateurs envisagés sont la V126 de VESTAS et la N131 de NORDEX et la SG 132 de SIEMENS GAMESA.

Les principales caractéristiques des éoliennes sont données dans le tableau ci-après.

Elément de l'installation	*Fonction*	*Caractéristiques*
Fondation	*Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol*	• En béton armé, de forme circulaire ; • Dimension : conforme à la norme IEC – design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction. En standard, 20 à 25 m de diamètre ; • Profondeur : en standard, 3 à 5 m.
Mât	*Supporter la nacelle et le rotor*	• Tubulaire en acier ou béton (ou hybride) ; • Hauteur maximale au moyeu de 112 mètres ; • Composé de 3 à 5 pièces ; • Revêtement multicouche résine époxy ; • Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation ; • Accès : porte verrouillable au pied du mât, échelle d'accès à la nacelle, élévateur de personnes.
Nacelle	*Supporter le rotor* *Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité*	• Un arbre en rotation, entrainé par les pales ; • Hauteur au sommet de la nacelle : 99 mètres • Le multiplicateur, si présent, à engrenage cylindrique à 3 trains planétaires, a pour objectif d'augmenter le nombre de rotation de l'arbre : 18,5 tours/minute côté rotor – Tension nulle ; • La génératrice annulaire, asynchrone ou à attaque directe, à double alimentation, qui fabrique l'électricité – Tension de 400 à 690 V ; • Composition : structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, fenêtres de toit permettant d'accéder à l'intérieur.
Rotor / pales	*Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice*	• Orientation active des pales face au vent ; • Sens de rotation : sens horaire ; • 3 par machine ; • Longueur maximale : 66 m à l'axe du moyeu ; • Poids : 12 t environ ; • Contrôle de survitesse : Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale ; • Constituées d'un seul bloc de plastique armé à fibre de verre (résine époxyde).
Systèmes de freinage	*Freine et arrête la machine en cas de maintenance, vent fort ou survitesse*	• Frein principal aérodynamique : Orientation individuelle des pales par activation électromagnétique avec alimentation de secours ; • Frein auxiliaire mécanique : Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre rapide.
Transformateur	*Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau*	• A l'intérieur du mât ; • Tension de 20 kV à la sortie.
Poste de livraison	*Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public*	• Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV et le comptage de l'électricité fournie.

Tableau 9. Caractéristiques techniques des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012

Les fûts métalliques composant les mâts des éoliennes ainsi que la nacelle et les pales seront de ton RAL 7035 « gris clair » (conformément à la réglementation aéronautique).



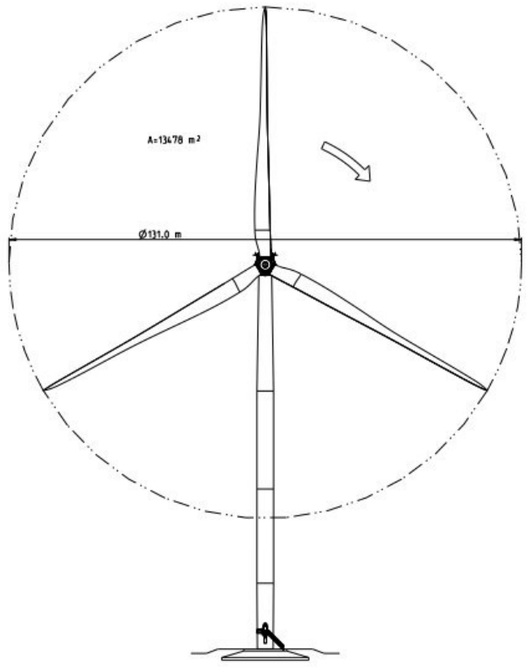


Figure 7. Vue générale d'une éolienne (source : NOUVERGIES 2026)

3.3.1.3 Caractéristiques des postes de livraison

Un poste de livraison assure la connexion au réseau électrique de distribution et contient l'ensemble de l'appareillage de contrôle, de sécurité et de comptage de l'électricité. Le poste de livraison est compris dans un local préfabriqué de 50 m².

