

Illustration 14 : Synthèse des enjeux identifiés dans le périmètre d'étude de l'éolienne E1.

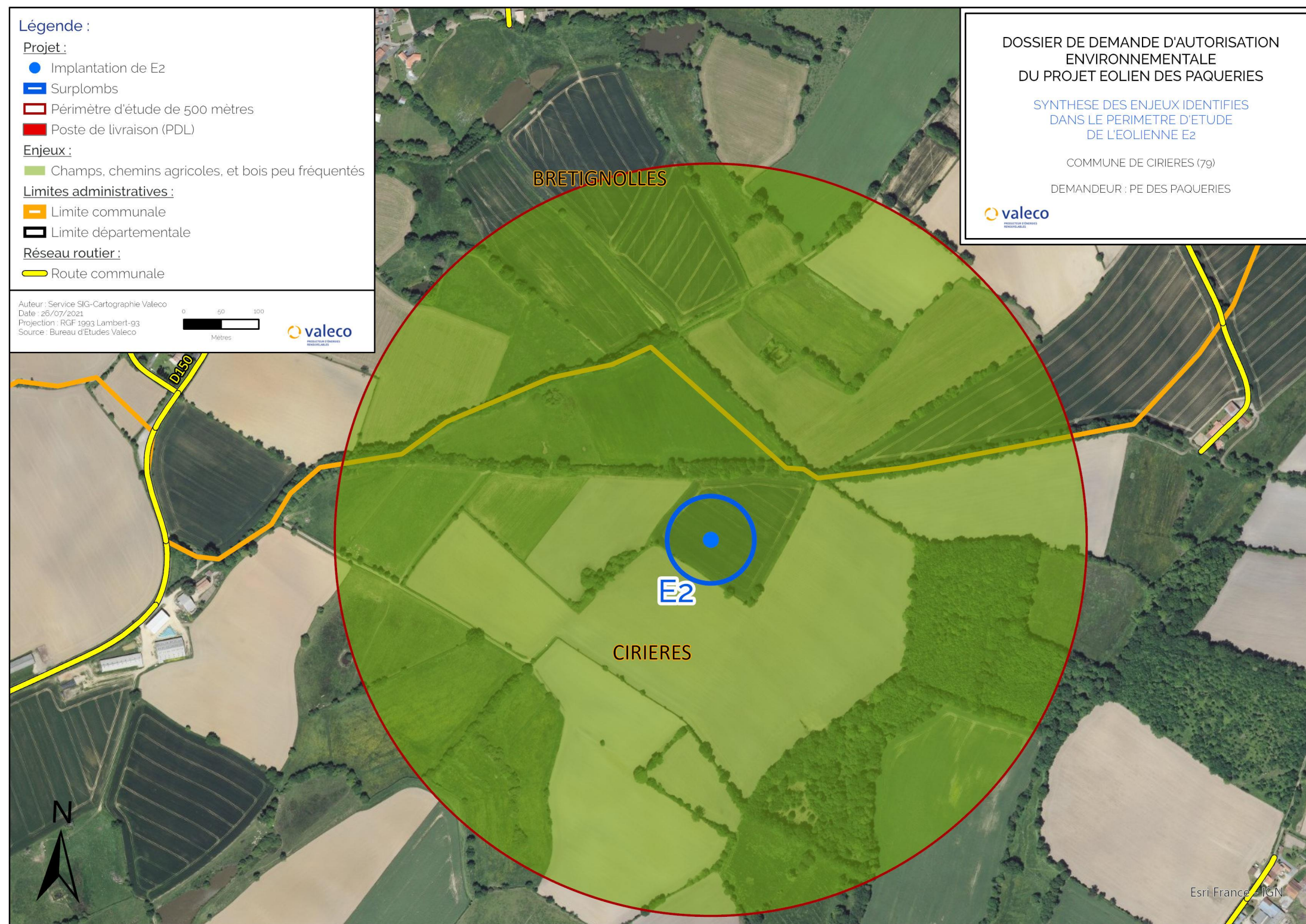


Illustration 15 : Synthèse des enjeux identifiés dans le périmètre d'étude de l'éolienne E2.

