

PARC EOLIEN DE LA BACOULETTE (02)

Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)

Cahier n°1 - Description du projet



Rapport final - Version 1

Dossier 19110013-V1
15/07/2021

réalisé par



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

PARC EOLIEN DE LA BACOULETTE (02)

Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)

Cahier n°1 - Description du projet



Rapport final - Version 1

FERME EOLIENNE D'ÉBOULEAU SAS

Version	Date	Description
Rapport final - Version 1	15/07/2021	Cahier n°1 - Description du projet

	Nom - Fonction	Date	Signature
Rédaction	ELOIRE Julien – Ingénieur environnement	13/07/2021	
Validation	ELOIRE Julien – Responsable service Aménagement du Territoire	15/07/2021	

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1. GENERALITES.....	7
1.1 Généralités sur l'éolien.....	8
1.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	8
1.1.2 Procédés de fabrication et matières utilisées.....	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.....	20
2.2.1 Communes concernées par le rayon d'affichage.....	20
CHAPITRE 3. DESCRIPTION DETAILLEE.....	23
3.1 Les installations du parc éolien de la Bacoulette.....	24
3.1.1 Localisation(s) géo référencée(s).....	25
3.1.2 Localisation(s) cadastrale(s).....	26
3.2 Conformité du projet.....	30
3.2.1 Conformité avec le(s) document(s) d'urbanisme.....	30
3.2.2 Conformité au regard des règles d'implantation en vigueur.....	30
3.3 Description des installations.....	32
3.3.1 Installations permanentes.....	32
3.4 Description de la phase « Construction ».....	35
3.4.1 Terrassement et travaux associés.....	35
3.4.2 Installation et mise en service de l'éolienne.....	36
3.4.3 Raccordements électriques.....	36
3.4.4 Durée de chantier.....	36
3.4.5 Base de vie.....	37
3.4.6 Main d'œuvre du chantier.....	37
3.4.7 Conditions d'accès au site.....	37
3.4.8 Déblais-remblais.....	37
3.4.9 Traitement des abords.....	37
3.4.10 Matériel et déchets liés au chantier.....	38
3.5 Description de la phase « Exploitation ».....	39
3.5.1 Organisation.....	39
3.5.2 Suivi et maintenance.....	39
3.5.3 Matériels et déchets liés à l'exploitation.....	40
3.6 Description de la phase « Démantèlement ».....	42
3.6.1 Etapes du démantèlement.....	42
3.6.2 Conditions de remise en état du site.....	42
3.6.3 Recyclage des matières.....	42

PREAMBULE

La société **FERME EOLIENNE D'ÉBOULEAU SAS** envisage d'implanter un parc éolien sur la commune d'Ébouleau, dans le département de l'Aisne (02), en région Hauts-de-France.

Ce projet porte sur la création d'un parc éolien et notamment sur l'implantation de 11 nouvelles éoliennes et 6 postes de livraison :

- 7 éoliennes de 206 m de hauteur hors-tout maximale et de puissance unitaire 5,6 MW,
- 4 éoliennes de 180 m de hauteur hors-tout maximale et de puissance unitaire 5,6 MW.

La puissance totale installée de ce projet sera de maximum 61,6 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 sur 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 de 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(x) poste(s) de livraison vers le poste source local (appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité).

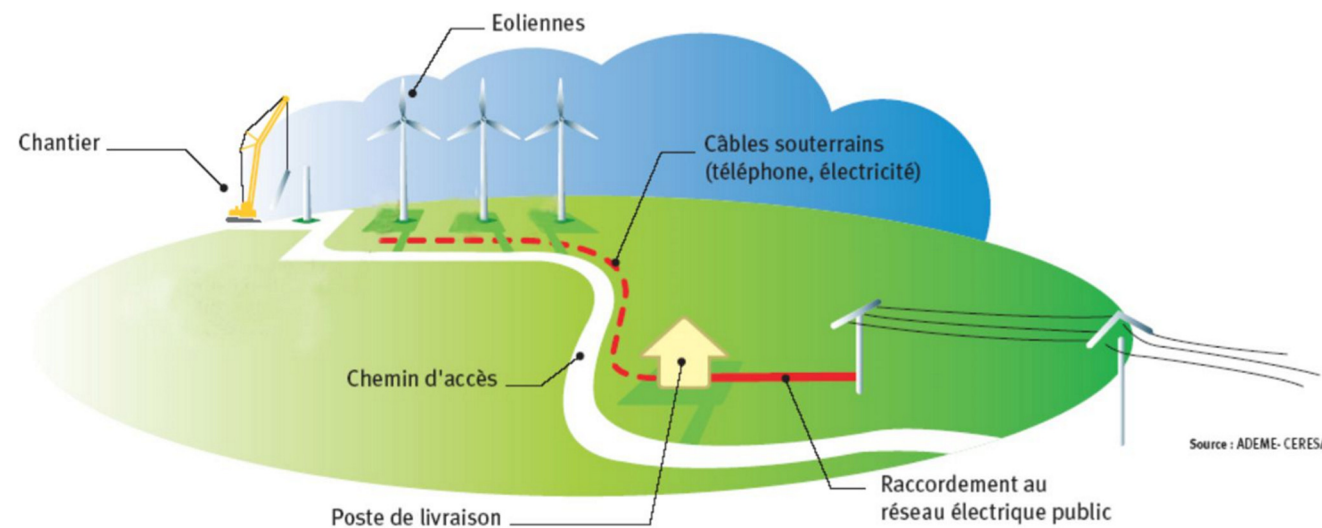


Figure 1. Schéma de principe d'un parc éolien (Source : ADEME)

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, à 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.

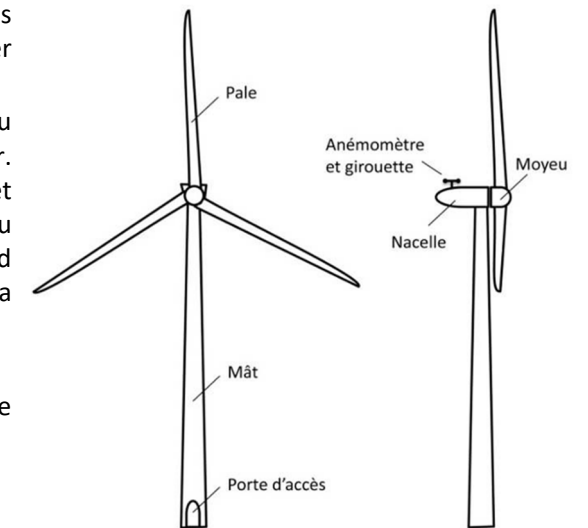


Figure 2. Schéma simplifié d'un aérogénérateur

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.

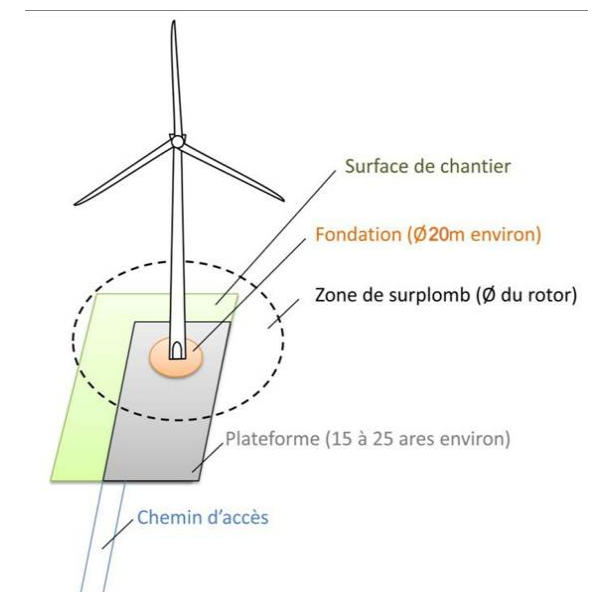


Figure 3. Illustration des emprises au sol d'une éolienne

1.1.2 Procédés de fabrication et matières utilisées

1.1.2.1 Principe général de 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 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 étude) 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/des poste(s) 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 constantes. 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(x) poste(s) de livraison via le réseau inter-éolien(nes) puis jusqu'au réseau de distribution public.

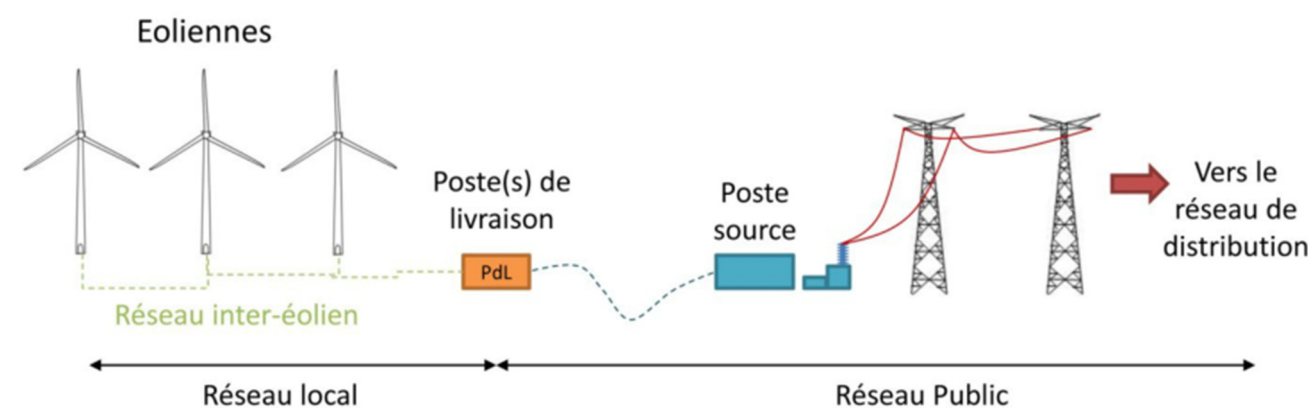


Figure 4. Raccordement électrique des installations

■ Réseau inter-éolien(nes)

Le réseau inter-éolien(nes) permet de relier chaque éolienne au point de raccordement avec le réseau public (cf. figure précédente). Le raccordement inter-éolien(nes) est assuré par un câblage en réseau souterrain, d'une tension de 20 000 volts. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne. Ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm en accotement des voies et à 120 cm minimum en plein champs. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance.

■ Postes de livraison

Le(s) poste(s) de livraison a/ont 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. Il(s) est/sont conforme(s) 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(s) poste(s) 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.

Dans le cas du parc éolien de la Bacoulette, le poste source du réseau électrique public sur lequel le raccordement du parc éolien paraît actuellement le plus probable est celui de Lislet 2. Il ne s'agit toutefois que d'une simple hypothèse.