Le raccordement électrique des éoliennes au poste de livraison est prévu via des lignes enterrées.

3.3.1.4 Les liaisons souterraines

Dans chaque éolienne, l'électricité produite au niveau de la génératrice sera transformée en 20 000 V par le transformateur situé à l'intérieur du mât, puis dirigée, via le raccordement souterrain interne au parc éolien, vers le poste de livraison correspondant.

Afin de réduire l'impact du projet sur le site, les câbles de liaison électrique entre chaque éolienne et le poste de livraison seront enfouis à une profondeur comprise entre 0,8 mètre et 1,2 mètre en fonction du terrain. Après enfouissement des câbles, les terrains seront remis en l'état d'origine. Il n'y aura donc pas de modification paysagère résultant de ces travaux de raccordement électrique : aucun pylône électrique ne sera construit.

3.3.1.5 Les plateformes et les chemins d'exploitation

L'exploitation des éoliennes suppose la réalisation au pied de chaque machine d'un accès permanent et d'une aire de grutage (plateforme) qui doit permettre d'intervenir à tout moment sur les éoliennes.

■ Les plateformes

Les plateformes permettent d'accueillir des grues à différentes étapes de la vie d'un parc éolien. En effet, l'assemblage de chaque aérogénérateur nécessite la mise en place d'une plateforme de montage destinée à accueillir la grue lors de la phase d'érection de la machine. Cette plateforme également le montage d'une grue en phase d'exploitation lors de maintenances lourdes.

Les plateformes nécessaires pour le montage des éoliennes seront parfaitement planes et horizontales. Pour les réaliser, le terrain naturel est excavé sur une profondeur de 40 cm environ. Cette excavation est ensuite comblée par des granulats calcaires, concassés et fortement tassés, de couleur claire.

■ Les chemins d'accès

Les chemins d'accès s'appuieront au maximum sur les chemins existants. Ils devront avoir une largeur minimale de 5 m afin de permettre le passage des convois exceptionnels. Ces chemins seront renforcés pour permettre le passage des véhicules quel que soit le temps, afin de permettre une maintenance efficace. Leur revêtement sera en pierres concassées et compactées.

3.3.1.6 Autres éléments du projet

■ Traitement des constructions, clôtures, végétation et aménagements en limite de terrain

Le mât de chaque éolienne sera fixé au sol par une lourde semelle en béton, fondation qui assurera l'ancrage et la stabilité de l'aérogénérateur. Les fondations des machines sont de forme circulaire, larges de 20 à 25 m si nécessaire à leur base et se resserrant jusqu'à 5 m de diamètre environ. Elles sont situées dans une fouille un peu plus large. La base des fondations est située entre 3 et 5 m de profondeur.

Les plateformes ne seront pas clôturées. Les aménagements veilleront à ne pas être attractifs pour l'avifaune et les chauves-souris.

Le caractère agricole du site d'implantation sera préservé et les postes de livraison feront l'objet d'une intégration paysagère particulière.

■ Implantation, organisation, composition et volume des constructions nouvelles, notamment par rapport aux constructions ou paysages avoisinants

Le projet de parc éolien de la Vacquerie est constitué de 3 éoliennes d'une puissance unitaire maximale de 3,8 MW, soit 11,4 MW de puissance totale, et d'un poste de livraison. Les éoliennes sont disposées en 1 groupe de 3 éoliennes en forme de I, suivant globalement une orientation nord-sud sur une ligne.

Les infrastructures du projet sont situées sur des parcelles agricoles.

Traitement des espaces libres, notamment les plantations

La réalisation du projet est faite de telle façon à ce qu'il n'y ait pas de déboisement ou défrichement nécessaire.

