

CHAPITRE 4. CARACTERISTIQUE DU PROJET ET ORGANISATION DES TRAVAUX

Le présent projet prévoit l'implantation de 8 éoliennes fournissant une puissance électrique de 4,2 MW chacune, soit un parc éolien offrant une puissance nominale de 33,6 MW. Ce parc éolien est composé :

- de voies d'accès,
- d'aires d'évolution des engins de montage et de maintenance,
- d'éoliennes (fondation, mât, nacelle),
- d'un réseau d'évacuation de l'électricité,
- d'un poste de livraison (local technique).

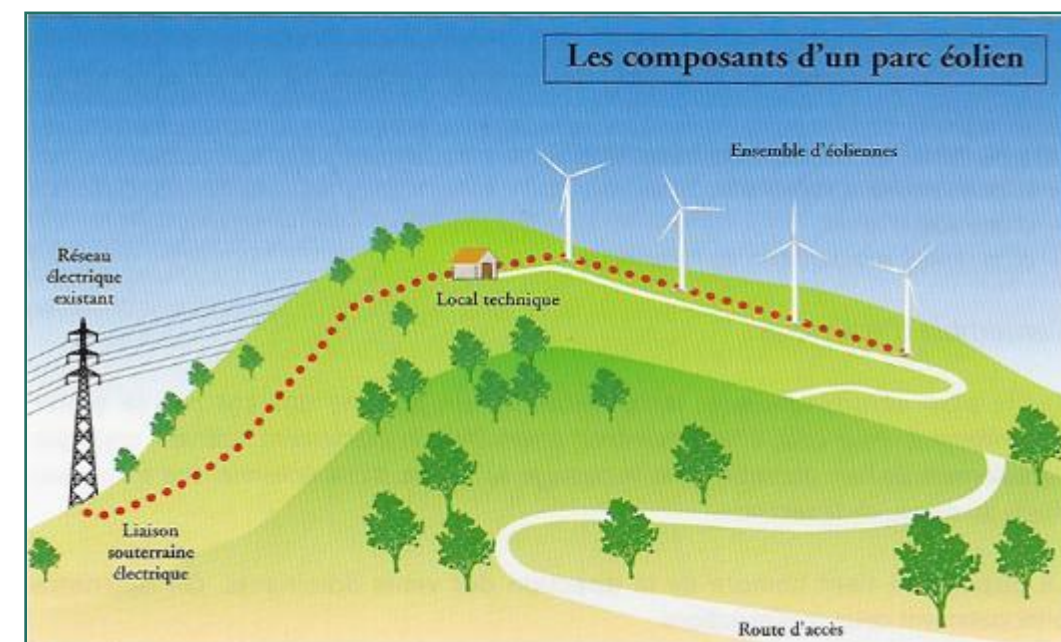


Figure 62 : Les composants d'un parc éolien

4.1. CARACTERISTIQUES D'UN PROJET EOLIEN

4.1.1. EOLIENNES

Principe de fonctionnement

Une éolienne, ou aérogénérateur, permet de transformer l'énergie cinétique du vent en énergie électrique, en créant un mouvement rotatif qui actionne une génératrice électrique.

Dès que le vent atteint une vitesse de l'ordre de 3 mètres par seconde, c'est-à-dire des vents très faibles, les pales se mettent en mouvement par la seule force du vent. Elles entraînent dans leur mouvement le multiplicateur et la génératrice électrique qui produit alors un courant électrique alternatif, dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent. En effet, quand la vitesse du vent augmente, la portance exercée sur le rotor (axe portant les pales) s'accroît et la puissance délivrée par la génératrice augmente. Toutefois, pour des vitesses de vent supérieures à 48 Km/h, l'éolienne fournit sa puissance maximale.

Un anémomètre, servant à mesurer la vitesse du vent et une girouette, identifiant la direction du vent commandent en permanence le fonctionnement de l'éolienne, de sorte que celle-ci soit toujours orientée face au vent. De plus, l'anémomètre joue également un rôle sécuritaire. En effet, lorsqu'il mesure un vent trop fort (au-delà de 97 Km/h), un mécanisme interne permet d'interrompre la production d'électricité en disposant les pales « en drapeau », c'est-à-dire parallèlement à la direction du vent, et si nécessaire d'arrêter la rotation des pales.

Eolienne utilisée

Chaque aérogénérateur, de nouvelle génération, aura une puissance de 4,2 MW et sera composé de différents éléments. De bas en haut il y a :

- des fondations d'environ 30 m de diamètre pour 3,5 m de profondeur (valeur théorique, des études du sol vont être faites afin de déterminer précisément la profondeur des fondations) couvrant une surface bétonnée d'environ 707 m² ;
- un mât tubulaire métallique, de 4,4 m de diamètre à la base, à l'intérieur duquel est installé l'armoire électrique contenant les systèmes de sécurité et de comptage, ainsi qu'un monte-charge pour accéder au sommet ;
- une nacelle abritant le cœur électrique de l'éolienne, notamment la génératrice électrique, le multiplicateur, le transformateur, le système de freinage,...

Un rotor supportant 3 pales en matériaux composites de 68 m de long.

Leurs caractéristiques principales sont :

- Puissance nominale de 4,2 MW (4200 kW) ;
- Rotor de 136 m de diamètre ;
- Régulation de la puissance s'effectuant par variation de l'angle des pales (régulation pitch). ;
- Vitesse de vent de démarrage : de 3 m/s ;
- Vitesse de vent à puissance nominale : de 12 m/s ;
- Limites de fonctionnement :
 - Vitesse de vent de coupure : 27 m/s ;
 - Vitesse de redémarrage : 25 m/s ;
 - Durée de vie théorique : 20 ans.
- La nacelle et les pales sont dimensionnées suivant la norme IEC IIA et IEC IIIA. Les éoliennes et tous les composants sont fabriqués suivant la norme de qualité ISO 9001.

Le système de freinage est à la fois aérodynamique et mécanique. Les trois pales indépendantes les unes des autres peuvent être mises en drapeau en quelques secondes. Le blocage complet du rotor n'est effectué que lorsqu'on utilise l'arrêt d'urgence ou en cas d'entretien (frein à disque mécanique).

D'un point de vue aérodynamique, les éoliennes doivent être suffisamment distantes les unes des autres de sorte que les perturbations liées aux courants d'air engendrés par la rotation des pales soient atténuées au niveau de l'éolienne voisine. Sur le site du projet, la distance inter-éolienne sera au minimum de 400 m entre les éoliennes du projet du Fourris, et de minimum 412 m avec les éoliennes existantes afin de rétablir une circulation fluide de l'air.

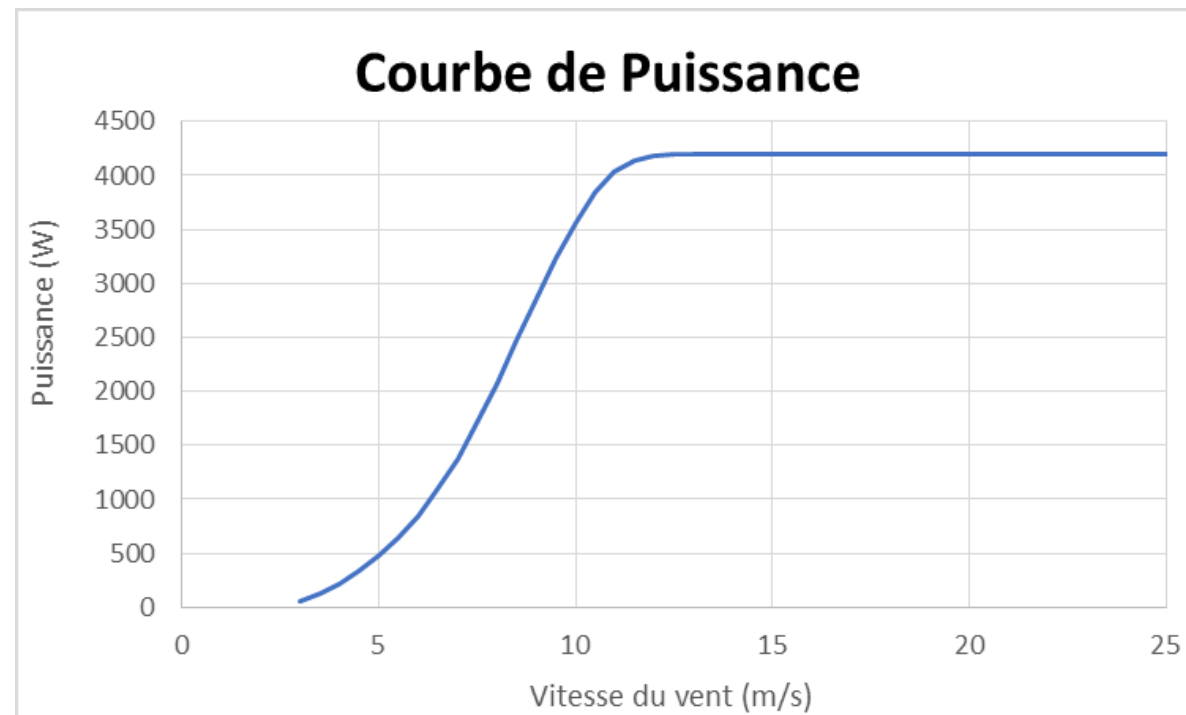


Figure 63 : Courbe de puissance – VESTAS V136-4,2 MW

(Source : Documentation technique – VESTAS)

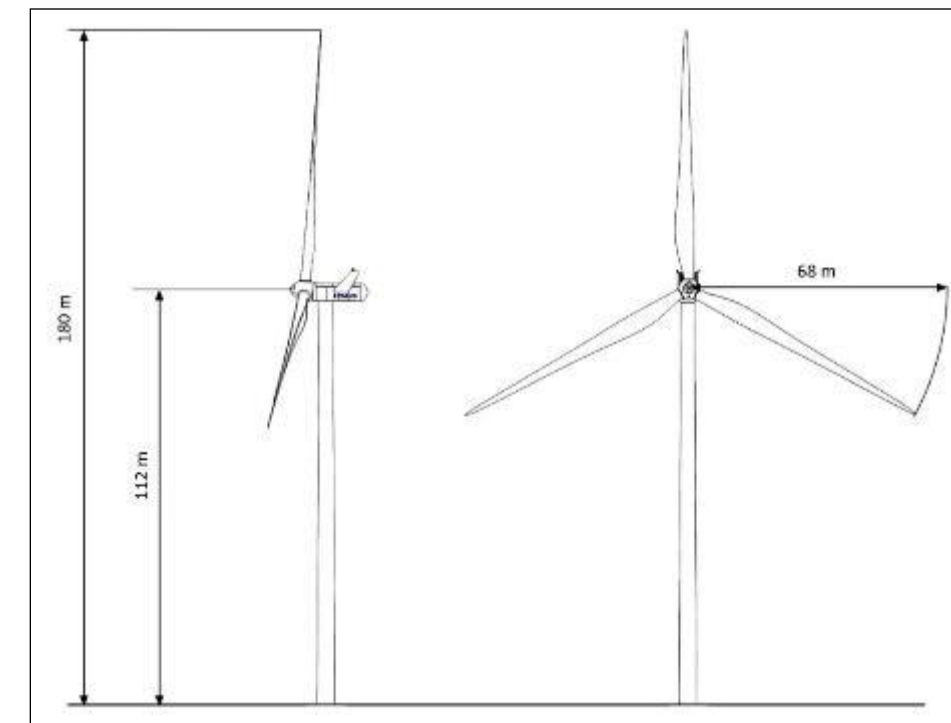


Figure 64: Plans de l'éolienne V136-4,2MW avec une hauteur de moyeu de 112 m



Mât de l'éolienne

Le mât est fabriqué en acier de forme tubulaire légèrement tronconique.

Il est composé de plusieurs modules, peints en blanc. Il est doté d'un monte-charge permettant de transporter deux personnes.

4.1.2. VOIES D'ACCES

La création des voies d'accès aux éoliennes est incontournable et peut prélever des surfaces de terres agricoles. En ce qui concerne la dimension et la longueur de ces voies, la société pratique la politique de « moindre emprise » en n'utilisant que les surfaces strictement nécessaires à l'accès et à l'entretien des installations. Aucune emprise n'est conservée « en réserve » pour quelque utilisation que ce soit. L'utilisation des chemins existants est privilégiée lorsque cela est possible.

La réfection des voies d'accès sera réalisée selon les spécifications suivantes :

La structure de la chaussée

La structure de la chaussée dépend de la nature du sol superficiel sur site et de la disponibilité en matériau du secteur. La structure envisagée pour le projet sera composée d'un traitement de sol (malaxage du sol en place avec de la chaux et du ciment) d'une épaisseur de couche de 0,40 m environ ou d'une couche de 0,4 à 0,6 m de granulaire (avec ou sans géotextile) reposant sur le sous-sol naturel. L'ensemble sera recouvert d'un GNT (grave non traitée) de granulométrie 0/31,5 de 0,1 m d'épaisseur qui constitue une couche d'usure notamment dans le cas du traitement de sol. Le choix de la structure de la chaussée ne sera déterminé précisément qu'après des études techniques notamment de la qualité du sol.

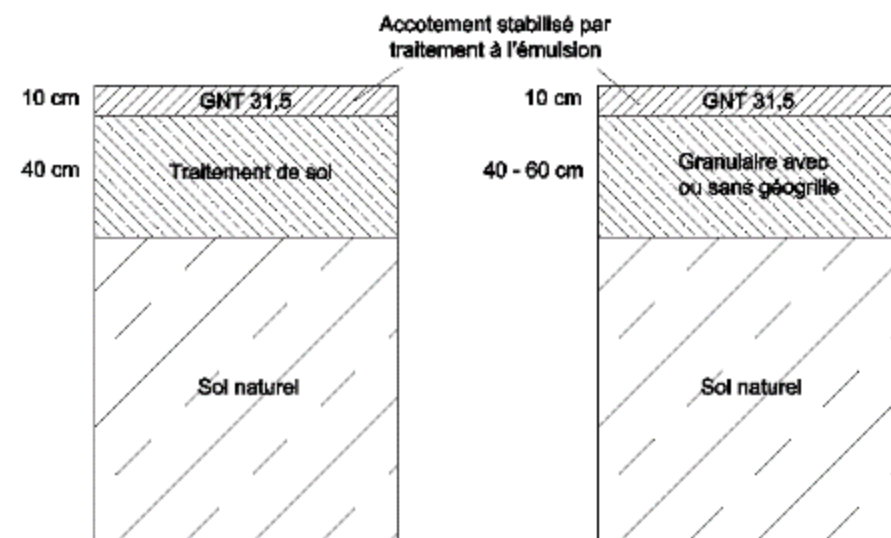


Figure 65 : Constitution standard du revêtement des voies d'accès

Les matériaux

Les matériaux de la couche de base seront constitués d'empierrement imbriqué, ne contenant pas d'argile mais du sable/gravier ou tout autre matériau ne retenant pas l'eau. Le matériau de finition sera du gravier compactable (calcaire ou « bleu » par exemple).

Le drainage

Afin que les eaux pluviales ne s'accumulent pas sur la chaussée, elles sont drainées vers les champs environnants, ou bien acheminées vers un point de drainage au-delà de la chaussée. Le dispositif de drainage est prévu au niveau de la couche de base.

La capacité de charge

L'épaisseur de la couche de base dépend du sol sous-jacent. Une étude de sol sera réalisée. Afin de garantir la présence d'une quantité suffisante de matériaux pour niveler la route et éviter la remontée de matériaux lourds provenant de la couche de base, le matériau de finition présentera une épaisseur minimale de 30 cm. La capacité de charge sur essieu ne doit jamais dépasser 15 tonnes métriques par essieu.

La largeur minimale

- Largeur de la voie d'accès (bande roulante) = 4,5 à 5 m
- Pente longitudinale maximale de la voie d'accès = entre 8 % et 10 %
- Pente latérale maximale de la voie d'accès = 0 à 2 %

**Figure 66 : Transport sur remorque des pales**

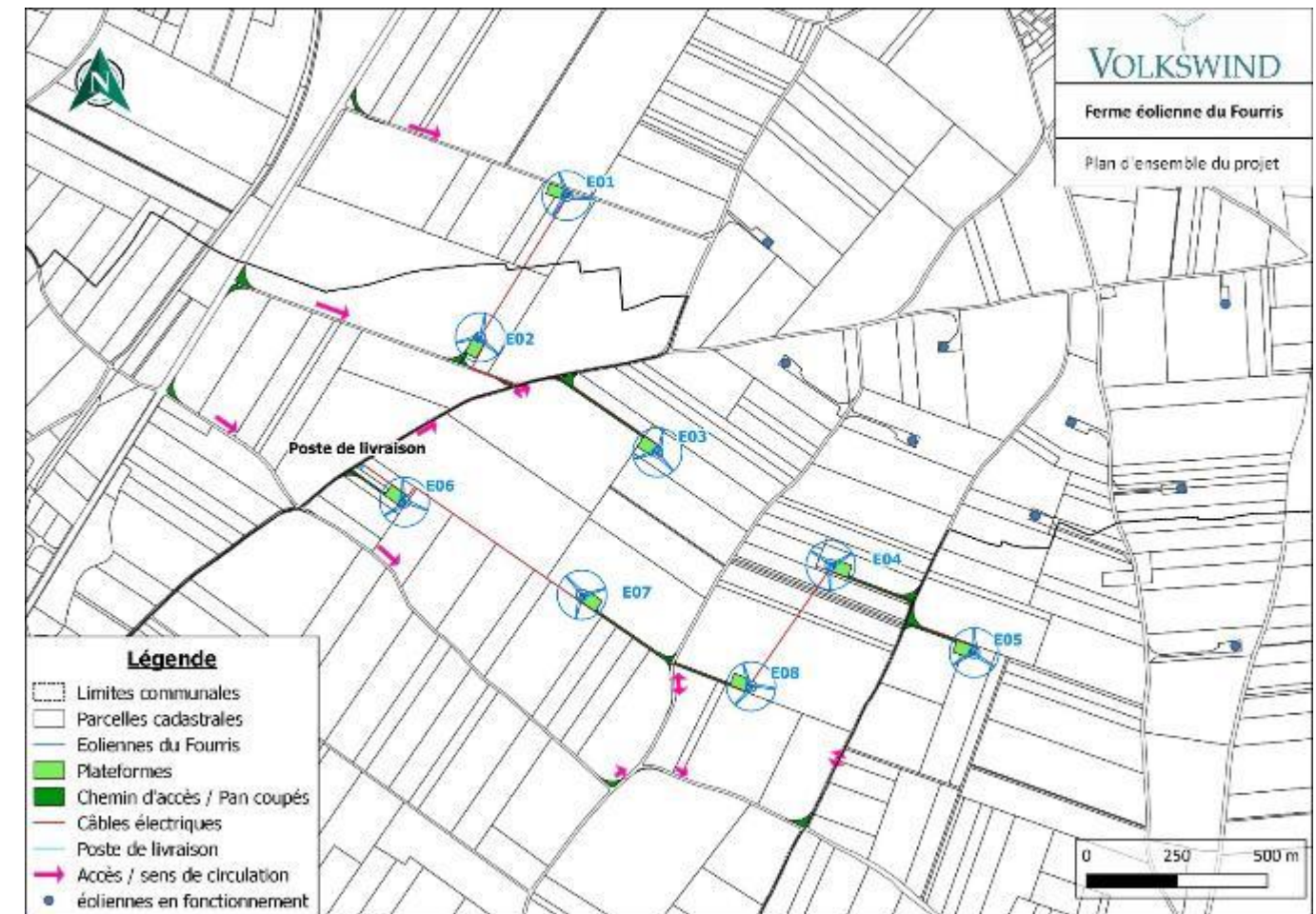
Afin d'acheminer les différents composants des aérogénérateurs et d'en assurer le montage, les accès doivent permettre le passage d'engins de transport et de levage importants.