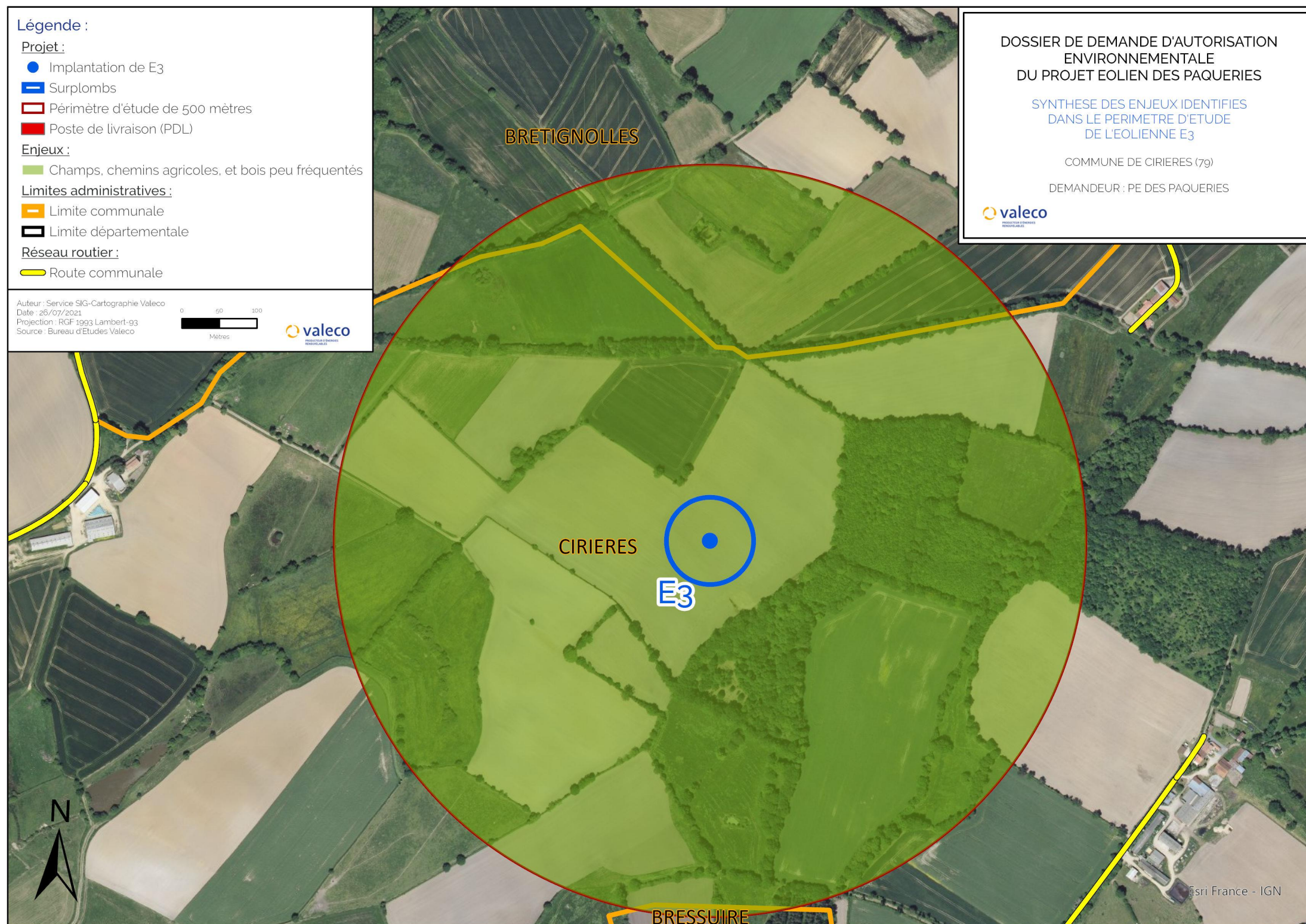


Illustration 16 : Synthèse des enjeux identifiés dans le périmètre d'étude de l'éolienne E2.

4 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente (chapitre 5), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

4.1 Caractéristique de l'installation

4.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe Erreur ! Source du renvoi introuvable.) :

Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;

Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers les postes de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;

Plusieurs postes de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;

Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;

Un réseau de chemins d'accès ;

Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

4.1.1.1 Eléments constitutifs d'un aérogénérateur :

Au sens de 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, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 [9], les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Le parc sera composé de 2 aérogénérateurs d'une hauteur maximale de 200 m en bout de pale. Elles auront toutes une couleur sobre (RAL 7035). Plusieurs modèles ont été sélectionnés pour le projet, ainsi la puissance disponible du parc éolien des Paquieries sera comprise entre 4,5 et 5,7 MW.

Les aérogénérateurs se composent des éléments suivants :

Un rotor composé de trois pales, un moyeu et de couronnes d'orientation et d'entraînements pour le calage des pales. Les pales du rotor sont fabriquées en matière plastique renforcée de fibres de verre (GFK) à haute résistance. Chaque système pitch (pale) est indépendant.

Une tour tubulaire en acier couverte d'un revêtement époxy (protection anti-corrosion) et de peinture acrylique, équipée à son sommet d'une nacelle qui s'oriente en permanence en direction du vent. Le mât est composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux en béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Le mât comporte des plates-formes intermédiaires et est équipé d'une échelle, pourvue d'un système antichute (rail), de plates-formes de repos, et d'un élévateur de personnel. Pour 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.

Une nacelle composée d'un châssis en fonte et d'une coquille fabriquée en matière plastique renforcée de fibres de verre, dimensionnés suivant le standard IEC classe S. Elle est composée d'un train d'entraînement, d'une génératrice, d'un système d'orientation, du convertisseur ainsi que du transformateur.