Les plateformes et les chemins seront encaillloutés afin d'éviter la mise en place de végétation potentiellement attractive pour les rongeurs et les oiseaux.

Organisation et aménagement des accès aux terrains, aux constructions et aux aires de stationnement

Il sera prévu d'encaillouter les plateformes et les chemins lorsque cela n'a pas déjà été fait. En effet, certains chemins ruraux devront faire l'objet de renforcements. L'accès aux éoliennes se fera au maximum par les voies communales et les chemins ruraux existants. Pour les chemins à prolonger ou à créer, les tracés ont été établis en prenant en compte la forme des parcelles de manière à minimiser leurs linéaires et à modifier le moins possible les pratiques agricoles.

Le chantier de construction est prévu pour durer 12 mois selon l'agencement présenté dans le tableau suivant.

Après une exploitation comprise entre 20 et 30 ans, le parc sera ensuite soit démantelé, soit fera l'objet d'un repowering.

	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6	Mois 7	Mois 8	Mois 9	Mois 10	Mois 11	Mois 12
Ouverture du chantier												
Terrassement (pistes / plateformes / Excavations)												
Réseaux (tranchées + pose des câbles HTA et FO)												
Fondations (ferraillage et coulage)												
Réseaux (tranchées + pose des câbles HTA et FO)												
Livraison et installation des PDL												
Livraison et montage des éoliennes												
Test des éoliennes												
Mise en service												

Tableau 10. Calendrier prévisionnel de réalisation des travaux

3.3.2 Les activités exercées sur le site

3.3.2.1 Présentation de l'activité

Au sens du l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 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, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le moyeu auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Ainsi, l'objet du présent projet est l'exploitation du parc éolien de la Vacquerie permettant de produire de l'électricité qui sera injectée sur le réseau public.

Le parc éolien de la Vacquerie est composé de 3 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Les principales caractéristiques techniques des éoliennes choisies sont fournies dans le tableau ci-après.

<u>Remarque :</u> Tout en prenant en compte les contraintes propres au projet (paysage, biodiversité, acoustique, sécurité, etc.), le modèle d'éolienne a été défini afin de garantir l'électricité la moins chère pour les citoyens et la plus compétitive possible, dans le cadre du nouveau processus d'appel d'offres pour l'éolien terrestre. Il correspond à une optimisation de la production au regard des conditions de vent du site.

	Vestas V126	Nordex N131	Siemens Gamesa SG132
Diamètre rotor	126	131	132
Rayon de rotor	63	65,5	66
Longueur de pale	62	64,7	64,5
Diamètre base pale	2,59	2,9	2,6
Hauteur moyeu	102	99	97
Hauteur Mât	99,6	97	95
Diamètre base mât	4,56	4,3	4
Hauteur totale machine	165	164,5	163
Puissance nominale	3,8	3,6	3,45

Tableau 11. Principales caractéristiques des éoliennes (source : NOUVERGIES, 2025)

3.3.2.2 Caractéristiques et instrumentation

Les caractéristiques techniques suivantes correspondent au mât de mesure utilisé :

Hauteur : 120 m

Constructeur : EEL

Instrumentation :

Instrument	Hauteur de mesure
Anémomètre 1	120 m
Anémomètre 2	116 m
Anémomètre 3	100 m
Anémomètre 4	80 m
Anémomètre 5	60 m
Girouette 1	116 m
Girouette 2	60 m
Température + humidité	112 m
Pression	112 m

Tableau 12. Instruments et hauteurs de mesure (source : NOUVERGIES, 2026)

Période de mesure : 31/05/2024 – 31/03/2026

Altitude du terrain : 121 m

Fréquence d'échantillonnage : 1 Hz

Résolution temporelle : 10 min

3.3.2.3 Modalités d'exploitation

L'éolienne capte les vents à travers ses pales sur une hauteur comprise entre 34 et 165 m. Le vent entraîne les pales. Ainsi, l'énergie cinétique acquise par la vitesse du vent est transformée en énergie mécanique transmise à un arbre tournant.