1.1.2.3 Éléments constitutifs d'une installation

■ Fondation

Fonction	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol
Description	<p>Le massif de fondation est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2. Les fondations ont entre 2.5 et 3.5 mètres d'épaisseur pour un diamètre de l'ordre de 15 à 25 mètres. Ceci représente une masse de béton d'environ 1 000 tonnes. Un système constitué de tiges d'ancrage, dit « anchor cage » disposé au centre du massif de fondation, permet la fixation de la bride inférieure de la tour.</p> <p>Cette structure doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 du rotor	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Plusieurs notions caractérisent les pales :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>La géométrie de la pale est légèrement vrillée autour de son axe longitudinal pour un meilleur rendement.</p>

• **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	<p>La nacelle se situe au sommet de la tour et abrite les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Une sonde de température extérieure est placée sous la nacelle et reliée au contrôle commande.</p> <p>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.</p> <p>Le système d'orientation est constitué de plusieurs dispositifs motoréducteurs solidaires de la nacelle. 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 0,5 degrés par seconde soit environ une vingtaine de minutes pour faire un tour complet.</p> <p>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.</p>
Tension dans les armoires électriques	Entre 0 et 1 200 V.

• **Tour / Mat**

Fonction	Supporter la nacelle et le rotor
Description	<p>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 aux tiges d'ancrage disposées dans le massif de fondation, la tour est autoportante.</p> <p>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.</p> <p>La tour permet le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

• **Multiplicateur (Gearbox)**

Fonction	Multiplier la vitesse de rotation issue de l'arbre lent
Description	<p>Le multiplicateur permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur de l'ordre de 100 à 130 selon les modèles, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 1 500 tours par minute. Le multiplicateur est constitué d'un étage de train épicycloïdal et de deux arbres parallèles à roues dentées à dentures hélicoïdales.</p> <p>Le dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice (coupling) est un dispositif flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les éventuels 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.</p> <p>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.</p>

• **Générateur et transformateur**

Fonctions	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	<p>Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante).</p> <p>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.</p> <p>Le dispositif de contrôle « Vestas Converter System » (VCS) permet de réguler le fonctionnement du générateur.</p> <p>Le refroidissement du générateur est effectué par un système de circulation forcée d'air.</p> <p>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.</p>

• **Système d'accès**

L'accès à l'intérieur d'une 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 une éolienne.

1.1.2.4 **Éléments de sécurité d'une installation**

■ **Système de freinage**

Les éoliennes sont équipées de nombreux équipements et accessoires pour assurer la sécurité des personnes et des turbines et assurer un fonctionnement continu.

Si certains paramètres concernant la sécurité de la turbine sont dépassés, le générateur est 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 des éoliennes ne fait pas l'objet d'une présence permanente sur site, mis à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement du parc éolien est entièrement automatisé et contrôlé à distance depuis le centre de maintenance qui s'occupe du parc.

L'exploitation des éoliennes 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, les éoliennes sont équipées 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 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 SCADAS 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.

Dans le cas d'une rupture du réseau de la « fibre optique »

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.

Certification des éoliennes

Les éoliennes sont conformes 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 des aérogénérateurs aux normes en vigueur.

■ Protection contre le risque incendie

Système de détection et d'alarme

Tous les composants mécaniques et électriques de l'éolienne dans lesquels un incendie peut 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 entraîne 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

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

Procédure d'urgence en cas d'incendie

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

Un plan d'évacuation permet au personnel d'évacuer l'éolienne en cas d'incendie. Le personnel dispose également d'une procédure d'urgence pour donner l'alerte vers les services de secours en cas d'incendie et est 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.

Les éoliennes sont équipées 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 est 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 des éoliennes à la norme précitée.

■ Protection contre la survitesse

Chaque éolienne est 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 est 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 est lancée si la vitesse du vent est supérieure à la vitesse du vent de coupure, en valeur moyennée sur 10 min.

Cependant, pour faire face aux rafales, l'éolienne lance 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 fait pivoter les pales en position drapeau et arrête 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 peuvent se former sur les pales et la nacelle des éoliennes entraînant 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 les éoliennes 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 génère une alarme sur le système de surveillance à distance de l'éolienne (SCADA) et informe l'exploitant de l'événement. Celui-ci stoppe l'éolienne et ne peut 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, les éoliennes sont maintenues 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 respectent les dispositions de la Directive du 17 mai 2006.

Les installations électriques extérieures à l'éolienne sont 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 sont entretenues et maintenues en bon état et 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 aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.

■ Protection contre le risque de fuite de liquide dans la nacelle

Les nacelles des éoliennes sont conçues 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 sont 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 détecte l'anomalie et signale 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 une 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 sont respectées.

■ Certificats des éoliennes

Les éoliennes feront 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 Electrotechnique 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 appliqués pour la construction des éoliennes

1.1.2.6 Stockage de flux et produits dangereux

Les produits utilisés permettront le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur 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, nettoyeurs...) 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 n'est / ne sera stocké dans les aérogénérateurs ou les postes de livraison.

CHAPITRE 2. DESCRIPTION GÉNÉRALE

2.1 Généralités sur le projet

2.1.1 Situation géographique

Le projet consiste en la création d'un parc éolien de 11 éoliennes, d'une puissance unitaire de 5,6 MW dans le département de l'Aisne (02), en région Hauts-de-France, sur la commune d'Ébouleau. Le projet se situe au nord-est du département, au sein d'une triangulation formée par les communes de Marle (au nord-ouest), de Montcornet (au nord-est) et de Sissonne (au sud).



Figure 5. Localisation du projet à l'échelle départementale (Aisne)

2.1.2 Situation administrative

Région	Hauts-de-France
Département	Aisne (02)
Arrondissement	Laon
Intercommunalité	Communauté de communes de la Champagne Picarde
Commune d'implantation des éoliennes et des postes de livraison	Ébouleau (INSEE 02274)

Tableau 2. Situation administrative du projet éolien de la Bacoulette (02)

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 résumé les principales caractéristiques, et la carte qui suit présente la localisation des différentes composantes du projet.

DESCRIPTION DU PROJET	Ferme éolienne composée de 11 aérogénérateurs d'une capacité unitaire de 5,6 MW, soit une capacité totale installée de 61,6 MW. Les éoliennes se situeront sur la commune d'Ébouleau, dans le département de l'Aisne (02).
CALENDRIER DU PROJET	Dès l'obtention de l'autorisation environnementale, une demande de tarif suivant les dispositions du cahier des charges des appels d'offre éoliens et une demande de raccordement auprès du gestionnaire de réseau seront formulées. Le financement sera mis en place avant le début de la phase de construction prévu actuellement pour l'automne de l'année 2024. La phase de construction se déroulera sur une période d'environ 20 mois, la date de réception et de mise en service industrielle de l'ouvrage est donc planifiée pour le premier trimestre de l'année 2026.
FINANCEMENT	L'apport en fond propres sera effectué par l'intermédiaire d'un prêt subordonné consenti par le porteur de projet à la société de projet. Le financement bancaire prendra la forme d'un financement à court terme au cours de la phase de construction, puis sera refinancé par un crédit bancaire à long terme dès le début de la phase d'exploitation. Le risque au cours de la phase de construction est supporté en partie par le porteur de projet. Les lignes de crédit bancaires seront contractées par la société de projet, qui supportera le risque de la phase d'exploitation (financement de projet sans recours).
PHASE DE CONSTRUCTION	La société de projet en tant que de maître d'ouvrage mandatera le porteur de projet comme maître d'œuvre pour la livraison d'un parc éolien clé en main.
PHASE D'EXPLOITATION	Un contrat de maintenance étendu de 20 ans sera conclu entre la société de projet et une filiale d'ENERTRAG, un des porteurs de projet. Ce contrat inclura la maintenance et la gestion technique du parc éolien, ainsi que la gestion des sinistres et les suivis environnementaux.
MODELE FINANCIER	Le modèle financier a été établi pour une durée initiale de 20 ans à compter de la déclaration de mise en service industrielle. Une pré-étude réalisée estime un productible brut annuel de 200 GWh. L'hypothèse de tarif retenu via le système d'appel d'offre se monte à 55 € par MWh. Les hypothèses retenues pour les coûts opérationnels, impôts et service de la dette se basent d'une part sur les retours d'expérience du porteur de projet pour des parcs éoliens similaires et d'autre part sur des données contractuelles spécifiques au projet.

Tableau 3. Fiche technique du projet éolien de la Bacoulette (02)

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

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 11 éoliennes de hauteur maximale de 206 m de hauteur maximale hors-tout représentant une puissance totale maximale installée de 61,6 MW	A = autorisation	6

Tableau 4. Rubrique des installations classées au titre des ICPE

2.2.1 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 les postes de livraison).

Le périmètre d'affichage interceptant les communes concernées est reporté sur la carte figurant en page suivante. Les 21 communes concernées sont les suivantes :

Liste des communes concernées :

AGNICOURT-ET-SEHELLES, AUTREMENCOURT, BOSMONT-SUR-SERRE, BUCY-LES-PIERREPONT, CHAOURSE, CHIVRES-EN-LAONNOIS, CILLY, CLERMONT-LES-FERMES, CUIRIEUX, EBOULEAU, GOUDELANCOURT-LES-PIERREPONT, MACHECOURT, MARLE, MONTIGNY-LE-FRANC, MONTIGNY-SOUS-MARLE, LA NEUVILLE-BOSMONT, PIERREPONT, SAINT-PIERREMONT, TAVAU-ET-PONTSERICOURT, VESLES-ET-CAUMONT, LA VILLE-AUX-BOIS-LES-DIZY.