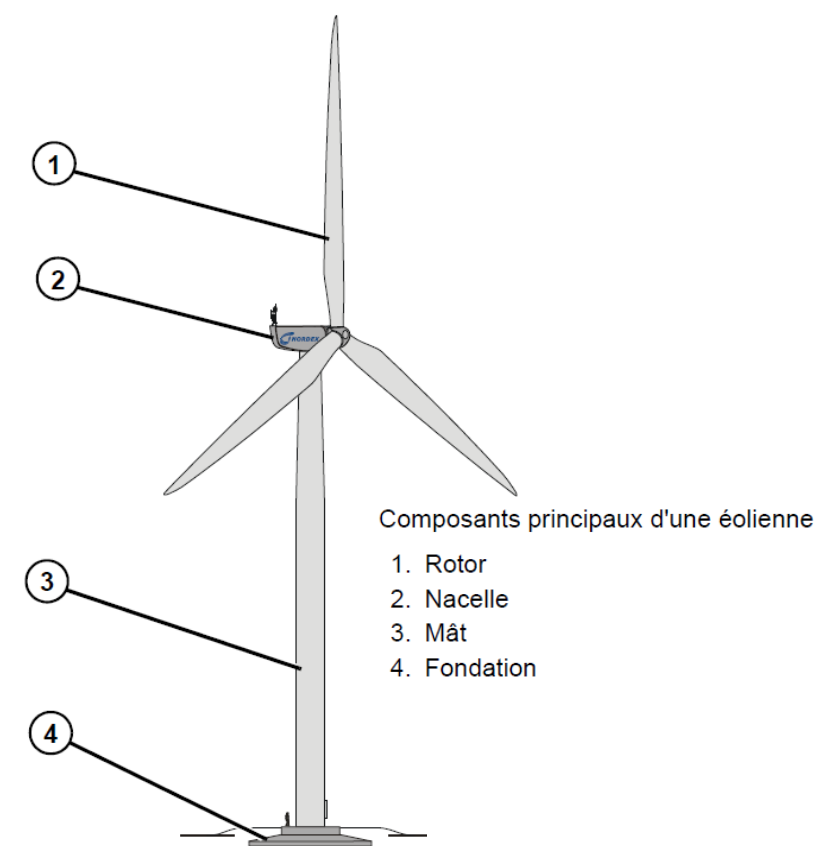


Illustration 17 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

4.1.1.2 Le rotor :

Le rotor permet de convertir l'énergie cinétique du vent en mouvement de rotation de l'éolienne. Il est composé de trois pales, d'un moyeu de rotor, de trois roulements et de trois entraînements pour l'orientation des pales.

Le moyeu du rotor est une construction en fonte modulaire et rigide. Le roulement d'orientation de pale et la pale sont montés dessus.

Les pales sont constituées de deux moitiés collées ensemble. Le matériau du noyau de cette construction à plusieurs couches est en balsa et mousse de PVC. Le profil aérodynamique des pales résiste bien aux salissures et à la glace, ce qui permet une réduction des pertes de puissance. Chaque pale est pourvue d'une pointe en aluminium qui dévie le courant de foudre par un câble en acier vers le moyeu du rotor. Les pales sont fixées au roulement d'orientation du système Pitch à l'aide de boulons en T.

Système à pas variable oriente les pales du rotor dans les positions définies par la commande. Chaque pale est commandée et entraînée séparément par un entraînement électromagnétique avec moteur triphasé, un engrenage planétaire, et une unité de commande avec convertisseur de fréquence et alimentation électrique de secours. Le système à pas variable est le frein principal de l'éolienne. Les pales se tournent ainsi de 90° pour le freinage, ce qui interrompt la portance et crée une grande résistance de l'air provoquant ainsi le freinage du rotor (frein aérodynamique).

➤ La nacelle :

Une vue d'ensemble de la nacelle est présentée sur la figure suivante :