Ensuite, cette énergie mécanique est transformée en énergie électrique par une génératrice qui crée le courant électrique. Ainsi, à la sortie, de l'électricité est produite à une tension comprise entre 400 à 690 V.

L'électricité est ensuite convertie via un transformateur électrique dans chaque éolienne en une tension de 20 000 V. Toutes les éoliennes sont reliées entre elles par un réseau électrique 20 000 V interne au parc jusqu'aux postes de livraison depuis lesquels l'électricité est évacuée vers le réseau de distribution.

3.3.2.4 Moyens de suivi et de surveillance

De nombreuses mesures de sécurité sont mises en œuvre dans l'éolienne. L'ensemble des dispositifs de sécurité sont détaillés dans un chapitre qui lui est dédié dans l'étude de dangers, jointe au dossier de demande d'Autorisation Environnementale.

■ Suivi et surveillance

Toutes les fonctions de l'éolienne sont commandées et contrôlées en temps réel par microprocesseur. Ce système de contrôle commande est relié aux différents capteurs qui équipent l'éolienne. Différents paramètres sont évalués en permanence, comme par exemple : tension, fréquence, phase du réseau, vitesse de rotation de la génératrice, températures, niveau de vibration, pression d'huile, usure des freins, données météorologiques, etc.

Les données de fonctionnement peuvent être consultées à partir d'un PC par liaison téléphonique. Cela permet au constructeur des éoliennes, à l'exploitant et à l'équipe de maintenance de se tenir informés en temps réel de l'état de l'éolienne.

■ Réseau de contrôle commande des éoliennes

- **Le système SCADA**

Le réseau SCADA permet le contrôle à distance du fonctionnement des éoliennes. Ainsi, chaque éolienne dispose de son propre SCADA relié lui-même à un SCADA central qui a pour objectif principal :

- De regrouper les informations des SCADA des éoliennes ;
- De transmettre à toutes les éoliennes une information identique, en même temps, plutôt que de passer par chaque éolienne à chaque fois.

Ainsi en cas de dysfonctionnement (survitesse, échauffement) ou d'incident (incendie), l'exploitant est immédiatement informé et peut réagir. Dans le cas d'un dysfonctionnement du système de SCADA central, le contrôle de commande des éoliennes à distance est maintenu puisque ces machines disposent d'un SCADA qui leur est propre. Le seul inconvénient est qu'il faut donner l'information à chacune des éoliennes du parc. Dans le cas d'un dysfonctionnement du système SCADA propre à une éolienne, ce dernier entraîne l'arrêt immédiat de la machine. Ainsi, en cas de défaillance éventuelle du système SCADA de commande à distance, le parc éolien est maintenu sous contrôle soit via le système SCADA propre à la machine, soit par l'arrêt automatique de la machine.

- **Réseau de fibres optiques**

Le système de contrôle de commande des éoliennes est relié par fibre optique aux différents capteurs. En cas de rupture de la fibre optique entre deux éoliennes, la transmission peut s'effectuer directement en passant par le SCADA propre à l'éolienne ou par le SCADA central. Il s'agit d'un système en anneau qui permet de garantir une communication continue des éoliennes.

■ Maintenance

La maintenance du parc éolien sera réalisée pour le compte du Maître d'Ouvrage par la société qui construira les éoliennes.

La maintenance réalisée sur l'ensemble des parcs éoliens est de deux types :

- Corrective : Intervention sur la machine lors de la détection d'une panne afin de la remettre en service rapidement ;
- Préventive : Elle contribue à améliorer la fiabilité des équipements (sécurité des tiers et des biens) et la qualité de la production. Cette maintenance préventive se traduit par la définition de plans d'actions et d'interventions sur l'équipement, par le remplacement de certaines pièces en voie de dégradation afin d'en limiter l'usure, par le graissage ou le nettoyage régulier de certains ensembles.