Projet éolien de la Bacoulette (02)

Demande d'Autorisation Environnementale




Localisation du projet et rayon d'affichage






Aménagements

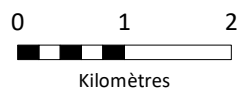
-  Eolienne
-  Poste de livraison
-  Réseau inter-éolien
-  Rayon d'affichage (6 km)

Contexte éolien

-  Eolienne construite
-  Eolienne accordée
-  Projet en instruction

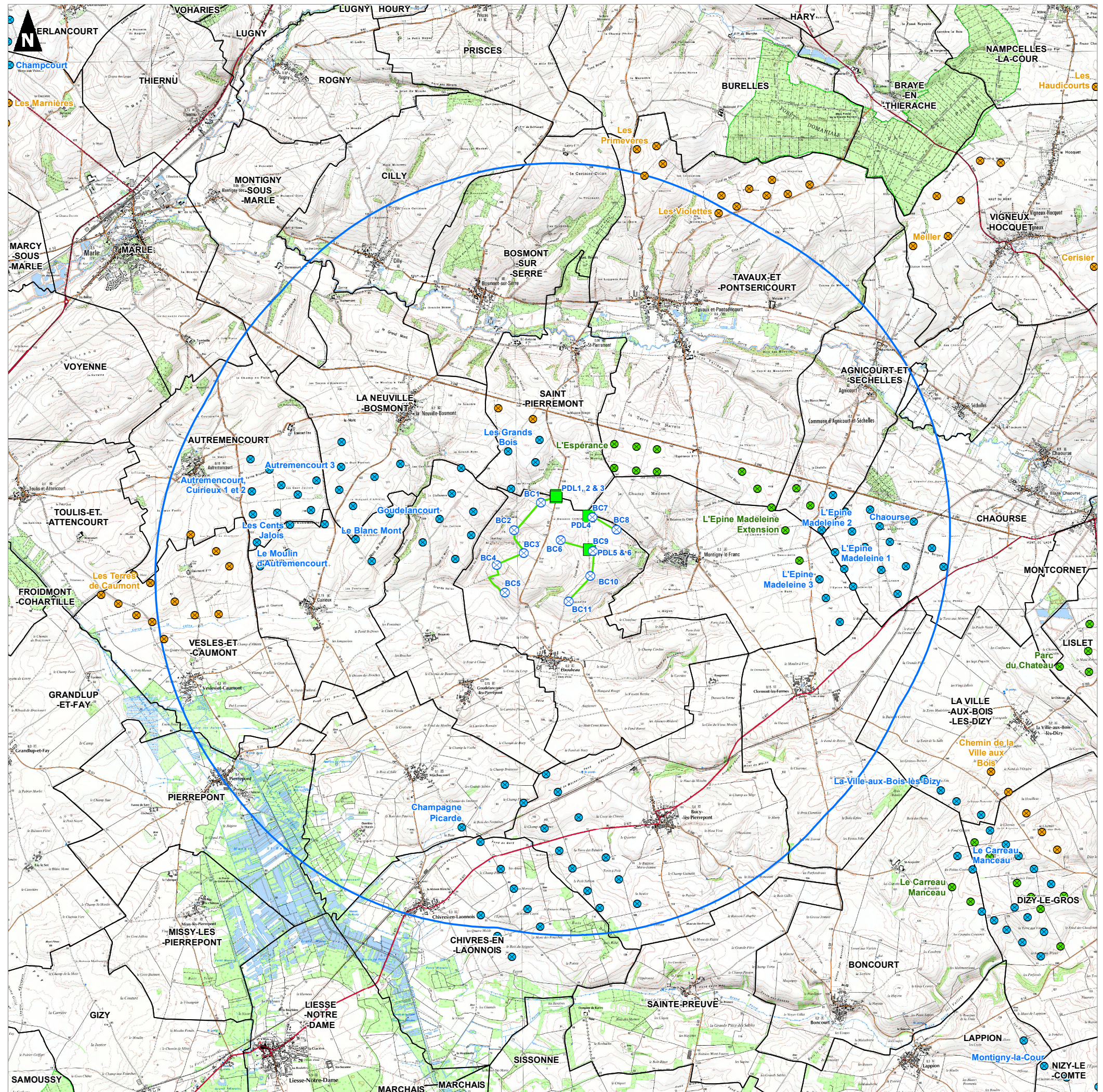
Limites administratives

-  + + + + Frontière
-  - - - - Limite départementale
-  ——— Limite communale



1:50 000

(Pour une impression sur format A2 sans réduction de taille)



CHAPITRE 3. DESCRIPTION DÉTAILLÉE

3.1 Les installations du parc éolien de la Bacoulette

À la date de dépôt du dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DAE), les modèles d'aérogénérateurs qui équiperont le parc éolien de la Bacoulette sont déterminés. Il s'agit de modèles actuellement commercialisés et qui présentent des spécificités techniques adaptés aux caractéristiques du vent et du site :

- **VESTAS V150 – 5,6 MW**, Tour 105 m (pour les éoliennes BC5, BC9, BC10 et BC11) ;
- **VESTAS V162 – 5,6 MW**, Tour 125 m (pour toutes les autres éoliennes).

Eolienne(s)	V150 - 5,6 MW	V162 - 5,6 MW
Puissance nominale (MW)	5,6 MW	5,6 MW
Hauteur de moyeu (m)	105 m	125 m
Hauteur mât + nacelle (m)	103 m	123 m
Hauteur en bout de pale (m)	180 m	206 m
Diamètre maximum à la base (m)	4,3 m	4,95 m
Longueur d'une pale (m)	74 m	79,35 m
Largeur maximale d'une pale (Corde) (m)	4,20 m	4,32 m
Diamètre du rotor (m)	150 m	162 m

Tableau 5. Modèles d'aérogénérateurs retenus

Le parc consiste donc en l'installation de 11 éoliennes neuves d'une puissance nominale maximale de 5,6 MW, soit une puissance totale maximale installée de 61,6 MW.

La production du parc est estimée à environ 200 GWh annuels, soit l'équivalent de la consommation annuelle d'environ 43 000 foyers (chauffage inclus). L'ensemble de l'électricité produite sera injecté sur le réseau EDF.

L'exploitation du parc éolien sera assurée par la société FERME EOLIENNE D'ÉBOULEAU SAS, maître d'ouvrage du projet.

3.1.1 Localisation(s) géo référencée(s)

	Lambert Zone II étendue		Lambert RGF 93		WGS84 d°mm'ss.s''		Altitude NGF Base	Hauteur Totale	Altitude NGF Sommet
BC1	710944.838	2523437.003	762990.261	6955789.830	E 003°52'21,4"	N 49°41'52,9"	129,5	206	335.5
BC2	710466.578	2522936.020	762508.042	6955293.204	E 003°51'57,0"	N 49°41'37,0"	126,2	206	332.2
BC3	710642.979	2522520.726	762680.816	6954876.665	E 003°52'05,4"	N 49°41'23,5"	126,0	206	332.0
BC4	710155.993	2522304.538	762192.291	6954664.736	E 003°51'41,0"	N 49°41'16,8"	119,7	206	325.7
BC5	710310.805	2521813.218	762342.844	6954172.400	E 003°51'48,2"	N 49°41'00,8"	104,1	180	284.1
BC6	711304.014	2522766.399	763343.535	6955116.585	E 003°52'38,6"	N 49°41'31,0"	130,7	206	336.7
BC7	711874.063	2523184.644	763916.786	6955529.745	E 003°53'07,4"	N 49°41'44,2"	137,0	206	343.0
BC8	712306.689	2522964.721	764347.287	6955306.286	E 003°53'28,8"	N 49°41'36,8"	126,1	206	332.1
BC9	711886.860	2522581.286	763924.460	6954926.642	E 003°53'07,5"	N 49°41'24,6"	134,6	180	314.6
BC10	711845.796	2522124.767	763879.550	6954470.747	E 003°53'05,0"	N 49°41'09,9"	129,6	180	309.6
BC11	711458.466	2521663.329	763488.541	6954012.871	E 003°52'45,2"	N 49°40'55,2"	118,6	180	298.6
PDL1	711167.357	2523314.816	763211.610	6955665.830	E 003°52'32,3"	N 49°41'48,8"	131,0		
PDL2	711142.841	2523207.278	763186.197	6955558.565	E 003°52'31,0"	N 49°41'45,3"	131,4		
PDL3	711140.663	2523197.728	763183.939	6955549.039	E 003°52'30,9"	N 49°41'45,0"	131,7		
PDL4	711799.713	2523196.323	763842.580	6955542.047	E 003°53'03,7"	N 49°41'44,6"	138,0		
PDL5	711831.635	2522361.660	763867.406	6954707.617	E 003°53'04,5"	N 49°41'17,6"	135,2		
PDL6	711831.323	2522349.531	763866.991	6954695.498	E 003°53'04,5"	N 49°41'17,2"	135,4		

Tableau 6. Coordonnées des 11 éoliennes et des 6 postes de livraison

3.1.2 Localisation(s) cadastrale(s)

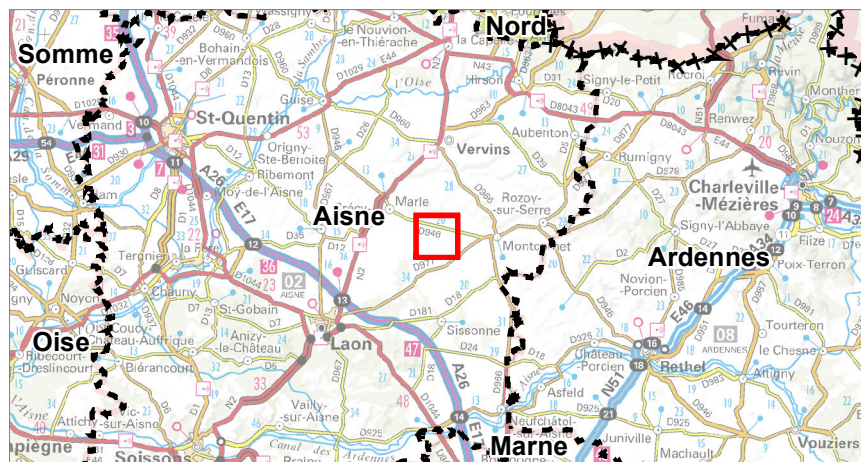
	Commune	Parcelle	Lieu-dit	Surface de la parcelle	Survol des pâles	Plateforme de montage	Voirie définitive	Voirie existantes à renforcer	Voirie temporaire	Cconstructions (Fondation)
Eolienne BC1 et PDL n°1 ,n°2 et n°3										
Implantation	EBOULEAU	ZC	56	Le patrimoine	29060	11889	1610	930		657
Survol et PDL n°1 à n°3	EBOULEAU	ZC	57	Le patrimoine	58500	7511	202		1141	78
Survol	EBOULEAU	ZC	16	Le Grand Riez	42600	1047				
Survol	EBOULEAU	ZC	11	Le Grand Riez	62720	420				
Eolienne BC2 :										
Implantation	EBOULEAU	ZC	60	Au dessus de la Bacoulette	120600	20880	1610	924		657
Accès	EBOULEAU	ZC	38	La carrière Toussaint	14270			10		
Accès	EBOULEAU			Chemin Rural dit de la Bacoulette				2797		
Eolienne BC3 :										
Implantation	EBOULEAU	ZB	15	Le Cerisier	150150	14527	1872		82	657
Survol	EBOULEAU	ZC	35	Le Cerisier	24350	5411			1131	
Survol	EBOULEAU			Chemin Rural dit de la Bacoulette		928				
Accès	EBOULEAU	ZC	34	La bacoulette	21230				122	
Accès	EBOULEAU			Chemin départemental n°60					141	
Eolienne BC4 :										
Implantation	EBOULEAU	ZB	34	Au dessus du Jardin Rond	22510	9843	1610	674	618	657
Survol	EBOULEAU	ZB	33	Au dessus du Jardin Rond	17470	6069			454	
Survol	EBOULEAU	ZB	35	Au dessus du Jardin Rond	36130	4935				
Survol	EBOULEAU			Chemin Rural dit de Pierrepont				1079		
Accès	EBOULEAU	ZB	32	Au dessus du Jardin Rond	26630				87	
Accès	EBOULEAU	ZB	31	L'ecart	14890				911	
Accès	EBOULEAU	ZB	30	L'ecart	13170				91	