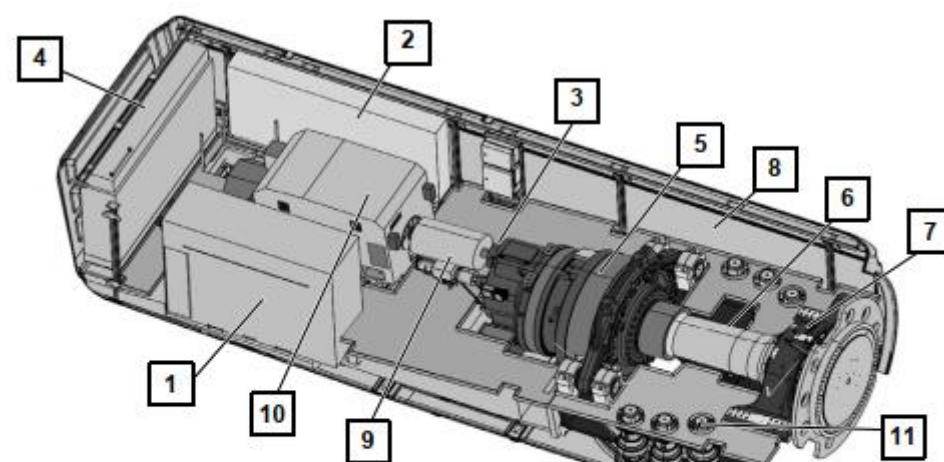


Fig.2 Schematic representation of the nacelle

1 Transformer	2 Switch cabinet	3 Rotor brake
4 Converter	5 Gearbox	6 Rotor shaft
7 Rotor bearing	8 Nacelle housing	9 Coupling
10 Generator	11 Yaw drives	

Illustration 18 : Schéma de la nacelle d'un aérogénérateur

La couronne d'orientation : La direction du vent est mesurée de manière continue à hauteur de moyeu par deux appareils indépendants. L'un d'entre eux est un appareil ultrasonique. Tous les anémomètres sont chauffés. Si la direction du vent relevée diffère du positionnement de la nacelle d'une valeur supérieure à la valeur limite, la nacelle est réorientée via quatre entraînements constitués d'un moteur électrique, d'un engrenage planétaire à plusieurs niveaux et de pignons d'entraînement. Les freins d'orientation sont activés.

Le train d'entraînement transmet le mouvement de rotation du rotor à la génératrice. Il est constitué des composants principaux suivants :

- L'arbre du rotor transmet les forces radiales et axiales du rotor au châssis machine. Le roulement du rotor contient un dispositif de verrouillage mécanique du rotor.
- Un multiplicateur qui augmente la vitesse de rotation au niveau nécessaire pour la génératrice. L'huile du multiplicateur assure non seulement la lubrification mais aussi le refroidissement du multiplicateur. La température des roulements du multiplicateur et de l'huile est surveillée en permanence
- Une frette de serrage qui relie entre eux l'arbre de rotor et le multiplicateur
- Un coupleur qui compense les décalages entre multiplicateur et génératrice. Une protection contre les surcharges (limitation prédéfinie de couple) est montée sur l'arbre de la génératrice. Elle empêche la transmission de pics de couple qui peuvent avoir lieu dans la génératrice en cas de panne de réseau. Le coupleur est isolé électriquement.

La génératrice : De manière générale, la transformation de l'énergie éolienne en énergie électrique s'effectue grâce à une génératrice asynchrone à double alimentation de 4500 kW à 50 Hz. Elle est maintenue à une température de fonctionnement optimale grâce au circuit de refroidissement. Son stator est directement relié au réseau du parc éolien, son rotor l'est via un convertisseur de fréquence à commande spéciale.

Le transformateur électrique sec (permettant d'élever la tension de 660 Volts en sortie de la génératrice à 20 000 Volts dans le réseau inter-éolien) est installé à l'arrière sur le flanc droit de la nacelle. Il remplit les conditions de classe de protection incendie F1.

Convertisseur de fréquence : est situé à l'arrière de la nacelle. Grâce à un système générateur-convertisseur à régime variable, les pics de charge et pointes de surtension sont limités.

Circuit de refroidissement : multiplicateur, génératrice, convertisseur sont refroidis via un échangeur air/eau couplé avec un échangeur eau/huile pour le multiplicateur.

Tous les systèmes sont conçus de manière à garantir des températures de fonctionnement optimales même en cas de températures extérieures élevées. La température de chaque roulement de multiplicateur, de l'huile du multiplicateur, des bobinages et des roulements de la génératrice ainsi que du réfrigérant est contrôlée en permanence et en partie de manière redondante par le système contrôle-commande.

Les freins : L'éolienne est équipée d'un frein aérodynamique disposant de deux niveaux de freinage. Ce frein est déclenché par rotation des pales. Il peut être couplé à un deuxième système de freinage mécanique disposant lui aussi de 2 niveaux de freinage.

4.1.1.3 Le pied du mât :

Le mât est un mât tubulaire cylindrique en acier. L'échelle d'ascension avec son système de protection antichute et les plateformes de repos et de travail à l'intérieur du mât permettent un accès à la nacelle à l'abri de la météo.

La construction des fondations dépend de la nature du sol du site d'implantation prévu. Pour l'ancrage du mât, une cage d'ancrage est bétonnée dans les fondations. Le mât et la cage d'ancrage sont vissés ensemble.

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

La surface de chantier est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.

La fondation de l'éolienne est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.

La zone de surplomb ou de survol correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât.

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.