L'itinéraire choisi privilégiera la tranquillité des riverains et sera le plus adapté pour limiter les aménagements du réseau routier et éviter de perturber la circulation.

Le site est accessible depuis le réseau départemental, communal et par les chemins d'exploitation desservant les parcelles agricoles.

L'accès aux l'aires de maintenance des éoliennes se fera depuis la départementale D950 par trois points d'entrée. Le premier pan coupé desservira E01, le second E02 et E03, et le troisième, E06, E07, E08, E04 et E05, par ordre d'accès.

Ainsi, les chemins et les aménagements existants seront utilisés de manière privilégiée, afin d'éviter la création de nouveaux chemins qui consommeraient de l'espace agricole.

**Carte 101 : Accès prévisionnel aux aires de maintenance des éoliennes**

4.1.3. AIRES DE MAINTENANCE - SURFACES CONSOMMEES PAR LE PROJET

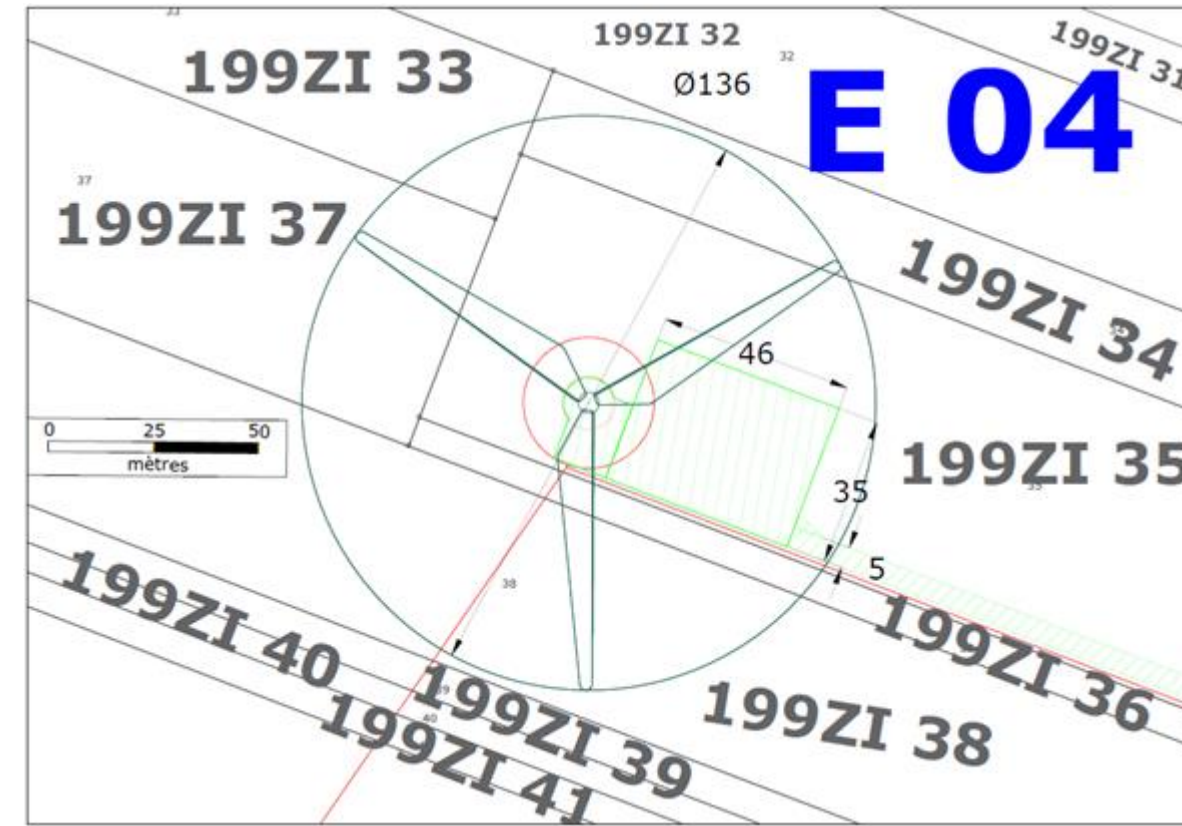
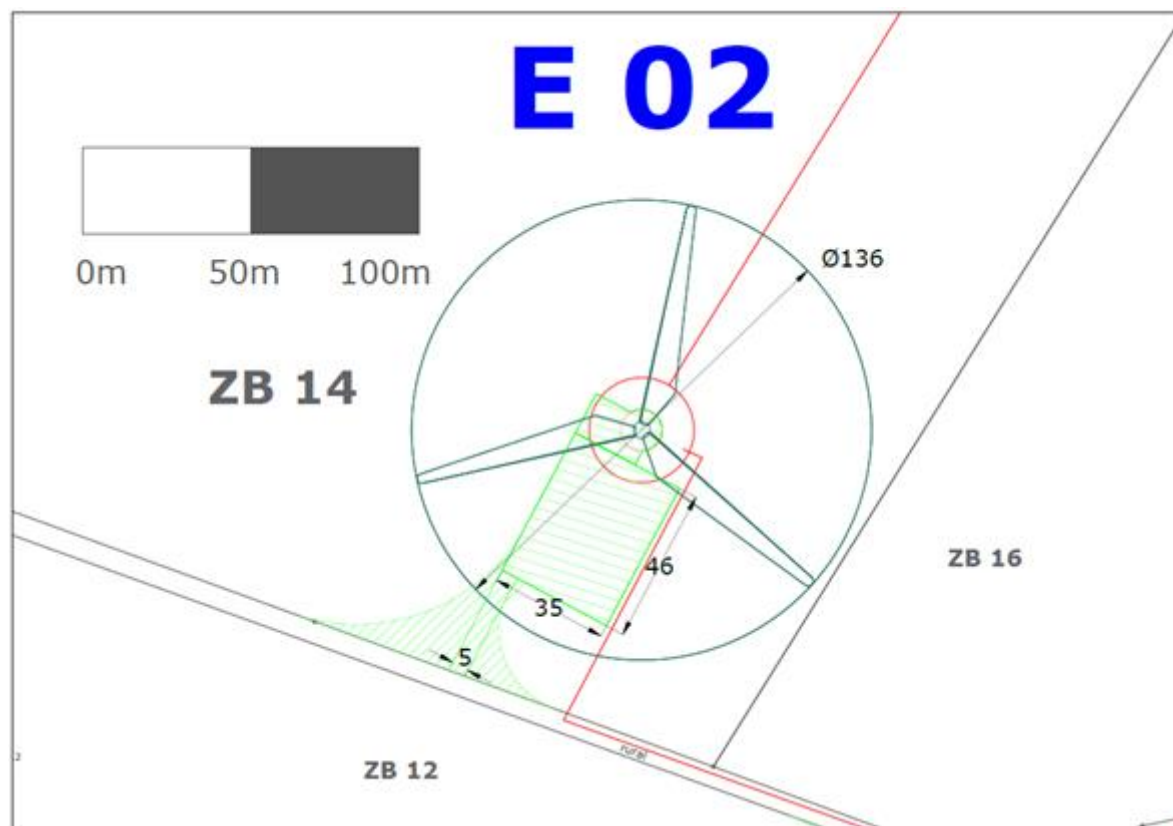
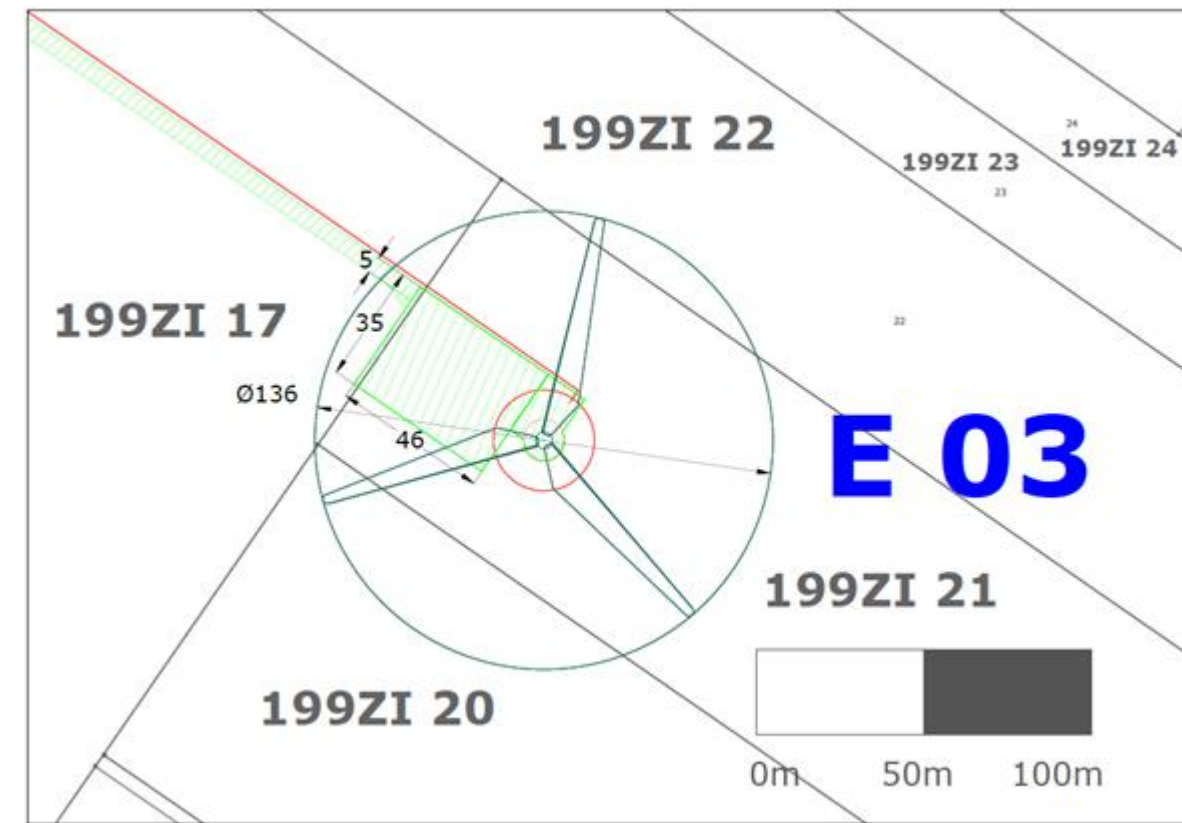
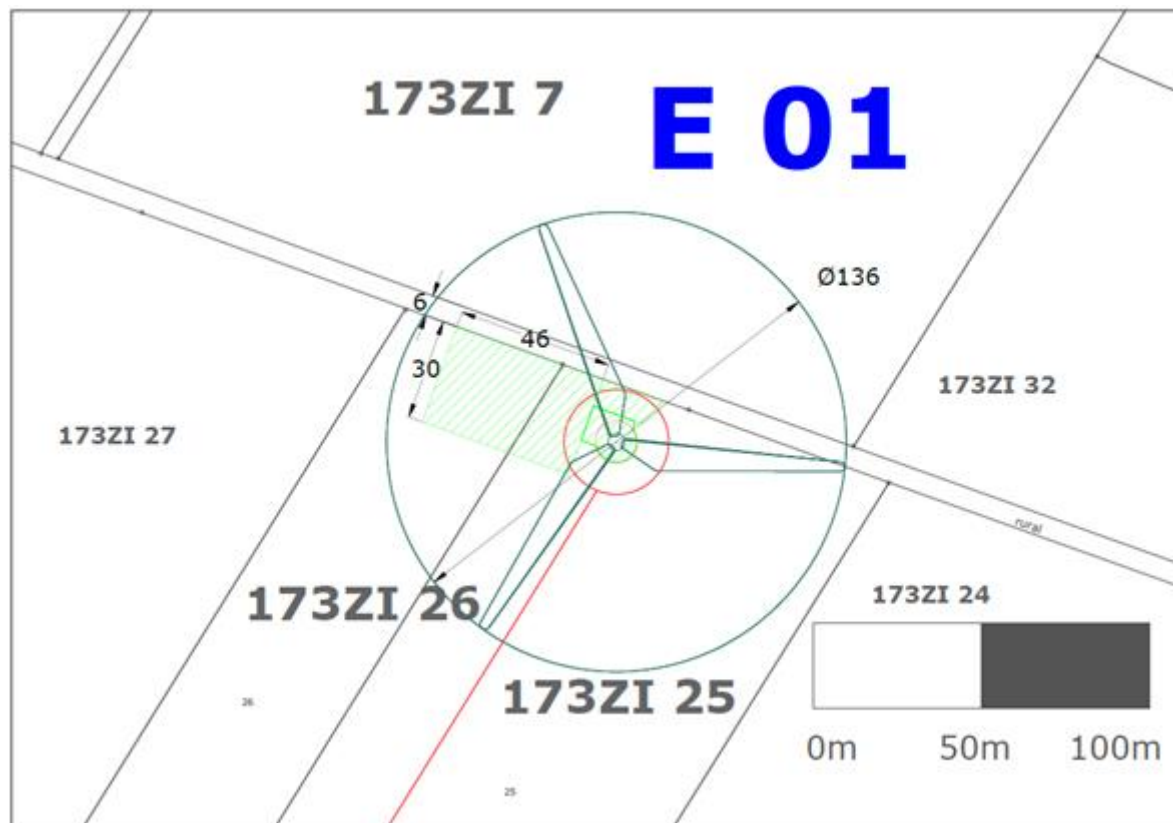
La réalisation d'aires d'évolution des engins est nécessaire pour assurer une assise stable des grues pendant le montage des éoliennes et pour les travaux de maintenance durant toute la période d'exploitation. Ces aires, d'environ 1708 à 1922 m², s'inscriront dans le prolongement des chemins d'accès. Leur revêtement sera identique à celui des voies d'accès. Là encore, la politique de la « moindre emprise » a été appliquée.

Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des surfaces consommées par le projet éolien.

Aménagement	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	Poste de Livraison
Aire de montage permanente (m²)	1708	1909	1909	1887	1909	1909	1909	1922	108
Accès à créer (m²)	645	2281	2471	2499	1707	848	2921	838	-
Surface totale consommée par éolienne (m²)	2353	4190	4380	4386	3616	2757	4830	2760	108
Surface totale consommée (m²)	2 93 80								

Tableau 65 : Surfaces consommées par le projet

La surface consommée totale du projet est de 29 380 m² soit 2,938 ha. Le territoire de la zone d'étude du Fourris est en grande partie agricole. Au total, la superficie cumulée des communes concernées par le projet éolien, Brioux-sur-Boutonne, Lusseray, Mazières-sur-Béronne (Melle) et Paizay-le-Tort (Melle), atteint environ 44.41 km² et les surfaces agricoles représentent 38.74 km² soit 87.2%. La surface consommée représente 0,076% de la SAU de ces communes réunies.