	Commune	Parcelle		Lieu-dit	Surface de la parcelle	Survol des pâles	Plateforme de montage	Voirie définitive	Voirie existantes à renforcer	Voirie temporaire	Constructions (Fondation)
Eolienne BC5 :											
Implantation	EBOULEAU	ZB	28	L'écart	22250	17012	1853	463		116	657
Survol	EBOULEAU	ZB	25	L'écart	31500	835				260	
Survol	EBOULEAU	Chemin Rural dit de la Neuville				298			3609		
Accès	EBOULEAU	ZB	26	L'écart	9330					950	
Eolienne BC6 :											
Implantation	EBOULEAU	ZD	6	Le petit terroir	133490	11650	388	627		1114	119
Implantation	EBOULEAU	ZD	5	Le petit terroir	42190	3193	1202	443			538
Eolienne BC7 et PDL n°4											
Implantation et PDL n°4	EBOULEAU	ZE	40	Le chemin de Montigny à Marles	122040	20727	2436			1100	683
Survol	EBOULEAU	Chemin Rural dit de la Montagne Blanche				140			14561		
Eolienne BC8 :											
Implantation	EBOULEAU	ZE	40	Le chemin de Montigny à Marle	122040	15538	1950	0			657
Survol	EBOULEAU	ZE	4	Le chemin de Montigny à Marle	27290	4174					
Survol	EBOULEAU	Chemin Rural dit de Marle à Montigny				1155			2824		
Eolienne BC9 et PDL n°5 e n°6											
Implantation et PDL 5-6	EBOULEAU	ZE	33	Au dessus du bois de Haillon	21010	5931	2186			56	709
Survol	EBOULEAU	ZE	34	Au dessus du bois de Haillon	36510	6565	30				
Survol	EBOULEAU	ZE	32	Au dessus du bois de Haillon	102540	5335				116	
Survol	EBOULEAU	Chemin Rural dit de la Montagne Blanche				276					




	Commune	Parcelle		Lieu-dit	Surface de la parcelle	Survol des pâles	Plateforme de montage	Voirie définitive	Voirie existantes à renforcer	Voirie temporaire	Cconstructions (Fondation)
Eolienne BC10											
Implantation	EBOULEAU	ZH	37	L'épinette	4478	4278	1500	316			657
Survol	EBOULEAU	ZH	38	L'épinette	15542	1449					
Survol	EBOULEAU	ZE	31	L'épinette	61160	709		94			
Survol	EBOULEAU	ZE	30	L'épinette	19850	5006					
Survol	EBOULEAU	ZH	30	L'épinette	44850	5612					
Survol	EBOULEAU	Chemin Rural dit de l'épinette					924			404	
Survol	EBOULEAU	Chemin Rural dit de la Montagne Blanche					153				
Eolienne BC11 :											
Implantation	EBOULEAU	ZH	21	La Montagne Blanche	53180	18146	1610	125		1122	657
Accès	EBOULEAU	ZH	28	La Montagne Blanche	45539					1305	
Total						218744	18247	4606	24870	11321	7383

Tableau 7. Tableau récapitulatif de propriétés




Carte de situation






Aménagements

-  Eolienne projetée
-  Poste de livraison
-  Réseau inter-éolien

Contexte éolien

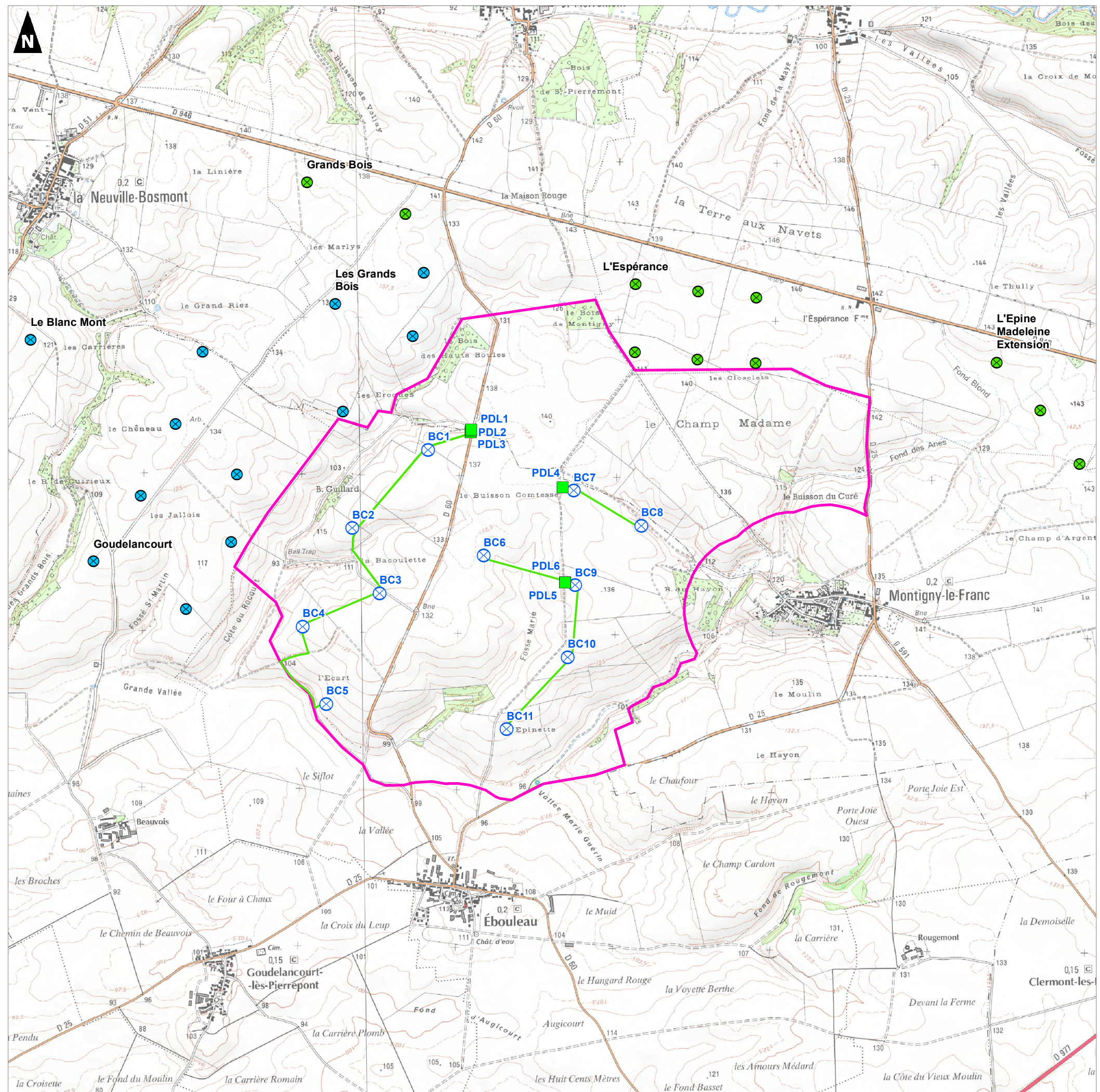
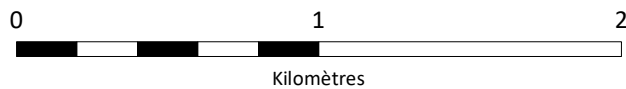
-  Eolienne construite
-  Eolienne accordée
-  Eolienne en instruction

Limites administratives

-  +++ Frontière
-  — Limite communale
-  - - - Limite départementale

Aires d'étude

-  Zone d'Implantation Potentielle (ZIP)



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 fixé à l'article 3 de 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.

Au niveau de la zone de l'habitation, il est précisé que :

« L'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de : 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 [...] »

Au niveau de l'éolienne, cet arrêté précise par ailleurs que « cette distance est mesurée à partir 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 :

- Distance de plus de 850 m entre l'éolienne BC11 et Ebouleau, au sud ;
- Distance de plus de 900 m entre l'éolienne BC8 et Montigny-le-Franc, à l'est ;
- Distance de plus de 1 100 m entre l'éolienne BC5 et Ebouleau, au sud-est ;
- Distance de plus de 1 100 m entre l'éolienne BC9 et Montigny-le-Franc, à l'est ;
- Distance de plus de 1 200 m entre l'éolienne BC10 et Montigny-le-Franc, à l'est ;
- Distance de plus de 1 400 m entre l'éolienne BC5 et le hameau « Beauvois » (Goudelancourt-lès-Pierrepont) au sud-ouest.

3.2.1.2 Commune soumise au Règlement National d'Urbanisme (RNU)

La commune concernée par les futures implantations (11 éoliennes et 6 postes de livraison) ne dispose pas de document d'urbanisme et est donc soumise au RNU (Règlement National d'Urbanisme).

NB : Dans les communes non dotées d'un document d'urbanisme, les règles de constructibilité limitée s'appliquent (interdiction de construire en dehors des parties déjà urbanisées). Les éoliennes, parce qu'elles sont considérées comme des équipements collectifs, peuvent être autorisées en dehors des parties actuellement urbanisées de la commune.

Aucune restriction n'est identifiée au niveau des règles d'urbanisme, qui sont donc compatibles avec le projet éolien de la Bacoulette (carte ci-après).

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	Précisions	
Constructions Art. 3	Habitations ou zones destinées à l'habitation	500 m	Conforme	Cf. étude d'impact § 7.3	
	Installation nucléaire ICPE type SEVESO	300 m	Conforme	Cf. étude d'impact § 7.3	
Radars Art. 4	Météo France (ARAMIS)	Bande de fréquence C	Conforme	Cf. étude d'impact § 7.3	
		Bande de fréquence S			
		Bande de fréquence X			
	Aviation civile	Radar primaire	30 km	Conforme	Cf. étude d'impact § 7.3
		Radar secondaire	16 km		
		VOR	15 km		
Des ports	Portuaire	20 km	Conforme	La ZIP est située à plus de 20 km des côtes.	
	Centre régional de surveillance et de sauvetage	10 km			
Equipements militaires Art.4	Zone aérienne de défense	-	Conforme	Cf. étude d'impact § 7.3	
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	Cf. étude d'impact § 7.3	
Champ magnétique Art. 6	Exposition des habitations à un champ magnétique (CM) inférieur à 100µT à 50-60 Hz	-	-	Cf. étude d'impact § 7.3	