3.3.2.5 Moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident

■ Moyens internes

Tous les composants mécaniques et électriques de l'éolienne dans lesquels un incendie pourrait potentiellement se déclencher en raison d'une éventuelle surchauffe ou d'un court-circuit sont continuellement surveillés par des capteurs lors du fonctionnement. Si le système de commande détecte un état non autorisé, l'éolienne est stoppée ou continue de fonctionner mais à puissance réduite.

Lors du déclenchement des alarmes incendie de la machine, une sirène se met en route dans la nacelle et la tour, une information est envoyée en moins de 15 minutes vers le centre de télésurveillance, les pompiers et l'exploitant. L'alerte provoque la mise à l'arrêt de la machine.

■ Moyens externes

Les moyens d'intervention de secours ou de lutte contre les incendies sont basés sur des moyens externes (sapeurs-pompiers). L'exploitant détermine un plan d'intervention en accord avec les services.

■ Nature, origine et volume des eaux utilisées ou affectées

Le fonctionnement des éoliennes ne nécessite pas d'apport en eau et aucun réseau d'eau n'est présent sur le site.

3.3.3 Démantèlement et remise en état

Les éoliennes sont des installations dont la durée de vie est estimée à une vingtaine d'années. En fin d'exploitation, les éoliennes sont démantelées conformément à la réglementation.

Le démantèlement d'une éolienne est une opération techniquement simple qui consiste à :

- Démonter les machines, les enlever ;
- Enlever les postes de livraison et tout bâtiment affecté à l'exploitation ;
- Restituer un terrain propre et cultivable selon l'état initial.

Sauf intempéries, la durée de chantier du démontage est de 3 jours par éolienne, pour la machine proprement dite. L'élimination des fondations est plus longue, la destruction des massifs lorsqu'elle est nécessaire pouvant nécessiter des conditions de sécurité importantes (utilisation d'un brise-roche par exemple).

3.3.3.1 Contexte réglementaire

L'obligation de procéder au démantèlement est définie à l'article L.515-46 du Code de l'Environnement, créé par Ordonnance n°2017-80 du 26 janvier 2017, qui précise que :

« *L'exploitant d'une installation produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent ou, en cas de défaillance, la société mère est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site, dès qu'il est mis fin à l'exploitation, quel que soit le motif de la cessation de l'activité. Dès le début de la production, puis au titre des exercices comptables suivants, l'exploitant ou la société propriétaire constitue les garanties financières nécessaires. Pour les installations produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent, classées au titre de l'article L. 511-2, les manquements aux obligations de garanties financières donnent lieu à l'application de la procédure de consignation prévue au II de l'article L. 171-8, indépendamment des poursuites pénales qui peuvent être exercées.*

Un décret en Conseil d'Etat détermine, avant le 31 décembre 2010, les prescriptions générales régissant les opérations de démantèlement et de remise en état d'un site ainsi que les conditions de constitution et de mobilisation des garanties financières mentionnées au premier alinéa du présent article. Il détermine également les conditions de constatation par le préfet de département de la carence d'un exploitant ou d'une société propriétaire pour conduire ces opérations et les formes dans lesquelles s'exerce dans cette situation l'appel aux garanties financières ».

Ainsi dans le cadre du projet éolien de la Vacquerie, la société PARC EOLIEN DE LA VACQUERIE est responsable du démantèlement du parc. A ce titre, elle devra notamment constituer les garanties financières nécessaires et prévoir les modalités de ce démantèlement et de remise en état du site conformément à la réglementation en vigueur.

L'article R.553-6 du Code de l'Environnement précise que :

« *Les opérations de démantèlement et de remise en état d'un site après exploitation comprennent :*

- *Le démantèlement des installations de production ;*
- *L'excavation d'une partie des fondations ;*
- *La remise en état des terrains sauf si leur propriétaire souhaite leur maintien en l'état ;*
- *La valorisation ou l'élimination des déchets de démolition ou de démantèlement dans les filières dûment autorisées à cet effet.*

Un arrêté du ministre chargé de l'environnement fixe les conditions techniques de remise en état ».