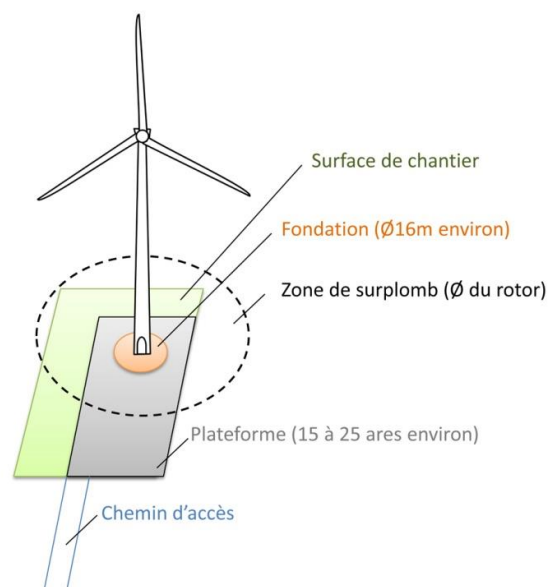


Illustration 19 : Emprises au sol d'une éolienne

(Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne de 150m de hauteur totale)

Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants ;

Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles agricoles.

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

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

4.1.2 Activité de l'installation

L'activité principale du parc éolien des Paquieries est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) supérieur à 50 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

4.1.3 Composition de l'installation

Le parc éolien des Paquieries est composé de 3 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Les aérogénérateurs ont une hauteur de moyeu maximale de 85 m et un diamètre de rotor maximal de 117 mètres ainsi qu'une hauteur totale maximale en bout de pales de 142,5 mètres.

Les coordonnées des éoliennes et du poste de livraison sont fournies dans le tableau suivant en systèmes de coordonnées Lambert 93, WGS 84 et Lambert II étendu :

	Lambert 93		WGS 84		Lambert II étendu		Altitude (m)	Côte sommitale éolienne et PDL NGF (m)	Nom commune
	E_L93	N_L93	Latitude	Longitude	X_L2E	Y_L2E			
E1	425644,83	6645684,34	46°51'17,9748" N	0°36'7,7821" O	375969,43	2210308,97	224,91	367,41	Cirières
E2	425740,7023	6645521,513	46°51'12,8441" N	0°36'2,9059" O	376066,72	2210146,8	227,11	369,61	Cirières
E3	425833,3246	6645359,164	46°51'7,7242" N	0°35'58,1849" O	376160,75	2209985,09	224,35	366,85	Cirières
PDL	425360,7777	6645431,065	46°51'9,3535" N	0°36'20,6431" O	375687,25	2210053,16	213,38	355,88	Cirières