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

Urbanisme

Implantation

- ⊗ Eolienne projetée

Contexte éolien

- ⊗ Eolienne construite
- ⊗ Eolienne accordée
- ⊗ Eolienne en instruction

Aires d'étude

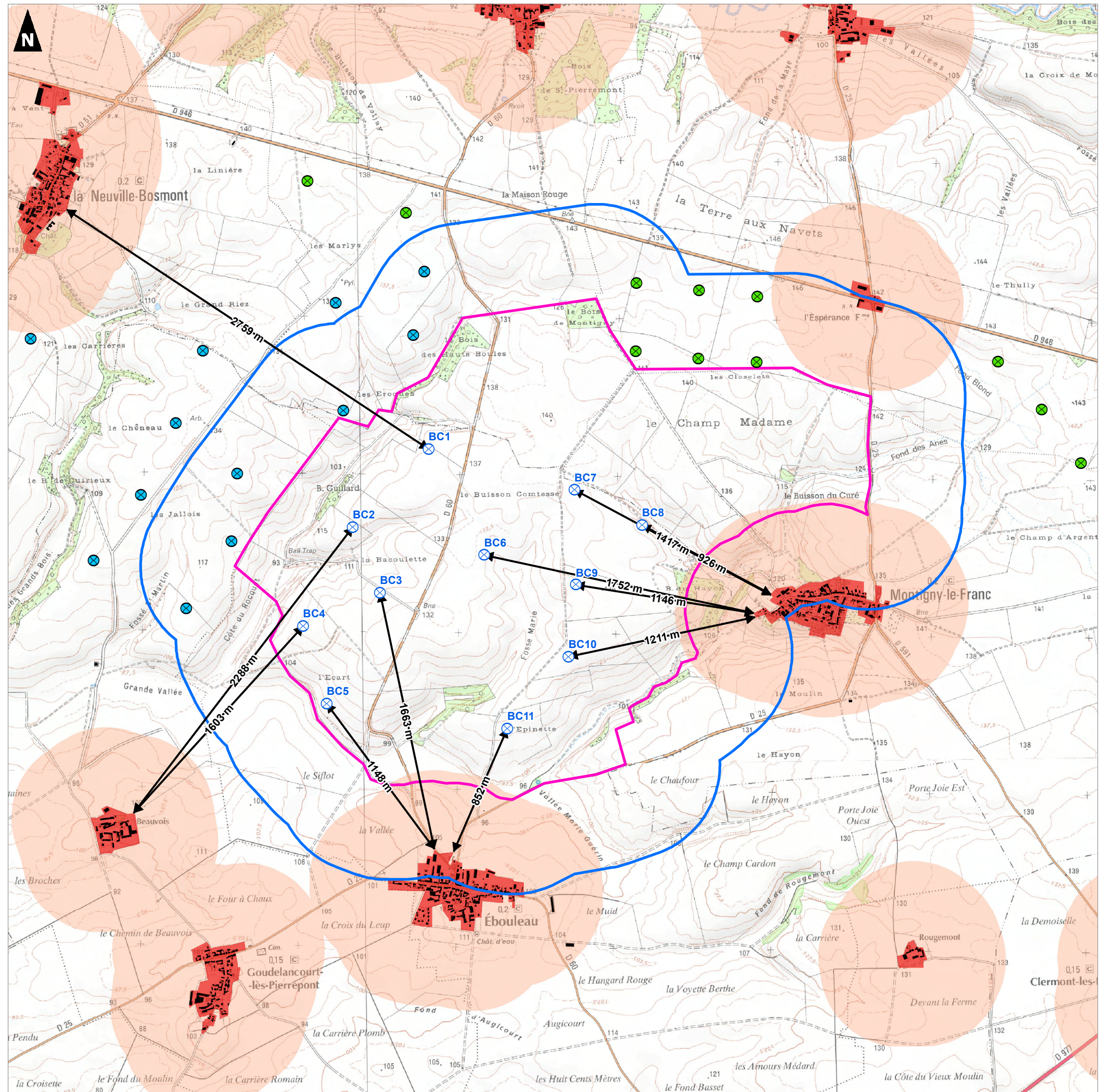
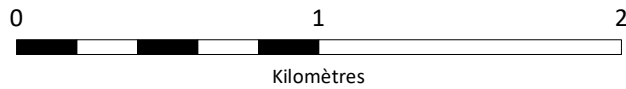
- Zone d'Implantation Potentielle (ZIP)
- Aire d'étude immédiate (600 m)

Limites administratives

- Limite communale

Urbanisme

- Bâti
- Zone d'habitat ou à vocation d'habitat
- Recul réglementaire de 500 m



3.3 Description des installations

3.3.1 Installations permanentes

3.3.1.1 Eoliennes

Le parc consiste donc en l'installation de 11 éoliennes neuves d'une puissance nominale maximale de 5,6 MW, soit une puissance totale maximale installée de 61,6 MW.

Les caractéristiques (nature et volume des activités) du projet éolien de la Bacoulette sont présentées dans le tableau suivant.

Eolienne(s)	V150 - 5,6 MW	V162 - 5,6 MW
Puissance nominale (MW)	5,6 MW	5,6 MW
Hauteur de moyeu (m)	105 m	125 m
Hauteur mât + nacelle (m)	103 m	123 m
Hauteur en bout de pale (m)	180 m	206 m
Diamètre maximum à la base (m)	4,3 m	4,95 m
Longueur d'une pale (m)	74 m	79,35 m
Largeur maximale d'une pale (Corde) (m)	4,20 m	4,32 m
Diamètre du rotor (m)	150 m	162 m

Tableau 9. Modèles d'aérogénérateurs retenus

3.3.1.2 Plateformes

L'exploitation des éoliennes suppose la réalisation au pied de chaque éolienne d'une aire de grutage (= plateforme) permettant d'intervenir à tout moment sur les éoliennes.

Chaque plateforme permettra d'accueillir deux grues à différentes étapes de la vie d'un parc éolien. Ses dimensions minimales seront de 1 500 m².

Une plateforme présente en règle générale une pente de 2% dans sa diagonale. Selon la déclivité du terrain naturel, cette contrainte de planéité impose parfois la réalisation de remblais de terres. Ces terres seront généralement issues de l'excavation des fondations.

Durant l'exploitation du parc, ces aires seront conservées en tant que parking pour les opérations de maintenance et pour le démantèlement en fin d'exploitation.

3.3.1.3 Fondations

Une fondation assure la transmission dans le sol des efforts générés par l'éolienne.

Il s'agit en général d'un ouvrage circulaire enterré, d'une vingtaine de mètres de diamètre, en béton armé. Dans la majorité des cas, cet ouvrage reposera à une profondeur voisine de 2 à 3 m.

La cage d'ancrage constitue l'élément de liaison entre l'éolienne et sa fondation. La partie haute de cette cage émergera du massif et comportera une bride sur laquelle sera fixé le mât de l'éolienne. La partie basse sera noyée dans le béton et sera traversée par un maillage dense de ferrailage.

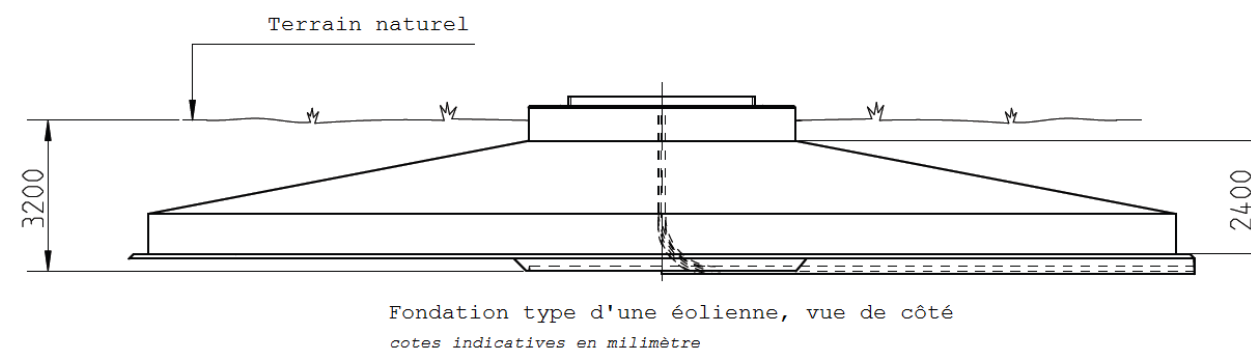


Figure 6. Schéma-type d'une fondation

Le dimensionnement des fondations sera réalisé à partir des conclusions de l'étude des sols du projet (autrement appelé étude(s) géotechnique(s)) et de la descente de charges issue des éoliennes. Ces charges varieront selon la puissance de la machine, le diamètre du rotor, la hauteur du mât et la classe de vent retenu pour le site.

L'étude de dimensionnement des fondations visera à déterminer les caractéristiques géométriques de l'ouvrage et à définir la liste des aciers qui constitueront le ferrailage.

Les éoliennes transmettent des efforts dynamiques à leur ouvrage de fondation. Les vérifications porteront également sur la tenue des matériaux aux phénomènes de fatigue.

Les caractéristiques mécaniques du sol d'assise des fondations pourront se révéler insuffisantes pour supporter les charges transmises par les éoliennes. Dans ce cas, on procèdera à son renforcement par l'emploi de techniques dites de « fondations spéciales » très bien maîtrisées (remblais de substitution, inclusions souples ou rigides, etc.).

3.3.1.4 Chemins d'accès

Les chemins d'accès du site seront dimensionnés pour des engins de fort tonnage, ils seront donc adaptés aux véhicules du Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS). Ces accès seront entretenus.

Par ailleurs, au sein du site lui-même il sera nécessaire d'aménager une desserte pour chaque éolienne. **Cette desserte utilisera dans la mesure du possible les chemins existants.**

Durant la phase de construction et de démantèlement, les engins emprunteront ces chemins pour acheminer les éléments constituant les éoliennes et leurs annexes.

Durant la phase d'exploitation, les chemins seront utilisés par des véhicules légers (maintenance régulière) ou par des engins permettant d'importantes opérations de maintenance (ex : changement de pale).

■ Structures des voies d'accès

La voirie sera globalement plane afin de faciliter l'accès des convois exceptionnels car la garde au sol de certains véhicules sera très limitée. Le profil en long des voies d'accès suivra au maximum celui du terrain naturel afin de ne pas perturber l'écoulement des eaux de ruissellement. La pente longitudinale des voies sera cependant limitée à 10%. La pente transversale sera, quant à elle, généralement de 2%.

■ Virages

Afin que les camions de transport des composants des éoliennes puissent manœuvrer, il sera nécessaire que les virages respectent un certain rayon de courbure, calculé selon le type d'éolienne retenu. Par ailleurs, l'intérieur du virage sera dégagé d'obstacles sur un rayon légèrement plus important (des adaptations peuvent être effectuées selon la configuration du terrain).

3.3.1.5 Réseau électrique et postes de livraison

Les éoliennes produiront un courant alternatif. Afin de pouvoir délivrer cette production sur le réseau national d'électricité, cette tension sera élevée à 20 000 volts et chaque éolienne sera ainsi équipée d'un transformateur. Le transformateur se trouve généralement au pied du mât à l'intérieur de l'éolienne, ce qui évite toute emprise au sol supplémentaire.