L'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, précise la nature des opérations de démantèlement et de remise en état du site :

- *« Les opérations de démantèlement et de remise en état prévues à l'article R. 515-106 du code de l'environnement comprennent :*
    - *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 déchets de démolition et de démantèlement sont réutilisés, recyclés, valorisés, ou à défaut éliminés dans les filières dûment autorisées à cet effet.*

Au 1er juillet 2022, au minimum 90 % de la masse totale des aérogénérateurs démantelés, fondations incluses, lorsque la totalité des fondations sont excavées, ou 85 % lorsque l'excavation des fondations fait l'objet d'une dérogation prévue par le I, doivent être réutilisés ou recyclés.

Au 1er juillet 2022, au minimum, 35 % de la masse des rotors doivent être réutilisés ou recyclées.

Les aérogénérateurs dont le dossier d'autorisation complet est déposé après les dates suivantes 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 :

- *Après le 1er janvier 2024, 95 % de leur masse totale, tout ou partie des fondations incluses, réutilisable ou recyclable ;*
- *Après le 1er janvier 2023, 45 % de la masse de leur rotor réutilisable ou recyclable ;*
- *Après le 1er janvier 2025, 55 % de la masse de leur rotor réutilisable ou recyclable*. »

3.3.3.2 Démontage des éoliennes

Rappelons qu'un parc éolien est constitué des éoliennes, mais également des fondations qui permettent de soutenir chaque aérogénérateur, des câbles électriques souterrains et des postes de livraison.

■ Démontage de la machine

Avant d'être démontées, les éoliennes en fin d'activité du parc sont débranchées et vidées de tous leurs équipements internes (transformateur, tableau HT avec organes de coupure, armoire BT de puissance, coffret fibre optique). Les différents éléments constituant l'éolienne sont réutilisés, recyclés ou mis en décharge en fonction des filières existantes pour chaque type de matériaux.

■ Démontage des fondations

Dans le cas présent, les sols étant à l'origine occupés par des cultures, la restitution des terrains doit se faire en ce sens.

La règlementation prévoit l'excavation de la totalité des fondations et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation. L'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 prévoit une 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* ».

La réglementation prévoit également le retrait des câblages enterrés sur une distance au moins égale à 10 m autour de chaque fondation.

■ Recyclage d'une éolienne

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

Dans une étude réalisée par un bureau d'étude danois (Danish Elsam Engineering 2004), il apparaît que 98% du poids des éléments constituant l'éolienne sont recyclables en bonne et due forme. En effet, il existe déjà des filières adaptées au recyclage des matériaux usuels tels que le cuivre, le fer ou l'acier.

- **Cas particulier des pales**

Le recyclage des pales d'éoliennes est actuellement l'un des principaux axes de développement du recyclage des éoliennes. En effet, celles-ci sont principalement composées de fibres de verre, encore difficilement recyclables, bien que de nombreux acteurs se positionnent déjà sur le marché.

La solution la plus utilisée actuellement est l'incinération des pales (avec pour avantage de récupérer la chaleur produite), suivi de l'enfouissement des déchets résiduels dans des centres d'enfouissement pour des déchets industriels non dangereux de classe II. Toutefois, une nouvelle technique mise au point en 2017 offre une première alternative de recyclage : en fin de vie, les pales d'éoliennes sont découpées finement puis mélangés à d'autres matériaux afin de former de l'Ecopolycrete, matière utilisable dans d'autres domaines, tels que la fabrication de plaques d'égouts ou de panneaux pour les bâtiments.