Tableau 4 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison

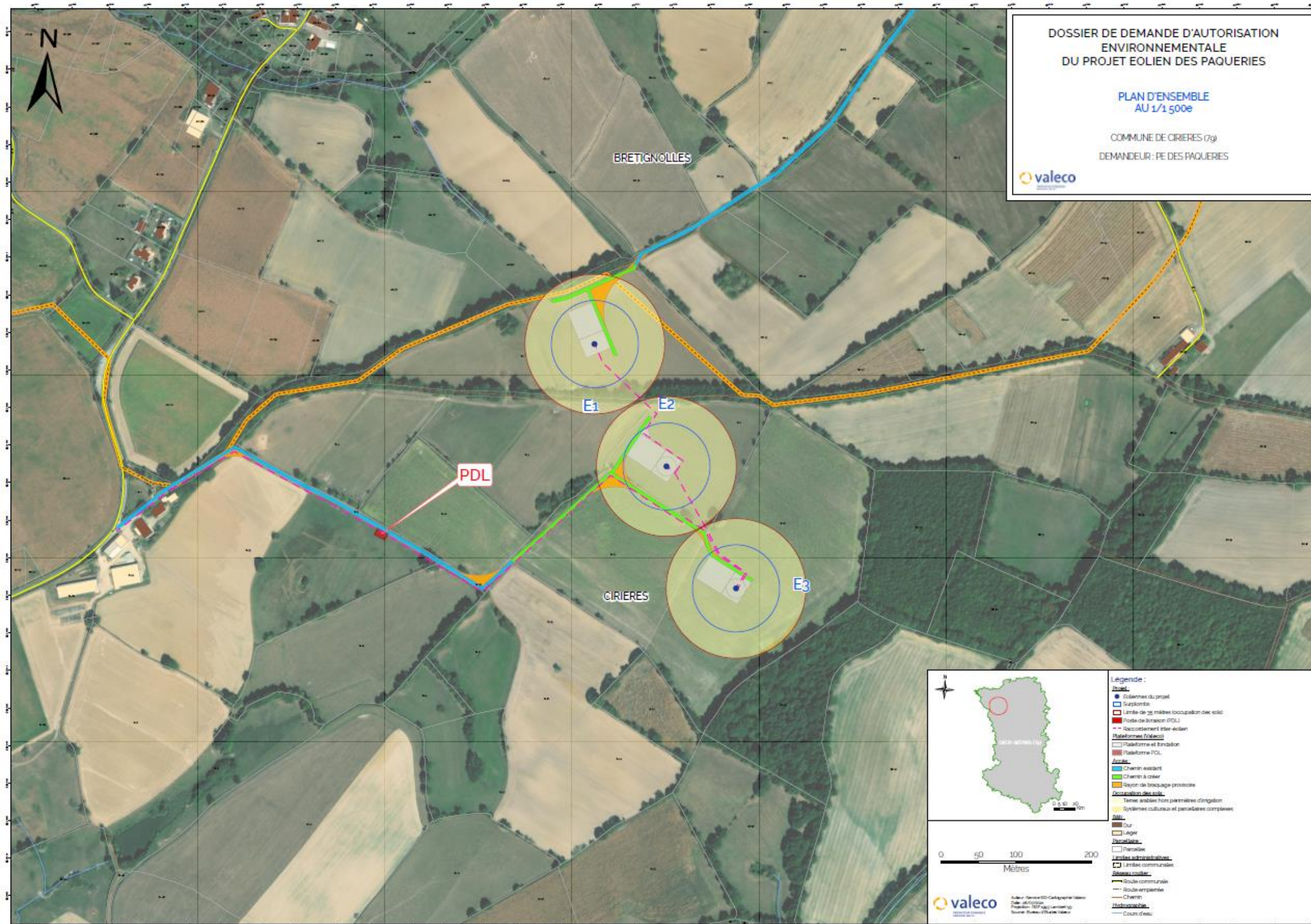


Illustration 20 : Plan d'ensemble de l'installation

4.2 Fonctionnement de l'installation

4.2.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par la girouette 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 10 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h 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 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre «lent» lié au rotor. 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 environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite «nominale».

Pour un aérogénérateur de 2,5 MW, par exemple, la production électrique atteint 2 500 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. 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, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), 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.

4.2.2 Sécurité de l'installation

4.2.2.1 Règles de conception et système qualité :

Conformément à 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, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 [9], les aérogénérateurs seront conformes aux dispositions de la norme IEC 61 400-1. Conformément aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation, les aérogénérateurs subiront un contrôle technique.

L'installation sera mise à la terre et respectera les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010). Les opérations de maintenance incluront un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.

Les installations électriques à l'intérieur des aérogénérateurs respecteront les dispositions de la directive 2006/42/CE du parlement européen et du conseil du 17 mai 2006 relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE qui leur sont applicables.

Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur seront conformes aux normes NFC 15-100. Ces installations seront entretenues et maintenues en bon état et seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification. Ces interventions seront effectuées par du personnel du constructeur d'éoliennes dans le cadre de la garantie constructeur ou du personnel de l'équipe de maintenance du groupe Valeco.

La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 fixant la périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications.

Le balisage de l'installation sera conforme à l'arrêté du 23 avril 2018 ainsi qu'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.

Pour ce faire, la société Parc éolien des Paqueries tient à disposition de l'inspection des installations classées l'ensemble des rapports de conformité aux normes précédemment citées.

Le site dispose en permanence d'une voie d'accès carrossable au moins pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours. Cet accès est entretenu. Le centre SDIS le plus proche se situe sur la commune Bressuire à 12,6 km.

Les abords de l'installation placés sous le contrôle de l'exploitant sont maintenus en bon état de propreté.