■ Réseaux inter-éolien(nes)

Les éoliennes seront reliées entre elles et aux postes de livraison par un ensemble de câbles souterrains (câblage inter éolien) **suivant au mieux le tracé des chemins d'accès afin de limiter l'impact environnemental.**

Les câbles seront enterrés à profondeur d'enfouissement de 80 cm. La position des conducteurs variera selon le nombre de circuits présents dans la tranchée. Sous cultures et fossés, les câbles seront le plus souvent protégés par un géotextile ou à enterrabilité directe ; en croisement de voie, ils seront bétonnés dans des fourreaux. Une protection mécanique ainsi qu'un grillage avertisseur seront installés entre les câbles et la surface.

Dans la tranchée, des câbles HTA (tension 20 000 V) permettront l'acheminement de l'énergie produite par les aérogénérateurs jusqu'aux postes de livraison, un câble de fibre optique permettra une communication entre tous les aérogénérateurs et le(s) poste(s) de contrôle.

■ Postes de livraison

Les postes de livraison auront pour fonction de centraliser l'énergie produite par les éoliennes du parc, avant de l'acheminer vers le poste source du réseau électrique national. Cela constituera la limite entre le réseau inter-éolien (raccordement interne - privé) et le réseau public de distribution (raccordement externe - public).

Les PDL n°1, n°2 et n°3 seront situés à l'entrée du parc éolien, le long du chemin départemental n°60 et au croisement avec le chemin rural dit de la Neuville. Le PDL n°4 se situera à proximité de l'éolienne BC4 et les postes n°5 et n°6 seront situés dos à dos à proximité de BC9. Les constructions se trouveront à 3 m des limites parcellaires. Les dimensions représenteront une surface d'emprise au sol d'environ 26 m² par poste.

Le corps constructif sera posé sur un fond de fouille en lit de sable. 3 portes d'accès seront disposées sur la face avant. Les portes et ventilations seront réalisées en tôle d'acier galvanisé revêtu d'un traitement de dégraissage et phosphatation amorphe en deux couches de laque polyuréthane souple. La texture des murs extérieurs sera le crépi couleur blanc cassé ordinaire couleur RAL 1015, le toit plat à rebord en larmier simple, les huisseries des portes et ouvertures d'aération en acier de la même couleur.

Chaque poste de livraison abrite les cellules de protection, de départ et d'arrivée destinées à l'injection de l'énergie produite vers le réseau public de distribution. Chaque poste de livraison peut abriter un filtre 175 Hz destiné à atténuer la perturbation du parc éolien sur les signaux tarifaires du gestionnaire du réseau public de distribution. Chaque poste sera conforme aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Les installations seront entretenues et maintenues en bon état.

Les postes de livraison et le câblage inter-éolien feront l'objet d'une vérification initiale par un organisme indépendant avant la mise en service industrielle afin d'obtenir l'attestation de conformité délivrée par le Comité National pour la Sécurité des Usagers de l'Électricité (CONSUEL). L'attestation de conformité garantira que chaque installation en aval du point de livraison (PDL et liaison inter-éolien) est réalisée selon les règles de sécurité en vigueur. L'attestation de conformité sera établie par l'installateur et visée par le seul organisme accrédité à ce jour, « CONSUEL ».

Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur seront entretenues en bon état et contrôlées ensuite régulièrement 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 aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé. Suite au rapport de l'organisme de contrôle, l'exploitant mettra en place des actions correctives permettant de résoudre les points soulevés le cas échéant.

■ Raccordement externe

Le choix du tracé ainsi que celui du poste source sera fait par le gestionnaire local du réseau électrique de distribution (ENEDIS ou régie locale d'électricité), et le porteur de projet ne peut donc pas encore s'y engager. En effet, la société de projet sera en charge de la maîtrise d'ouvrage du raccordement interne, soit du parc éolien jusqu'aux postes de livraison.

Quant au raccordement depuis ces postes de livraison et jusqu'au poste source (dit « raccordement externe »), il sera réalisé par le gestionnaire local du réseau électrique de distribution, généralement au niveau des accotements des voiries publiques existantes.

Ainsi, les deux raccordements seront dissociés l'un de l'autre.

Le poste pressenti à ce jour est celui de Lislet 2.

3.4 Description de la phase « Construction »

Le déroulement du chantier pour la construction d'un parc éolien est une succession d'étapes importantes. Elles se succèdent dans un ordre bien précis, déterminées de concert entre le porteur de projet, les exploitants et/ou propriétaires des terrains et les opérateurs de l'installation.

3.4.1 Terrassement et travaux associés

3.4.1.1 Cheminement et voies d'accès à l'intérieur du parc éolien

Les chemins auront une largeur de 4,5 mètres pendant la phase de chantier et d'exploitation du parc éolien.

3.4.1.2 Structures des voies d'accès

La terre végétale sera préalablement décapée sur une profondeur de 30 cm environ, puis stockée sur le site en vue de son réemploi lors de la phase de remise en état du parc après travaux. Le sol situé au droit de l'emprise de la voie d'accès sera ensuite décaissé sur une profondeur supplémentaire variant de 20 à 50 cm. Cette profondeur dépendra des caractéristiques mécaniques du terrain en place. La zone ainsi décaissée sera ensuite comblée avec des matériaux granulaires compactés issus de carrière (grave non traitée de type 0/60 ou équivalent). Enfin, une couche de roulement constituée de matériaux présentant une granulométrie plus fine (0/31.5 ou équivalent) sera déposée en surface afin de faciliter la circulation des convois.

L'épaisseur de la couche de matériaux granulaires pourra être limitée par l'emploi d'une technique de traitement des sols en place aux liants hydrauliques. Cette technique n'est cependant applicable que pour certains types de sol.

La structure générale est schématisée ci-après :

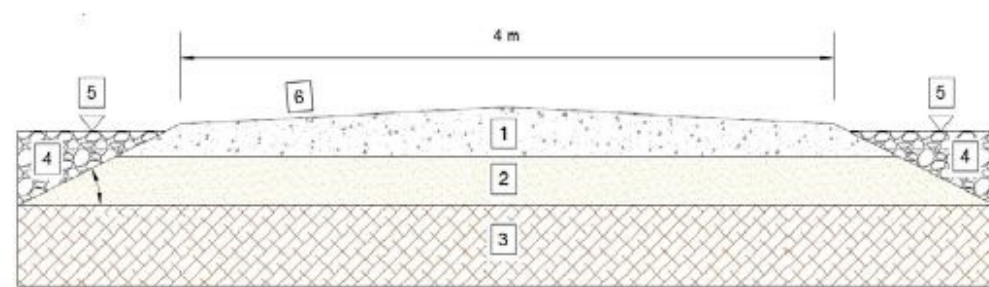


Fig. 17 Schematic structure of access roads

- 1 Base layer compacted, gravel: 15-30 cm
- 2 Bed compacted, 30 - 100 cm
- 3 Stable ground
- 4 Embankment 1:2
- 5 Ground level
- 6 Camber $\leq 2\%$

Figure 7. Exemple de structure des voies d'accès

3.4.1.3 Installation des plateformes

■ Aire(s) de grutage

Le processus de construction des plateformes de grutage est analogue à celui des voies d'accès. L'épaisseur de la couche de matériaux granulaires sera cependant plus importante afin de garantir la stabilité de la grue de montage des éoliennes.

On a vu précédemment que les plateformes de grutage devaient répondre à des contraintes de planéité très strictes. Les plateformes de grutage seront néanmoins conçues de façon à permettre l'écoulement naturel des eaux de ruissellement. Le cas échéant, des cunettes seront aménagées à leur périphérie afin de collecter les eaux et de les diriger vers l'exutoire le plus proche. **Le bon état d'usage des plateformes sera maintenu pendant toute la durée d'exploitation du parc.**

■ Plateforme(s) de stockage temporaire

Le stockage des composants des éoliennes sur le site nécessitera parfois la construction de plateformes de stockage. La structure de ces plates-formes sera adaptée à leur usage. **Elles seront provisoires et seront donc enlevées à la fin du chantier.**

3.4.1.4 Installation des fondations

Les travaux de construction des fondations commenceront par le décapage de la terre végétale située au droit des emprises.

Cette terre végétale sera provisoirement stockée à proximité pour réemploi lors de la remise en état du site à la fin du chantier.

La fouille de fondation sera ensuite excavée selon les dimensions de l'ouvrage à construire. Les terres d'excavation seront stockées à proximité pour réemploi lors du remblaiement de la fondation. Les terres excédentaires seront réutilisées sur le site pour la réalisation des remblais de plates-formes de grutage ou évacuées vers des lieux de décharge contrôlés.

Les travaux de béton armé s'effectueront selon les règles et les normes d'exécution classiques des ouvrages de génie civil.



Photo 1. Construction d'une fondation

On a précisé précédemment que le dimensionnement des fondations était établi sur la base d'une campagne de reconnaissance géotechnique du site. Cette campagne est généralement réalisée après l'obtention de l'autorisation préfectorale. Ces investigations seront multiples afin de permettre le recoupement des résultats : sondages géologiques à la pelle mécaniques, sondages destructifs profonds (20 à 25 m) avec enregistrement des paramètres de forage, essais « pressiométriques », caractérisation des sols par des essais de laboratoire, etc. Les investigations permettront également d'évaluer le niveau des plus hautes eaux souterraines. Ce paramètre influencera fortement la taille de la fondation.

3.4.2 Installation et mise en service de l'éolienne

3.4.2.1 Transport

La dimension et le poids des éléments constituant une éolienne étant relativement imposants, leur transport nécessite des véhicules adaptés. Des convois exceptionnels seront organisés pour l'acheminement des différents éléments volumineux tels que les pales, les nacelles, les sections des mâts, etc. mais également pour les postes de livraison.

Le transport se fera par camion de transport spécifiquement adapté au transport d'éoliennes ; les voiries d'accès seront dimensionnées afin de résister à un poids d'au moins 13 tonnes par essieu.

La livraison sera échelonnée de manière à ce que les éléments de l'éolienne arrivent sur la zone dans l'ordre requis pour le montage, afin de minimiser les risques de congestion du site et de dérangement des riverains résidant aux alentours de la zone du projet.

Une étude spécifique sera réalisée avant le chantier afin de confirmer le trajet pour l'acheminement des éléments du parc éolien, pour ce qui concerne les manœuvres, les aménagements temporaires éventuels et les escortes par des véhicules légers.

Conformément au Code de la route, à l'arrêté du 4 avril 2011 modifiant l'arrêté du 4 mai 2006, et le décret n° 2011-335 du 28 mars 2011, les déplacements des convois exceptionnels feront l'objet de demandes d'autorisation suivant le formulaire CERFA n°14314*01 et la notice explicative CERFA n°50934#02 après consultation et coordination avec les Préfectures, les Conseils départementaux et les DDT.

Ces demandes d'autorisation, ainsi que la coordination avec les différents services de l'Etat, seront assurées par des cabinets d'étude, d'agencement et d'organisation de transports exceptionnels en collaboration avec les transporteurs.