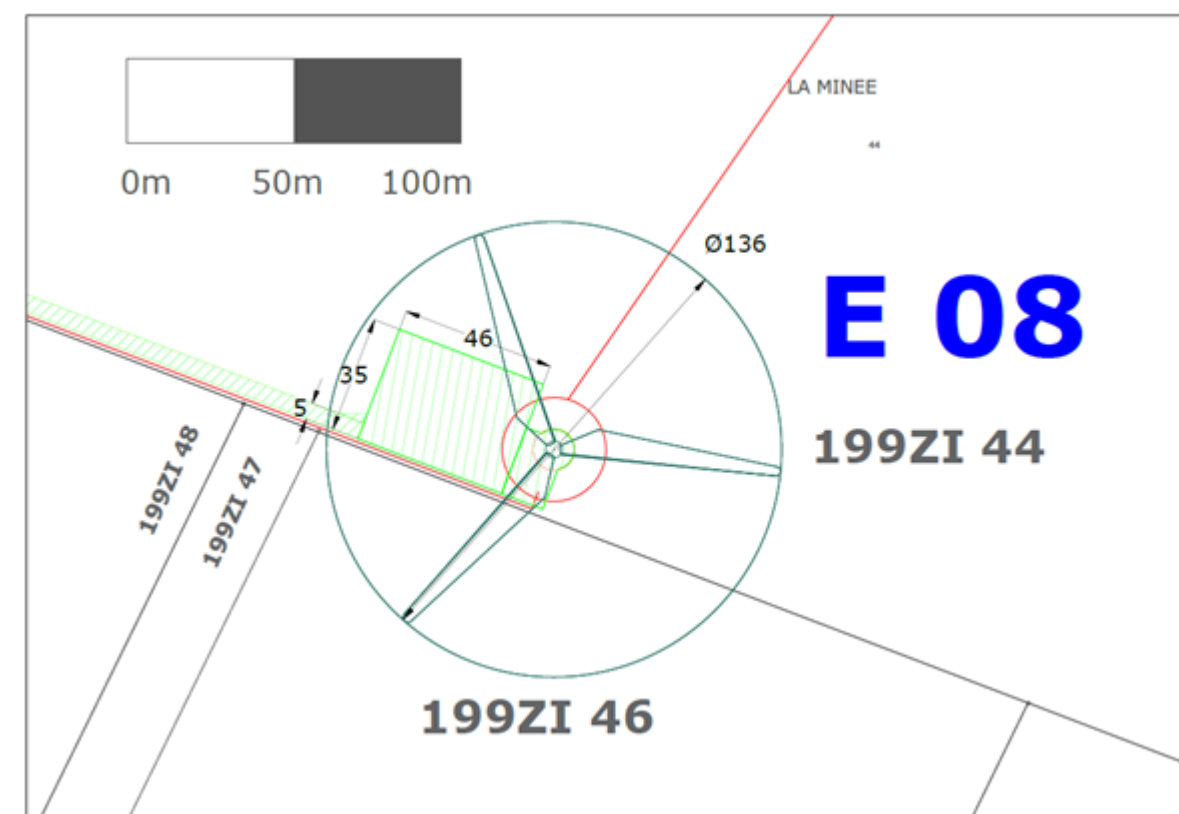
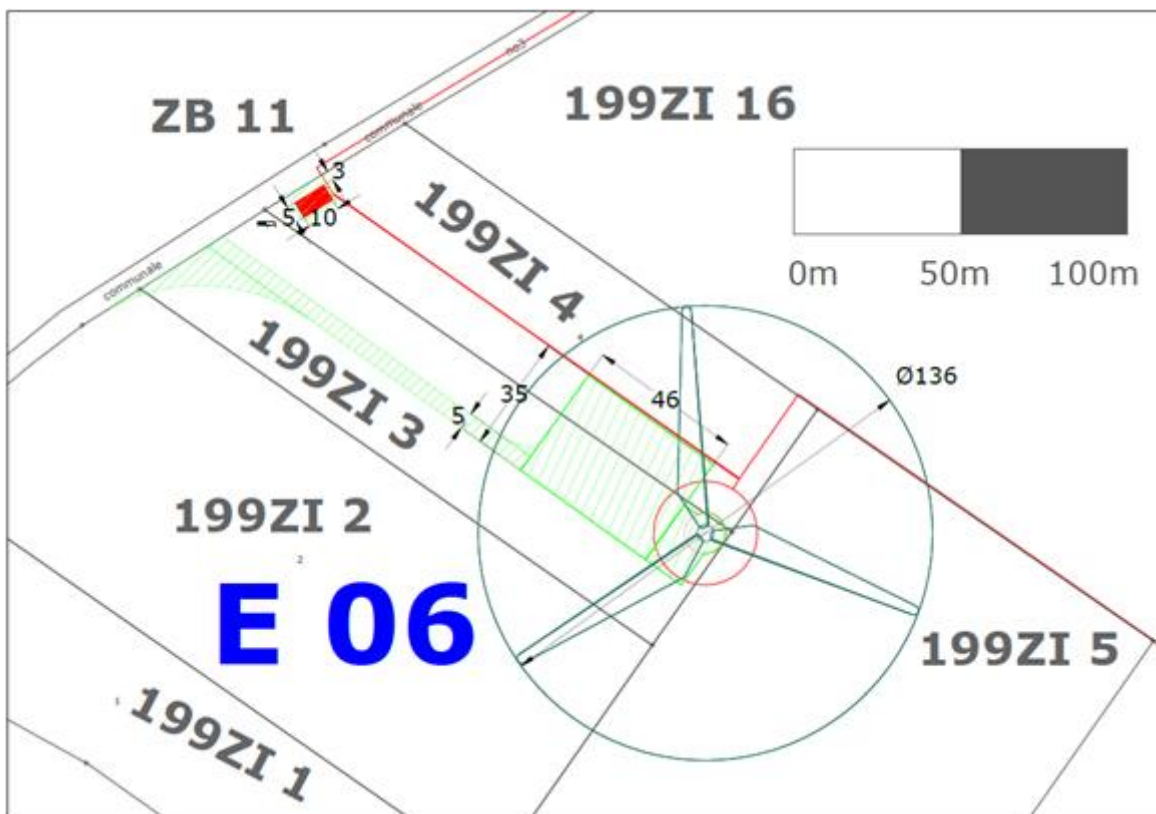
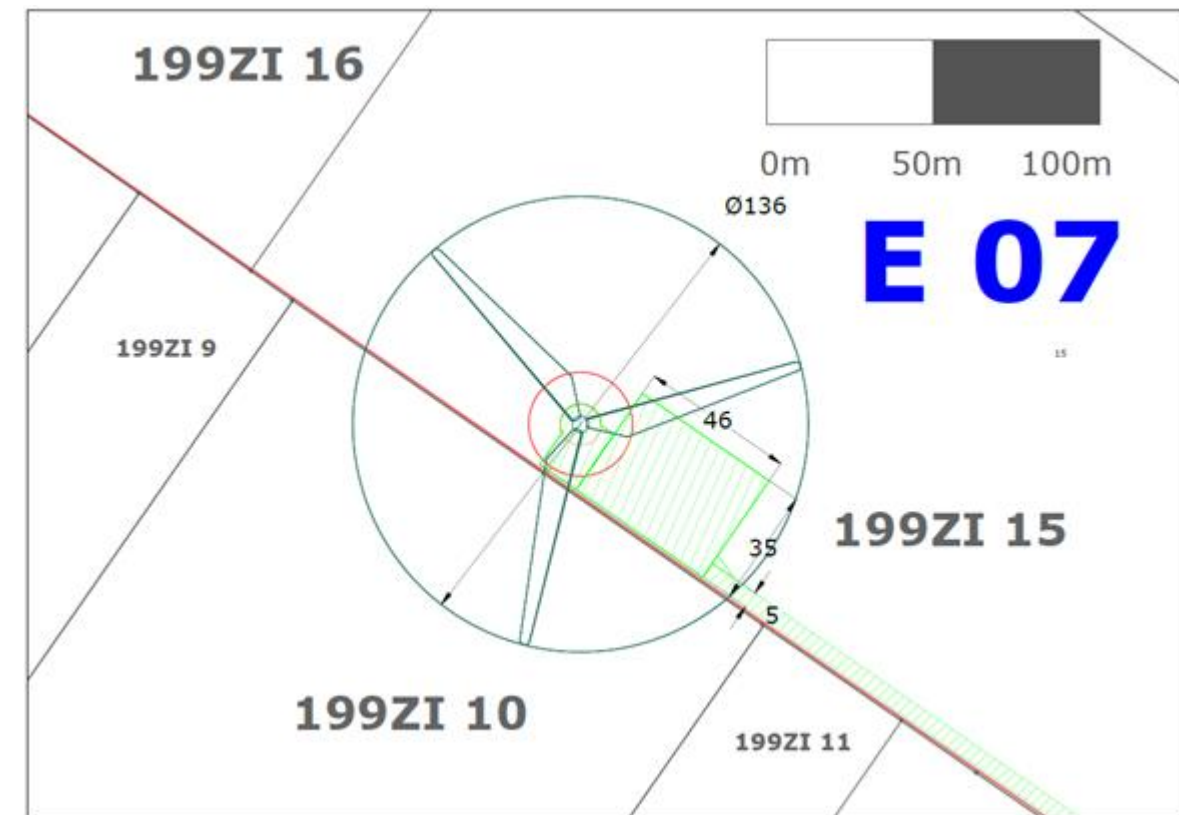
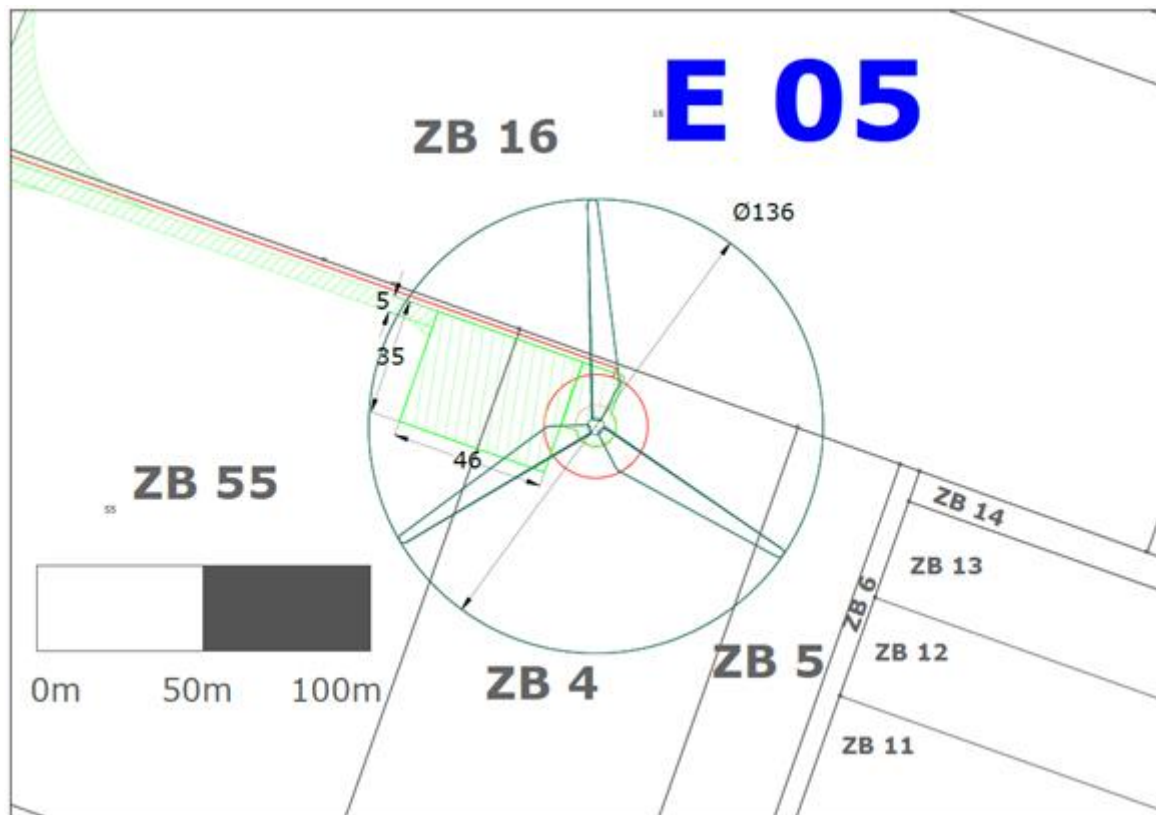


Figure 67 : Localisation de l'aire de montage pour chaque éolienne

4.1.4. LE RESEAU D'EVACUATION DE L'ELECTRICITE

Le câblage électrique des éoliennes comprend deux parties distinctes :

- le câblage interne de raccordement entre l'éolienne et le poste de livraison,
- le câblage externe entre le poste de livraison et le poste source du gestionnaire de réseau (Enedis, RTE ou régies).

Le raccordement inter-éolien aura lieu par l'intermédiaire de nouvelles liaisons souterraines 20 000 volts, raccordés à un poste de livraison. Ce poste de livraison sera, connecté, en souterrain, à un poste public de distribution. La technique souterraine favorisera l'intégration paysagère du projet dans le site.

Réseau interne

L'intégralité des réseaux internes au parc éolien mis en place lors des travaux sera enterrée à une profondeur comprise entre 80 et 100 cm, pour diminuer l'impact paysager. Pour chaque câble, des gaines blindées visant à limiter tout rayonnement électromagnétique seront utilisées. Une fois la pose des câbles terminée, les tranchées seront remblayées. Les voies empruntées seront restituées dans leur état initial.

Pour le raccordement interne, les travaux se dérouleront en dehors des zones habitées. La présence des chemins d'exploitation permet de limiter les travaux de tranchée dans les champs, source de gêne pour la mise en valeur agricole.

Le tracé des câbles est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage sur la portion entre les éoliennes et le poste de livraison.

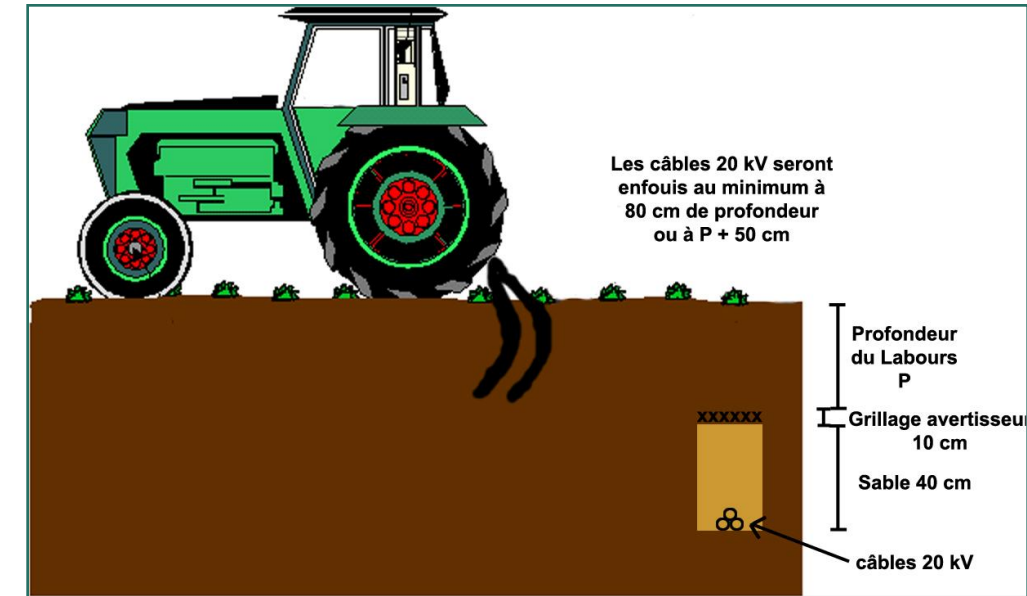
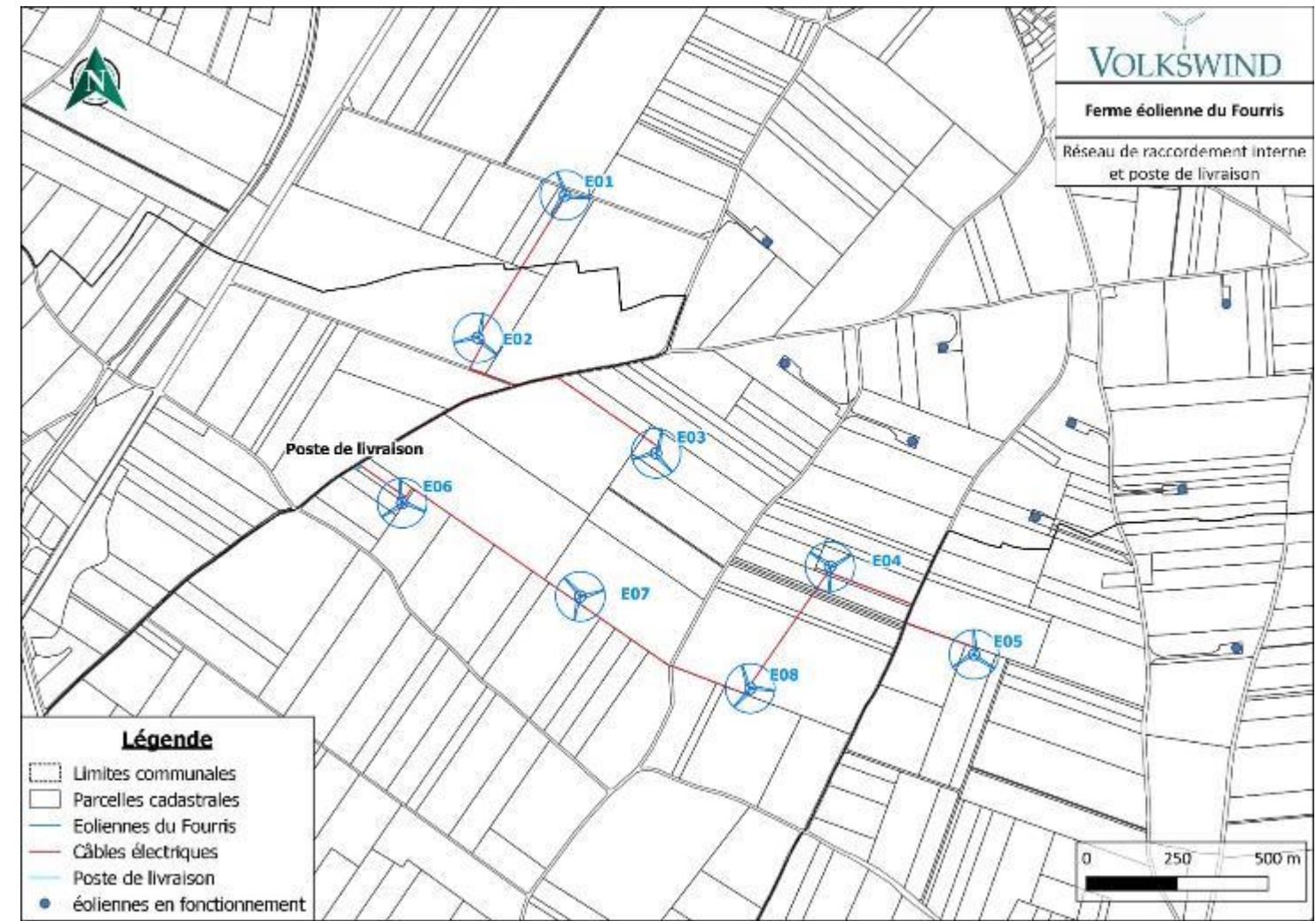


Figure 68 : Exemple de tranchée sous champ labouré



Carte 102 : Réseau d'évacuation de l'électricité et localisation du poste de livraison

Réseau externe

En France, la distribution d'électricité est un service public qui relève des compétences des collectivités locales. Celles-ci sont propriétaires du réseau de distribution, mais elles en confient la gestion à ENEDIS ou à une régie locale comme GEREDIS, dans le cadre d'une délégation de service public. Par cette délégation, GEREDIS remplit les missions de service public liées à la distribution de l'électricité, il est le gestionnaire du réseau public de distribution de l'électricité. GEREDIS garantit à tous un accès équitable et transparent au réseau et est donc seul responsable du raccordement électrique d'une installation de production et en maîtrise exclusivement les solutions (dont le tracé du raccordement au poste source).