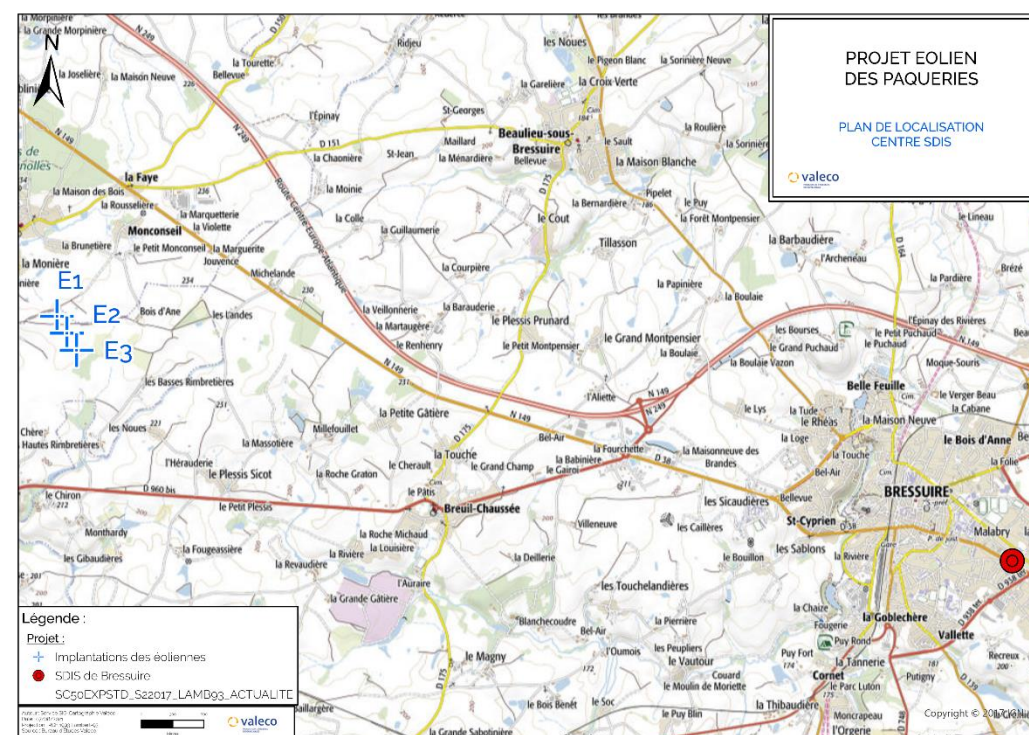


Illustration 21 : Localisation du centre SDIS le plus proche du projet

4.2.2.2 Conformité aux prescriptions de l'arrêté ministériel :

L'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation ainsi qu'aux principales normes et certifications applicables à l'installation.

Cela concerne notamment :

L'éloignement 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 et de 300 mètres d'une installation nucléaire,

L'implantation de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens,

La présence d'une voie d'accès carrossable entretenue permettant l'intervention des services d'incendie et de secours,

Le respect des normes suivantes : norme NF EN 61 400-1 (version de juin 2006) ou CEI 61 400-1 (version de 2005) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne,

L'installation conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation,

Le respect des normes suivantes : norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010), normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009),

L'installation conforme aux dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables,

Le balisage de l'installation conformément 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,

Le maintien fermé à clé des accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison, afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements,

L'affichage visible des prescriptions à observer par les tiers sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement,

La réalisation d'essais d'arrêt permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs,

L'interdiction d'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables,

La description détaillée des différents systèmes de sécurité de l'installation sera quant à elle effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques, dans la partie 7.6.

4.2.2.3 Conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur

Le transport de l'énergie de chaque éolienne est réalisé à partir d'un câble de 20 kV souterrain. Une ligne enterrée de 20 kV permet la liaison de chaque éolienne entre elle jusqu'au poste de livraison. Les caractéristiques du réseau sont présentées ci-dessous :

Conducteurs souterrains

1 - Type de câble	HTA
2 - Nature de l'âme des conducteurs	NFC 33.226 Aluminium
3 - Nombre et section des conducteurs	3 x 240 mm
4 - Caractéristiques du câble	Caractéristiques U.T.E
5 - Profondeur de pose du câble	1.10 m
6 - Protection	Grillage avertisseur

Transformateurs

1 transformateur par éolienne, situé en pied de chaque aérogénérateur
20 000 V / 400 V – 2 500 KVA

Poste de livraison

1 - Type de poste	Poste HTA 20 KVA
2 - Nature des matériaux	Béton
3 - Alignement	Au début du chemin d'accès
4 - Protection contre l'incendie	Détecteur d'incendie, extincteurs

L'ensemble des liaisons électriques des éoliennes jusqu'au poste de livraison répondront à la réglementation technique en vigueur, notamment aux normes C13-100, C13-200 et C15-100 ainsi qu'au recueil UTE C18-530

4.2.2.4 Sécurité positive de l'éolienne – redondance des capteurs

L'éolienne est équipée d'un grand nombre de capteurs, par mesure de sécurité, la totalité de ceux pouvant avoir un impact sur l'intégrité structurelle de la turbine sont redondants. Les capteurs concernés sont par exemple les capteurs de température, de vitesse de vent, de vitesse de rotation... Ainsi, si l'un d'eux est défaillant, le second prendra le relais et relayera l'information par le biais du système de supervision (SCADA) monitoré 24h sur 24 et 7 jours sur 7.

4.2.2.5 Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes

L'exploitation des éoliennes ne fera 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.

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.

A titre d'exemple, les éoliennes N131/3.0-3.9 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 logiciel de supervision (SCADA – Supervising Control And Data Acquisition) utilisé est le Nordex Control 2.

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.

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 et permettre la visualisation du parc éolien dans sa globalité

De permettre l'envoi de commande au parc éolien. L'automate SCADA se chargera de relayer la commande aux éoliennes concernées

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.

Le système de contrôle de commande des éoliennes est relié par fibre optique aux différents capteurs en forme d'anneau. En cas de rupture de la fibre optique entre deux éoliennes, la transmission peut s'effectuer directement dans le sens inverse et permettre ainsi de garantir une communication continue avec les éoliennes.

4.2.2.6 Méthodes et moyens d'intervention

En cas de sinistre, les pompiers seront prévenus par le personnel du site ou les riverains directement par le 18. L'appel arrivera au Centre de Traitement des Appels (CTA), qui est capable de mettre en œuvre les moyens nécessaires en relation avec l'importance du sinistre. Cet appel sera ensuite répercuté sur le Centre de Secours disponible et le plus adapté au type du sinistre.

Une voie d'accès donne aux services d'interventions un accès facilité au site du parc éolien.