3.4.2.2 Montage des éoliennes

Le montage sera effectué au moyen d'une grue principale, de 500 à 1 000 tonnes, pour les sections du mât, la nacelle, le moyeu et les pales. Une grue secondaire ou « auxiliaire » de 250 tonnes permettra de contrôler et d'assister au levage des différents éléments.

La grue principale sera transportée sur le site en plusieurs sections pour ensuite être assemblée sur l'aire de grutage.

Le processus de montage d'une éolienne sera le suivant : une fois le mât assemblé, la nacelle sera levée et installée. Le moyeu sera ensuite équipé des trois pales puis ajouté à l'ensemble.

Après le montage, les équipements internes (l'ascenseur, le transformateur, le câblage) seront installés.

3.4.3 Raccordements électriques

La réalisation des tranchées creusées d'une largeur d'environ 50 cm sera effectuée grâce à une pelle mécanique ou une foreuse pour réaliser un fonçage sous une voie. Le choix de la technologie qui sera utilisée pour les travaux de passage de câbles se fera en phase de construction.

3.4.4 Durée de chantier

A titre indicatif, la durée standard d'un tel chantier s'échelonne entre 6 et 12 mois. Le programme détaillé des travaux n'a pas encore été élaboré à cette phase de projet, cependant une planification indicative est fournie ci-après.

- Terrassement (voies d'accès, plateformes de montage) 1 mois ;
- Fondations 2 mois ;
- Génie électrique, réseau souterrain 1 mois ;
- Montage des éoliennes 1 mois ;
- Essais et réglage des éoliennes 1 mois.

Mais cette durée sera découpée en deux phases : la phase préparatoire au montage des éoliennes (création des chemins, des fondations) et la phase de montage des éoliennes et de raccordement.

Après le montage et les raccordements réseaux, une phase de mise en service regroupera différents tests pour valider le bon fonctionnement des machines. Cette planification pourra être affectée par les aléas météorologiques, par des contraintes environnementales ou de force majeure.

3.4.5 Base de vie

La zone de la base-vie sera plane, stabilisée, empierrée, drainée et facilement accessible ; elle sera constituée de bungalows (vestiaires, outillages, bureaux), de sanitaires autonomes, de places de parkings pour les véhicules personnels des intervenants et sera provisoirement desservie par une ligne électrique et une ligne téléphonique.

3.4.6 Main d'œuvre du chantier

3.4.6.1 Moyens humains

Pour la construction, il faudra prévoir :

Phase du chantier	Moyens humains
Création des voies d'accès et des aires stabilisées de montage et de maintenance	16 personnes
Terrassements et fondations	14 personnes
Raccordement électrique	7 personnes
Remise en état du site et des voies d'accès	6 personnes
Montage des éoliennes et mise en service	30 personnes

Tableau 10. Moyens humains pour la construction du parc éolien (11 éoliennes) (source : ENERTRAG)

3.4.6.2 Sécurité et protection des intervenants

Que ce soit lors de la phase de construction ou lors des différentes opérations de maintenance du parc éolien, les tâches réalisées sont très spécifiques (travail en hauteur, manipulation d'éléments imposants, présence d'engins dangereux, travaux électriques...) et la sécurité qui en découle également.

Aussi, conformément à l'arrêté du 22 juin 2020 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, la société FERME EOLIENNE D'EBOULEAU SAS veillera à ce que les entreprises missionnées satisfassent à leurs obligations de formation de leur personnel. Le personnel intervenant sur les éoliennes est formé au poste de travail et informé des risques présentés par l'activité.

Toutes les interventions (montage, maintenance, contrôle) font l'objet de procédures qui définissent les tâches à réaliser, les équipements d'intervention à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accident. Des listes de contrôle sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.

Pour cela, la société FERME EOLIENNE D'EBOULEAU SAS sera accompagnée, lors des phases de travaux (construction et démantèlement), d'un coordinateur SPS (Sécurité et Protection de la Santé) qui a en charge, pendant la durée du chantier, la mise en place et le respect des règles de sécurité et de protection de la santé.

3.4.7 Conditions d'accès au site

Pendant la phase d'aménagement, l'accès au site sera interdit à toutes personnes étrangères au chantier.

Nota : Les agriculteurs pourront tout de même accéder à leurs parcelles avec leurs engins.

3.4.8 Déblais-remblais

Lors de la conception de l'infrastructure du parc, on cherche à atteindre l'équilibre des mouvements de terres de façon à limiter leur évacuation du site. Lorsque cet équilibre ne peut être atteint, les terres en excès sont acheminées vers des lieux de décharge contrôlés.

3.4.9 Traitement des abords

Après les travaux, les déchets seront évacués et le site sera nettoyé afin d'avoir un aperçu visuel du parc le plus lisse possible. Aucune barrière et aucun grillage n'est prévu autour des éoliennes. L'utilisation des chemins d'exploitation restera la même qu'aujourd'hui, c'est-à-dire réservée à l'exploitation agricole des parcelles.

Les chemins d'accès aux éoliennes ainsi que les abords des mâts seront entretenus et maintenus en état de propreté.

3.4.10 Matériel et déchets liés au chantier

3.4.10.1 Matériels nécessaires

Le tableau suivant énumère les matériels qui seront utilisés lors de la phase de construction du parc :

Désignation	Utilisation
La grue principale	De 500 à 1 000 t, c'est la grue qui sert au levage des éléments de l'éolienne
La grue secondaire	Pour un poids d'environ 250 t, elle est utilisée pour le guidage des éléments de l'éolienne
Base de vie	Réfectoire pour les personnes travaillant sur le chantier, bureaux de travail, sanitaires
Bennes	Récupération des déchets
Camions	Transport des éléments de l'éolienne + transport des matériaux de construction (béton, sable, ferrailage...) + transport de matériaux granulaires
Trancheuse avec système pose mécanisé* Foreuse pour la réalisation des fonçages sous les voies pour le passage des câbles*	Creusement des tranchées pour la pose du câble HTA.
Pelles mécaniques	Réalisation des busages
Equipements de protection	Pour garantir la sécurité des employés de chantier.

* Cet appareil n'est pas nécessairement utilisé lors de la construction, la décision concernant la façon d'effectuer les tranchées pour le passage des câbles inter-éoliennes se faisant en phase construction.

Tableau 11. Matériels utilisés en phase construction

Pour la construction, il faudra prévoir :

Phase du chantier	Moyens techniques
Création des voies d'accès et des aires stabilisées de montage et de maintenance	Environ 6 camions pour les matériaux 3 pelles 2 rouleaux 2 chargeuses sur pneus 1 niveleuse (4 500 t de matériaux)
Réseaux électriques et communication	Environ 3 camions 1 trancheuse + 2 pelles sur pneus

Tableau 12. Moyens techniques pour la construction du parc éolien (11 éoliennes) (source : ENERTRAG)

3.4.10.2 Déchets

Les installations du parc généreront des déchets tels que :

- des emballages cartons propres et souillés ;
- des palettes en bois ;
- des emballages en bois propre ;
- des emballages souillés ;
- des bidons utilisés en acier ;
- des chiffons souillés ;
- des chutes de câblage ;
- des eaux sanitaires et déchets ménagers.

Les quantités de déchets produits en phase travaux sont détaillées ultérieurement. Des mesures de traitement seront étudiées afin de valoriser au mieux ces déchets.

3.5 Description de la phase « Exploitation »

3.5.1 Organisation

Le parc éolien bénéficiera en continu d'une supervision réalisée à distance depuis un centre de télésurveillance.

Le parc éolien ne comptera pas de personnel permanent. Toutefois, du personnel sera amené à intervenir sur le parc éolien pour les opérations suivantes :

- Maintenance préventive et corrective ;
 - o Ces interventions programmées seront assurées par le fabricant des éoliennes sélectionnées et par l'installateur des postes de livraison dans le cadre de contrat(s) d'entretien et de maintenance ;
- Opérations de dépannage et d'intervention en cas d'incident à caractère d'urgence nécessitant le déplacement rapide sur site ;
 - o Ces interventions seront réalisées par du ou des personnel(s) de maintenance (journée) ou d'astreinte (nuit, week-end et jours fériés) afin de sécuriser l'installation et de prendre les mesures qui s'imposent.
- Inspections et vérifications d'équipements ;
- Suivi environnemental.

Ces interventions seront programmées plusieurs jours voire plusieurs semaines à l'avance (ex : maintenance préventive, maintenance curative lourde, inspections et vérifications périodiques...), ou déclenchées rapidement, souvent le jour même, suite à la détection d'un défaut sur un aérogénérateur via le système de supervision (SCADA = Supervisory Control And Data Acquisition).

Les effectifs affectés aux opérations seront variables. Ainsi, si les interventions de maintenance curative courantes sur les aérogénérateurs seront effectuées par des équipes de 2 techniciens, les opérations de maintenance curative lourde (remplacement de composants importants, par exemple un multiplicateur ou une pale d'aérogénérateur) mobiliseront des effectifs plus importants, notamment en raison de la mise en œuvre d'appareils de levage. Suivant la nature de l'intervention, les effectifs pourront alors représenter entre 10 et 20 personnes.

3.5.2 Suivi et maintenance

3.5.2.1 Contrôle et suivi

- **Conduite du système**

Les éoliennes sont des équipements de production d'énergie qui sont disposés à l'écart des zones urbanisées et qui ne nécessitent pas de présence permanente de personnel. Hormis certaines opérations qui nécessitent des interventions sur site, les éoliennes sont surveillées et pilotées à distance.

Pour cela, les installations seront équipées d'un système qui permettra le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. Les parcs éoliens sont ainsi reliés à des centres de télésurveillance permettant le diagnostic et l'analyse de leur performance en permanence (énergie produite, puissance délivrée, vitesse du rotor, vitesse et direction du vent, renvoi d'alarmes...), ainsi que certaines actions à distance. Ce dispositif assurera la transmission de l'alerte en temps réel en cas de panne ou de simple dysfonctionnement.

Il permettra également de relancer aussitôt les éoliennes si les paramètres requis sont validés et les alarmes traitées. C'est notamment le cas lors des arrêts de l'éolienne par le système normal de commande (en cas de vent faible, de vent fort, de température extérieure trop élevée ou trop basse, de perte du réseau public...).

Par contre, en cas d'arrêts liés à des déclenchements de capteurs de sécurité (déclenchement du détecteur de survitesse, d'arc ou de température haute, de pression d'huile basse, etc.), une intervention humaine sur l'éolienne sera nécessaire pour examiner l'origine du défaut et acquitter l'alarme avant de pouvoir relancer un démarrage.

Afin d'assurer la sécurité des équipes intervenantes, un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne sera disposé en partie basse de la tour. Ainsi, lors des interventions sur l'éolienne, les opérateurs basculeront ce dispositif sur « commande locale », interdisant ainsi toute action pilotée à distance.