Le raccordement du poste de livraison du parc éolien au réseau public sera réalisé par le gestionnaire de réseau (GEREDIS). Ce raccordement fera l'objet d'une autorisation à part du présent projet sous la responsabilité du gestionnaire de réseau mais sera à la charge financière du Maître d'Ouvrage. Une étude détaillée de raccordement permettra au gestionnaire de déterminer sa capacité à recueillir l'électricité produite par le parc éolien via l'établissement d'une proposition technique et financière (PTF). Cette PTF indiquera les coûts est caractéristiques techniques du raccordement externe et il ne sera possible de l'obtenir qu'après l'obtention de l'autorisation environnementale.

A la sortie du poste de livraison vers le poste de distribution, le cheminement est la propriété et donc sous la responsabilité pleine et entière du gestionnaire de réseau (GEREDIS).

Depuis l'avènement des Schéma Régional de Raccordement au Réseau des ENR (S3RENR), le gestionnaire de réseau doit proposer en priorité un raccordement sur les postes sources présentant une capacité réservée au titre de ce schéma. Ce S3RENR découle directement du SRCAE et doit permettre un accès privilégié des ENR au réseau de transport et distribution.

En contrepartie, le producteur (éolien) s'acquitte d'une quote-part dont le montant est défini région par région en fonction des investissements à réaliser par le gestionnaire pour permettre cet accès.

La proposition présentée dans cette partie est une supposition et ne peut être conçu comme un engagement de la part pétitionnaire.

Le tracé potentiel le plus court emprunte uniquement des voies de circulation existantes sur une longueur totale de 1,7 km pour relier le poste de livraison situé au pied de l'éolienne E06 au poste source Sud Deux Sèvres sur la commune de Brioux-sur-Boutonne.

Il ne traverse aucun cours d'eau, zone humide, ni zone protégée réglementairement et il est localisé sur des zones déjà fortement impactées (circulation automobile, fauchage régulier, salage...). Le câble étant enterré, l'impact du raccordement sera limité à la seule période des travaux. De plus, il sera mis en place le long des voies existantes, n'impactant ainsi que très faiblement la flore.

Deux stations d'Odontite de Joubert ont été repérées sur le tracé potentiel le plus court, en bordure du chemin rural longeant le terrain de motocross. Leurs emplacements seront portés à connaissance du gestionnaire de réseau qui détermine seul le tracé et est responsable des travaux de raccordement entre le poste source et le poste de livraison. Celui-ci pourra mettre en place différentes mesures d'évitement : soit un tracé alternatif d'une longueur supplémentaire d'environ 450m, soit un balisage et une protection des stations durant les travaux de raccordement. Dans les 2 cas l'impact sera donc très faible sur le milieu naturel.

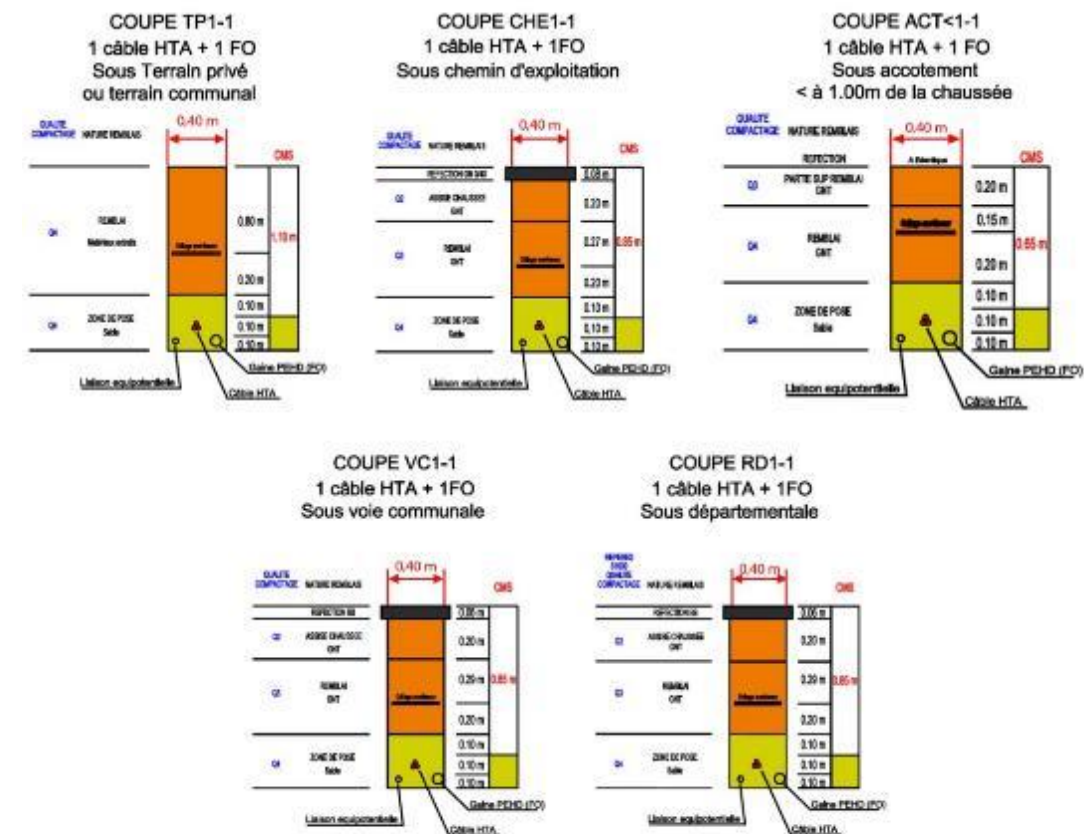
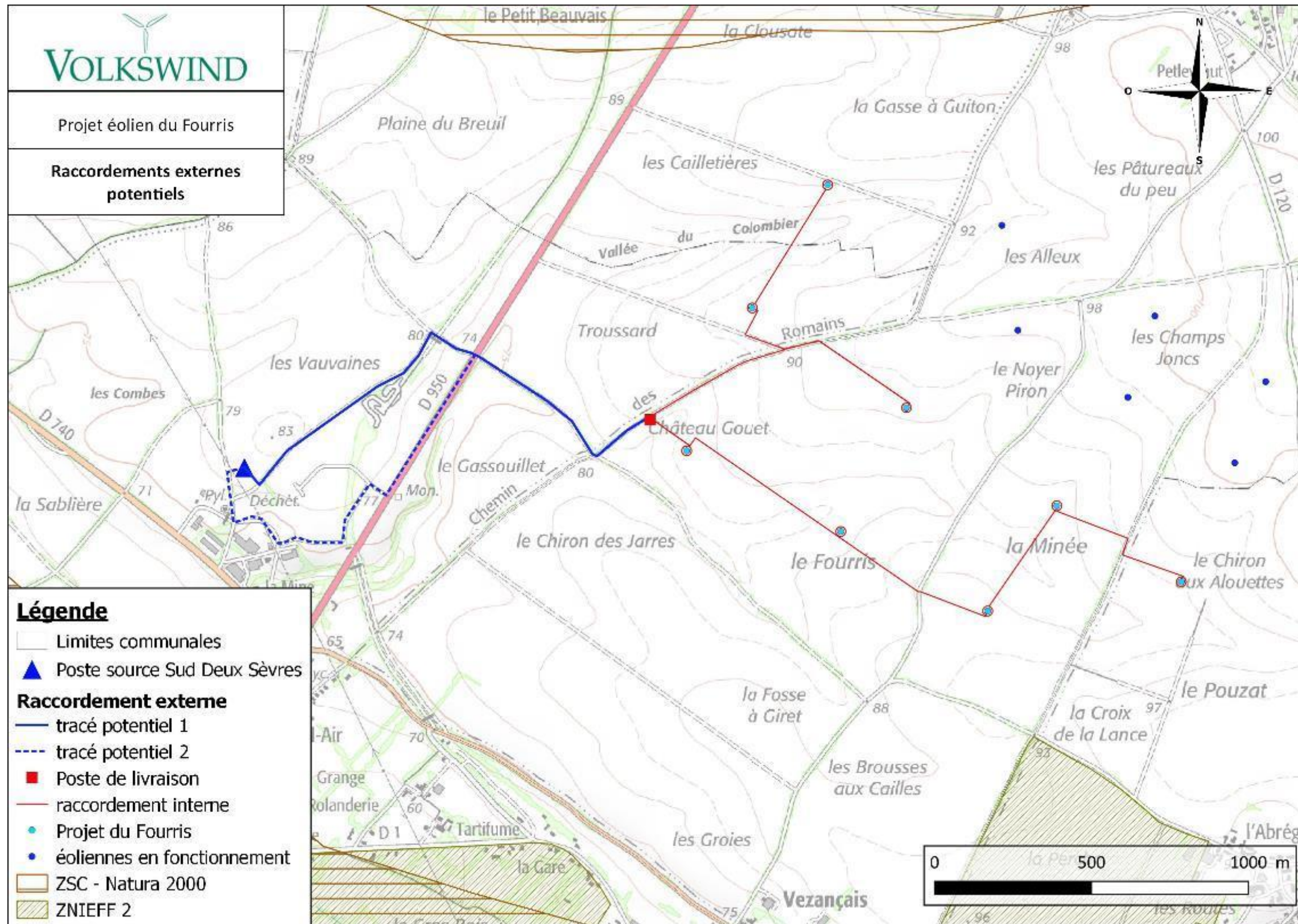


Figure 69 : Exemple de tranchées



Carte 103 : Estimation du tracé de raccordement externe jusqu'au poste source Sud Deux Sèvres (Tracé potentiel)

4.1.5. POSTE DE LIVRAISON

Il est prévu un poste de livraison double pour l'ensemble du parc. Ce type de poste a pour vocation première d'accueillir tout l'appareillage électrique permettant d'assurer la protection et le comptage du parc éolien. On peut définir le poste de livraison comme l'interface entre le parc éolien et le réseau de distribution.

Ce poste de livraison sera composé de compteurs électriques, de cellules de protection, de sectionneurs et de filtres électriques. La tension réduite de ces équipements (20 000 volts) n'entraîne pas de risque magnétique important. Son impact est donc globalement limité à son emprise au sol de 50 m² (10 m x 5 m), au sein d'une plateforme d'environ 108 m².

Afin de réaliser les connections et le comptage entre le projet éolien et le poste source Sud Deux-Sèvres, le poste de livraison sera disposé au sein du parc, à proximité de l'éolienne E06, la plus proche du poste source.

S'agissant du plan de façade du poste de livraison, et plus particulièrement de l'emplacement et du nombre des portes, il est à noter que les attentes du gestionnaire de réseau pourront contraindre la société à modifier le présent plan. En effet, la présence d'un filtre actif ou passif, l'évolution de certaines normes ou des attentes particulières du gestionnaire de réseau par exemple peuvent contraindre à modifier l'agencement intérieur des postes et donc à modifier l'emplacement et le nombre des portes d'accès. Néanmoins, le plan de façade présenté permet de représenter la philosophie générale du traitement visuel des ouvrants d'un poste de livraison. Quel que soit le nombre et l'emplacement de ces derniers, le traitement visuel sera réalisé de la même manière.

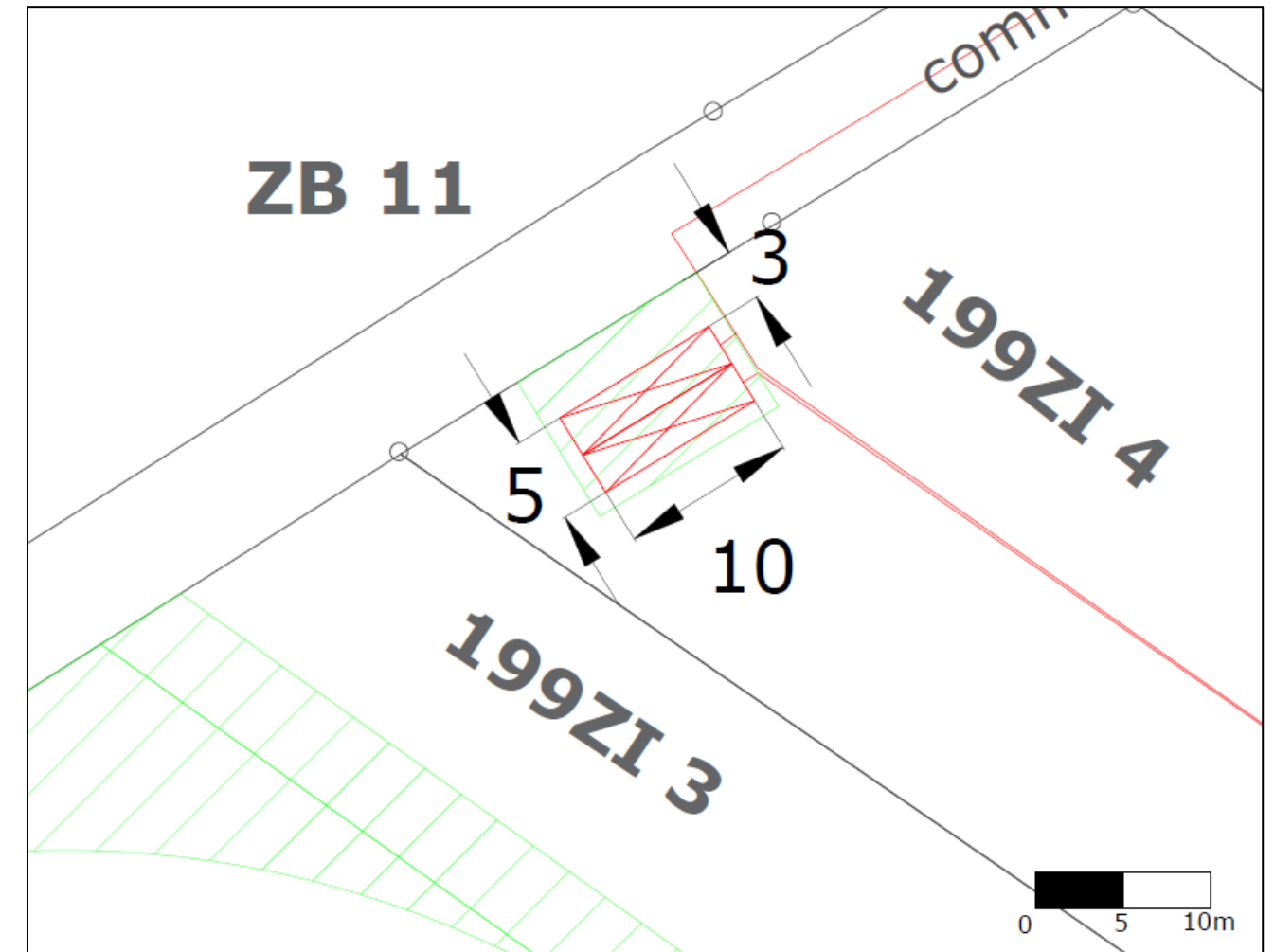


Figure 70 : Plan du poste de livraison

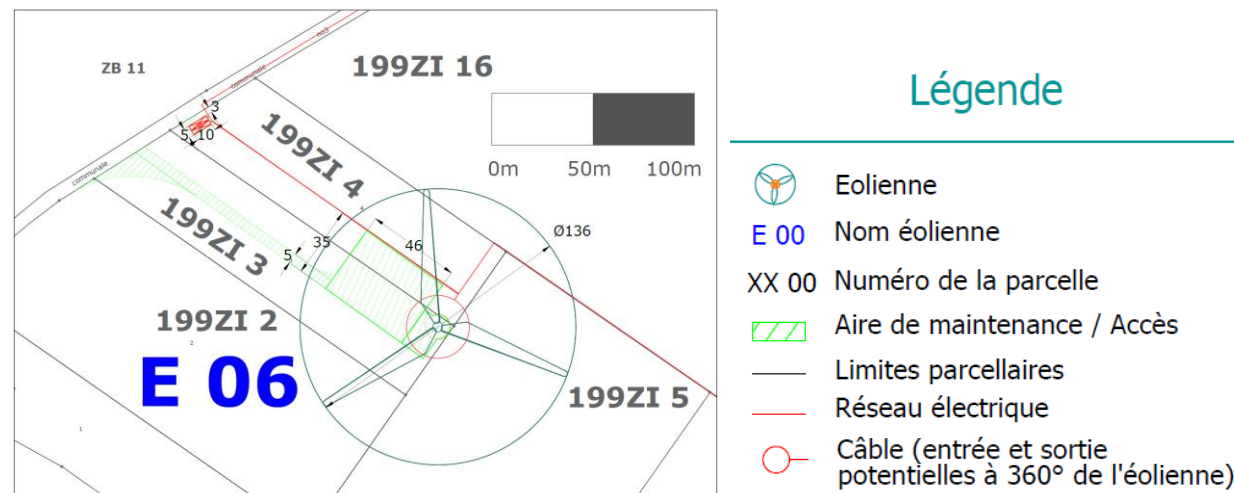
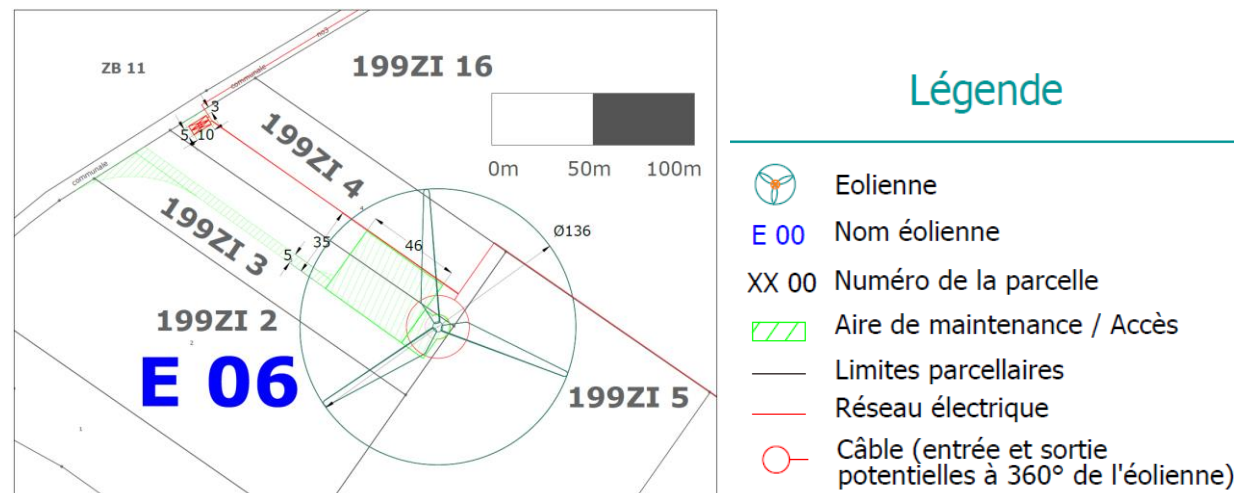