<u>Remarque :</u> En amont, la fabrication de la fibre de verre s'inscrit dans un processus industriel de recyclage. Owens Corning, le plus grand fabricant de fibre de verre au monde, réutilise 40% de verre usagé dans la production de ce matériau.

D'autres solutions de recyclage ont également été expérimentées aux Pays-Bas, où des pales d'éoliennes ont été transformées afin de créer un parc de jeu pour enfants ainsi que des sièges publics ergonomiques.



Figure 8. Aire de jeux pour enfants (©Denis Guzzo)

■ Démontage des infrastructures connexes

Dans le cas présent, les sols sont à l'origine occupés par des cultures.

Conformément à la législation rappelée ci-avant, tous les accès créés pour la desserte du parc éolien et les aires de grutage ayant été utilisés au pied de chaque éolienne seront supprimés. Ces zones sont décapées sur 40 cm de tout revêtement. Les matériaux sont retirés et évacués en décharge ou recyclés.

Leur remplacement s'effectue par des terres de caractéristiques comparables aux terres à proximité de l'installation. La terre végétale est remise en place et les zones de circulation labourées.

Toutefois, si le propriétaire du terrain sur lequel est sise l'installation souhaite le maintien de l'aire de grutage ou du chemin d'accès pour la poursuite de son activité agricole par exemple, ces derniers seront conservés en l'état.

■ Démontage du poste de livraison

L'ensemble des éléments du poste de livraison (enveloppe et équipement électrique) est chargé sur camion avec une grue et réutilisé/recyclé après débranchement et évacuation des câbles de connexions HT, téléphoniques et de terre. La fouille de fondation du poste est remblayée et de la terre végétale sera mise en place.

■ Démontage des câbles

Les dispositions de l'arrêté du 22 juin 2020 précisent que le démantèlement devra également porter sur le poste de livraison et les câbles de raccordement dans un rayon de 10 mètres autour des éoliennes et de chaque poste de livraison.

L'ensemble des avis de remise en état du maire et des propriétaires est fourni en annexes

3.3.3.3 Constitution des garanties financières

■ Cadre réglementaire

Le Législateur, conscient de la nécessité de prévoir un cadre légal afin d'assurer le démantèlement du parc ainsi que la remise en état du site, a prévu dans l'article R.515-101 du Code de l'environnement que : « *I. – La mise en service d'une installation de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent soumise à autorisation au titre du 2° de l'article L. 181-1 est subordonnée à la constitution de garanties financières visant à couvrir, en cas de défaillance de l'exploitant lors de la remise en état du site, les opérations prévues à l'article R. 515-106. Le montant des garanties financières exigées ainsi que les modalités d'actualisation de ce montant sont fixés par l'arrêté d'autorisation de l'installation* ».

Conformément à la règlementation, le Maître d'Ouvrage réalisera la constitution des garanties financières au moment de la mise en exploitation du parc éolien de Villers-Plouich. Aucune date ne peut être retenue étant donné que plusieurs paramètres sont à prendre en compte tels que la date de l'arrêté préfectoral autorisant le parc éolien ainsi que les recours qui peuvent survenir par la suite.

L'article R.516-2 modifié par décret n°2015-1250 du 7 octobre 2015 du Code de l'environnement précise que les garanties financières peuvent provenir d'un engagement d'un établissement de crédit, d'une assurance, d'une société de caution mutuelle, d'une consignation entre les mains de la Caisse des dépôts et consignations ou d'un fonds de garantie privé.

L'article L.515-46 du Code de l'environnement a ainsi pour objet de définir les conditions de constitution et de mobilisation de ces garanties financières, et de préciser les modalités de cessation d'activité d'un site regroupant des éoliennes.

En conséquence, une garantie financière de démantèlement sera fournie au Préfet lors de la mise en service. Le Préfet pourra alors, en cas de faillite de l'exploitant, utiliser cette garantie afin de payer les frais de démantèlement et de remise en état du site.