Toute intervention dans le rotor ne sera réalisée qu'après la mise en arrêt de celui-ci. De plus, les dispositifs de sectionnement seront répartis sur l'ensemble de la chaîne électrique afin de pouvoir isoler certaines parties et protéger ainsi le personnel intervenant. Au-delà de certaines vitesses de vent, les interventions sur les équipements ne seront pas autorisées.

La maintenance de l'installation sera réalisée par le constructeur de celle-ci (ou autre prestataire spécialisé) pour le compte de la société FERME EOLIENNE D'ÉBOULEAU SAS.

3.5.2.2 Maintenance préventive planifiée

Conformément à la réglementation¹, l'exploitant disposera d'un manuel d'entretien de l'installation et tiendra à jour un registre dans lequel seront consignées les opérations de maintenance et d'entretien.

¹ Articles 18 et 19 de 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

De plus, trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procédera à un contrôle des aérogénérateurs :

- contrôle des brides de fixation,
- contrôle des brides de mât,
- contrôle de la fixation des pales,
- contrôle visuel du mât.

Selon une périodicité annuelle, l'exploitant procédera à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité :

	Périodicité
Remplacement des filtres des armoires électriques	Tous les ans
Remplacer les filtres des circuits hydrauliques de la machine	Tous les ans
Remplacer les graisses usagées (roulements de pales et génératrice et couronne d'orientation)	Tous les ans
Remplacer les batteries UPS	Tous les 3 ans
Remplacer le ventilateur du convertisseur de fréquence des engrenages d'orientation	Tous les 4 ans uniquement
Remplacement des huiles (calage, orientation)	Tous les 5 ans uniquement
Remplacer le liquide de refroidissement du convertisseur et génératrice	Tous les 7 ans
Remplacer les tuyaux de refroidissement du convertisseur	Tous les 7 ans
Remplacer les tuyaux des circuits hydrauliques	Tous les 10 ans

Tableau 13. Description de l'activité de maintenance

La maintenance, réalisée sur l'ensemble des parcs éoliens, est préventive. Elle contribue à améliorer la fiabilité des équipements (sécurité des tiers et des biens) et la qualité de la production (en l'absence de panne subie).

Cette maintenance préventive se traduira 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. Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fera l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

La société FERME EOLIENNE D'EBOULEAU SAS disposera d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel seront précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation.

Elle tiendra à jour pour chaque installation, un registre dans lequel seront consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

La société FERME EOLIENNE D'EBOULEAU SAS procédera, trois mois après la mise en service, à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât. Puis un nouveau contrôle sera effectué un an après la mise en service industrielle, et après ces contrôles se feront suivant une périodicité qui ne pourra excéder trois ans. Selon une périodicité qui ne pourra excéder un an, la société FERME EOLIENNE D'EBOULEAU SAS procédera également à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.

Ces contrôles feront l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'Inspection des Installations Classées.

L'installation sera conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation.

3.5.2.3 Maintenance curative

Il s'agit des opérations de maintenance réalisées suite à des défaillances de matériels ou d'équipements (remplacement d'un capteur défaillant, ajout de liquide de refroidissement faisant suite à une fuite...).

Ces opérations seront faites à la demande après détection du dysfonctionnement, de façon à rendre l'équipement à nouveau opérationnel.

3.5.3 Matériels et déchets liés à l'exploitation

3.5.3.1 Matériel pour l'entretien

Les produits identifiés seront utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

3.5.3.2 Déchets

Durant la phase d'exploitation, seules les opérations de maintenance seront susceptibles de générer certains déchets tels que :

- les huiles usagées ;
- des emballages plastique/carton ;
- des matériaux souillés ;
- des filtres à huile ;
- les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) ;
- des aérosols, détergents... ;
- des batteries usagées ;
- de la ferraille.

Le constructeur devra répondre à des critères environnementaux de gestions de leurs déchets en phase exploitation. Des moyens de traitement et éventuellement de recyclage seront étudiés pour valoriser au mieux ces déchets.

NB : La société FERME EOLIENNE D'EBOULEAU SAS précise qu'aucun déchet ne sera présent au niveau des éoliennes et/ou plateformes pendant la phase d'exploitation. Les techniciens reprendront les déchets pour être retraités dans leur centre de maintenance situé proche du parc éolien.

Conformément à la réglementation en vigueur relative aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible ne sera stocké dans les aérogénérateurs ou les postes de livraison.

3.6 Description de la phase « Démantèlement »

3.6.1 Etapes du démantèlement

1	Installation du chantier	Mise en place du panneau de chantier, des dispositifs de sécurité, du balisage de chantier autour des éoliennes et de la mobilisation, localisation et démobilité de la zone de travail.
2	Découplage du parc	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 ou une régie locale d'électricité ne souhaiterait pas conserver ce réseau.
3	Démontage des éoliennes	Procédure inverse au montage. Réutilisation, recyclage, valorisation ou à défaut élimination dans les filières dûment autorisées à cet effet.
4	Démantèlement des fondations	Excavation de la totalité des fondations jusqu'à la base de leur semelle, à l'exception des éventuels pieux. Les fondations excavées seront remplacées par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation.
5	Retrait des postes de livraison	Recyclage, valorisation ou à défaut élimination dans les filières dûment autorisées à cet effet.
6	Remise en état du site	Retrait des grues, du système de parafoudre et des câbles électriques enfouis près de chaque éolienne (rayon de 10 m autour de chacune et des postes de livraison) et réaménagement de la piste. Retrait des chemins d'exploitation selon la volonté des propriétaires des terrains.

Tableau 14. Les étapes du démantèlement

3.6.2 Conditions de remise en état du site

Les éoliennes sont classées au titre des ICPE par l'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.

La phase de démantèlement est à ce jour réglementée par l'arrêté du 22 juin 2020 portant modification des prescriptions relatives 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.

La société FERME EOLIENNE D'EBOULEAU SAS s'engage à respecter les modalités de remise en état des terrains en fin d'exploitation selon les textes en vigueur. Le pétitionnaire respectera à la fois les conditions particulières de démantèlement présentes dans les promesses de bail qu'il a signées avec les différents propriétaires des terrains, les avis des dits propriétaires formulés et les conditions du dernier arrêté paru en date du 22 juin 2020 et applicable depuis le 1^{er} juillet 2020.

L'excavation des fondations sera faite en totalité jusqu'à la base de leur semelle (sauf dérogation particulière du préfet : profondeur minimale de 1 mètre compte tenu du fait que les terrains sont utilisés pour un usage agricole) et les fondations excavées seront remplacées par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation.

Les conditions de remise en état du site sont présentées en détail dans le cahier n°7 du dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DAE).

3.6.3 Recyclage des matières

Seront identifiés, dans un premier temps, les différents types de déchets, puis dans un second temps leurs destinations une fois que l'éolienne sera démontée.

Les éoliennes seront essentiellement composées de fibres de verre et d'acier. En réalité la composition d'une éolienne est plus complexe et d'autres composants interviennent tel le cuivre ou l'aluminium.

Les paragraphes suivants analysent les différents matériaux récupérables et /ou valorisables d'une éolienne.

3.6.3.1 Identification des types de déchets

- Pales

Le poids des trois pales atteint plus de 10 tonnes et celui du hub plus de 30 tonnes (avec le système d'attache au camion de transport). Les pales sont constituées de composites de résine, de fibres de verre et/ou de carbone. Ces matériaux pourront être broyés pour faciliter le recyclage.

- Nacelle

Le poids total de la nacelle est de plus de 60 tonnes (avec système de transport). Différents matériaux composent ces éléments : de la ferraille d'acier, de cuivre et différents composites de résine et de fibre de verre. Ces matériaux seront facilement recyclables.

• Tour / Mat

Le poids du mât est principalement fonction de sa hauteur. En ce qui concerne les éoliennes pressenties, leur poids est de quasi 200 tonnes, voire plus. Le mât est principalement composé d'acier qui sera facilement recyclable. Des échelles sont souvent présentes à l'intérieur du mât. De la ferraille d'aluminium sera récupérée pour être recyclée.

• Transformateur et installations de distribution électrique

Chacun de ces éléments sera récupéré et évacué conformément à l'ordonnance sur les déchets électroniques.

• Fondation

La fondation sera détruite en totalité jusqu'à la base de la semelle (sauf dérogation particulière du préfet). Par conséquent du béton armé sera récupéré. L'acier sera séparé des fragments et des caillasses.

3.6.3.2 Identification des voies de recyclage et/ou de valorisation

Dans un contexte d'augmentation de la demande en matières premières et de l'appauvrissement des ressources, le recyclage des matériaux prendra d'autant plus sa part dans le marché des échanges.

L'arrêté du 22 juin 2020 portant modification des prescriptions relatives 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 prévoit que **les déchets de démolition et de démantèlement seront 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 seront excavées, ou 85% lorsque l'excavation des fondations fait l'objet d'une dérogation, devront être réutilisés ou recyclés.

- Au 1er juillet 2022, au minimum, 35% de la masse des rotors devront être réutilisés ou recyclés.

- Les aérogénérateurs dont le dossier d'autorisation complet sera 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, devront 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.

• Fibre de verre

Actuellement, ces matériaux sont, en majorité, mis en décharge avec un coût en forte augmentation et une menace d'interdiction d'enfouissement pour les déchets considérés comme non « ultimes ». Mais des groupes de recherche ont orienté leurs études sur la valorisation de ces matériaux. Un certain nombre de solutions sont aujourd'hui à l'étude :

- la voie thermique et thermochimique permettant par exemple des co-combustions en cimenterie ou la création de revêtement routier ;
- la création de nouveaux matériaux. Ainsi, un nouveau matériau à base de polypropylène recyclé et de broyats de déchets composites a été développé par Plastic Omnium pour la fabrication de pièces automobiles, en mélange avec de la matière vierge. L'entreprise MCR développe également de nouveaux produits contenant une forte proportion de matière recyclée (60%). Ces nouveaux matériaux présentent une forte résistance aux impacts et aux rayures et peuvent notamment trouver des applications dans le secteur du bâtiment et des sanitaires.

• Acier

Mélange de fer et de coke (charbon) chauffé à près de 1600°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, une tonne de minerai de fer est économisée.

L'acier se recycle à 100% et à l'infini.

• Cuivre

Le cuivre est le métal le plus recyclé au monde. En effet, il participe à la composition des éléments de haute-technologie (ordinateurs, téléphones portables, ...). En 2006, le coût d'une tonne de cuivre a progressé de plus de 75%. 35% des besoins mondiaux sont aujourd'hui assurés par le recyclage de déchets contenant du cuivre (robinetterie, appareils ménagers, matériel informatique et électronique...). Cette part atteint même 45% en Europe, selon International Copper Study Group (ICSG). Ce métal est recyclé et réutilisé facilement sans aucune perte de qualité ni de performance, explique le Centre d'Information du Cuivre. Il n'existe en effet aucune différence entre le métal recyclé et le métal issu de l'extraction minière.

• 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, ...