Figure 71 : Exemple de poste de livraison de la Ferme éolienne de Lusseray – Paizay-le-Tort



Carte 104 : Implantation cadastrale du poste de livraison

4.1.6. DISPOSITIFS PARTICULIERS

Balisage aéronautique

1) Balisage aéronautique de la Ferme éolienne du Fourris

Le balisage de l'installation sera conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L.6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.

Conformément à l'arrêté du 23 avril 2018 publié au JO n°0103 du 4 mai 2018, les caractéristiques du balisage aéronautique seront les suivantes :

De jour, les 8 éoliennes du parc seront équipées du balisage suivant :

3.4. Balisage lumineux de jour

Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux diurne assuré par des feux d'obstacle de moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 candelas [cd]). Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et sont visibles dans tous les azimuts (360°).

De nuit, il est possible de proposer un balisage moins impactant visuellement en définissant les catégories d'éoliennes suivantes :

b) Balisage nocturne

Les champs éoliens terrestres peuvent, de nuit, être balisés de la manière décrite ci-après :

Au sein d'un champ éolien terrestre et pour les besoins du balisage nocturne, il est fait la distinction entre certaines éoliennes dites « principales » et d'autres, dites « secondaires ».

Ainsi, de nuit, il est possible de considérer comme éoliennes principales uniquement les éoliennes E01, E03, E04, E05, E06 et E08. D'après l'arrêté :

Le balisage nocturne des éoliennes principales est conforme à celui prescrit pour les éoliennes isolées.

3.5. Balisage lumineux de nuit

Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux nocturne assuré par des feux d'obstacle de moyenne intensité de type B (feux à éclats rouges de 2 000 cd). Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et sont visibles dans tous les azimuts (360°).

Et de considérer comme éoliennes secondaires les éoliennes E02, E04 et E07. D'après l'arrêté :

Le balisage nocturne des éoliennes secondaires est constitué :

- soit de feux de moyenne intensité de type C (rouges, fixes, 2 000 cd) ;
- soit de feux spécifiques dits « feux sommitaux pour éoliennes secondaires » (feux à éclats rouges de 200 cd).

La Ferme éolienne du Fourris souhaitant conserver des feux à éclats pour les éoliennes principales et secondaires, le deuxième type de balisage proposé par l'arrêté pour les éoliennes secondaires sera donc retenu : « feux spécifiques dits « feux sommitaux pour éoliennes secondaires » (feux à éclats rouges de 200 cd) »

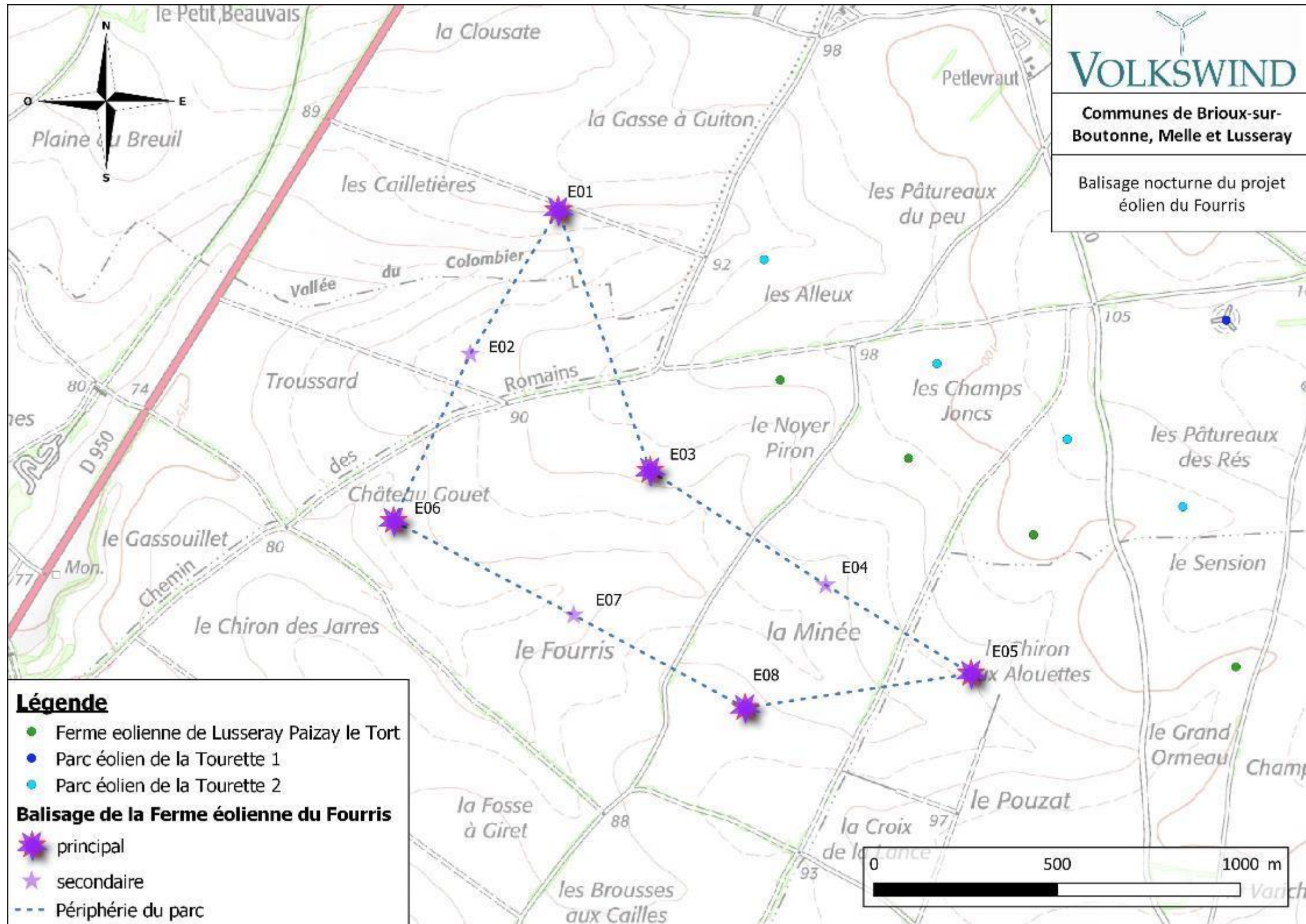
Cela permet donc de réduire l'impact lumineux de nuit.

De plus, un balisage intermédiaire constitué de feux de basse intensité de type B sera installé sur le mât de chaque éolienne à 45 m de hauteur. Tous ces feux seront synchronisés, de jour comme de nuit, à l'aide d'un balisage GPS.



Figure 72 : Exemple de balisage

Le plan de balisage nocturne de la Ferme éolienne du Fourris est présenté ci-après ; de jour toutes les éoliennes sont principales.



Carte 105 : Plan de balisage nocturne des éoliennes du projet du Fourris

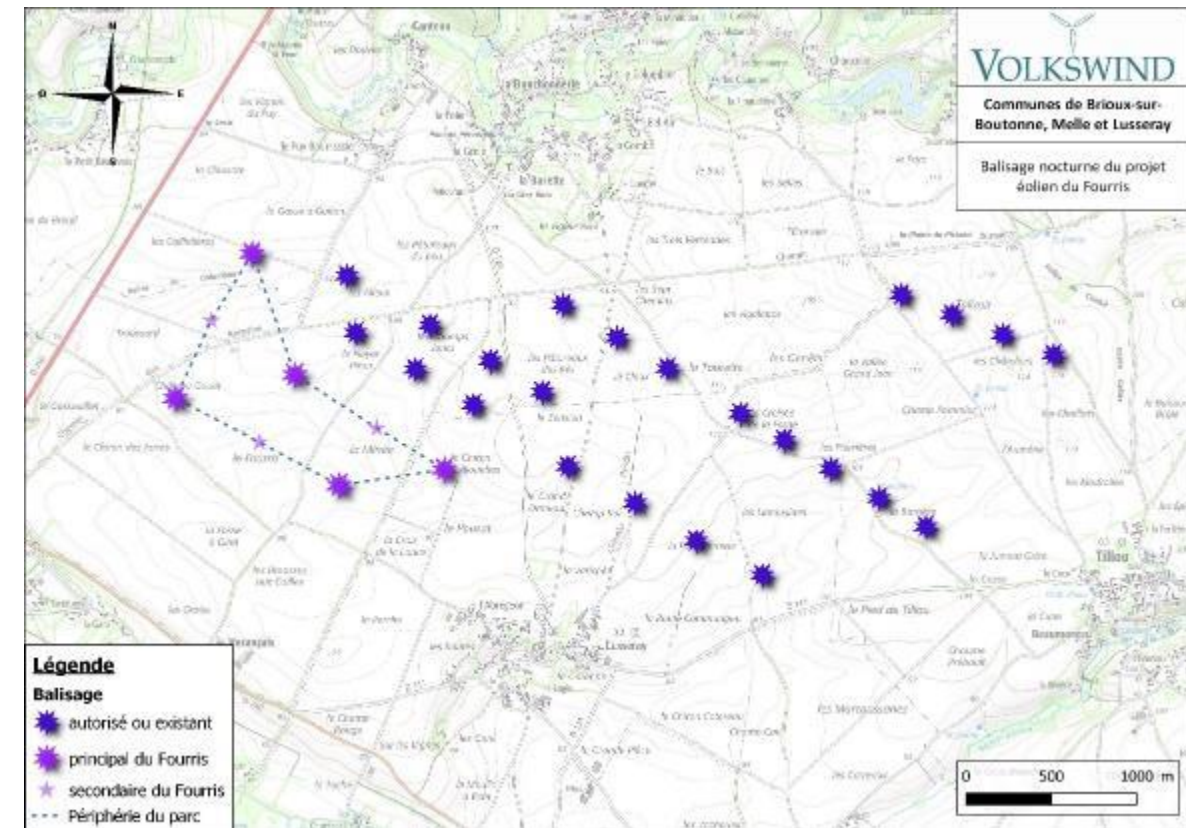
2) Proposition de balisage de moindre impact : Synchronisation et mutualisation du balisage avec les Fermes éoliennes de Lusseray – Paizay-le-Tort, de la Tourette 1&2 et du parc éolien des Châteliers – sous réserve de leur accord

Un second plan de balisage nocturne pourrait être proposé à l'échelle du champ éolien géographique formé par les Fermes éoliennes de Lusseray – Paizay-le-Tort, de la Tourette 1&2, du parc éolien des Châteliers et du projet du Fourris (sous réserve de l'accord de chacune des fermes éoliennes, et de la confirmation de la faisabilité technique). La mutualisation et la synchronisation du balisage de ces 2 parcs éoliens en fonctionnement avec celui du présent projet permettrait une meilleure cohérence à l'échelle du territoire, et un balisage aéronautique de moindre impact, en réduisant significativement les émissions lumineuses de nuit.

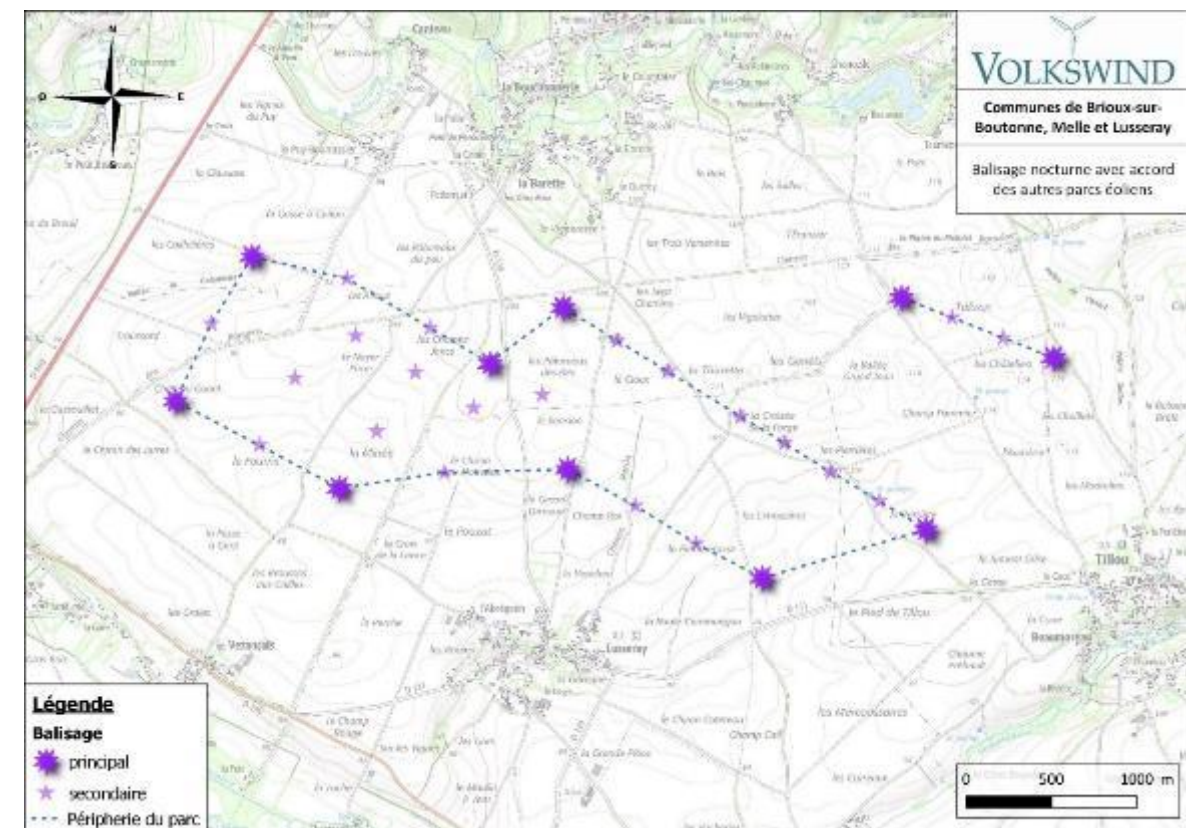
Ainsi, l'ensemble formé se composerait de 31 éoliennes. Le plan de balisage présenté ci-après permettrait que sur ces 31 éoliennes, seules 10 éoliennes seraient considérées comme des éoliennes principales, et les 21 autres seraient considérées comme des éoliennes secondaires. Rappelons qu'aujourd'hui, les 23 éoliennes autorisées ou existantes possèdent des éclairages correspondant à des éoliennes principales. Ce balisage **permettrait de réduire de moitié le nombre d'éoliennes ayant balisage principal**, avec un ajout de seulement le 5 éoliennes secondaires, donc le balisage est 10 fois moins lumineux.

Rappelons que les éoliennes dites principales ont des feux sommitaux à éclats rouges de 2 000 cd d'intensité, alors que les éoliennes dites secondaires ont des feux sommitaux à éclats rouges de 200 cd. L'adoption de ce plan de balisage s'accompagnerait d'une synchronisation des éclats de l'ensemble des éoliennes concernées. Ce plan balisage nocturne réduirait significativement les émissions lumineuses de nuit, mais ce dernier est sous réserve de l'acceptation des autres parcs éoliens, puisque ces parcs éoliens sont exploités par des tiers et que la synchronisation des balisages nécessite une intervention spécifique réalisée par une société agréée. La ferme éolienne du Fourris se propose de prendre les frais liés à la synchronisation des balisages à sa charge, et si seulement une des autres fermes éoliennes donnaient son accord, le plan de balisage ci-contre pourrait être adapté.