■ Méthode de calcul de la garantie financière

Le montant des garanties financières est calculé conformément à l'annexe I de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 11 juillet 2023. La formule de calcul du montant des garanties financières pour les parcs éoliens est la suivante :

$$M = \sum (Cu)$$

Où :

M est le montant des garanties financières ;

Cu est le coût unitaire forfaitaire correspondant aux opérations de démantèlement et de remise en état d'un aérogénérateur après exploitation prévues à l'article R. 515-36 du code de l'environnement. Ce coût est fixé à 75 000 € pour les éoliennes de 2 MW ou moins, et à 75 000 + 25 000*(P-2), où P représente la puissance unitaire en mégawatt, pour les aérogénérateurs d'une puissance supérieure à 2 MW.

Le montant des garanties financières sera établi à la mise en service du parc éolien. Aucune date ne peut être retenue étant donné que plusieurs paramètres sont à prendre en compte tels que la date de l'arrêté préfectoral autorisant le parc éolien.

L'exploitant réactualisera tous les 5 ans le montant de la garantie financière, par application de la formule mentionnée en annexe II de l'arrêté du 6 novembre 2014, à savoir :

$$M_n = M \times \left(\frac{Index_n}{Index_0} \times \frac{1 + TVA}{1 + TVA_0} \right)$$

Où :

Mn est le montant exigible à l'année n ;

M est le montant obtenu par application de la formule mentionnée à l'annexe I ;

Indexn est l'indice TP01 en vigueur à la date d'actualisation du montant de la garantie ;

Index0 est l'indice TP01 en vigueur au 1er janvier 2011, fixé à 102,1807 calculé sur la base 20 ;

TVA est le taux de la taxe sur la valeur ajoutée applicable aux travaux de construction à la date d'actualisation de la garantie. A titre d'exemple, le taux de TVA pour l'année 2020 est de 20 % ;

TVAo est le taux de la taxe sur la valeur ajoutée au 1er janvier 2011, soit 19,60 %.

■ Estimation des garanties

Le projet éolien de la Vacquerie est composé de 3 éoliennes de puissance unitaire maximale de 3,8 MW. Le montant des garanties financières associé à la construction et à l'exploitation de ce projet est donc de :

Éoliennes E1 à E3 :

M = 3 x [75 000 + 25 000 * (3,8-2)] = 360 000 €

Modalités de constitution de la garantie

L'article R.516-2 modifié par décret n°2015-1250 du 7 octobre 2015 du Code de l'Environnement précise que :

« *Les garanties financières exigées à l'article L. 516-1 résultent, au choix de l'exploitant :*

- *De l'engagement écrit d'un établissement de crédit, d'une société de financement, d'une entreprise d'assurance ou d'une société de caution mutuelle ;*
- *D'une consignation entre les mains de la Caisse des dépôts et consignations ;*
- *D'un fonds de garantie privé, proposé par un secteur d'activité et dont la capacité financière adéquate est définie par arrêté du ministre chargé des installations classées ; ou*
- *De l'engagement écrit, portant garantie autonome au sens de l'article 2321 du code civil, de la personne physique, où que soit son domicile, ou de la personne morale, où que se situe son siège social, qui possède plus de la moitié du capital de l'exploitant ou qui contrôle l'exploitant au regard des critères énoncés à l'article L. 233-3 du code de commerce. Dans ce cas, le garant doit lui-même être bénéficiaire d'un engagement écrit d'un établissement de crédit, d'une société de financement, d'une entreprise d'assurance, d'une société de caution mutuelle ou d'un fonds de garantie mentionné au d ci-dessus, ou avoir procédé à une consignation entre les mains de la Caisse des dépôts et consignations.* »

La société NOUVERGIES a déjà, à plusieurs reprises, pris toutes les dispositions nécessaires pour permettre aux sociétés exploitantes de fournir la garantie financière de démantèlement lors de la mise en service industrielle d'autres parcs éoliens.