Ce balisage serait mis en place que sous réserve de validation de la DGAC, et au regard de l'arrêté 2018 (donc sous réserve que ces modalités de balisage ne soient pas modifiées).



Carte 106 : Plan de balisage nocturne des éoliennes du projet du Fourris uniquement



Carte 107 : Plan de balisage nocturne des éoliennes du projet du Fourris associé aux parcs éoliens autorisés et en fonctionnement

Balisage informatif

Conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux éoliennes, un balisage d'information des prescriptions à observer par les tiers sont affichées sur le chemin d'accès ou à proximité de chaque aérogénérateur et du poste de livraison.

Les prescriptions figurant sur les panneaux sont :

- les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale
- interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur
- mise en garde face aux risques d'électrocution
- mise en garde face aux risques de chute de glace

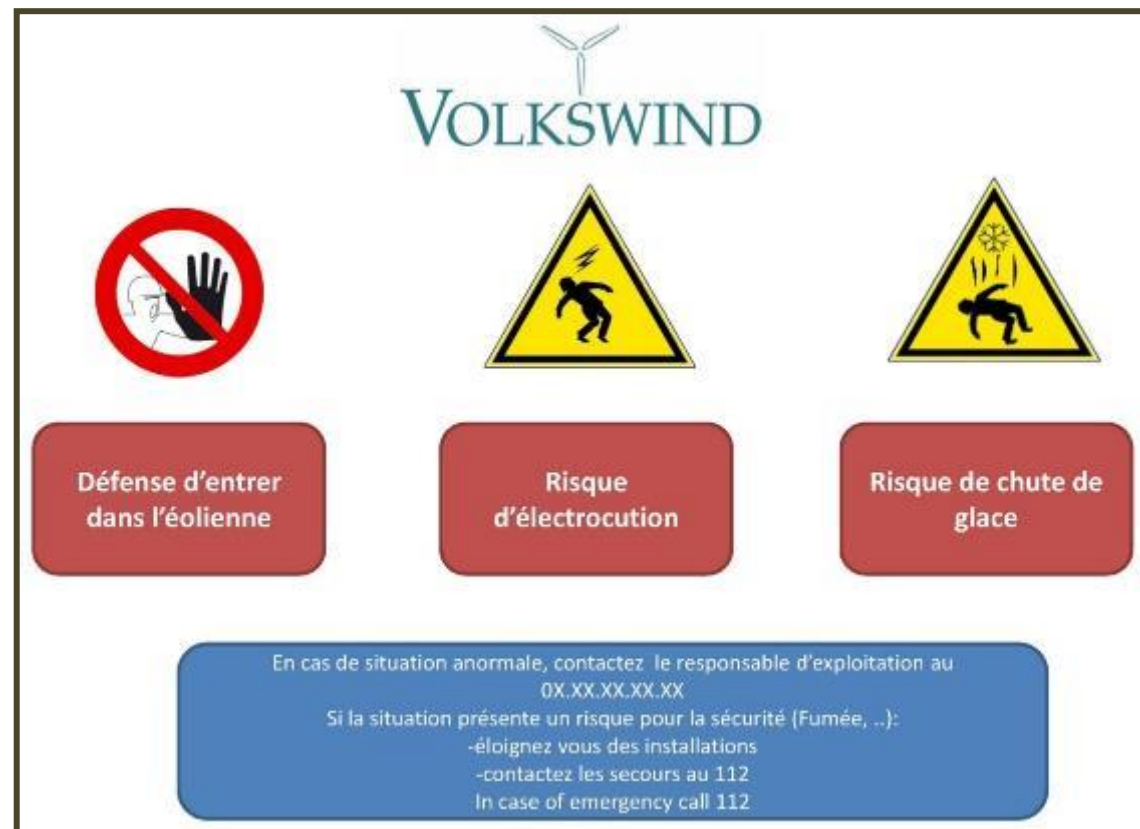


Figure 73 : Exemple de panneau d'affichage de prescriptions

4.2. CONSTRUCTION

4.2.1. PLANNING DU CHANTIER

Il est difficile d'estimer de façon précise la durée du chantier de construction d'un parc éolien, parce que certains travaux et le montage ne peuvent se faire que dans certaines fenêtres climatiques (pluviométrie, vitesses de vent relativement basses...). Les durées données ci-dessous sont donc en conditions techniques et climatiques favorables.

Nature des travaux	M o i s 1	M o i s 2	M o i s 3	M o i s 4	M o i s 5	M o i s 6
Réalisation de la ligne électrique	■	■				
A ménagements pistes d'accès	■	■				
Réalisation des fouilles		■				
Réalisation des fondations		■				
Attente durcissement béton		■	■	■		
Racco rdement électrique sur site		■	■			
Ass emblage des éo liennes			■	■		
Installation du poste de liv raiso n			■	■	■	
Test et mise en service					■	■

Tableau 66 : Le planning du chantier

La durée du chantier est évaluée à 6 mois.

Ces périodes verront se succéder ou se chevaucher différents types de « lots » qui font intervenir des corps de métier différents notamment des entreprises hautement spécialisées dans l'éolien.

4.2.2. LOT « GENIE CIVIL »

Avant tout transport des éoliennes, un itinéraire sera relevé par l'intervenant du marché responsable du transport sur les routes principales dans l'optique du passage d'un convoi exceptionnel pour l'approvisionnement des éléments des éoliennes. Les travaux de terrassement commencent, généralement, dès que l'on quitte les voies départementales pour accéder aux chemins communaux ou privés permettant l'accès au site.

Ce lot est généralement le premier à débiter sur un chantier puisqu'il va permettre de renforcer ou de créer les accès nécessaires à l'arrivée sur site des convois transportant tous les éléments du parc (éoliennes, poste de livraison, etc.) mais aussi la préparation des aires de grutage pour l'érection à venir des éoliennes. Cette partie est réalisée par des entreprises de génie civil. La société fera appel autant que possible aux services d'entreprises riveraines du parc afin de faire bénéficier au tissu économique local des retombées financières du projet. La mise aux nouvelles dimensions des pistes d'accès et plateformes peut être réalisée en utilisant les terres excavées des fonds de fouille de fondation (notamment dans le cas d'une solution en traitement de sol), ou par apport de matériaux de carrière ou recyclés (souvent grave non traitée dans le cas d'une solution granulaire). La terre végétale retirée lors de cette opération sera stockée sur zone et généralement réutilisée en remblai de fondation ou sur place par l'exploitant de la parcelle concernée.

Les travaux d'élargissement sont en général suffisants. Cependant, quelques travaux connexes sont parfois nécessaires :

- Des fossés peuvent être creusés de manière à maintenir le libre écoulement des eaux (des buses seront éventuellement posées au besoin) ;
- Des talutages de chemin sont parfois nécessaires afin de garantir la stabilité des ouvrages réalisés en remblai (au-dessus du niveau du terrain naturel).

En parallèle, les fondations vont également être creusées afin de permettre l'intervention ultérieure d'entreprises spécialisées dans le domaine. La taille et les caractéristiques des fondations sont adaptées à chaque éolienne en fonction de plusieurs facteurs comme la résistance du sol, sa perméabilité, la présence de cavités, etc.... Les calculs concernant le dimensionnement et le ferrailage des fondations sont validés par un organisme de contrôle (type VERITAS, APAVE, SOCOTEC, etc....), suite à une étude géotechnique poussée. La mise en place des ferrailles et le coulage du béton sont réalisés par des entreprises spécialisées souvent différentes de l'entreprise retenue pour la partie voirie. L'ensemble de ces entreprises, en tant que sous-traitants, restent sous la direction du Maître d'Ouvrage.

La fondation est de forme circulaire, comprise entre 25 et 30 m de diamètre sur une profondeur d'environ 3 m (hors fondation spéciale) et répond aux règles de constructions en vigueur. En moyenne, une fondation nécessite 800 m³ de béton au maximum et 80 tonnes de ferrailage au maximum (ces chiffres dépendent fortement du type d'éolienne - taille du rotor et puissance notamment- et de la nature du sol).

Les fondations sont renforcées par une armature d'acier. La mise en forme du béton sera assurée au moyen d'un coffrage. La cage d'ancrage en acier permet la fixation de la partie intérieure sur la fondation. Dix à trente jours sont nécessaires au séchage de l'ensemble. Une fois le béton sec, la terre est remblayée et compactée par-dessus la fondation, ce qui contribue à garantir une assise stable de l'éolienne.



Figure 74 : Création de chemin

1 - Décapage, 2- Traitement à la chaux, 3 - Etat final (Source : VOLKSWIND)

Ainsi, à l'issue des travaux, seule la partie supérieure des fondations sera visible (voir Figure 80).



Figure 75 : Ferrailage du massif

(Source : VOLKSWIND)



Figure 76 : Fondation après coulage béton

(Source : VOLKSWIND)

4.2.3. LOT ELECTRIQUE

Cette partie consiste à mettre en place l'intégralité des connections électriques permettant d'alimenter le parc éolien en électricité (pour les besoins de l'électronique de puissance des machines, le bon fonctionnement des appareillages, etc....) mais surtout d'évacuer l'énergie qui sera produite par les éoliennes. Une étape consiste également à la mise en place de lignes de télécommunication pour la gestion à distance du parc par l'exploitant ou le gestionnaire de réseau.

Pendant cette phase, toutes les éoliennes sont reliées au poste de livraison qui va regrouper l'énergie produite par le parc et permettre son évacuation vers le réseau public.

La responsabilité de ce lot revient à l'exploitant pour l'ensemble du parc mais s'arrête à la sortie du ou des postes de livraison. En effet, un poste de livraison est le point d'interconnexion entre les installations de l'exploitant et le réseau public qui est sous la responsabilité d'ENEDIS (ou d'une régie d'électricité locale).

Les travaux de raccordements électriques au réseau public (entre la sortie du poste de livraison et le poste source ENEDIS), bien qu'à la charge financière de l'exploitant, sont de la responsabilité pleine et entière du gestionnaire du réseau.

Là encore, un contrôle technique des installations par un organisme agréé sera effectué avant la mise en service industriel du parc sous la responsabilité de l'exploitant.

4.2.4. MONTAGE DE L'ÉOLIENNE

Le montage de l'éolienne se fait à l'aide d'une grue.



Figure 77 : Grue permettant l'assemblage des différents éléments d'une éolienne

(Source : VOLKSWIND)

L'éolienne sera transportée en pièces par convoi exceptionnel et assemblée sur place à l'aide d'une grue secondaire. La tour, la nacelle et les pales sont transportées également par convoi exceptionnel.



Figure 78 : Transport du moyeu

(Source : VOLKSWIND)



Figure 79 : Transport des pales

(Source : VOLKSWIND)

Pour le montage du mât, les éléments sont mis bout à bout, la partie inférieure étant boulonnée, sur la bride de la fondation. Les pièces le composant, ainsi que le matériel nécessaire à leur mise en œuvre, seront livrés sur site par convoi spécial, puis assemblés.



Figure 80 : Fondation finalisée

(Source : VOLKSWIND)

La nacelle est généralement l'organe le plus lourd de l'éolienne.



Figure 81 : Montage de la première section du mât

(Source : VOLKSWIND)



Figure 82 : Montage de la seconde section du mât

(Source : VOLKSWIND)



Figure 83 : Montage de la nacelle

(Source : VOLKSWIND)



Figure 84 : Montage de la génératrice

(Source : VOLKSWIND)

Les 3 pales seront montées en haut du mât également par l'intermédiaire d'une grue. Des techniciens, installés au sommet de l'éolienne et à l'intérieur, assureront les opérations d'assemblage, d'installation et de « branchement » des pièces, notamment des systèmes électriques.



Figure 85 : Un parc de neuf éoliennes Vestas V112 en construction

(Source : VOLKSWIND)

Pendant les travaux, l'aire accueillant le chantier est entièrement sécurisée (clôture de chantier et panneaux).

La durée de l'opération de montage d'une éolienne est de l'ordre de 2 à 3 jours en moyenne si la fenêtre météorologique est bonne.

Cette partie, très délicate du fait de la charge ou la dimension importante des pièces, requiert l'intervention d'entreprises spécialisées tant pour le levage que pour l'assemblage et la fixation des éléments.

Cette dernière partie est généralement assurée par le constructeur de l'éolienne qui en prend aussi la responsabilité. De cette manière, le constructeur peut s'assurer lui-même du bon montage des installations et donc accorder la garantie constructeur des installations sur la période prévue au contrat d'achat des éoliennes.

4.2.5. MISE EN SERVICE

Une fois les éoliennes assemblées et le parc prêt à fonctionner, ce dernier subit une série de vérifications et de tests visant d'une part à garantir la sécurité des installations mais aussi à garantir la qualité de l'électricité qui sera injectée sur le réseau public.

Les éoliennes vont donc pendant 100 à 150 heures (fonction du constructeur) devoir respecter, avec succès, à la fois les critères de sécurité (test de survitesse des éoliennes, arrêt d'urgence de la machine en fonctionnement, etc.) mais aussi des critères de qualité de l'énergie produite (non perturbation de réseau national, tenue en régime perturbé, etc.) pour être considérées aptes à fonctionner. C'est à l'issue de ces tests que l'exploitant du parc acceptera de faire la réception du chantier et des installations.

Le parc entre alors dans la phase d'exploitation industrielle.

4.2.6. RESPECT DES PRESCRIPTIONS DE L'ARRETE MINISTERIEL DU 26 AOUT 2011 : SECTION 3 « DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES »

Article 7 : Voie d'accès

Sont présentés dans la partie « 4.1.2 Voies d'accès », les accès prévus à chacune des éoliennes. Lors de la construction du projet, ces chemins ainsi que l'ensemble des chemins publics ou privés utilisés pour l'accès aux éoliennes seront renforcés de manière à pouvoir faire passer des convois exceptionnels. Ils seront entretenus pendant toute la durée de vie du parc afin que les engins de maintenance puissent accéder aux éoliennes en permanence. Les services d'incendie et de secours auront donc toujours à disposition des voies d'accès carrossables maintenus en bon état de propreté en cas d'intervention.

Articles 8 à 10 : Respect des normes et justification

Le document « Type Certificate » disponible en annexe 2 de l'étude d'impact précise que l'éolienne V136-4,2 MW prévue pour ce projet est bien conforme à la norme IEC 61 400-1 dans sa version en vigueur à la date de dépôt du DDAE.

De plus, l'article R111-38 du code de la construction et de l'habitation fait référence au contrôle technique de construction. Ce contrôle, à la charge de l'exploitant, est obligatoire et réalisé par des organismes agréés par l'état. Il assure la solidité des ouvrages ainsi que la sécurité des biens et des personnes. L'exploitant du parc éolien prévoit de consulter les organismes compétents externes pour vérifier la conformité des turbines à la fin de la phase d'installation des éoliennes du projet. Les justificatifs produits seront tenus à disposition de l'inspection des installations classées.

L'éolienne V136-4.2MW prévue pour ce projet respecte le standard IEC 61400-22. Les tableaux suivants sont extraits de la documentation VESTAS « 4MW general description » chapitre 8.1 Design Codes – Structural Design :

Lightning Protection	IEC 62305-1: 2006
	IEC 62305-3: 2006
	IEC 62305-4: 2006
	IEC 61400-24:2010

Tableau 67 : Lightning protection

Le contrôle visuel des pales est inclus dans les opérations de maintenance annuelle.

La lettre de déclaration du modèle d'éolienne V136-4,2 MW fournie par le constructeur atteste du respect de la directive européenne dite « machine » du 17 Mai 2006. Les installations électriques extérieures seront conformes à l'ensemble des normes citées dans l'arrêté. Avant la mise en service industriel du parc éolien, puis annuellement, les installations feront l'objet d'un contrôle qui donnera lieu à un rapport dit « rapport de vérification annuel », réalisé par un organisme agréé (Voir paragraphe « 4.2.3 Lot Electrique »).

Article 11 : balisage

Le balisage prévu sur les éoliennes du projet est détaillé au paragraphe « 4.1.6 Dispositifs particuliers » et sera conforme à l'arrêté en vigueur sur ce thème.

Le projet est donc conforme aux exigences de la section 3 de l'arrêté du 26 août 2011.

4.3. EXPLOITATION

4.3.1. PRODUCTION DE L'ELECTRICITE



Le fonctionnement d'une éolienne est très simple et peut schématiquement s'apparenter au mode de fonctionnement d'une dynamo de vélo où la rotation de la roue est remplacée par celle du rotor, entraînée par les pales sous l'effet du vent.

Dans le cas d'éolienne avec boîte de vitesse, le rotor entraîne un axe horizontal qui actionnera à son tour l'alternateur, source de la création d'électricité.

L'électricité produite sera transformée et élevée en tension pour être évacuée vers le réseau de distribution.

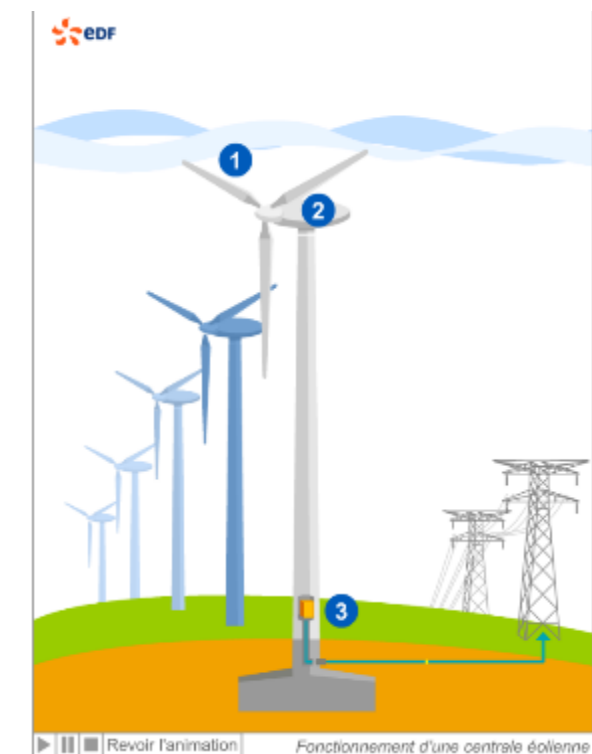
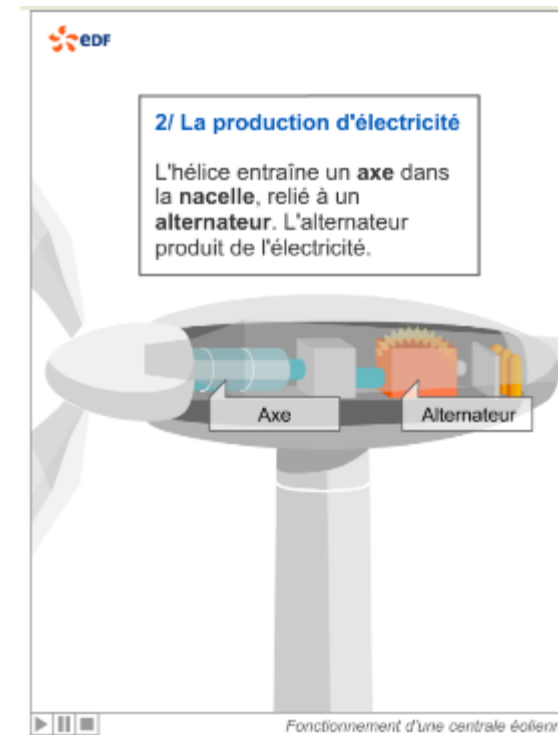


Figure 86 : Mode schématique de production par éolienne

4.3.2. DIFFERENTS INTERVENANTS ET RESPONSABILITES

Au cours de la vie du parc, plusieurs intervenants (notamment des sous-traitants) se présenteront sur le site. Chaque parc éolien en exploitation doit disposer d'un plan de prévention des risques fixant les conditions d'intervention de chacun sur le parc, les mesures de sécurité à prendre pour éviter les risques et les actions à mener en cas d'accident. Chaque intervenant est signataire de ce plan de prévention afin que nul ne l'ignore. Il doit apporter la preuve de l'habilitation de son personnel intervenant (habilitation électrique, attestation de travail en hauteur, etc.).

Malgré la sous-traitance, l'exploitant reste seul et unique responsable de la bonne tenue des installations et de la sécurité.

4.3.3. GESTION DE LA PRODUCTION ELECTRIQUE ET SURVEILLANCE A DISTANCE

Systeme de supervision et de gestion du parc

L'exploitant est en mesure de surveiller et d'agir à distance sur ses installations grâce aux liaisons télécoms mises en place et à un système de monitoring, localisé dans le poste de livraison ou parfois au pied d'une éolienne, appelé SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

A chaque instant, l'exploitant peut donc vérifier le fonctionnement des éoliennes, voir les défauts éventuels et arrêter/démarrer à distance les éoliennes en cas de besoin. Ce système permet de visualiser les paramètres techniques dans une éolienne. Plusieurs capteurs (sondes de température, etc.) y sont reliés ce qui permet à l'opérateur de contrôler l'état d'une éolienne à distance et si nécessaire de provoquer l'arrêt standard ou d'urgence si celui-ci n'est pas réalisé automatiquement.

Le gestionnaire du réseau électrique a la possibilité de communiquer avec le parc éolien de la même manière mais ne peut pas agir directement sur le parc, sauf à le découpler (déconnecter) du réseau en cas de force majeure.

Une gestion à distance (dite « Monitoring ») est proposée par le constructeur de l'éolienne ou le maintenancier. Les opérateurs surveillent 24/7 les éoliennes du constructeur à l'échelle

mondiale. En cas d'événement anormal, une vérification des paramètres techniques est réalisée afin de lever le doute. En cas d'alerte d'incident (feu ou survitesse), l'opérateur arrête immédiatement la machine pour la mettre en sécurité et enclenche la procédure d'information à l'exploitant et aux secours.

Bien qu'un certain nombre de problèmes puissent être résolus à distance, l'intervention de techniciens sur site s'avère indispensable, notamment pour les opérations de maintenance ou de levée de doute.

Monitoring

La ferme éolienne délègue cette tâche à l'équipe O&M (Opération et Maintenance) du groupe VOLKSWIND. Une équipe qualifiée est d'astreinte 24/7. Elle est chargée de gérer l'exploitation technique des éoliennes.

Le personnel, basé en France et en Allemagne, est en mesure de se connecter en permanence au SCADA des parcs éoliens et réalise la surveillance à distance en redondance avec les constructeurs.

Cette équipe est joignable en permanence sur le numéro générique d'exploitation qui figure sur les panneaux d'avertissement à proximité de chaque éolienne en exploitation ce qui permet à un tiers, témoin d'un problème de fonctionnement, de contacter directement l'exploitant si nécessaire.

Ce numéro est également communiqué à tous les acteurs principaux du site en exploitation tel que les constructeurs, sous-traitants électriques, ENEDIS, SDIS, etc. Tous les appels téléphoniques seront transférés à une personne en charge qui traitera la demande en fonction de la nature de l'événement survenu et sera responsable de prévenir les services de secours dans les 15 min suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'éolienne.

Mise en œuvre des procédures d'urgence et intervention des secours

C'est le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) qui est compétent en la matière. Ce service va mobiliser les moyens humains et techniques nécessaires en cas d'intervention.

Un travail en amont sera réalisé avec le SDIS concerné par le projet afin d'identifier en phase exploitation du parc les informations pratiques du site éolien tel que : identification du parc, nombre et type d'éolienne, localisation de l'installation, des accès possibles, numéro de l'exploitant et des intervenants possibles, etc. afin de garantir les meilleures conditions possibles pour l'intervention des secours (rapidité, mobilisation des bons moyens d'intervention, etc.).

Le SDIS est informé des moyens déjà à disposition dans les éoliennes en cas d'intervention :

- les extincteurs portatifs à disposition dans la nacelle et en bas de la tour.
- kit d'évacuation en hauteur par la trappe et palan dans la nacelle.
- la disposition des boutons d'Arrêt d'Urgence dans l'éolienne.
- numéro du centre de conduite ENEDIS -> couper l'alimentation du Poste de Livraison à distance.

En accord avec le SDIS, des consignes types sont indiquées sur site permettant d'identifier clairement les éléments d'information à donner aux secours lors d'un appel d'urgence, via le **numéro 18** (type d'incidence, accident avec personne ou non, incendie, etc.). Ainsi le SDIS sera en mesure de mobiliser les moyens adéquates : pompiers, GRIMP, évacuation en hélicoptère ou tout simplement mise en sécurité du périmètre s'il n'y a pas de possibilité /nécessité d'intervenir dans les éoliennes.

Le centre de secours SDIS le plus proche est localisé sur la commune de Brioux-sur-Boutonne : il s'agit du Centre de Première Intervention (CPI) de Brioux. Le temps d'intervention estimé est de 5 minutes.

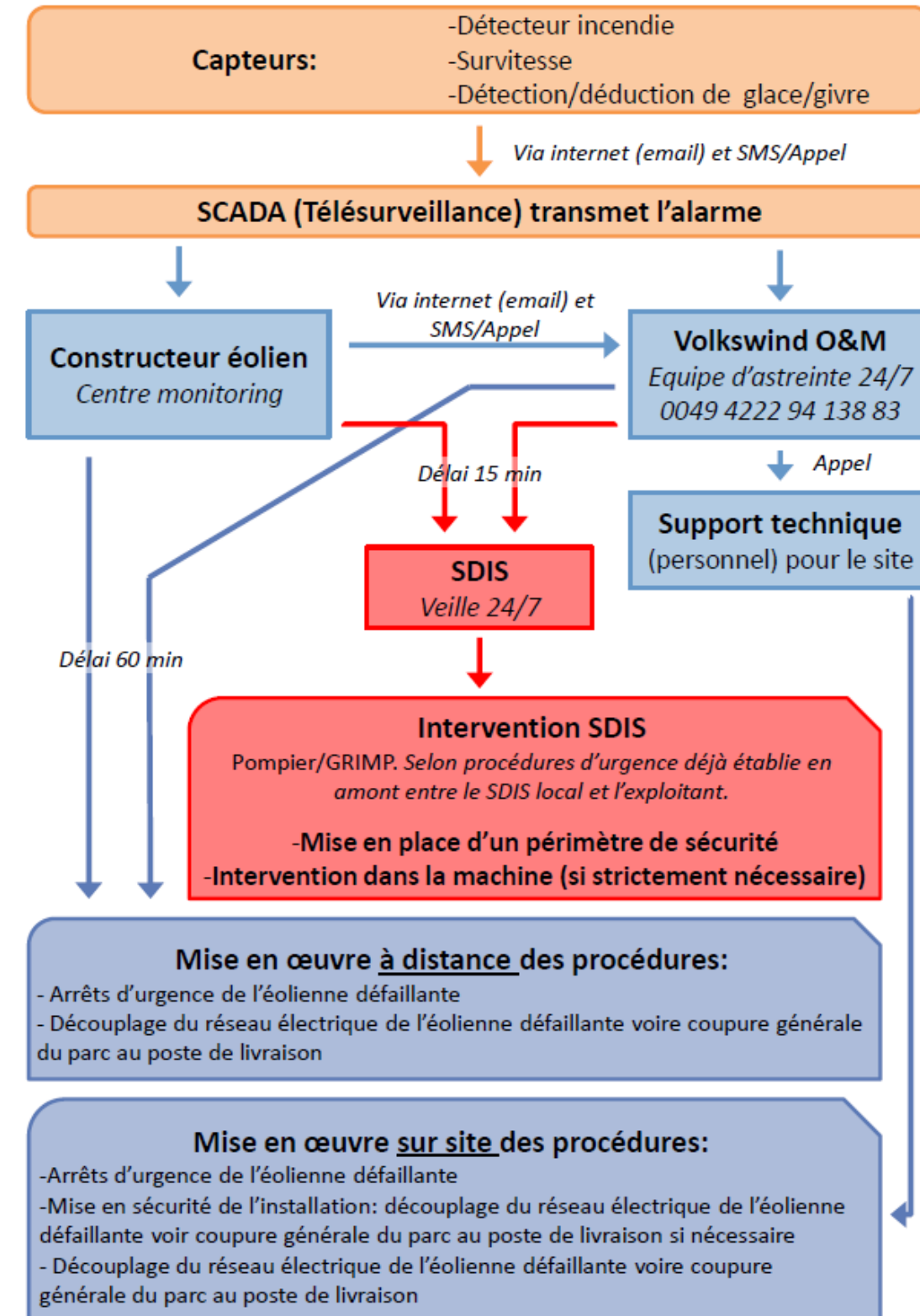


Figure 87 : Procédure en cas d'incident

Y Dispositif de gestion du risque incendie

Cette partie a pour objet de présenter les moyens techniques et humains mis à disposition par l'exploitant pour la prévention et la lutte contre les incendies.

- Prévention des incendies à proximité des éoliennes
 - Gabarit des voies adapté à l'accès des secours,
 - Chemin de 4 m de bande de roulement avec une portance suffisante pour des véhicules de 19 t. (les chemins sont les mêmes que ceux utilisés lors des travaux, ils sont identifiés sur la carte de présentation des chemins (partie 4.1.2 Voies d'accès))
- Prévention des incendies dans les éoliennes
 - Les composants individuels de l'éolienne sont en matériaux ignifugé ou résistant au feu réduisant les départs et la propagation d'incendie.
 - Les capteurs de température sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine.
 - Un système de détection incendie relié à une alarme transmise aux centres de contrôle du constructeur et VOLKSWIND.

- Les éoliennes sont équipées de système de protection contre la foudre et les surtensions.
- Le panneau d'affichage de prescriptions à destination du public.

- Les moyens de lutte contre les incendies dans les éoliennes
 - un extincteur à la base du mat de chaque éolienne
 - un extincteur dans la nacelle de chaque éolienne
- Fiche technique du parc éolien transmis au SDIS avant la mise en service
 - Coordonnées des ouvrages et leurs caractéristiques techniques
 - Plan des voies d'accès
 - Les éléments de sécurité pour les intervenants
 - Coordonnées de l'équipe O&M (Operation et Maintenance) du groupe VOLKSWIND où une équipe qualifiée est d'astreinte 24h/7j.
- Procédure en cas d'incendie

La procédure en cas d'incendie est la même qu'en cas de détection d'incident présenté.

4.3.4. ENTRETIEN DES INSTALLATIONS

Schématiquement, la maintenance peut être répartie en 3 catégories :

La maintenance préventive

Cette maintenance se fait 2 fois par an, soit tous les 6 mois, à l'exception des machines qui viennent d'être mises en service et qui feront l'objet d'une première maintenance après 500h de fonctionnement.

La maintenance préventive vise, en dehors de l'entretien courant (vidange, graissage, etc.) à vérifier l'état général des composants de l'éolienne et ainsi prévoir un remplacement anticipé si nécessaire avant une casse ou un accident. L'avantage pour le producteur étant de choisir le moment de la réparation donc des conditions climatiques lors de l'arrêt de l'éolienne. En le réalisant un jour ou il y a peu ou pas de vent l'exploitant limitera la perte de production et les risques portant sur les techniciens (dont le travail est rendu plus périlleux en cas de vent fort).

La maintenance curative

Contrairement à la précédente, ce type de maintenance n'est pas choisi par l'exploitant car il consiste à intervenir dès qu'une panne se déclare. Dans ce cas, il est important pour l'exploitant de limiter au minimum le temps d'arrêt des éoliennes donc la perte de production.

La rapidité d'intervention des équipes de techniciens de maintenance est donc très importante. En fonction des sociétés de maintenance, les techniciens peuvent être soit répartis dans des centres régionaux de maintenance ou dans des bases dédiées (base vie), au plus près du parc.

La maintenance conditionnelle

Ce type de maintenance est appelé à se développer dans les prochaines années et viendra en support des actions de maintenance préventive. Le but est, là encore, d'anticiper les problèmes éventuels avant leur apparition grâce à un système de surveillance CMS (Control Monitoring System). Ce système permet de détecter des usures précoces sur l'ensemble de l'axe de rotation de l'éolienne.

Il s'agit notamment d'étudier les courbes vibratoires des composants lors de leur fonctionnement et de repérer des comportements vibratoires anormaux, signe d'usures importantes ou prématurées. Ceci permettra de mieux cibler voire de réduire le nombre de pièce à changer en limitant les dégâts collatéraux en cas de rupture de cette pièce. Globalement ce type de maintenance augmentera également la sécurité des installations.

Dans tous les cas, les résultats des maintenances font l'objet d'un suivi attentif et d'un archivage systématique rendant disponible sur demande les registres d'entretien des machines, par exemple, pour les agents de contrôle des installations classées.

L'exploitant réalise ou fait réaliser un contrôle des actions de maintenance (et en général de sous-traitance) menées sur les installations garantissant ainsi le maintien en bon état des installations.

4.3.5. RESPECT DES PRESCRIPTIONS DE L'ARRETE MINISTERIEL DU 26 AOUT 2011 : SECTION 4 « EXPLOITATION »

Article 12 : Suivi environnemental

Présenté au paragraphe « 7.3 Mesure Milieu naturel », des suivis d'activité et de mortalité sont prévus pour l'avifaune et les chiroptères. Ces suivis ont été préconisés dans le cadre des études écologiques du projet éolien du Fourris. Si un protocole type au niveau national est approuvé, il se substituera aux protocoles indiqués pour le moment dans les études.

- Suivi environnementale ICPE post-implantation de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle en continu via un enregistreur (au niveau de l'éolienne E04), au cours des 3 premières années d'exploitation du parc puis tous les 10 ans, soit 5 années de suivi.

Coût total estimé : 45 000 € HT pour les 5 années de suivi

- Suivi environnementale ICPE post-implantation de la mortalité est prévu pour l'avifaune et les chiroptères, au cours des 3 premières années d'exploitation du parc puis tous les 10 ans, soit 5 années de suivi.

Coût total estimé : 66 000 € HT pour les 5 années de suivi

- Suivi d'activité de l'avifaune, au cours des 3 premières années d'exploitation du parc puis tous les 10 ans, soit 5 années de suivi.

Coût total estimé : 48 000 € HT pour les 5 années de suivi

- Suivi de l'activité alimentaire des rapaces diurnes et grands échassiers pendant la fauche/moisson, au cours des 12 mois précédent la mise en service du parc.

Coût total estimé : entre 5 400 et 11 000 € HT pour l'année de suivi

- Suivi de la nidification des Busards et protection des nichées, au cours des 5 premières années d'exploitation du parc. Selon les résultats de ce suivi, il pourra être renouvelé.

Coût total estimé : 18 000 € HT pour les 3 années de suivi

- Suivi environnemental du chantier avec 6 visites terrain suivant la date de début des travaux et réparties sur l'ensemble de la phase chantier.

Coût total estimé : 5 400 € HT pour la durée des travaux

Le montant total des mesures de suivi environnemental s'élève donc à 193 400 € pour une durée de vie du parc de 20 ans.

Article 13 : Accès aux installations

Les éoliennes et le poste de livraison (les transformateurs sont intégrés dans les éoliennes) sont dotés d'une serrure permettant de les fermer à clef. Aucune personne étrangère à l'installation n'a d'accès libre à ces équipements.

Article 14 : Affichage

Un modèle de panneau listant les prescriptions est disponible au paragraphe « 4.1.6 Dispositifs particuliers ». Il sera implanté sur chacun des accès aux éoliennes et sur le poste de livraison.

Article 15 : Arrêt et arrêt d'urgence des éoliennes

Lors de la mise en service d'une éolienne, une série de tests est réalisé afin de s'assurer du fonctionnement et de la sécurité de l'éolienne. Parmi ces tests, les arrêts simples, d'urgence et de survitesse sont effectués. Suivant les manuels de maintenance du constructeur, le test des différents arrêts sont ensuite effectués tous les 6 mois, ils sont reportés sur les documents dits IRF attestant de la réalisation de l'ensemble des opérations de maintenance.

Article 16 : Etat de propreté et entreposage de matériaux

Les contrats de maintenance passés avec les équipes du constructeur ou toute autre entreprise incluent le maintien de la propreté des équipements. L'interdiction d'entreposer des matériaux combustibles ou inflammables fait partie des règles à observer par les techniciens de maintenance. L'exploitant réalisera ou fera réaliser un contrôle externe des installations de façon régulière (environ 2 fois par an ou plus si nécessaire) afin de garantir, notamment, le bon état de propreté des installations.

Article 17 : Maintenance des installations

Tous les techniciens ou autres personnels intervenant sur les éoliennes sont formés aux risques et à la conduite à tenir en cas de problèmes. Ils sont notamment formés et donc habilités à travailler en altitude, en milieu électrique et en majorité formés aux premiers secours (Sauveteur Secouriste du Travail). Les procédures à suivre en cas d'urgence, en particulier l'appel au secours, sont rappelées par des affichages à l'intérieur de l'éolienne.

Article 18 : Contrôle des installations

Cet article a provoqué une révision du calendrier des contrôles de maintenance à effectuer chez le constructeur. Les modifications sont d'ores et déjà intégrées dans les plans de maintenance depuis 2012 afin que les parcs soient immédiatement en conformité avec les dispositions de cet article dès la mise en exploitation. Tout prestataire pouvant être chargé de la maintenance des éoliennes du projet respectera ce calendrier tout au long de la vie du parc.

Article 19 : Manuel d'entretien

Un manuel de maintenance des éoliennes du projet sera remis à l'exploitant par le constructeur. Ce document fait état de la nature et de la fréquence des entretiens et opérations de maintenance à réaliser. L'exploitant tient également à jour un registre consignait les opérations de maintenance. Des rapports de services réguliers font état du suivi des déchets, des vérifications périodiques, des reports d'évènements (défaillance constatées et opérations correctives engagées), des analyses d'huiles et des tests opérés (différents arrêts visés à l'article 15).

Article 20 et 21 : Déchets

Les déchets non-dangereux sont triés au centre de maintenance dans des contenants adaptés. Leur collecte et leur élimination sont assurées par des sociétés spécialisées. Le détail des déchets et de leur gestion sont repris dans le paragraphe suivant.

Le projet est donc conforme aux exigences de la section 4 de l'arrêté du 26 août 2011.

4.3.6. RESPECT DES PRESCRIPTIONS DE L'ARRETE MINISTERIEL DU 26 AOUT 2011 : SECTION 5 « RISQUES »

Article 22 Consignes de sécurité

En phase chantier, un Plan Général de Coordination (PGC) précise les risques professionnels et les consignes de sécurité et procédures à respecter en cas de danger.

En phase d'exploitation, un Plan de Prévention Particulier est mis en place afin de garantir la sécurité du personnel effectuant la maintenance. De plus, les techniciens intervenants sur les éoliennes ont tous pris connaissance du manuel SST VESTAS, qui répertorie l'ensemble des directives générales de santé et de sécurité au travail, ainsi que les conduites à tenir et les procédures à suivre en cas de fonctionnement anormal de l'éolienne. Ils connaissent également le document « safetyRegulations for operators and technicians », qui regroupe les règles de sécurité pour le travail à l'intérieur des turbines.

En cas de gel, voir la réponse à l'article 25, colonne suivante.

Note : les éoliennes VESTAS ne sont pas concernées par les situations suivantes : haubans rompus et relâchés et fixations détendues.

Article 23 Système de détection et d'alerte

Les détecteurs de fumée font partie des équipements de série sur les éoliennes V136-4.2MW. Ils sont couplés au système SCADA, qui permet l'envoi en temps réel d'une alerte par SMS et par courriel au Centre de maintenance et au chargé d'exploitation de la ferme éolienne. Ce dispositif est testé tous les 6 mois lors des maintenances préventives. La détection de survitesse est également en série sur les turbines prévues pour ce parc, et testée lors des opérations de maintenance bisannuelles. Un complément d'information sur ce point est fourni au chapitre 4.3.3 Gestion de la production électrique et surveillance à distance en page 253.

Article 24 Moyens de lutte contre l'incendie

Le système d'alarme contre les incendies est celui décrit précédemment. Par ailleurs, toutes les éoliennes du projet seront dotées d'extincteurs en pied de tour et dans la nacelle. Les techniciens de maintenance sont formés à leur utilisation. La procédure détaillée de mise en œuvre des alertes est décrite au paragraphe 4.3.3 Gestion de la production électrique et surveillance à distance en page 253.

Article 25 Détection ou déduction de présence de glace

Pour le projet éolien du Fourris, c'est la déduction de présence de glace qui sera mise en œuvre. La formation de glace sera déduite à partir des données de puissance et de températures relevées par le SCADA lorsque la turbine est en fonctionnement. Concrètement, le SCADA sera en mesure d'alerter l'opérateur lorsque, en condition de rotation des pales et en conditions climatiques propices à la formation de glace sur les pâles, la courbe de puissance de l'éolienne est en décalage avec la courbe de puissance théorique. En effet, lors de formation de glace sur les pales, ces dernières s'alourdissent et deviennent également moins aérodynamiques. A vent équivalent, une éolienne produira donc moins d'énergie en condition de givre, qu'en condition normale d'où le décalage observé de courbe de puissance. Un message d'alerte type « Ice climate » est alors transmis au chargé d'exploitation et au centre de maintenance dont dépend le parc. La mise à l'arrêt se fait automatiquement. Le redémarrage sera effectué après contrôle visuel d'un technicien de maintenance pour vérifier qu'aucune formation de glace ne subsiste sur les pales.

Le projet est donc conforme aux exigences de la section 5 de l'arrêté du 26 août 2011.

4.4. DEMANTELEMENT DU PARC EOLIEN EN FIN DE VIE**4.4.1. INTRODUCTION**

Un parc éolien, contrairement à beaucoup d'autres équipements, est parfaitement réversible et sans conséquences à long terme pour l'environnement et le paysage. Il est tout à fait possible de démanteler une éolienne pour la remplacer par une machine plus performante ou le parc dans son ensemble au terme de sa période de fonctionnement.

4.4.2. REGLEMENTATION

L'Arrêté du 26 août 2011 relatif à la remise en état et à la constitution des garanties financières pour les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent (modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020) précise les modalités d'application de l'article R 515-106 du Code de l'environnement relatif aux opérations de démantèlement et de remise en état des installations.

4.4.3. DESCRIPTION DU DEMANTELEMENT

Le démantèlement du parc éolien comprend :

- Le démantèlement des installations de production d'électricité, des postes de livraison ainsi que les câbles dans un rayon de 10 mètres autour des aérogénérateurs et des postes de livraison.
- l'excavation des fondations et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres à proximité de l'installation :
 - sur une profondeur minimale de 30 centimètres lorsque les terrains ne sont pas utilisés pour un usage agricole au titre du document d'urbanisme opposable et que la présence de roche massive ne permet pas une excavation plus importante ;
 - sur une profondeur minimale de 2 mètres dans les terrains à usage forestier au titre du document d'urbanisme opposable ;
 - sur une profondeur minimale de 1 mètre dans les autres cas.
- Le décaissement des aires de grutage et des chemins d'accès sur une profondeur de 40 centimètres et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres à proximité de l'installation, sauf si le propriétaire du terrain sur lequel est sise l'installation souhaite leur maintien en l'état.

Sauf modification du réseau routier ou du matériel de transport qui permettraient d'envisager une solution plus simple, le nombre de camions et les itinéraires choisis pour apporter les pièces des éoliennes sera, à priori le même lors du démantèlement, que lors de la construction. Les bétonnières seront remplacées par des camions bennes évacuant les gravats.

Sauf intempéries, la durée de chantier du démontage des aérogénérateurs sera de 3 jours par éolienne.

4.4.4. MONTANT DES GARANTIES FINANCIERES

L'annexe I de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel 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, explicite le calcul du montant initial de la garantie financière, établi à partir de la formule suivante, comme le stipule l'article 30 de ce même arrêté :

« I. – Le montant initial de la garantie financière d'une installation correspond à la somme du coût unitaire forfaitaire (Cu) de chaque aérogénérateur composant cette installation :

$$M = \sum(Cu)$$

« où :

« – M est le montant initial de la garantie financière d'une installation ;

« – Cu est le coût unitaire forfaitaire d'un aérogénérateur, calculé selon les dispositions du II de l'annexe I du présent arrêté. Il correspond aux opérations de démantèlement et de remise en état d'un site après exploitation prévues à l'article R. 515-36 du code de l'environnement.

« II. – Le coût unitaire forfaitaire d'un aérogénérateur (Cu) est fixé par les formules suivantes :

« a) lorsque la puissance unitaire installée de l'aérogénérateur est inférieure ou égale à 2 MW :

$$Cu = 50\ 000$$

« b) lorsque sa puissance unitaire installée de l'aérogénérateur est supérieure à 2 MW :

$$Cu = 50\ 000 + 10\ 000 * (P-2)$$

« où :

« – Cu est le montant initial de la garantie financière d'un aérogénérateur ;

« – P est la puissance unitaire installée de l'aérogénérateur, en mégawatt (MW).

« III. – En cas de renouvellement de toute ou partie de l'installation, le montant initial de la garantie financière d'une installation est réactualisé en fonction de la puissance des nouveaux aérogénérateurs. La réactualisation fait l'objet d'un arrêté préfectoral pris dans les formes de l'article L. 181-14 du code de l'environnement.

Pour ce projet, ce montant s'élève à **576 000 €**

- 1 éolienne V136 – 4,2 MW à : $Cu = 50\ 000\ € + 10\ 000 * (4,2-2) = 72\ 000\ €$
- 8 éoliennes V136 – 4,2 MW à : $M = 8 * 72\ 000\ € (Cu) = 576\ 000\ €$

Ce montant sera réactualisé tous les cinq ans, conformément à l'article 31, et en utilisant la formule d'actualisation des coûts donnée en Annexe II, de l'arrêté cité ci-dessus :

« FORMULE D'ACTUALISATION DES COÛTS

$$M_n = M \times \left(\frac{\text{Index}_n}{\text{Index}_0} \times \frac{1 + \text{TVA}}{1 + \text{TVA}_0} \right)$$

« où

- « Mn est le montant exigible à l'année n.
- « M est le montant initial de la garantie financière de l'installation.
- « Indexn est l'indice TP01 en vigueur à la date d'actualisation du montant de la garantie.
- « Index0 est l'indice TP01 en vigueur au 1^{er} janvier 2011, fixé à 102,1807 calculé sur la base 20.
- « TVA est le taux de la taxe sur la valeur ajoutée applicable aux travaux de construction à la date d'actualisation de la garantie.
- « TVA0 est le taux de la taxe sur la valeur ajoutée au 1^{er} janvier 2011, soit 19,60 %.

suivantes ainsi que les aérogénérateurs mis en service après cette même date dans le cadre d'une modification notable d'une installation existante, doivent avoir au minimum :

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

4.5. RESIDUS ET EMISSIONS ATTENDUES

Voici une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus, tels que la pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol, le bruit, la vibration, la lumière, la chaleur, la radiation, et des types et des quantités de déchets produits durant les phases de construction et de fonctionnement.

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe le montant initial de la garantie financière et précise l'indice utilisé pour calculer le montant de cette garantie. La constitution des garanties financières pourra alors se faire à partir de la réception de cet arrêté, et sera faite au plus tard avant la mise en service de l'installation. Comme prévu à l'Article D.181-15-2, l'exploitant adressera au préfet les éléments justifiant la constitution effective des capacités techniques et financières au plus tard à la mise en service de l'installation. Ce montant pourra être garanti par un cautionnement auprès d'un établissement d'assurance (exemples : Atradius, Covéa Caution) ou bancaire. Un modèle de garantie financière de démantèlement qui pourra être utilisé lors de sa mise en œuvre est présenté en annexe 2 du présent document.

4.4.5. DECHETS DE DEMOLITION ET DE DEMANTELEMENT

Les déchets de démolition et de démantèlement seront réutilisés, recyclés, valorisés, ou à défaut éliminés dans des filières dûment autorisées à cet effet.

Conformément à l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, les pourcentages de recyclage par rapport à la masse des composants respecteront les prescriptions suivantes :

- au 1er juillet 2022, au minimum 90 % de la masse totale des aérogénérateurs démantelés, fondations incluses, lorsque la totalité des fondations sont excavées, ou 85 % lorsque l'excavation des fondations fait l'objet d'une dérogation prévue par le paragraphe ci-dessus, doivent être réutilisés ou recyclés.
- au 1er juillet 2022, au minimum, 35 % de la masse des rotors doivent être réutilisés ou recyclés.
- les aérogénérateurs dont le dossier d'autorisation complet est déposé après les dates

Résidus et émissions	Construction		Exploitation	
	Type	Quantité	Type	Quantité
Bruit	Les émissions de bruits durant la phase de construction seront essentiellement émises par les engins de chantier. La réglementation du travail impose un niveau sonore (Niveau x Durée).	Décibels à ne pas dépasser durant une certaine durée d'exposition : 80 dBA pour 8h d'exposition 83 dBA pour 4h d'exposition 86 dBA pour 2h d'exposition 89 dBA pour 1h d'exposition 92 dBA pour 30 min d'exposition 95 dBA pour 15 min d'exposition (En l'absence de tout obstacle, le niveau sonore décroît avec l'éloignement. Il baisse de 6 décibels chaque fois que l'on double la distance à la source)	Durant la phase d'exploitation, l'éolienne émet du bruit due à la rotation de ses pales Le niveau de bruit maximal qui sera respecté en tout point du périmètre de mesure (de rayon R = 1,2 x (H de moyeu + L d'un demi-rotor)).	De jour (7h/22h) 70 dBA De nuit (22h/7h) 60 dBA
Vibration	Les émissions de vibrations durant la phase de construction seront essentiellement émises par les engins de chantier. Cependant, il n'existe aucune réglementation concernant les vibrations émises dans l'environnement d'un chantier. La Sétra a rédigé une note d'information sur la prise en compte des nuisances vibratoires liées aux travaux lors des compactages, des remblais et des couches de forme.	Risque important de gêne et de désordre sur les structures ou les réseaux enterrés pour le bâti situé entre 0 et 10 m des travaux Risque de gêne et de désordre à considérer pour le bâti situé entre 10 et 50 m des travaux ; Risque de désordre réduit pour le bâti situé entre 50 et 150 m.	La transmission de vibrations par l'éolienne durant sa phase d'exploitation est négligeable.	-
Lumière	Aucune émission de lumière notable n'est à constater durant la phase de construction du parc éolien.	-	Une lumière est émise par chaque éolienne du parc, imposée par la réglementation. Cette dernière est le balisage aéronautique à base de feux à éclats.	De jour (7h/22h) 20 000 Candelas De nuit (22h/7h) 2 000 Candelas
Eau	Les fondations des éoliennes, réalisées durant la phase de travaux, seront projetées à une distance suffisante des fossés hydrauliques pour ne pas les affecter.	-	L'impact qu'auront les éoliennes en exploitation sur l'eau, peut être considéré comme non-notable.	-
Sol / Sous-sol	Quelques modifications des sols et sous-sols seront effectués durant la phase de travaux (Gros-œuvre, second-œuvre et l'aménagement extérieur). Une étude de sous-sol sera réalisée, afin de prévoir un cahier des charges pour les fondations qui réponde aux caractéristiques du sous-sol. Les entreprises intervenant sur le chantier devront répondre à ce cahier des charges.	-	Durant la phase d'exploitation des éoliennes, les sols et sous-sols ne seront pas impactés.	-
Chaleur	La phase de construction du parc éolien ne sera à l'origine d'aucune émission de chaleur.	-	La phase d'exploitation du parc éolien ne sera à l'origine d'aucune émission de chaleur.	-
Radiation	La phase de construction du parc éolien ne sera à l'origine d'aucune émission de radiations.	-	La phase d'exploitation du parc éolien ne sera à l'origine d'aucune émission de radiations.	-
Déchets	Quelques déchets seront produits durant la phase de travaux du parc éolien, notamment des palettes, bobines et plastiques servant à transporter les différents éléments. Ces déchets sont collectés dans des bennes disposées à cet effet puis recyclés.	- les Déchets Industriels Banals (DIB) : béton, métal, plastique - les Déchets Industriels Spéciaux (DIS) : solvants, hydrocarbures, huiles, etc. - les Déchets Inertes (DI) : pierres, terres et matériaux de terrassement. Cf. Partie 5.6.9 Déchets.	Lors de l'exploitation du parc, quelques déchets sont produits, notamment due à la maintenance préventive ou curative. Les huiles usagées sont récupérées et traitées par une société spécialisée Concernant les déchets de la fin de vie de l'éolienne, se référer à la partie 5.6.9 Déchets.	-
Air	Par le trafic des véhicules, le chantier contribuera, à son échelle, à la production de gaz à effet de serre et de polluants directs pour la population (oxydes d'azote, particules, ...). De la poussière sera également émise par le trajet des véhicules et les différentes opérations de déplacement de terre.	Des mesures réductrices seront prises pour éviter de tels impacts. Elles sont rappelées dans le 7.2.1 Voies de Communication et trafic.	L'impact sur l'air est positif. Les éoliennes ne produisent ni gaz à effet de serre, ni particules, comparés aux moyens de production d'électricité conventionnels.	-

Tableau 68 : Estimation des résidus et émissions attendues en phase construction et exploitation