Les moyens d'intervention une fois l'incident ou accident survenu sont des moyens de récupération des fragments : grues, engins, camions.

En cas d'incendie avancé, les sapeurs-pompiers se concentreront sur le barrage de l'accès au foyer d'incendie. Une zone de sécurité avec un rayon de 500 mètres autour de l'éolienne devra être respectée.

Le site dispose en permanence d'une voie d'accès carrossable au moins pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours. Cet accès est entretenu. Le centre SDIS le plus proche se situe sur la commune de Bressuire à 12,6 km.

4.2.3 Opération de maintenance de l'installation

Le programme préventif de maintenance s'étale sur plusieurs niveaux :

Type 1 : vérification après 500 à 1500 heures de fonctionnement (contrôle visuel du mât, des fixations fondation/tour, tour/nacelle, rotor et test du système de déclenchement de la mise en sécurité de l'éolienne),

Type 3 : vérification annuelle des matériaux (soudures, corrosions), des équipements mécaniques et hydrauliques, de l'électrotechnique et des éléments de raccordement électrique,

Type 4 : vérification quinquennale de forte ampleur pouvant inclure le remplacement de pièces.

Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fait l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

Ainsi l'installation est 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.

Un système de surveillance complet garantit la sécurité de l'éolienne. Toutes les fonctions pertinentes pour la sécurité (par exemple : vitesse du rotor, températures, charges, vibrations) sont surveillées par un système électronique et, en plus, par l'intervention à un niveau hiérarchique supérieur de capteurs mécaniques. L'éolienne est immédiatement arrêtée si l'un des capteurs détecte une anomalie sérieuse.

De manière générale, l'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisés la nature et les fréquences des opérations d'entretien. Il tient également à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

Le retour d'expérience de Valeco et des nombreuses éoliennes mises en service à travers le monde, l'analyse fonctionnelle des parcs éoliens et l'analyse des diverses défaillances ont permis de définir des plans de maintenance permettant d'optimiser la production électrique des éoliennes en minimisant les arrêts de production.

Une maintenance prédictive et préventive des éoliennes peut être mise en place. Celle-ci porte essentiellement sur l'analyse des huiles, l'analyse vibratoire des machines tournantes et l'analyse électrique des éoliennes.

La maintenance préventive des éoliennes a pour but de réduire les coûts d'interventions et d'immobilisation des éoliennes. En effet, grâce à la maintenance préventive, les arrêts de maintenance sont programmés et optimisés afin d'intervenir sur les pièces d'usure avant que n'intervienne une panne. Les arrêts de production d'énergie éolienne sont anticipés pour réduire leur durée et leurs coûts.

Une première inspection est prévue au bout de 3 mois de fonctionnement de l'éolienne envisagée, une liste des tâches de maintenance à effectuer est présentée ci-après.

INSPECTION DES 3 MOIS	
Composants	Opérations
Base de l'éolienne	Vérification boulons Vérification des blocs de foudre et paratonnerre
Pitch system	Vérification des boulons du cylindre principal et du bras de manivelle Vérification de la plaque de guidage extérieure Vérification des boulons de l'arbre terminal et des roulements
Rotor	Vérification écrous Contrôle aléatoire des réservoirs de graisse pour la lubrification Tests de survitesse
Pales	Vérification écrous et roulements Vérification s'il y a des fissures le long des pales Vérification des bandes paratonnerres
Arbre principal	Vérification écrous
Bras de couple	Vérification écrous Vérification fissures du bras de couple Vérification des amortisseurs caoutchoucs et des fissures des éléments en caoutchouc
Multiplicateur	Vérification des bruits anormaux ou des vibrations lors du fonctionnement du multiplicateur Vérification du niveau d'huile Vérification des joints, de l'absence de fuite, etc. ... Vérification des fuites au niveau des points de lubrification
Générateur	Vérification des câbles électriques dans le générateur Vérification de système Power Ring Slip
Système de refroidissement par eau	Vérification des pompes à eau et des vannes Vérifications des tubes et des tuyaux Vérification écrous Vérification de la propreté de la surface de l'eau Vérification des marques et des absences de fissures Vérification du liquide de refroidissement dans le vase d'expansion

Système hydraulique	Vérification des fuites dans la nacelle, dans l'arbre principal et dans le nez
Engrenages	Vérification du niveau d'huile Vérification des écrous Vérification des roulements Vérification des fuites
Nacelle	Vérification écrous Vérification fissures autour des raccords Vérification des points d'ancrage et des fissures autour de ceux-ci
Tour	Vérification écrous et brides Vérification soudure des portes
Extérieur	Vérification de la protection de surface Vérification des dommages externes Nettoyage des têtes de boulons et d'écrous, des raccords, etc..
Sécurité générale	Test des boutons d'arrêt d'urgence Test du système de freinage Test du capteur de vibration Test du disjoncteur Test des contrôleurs et des batteries Inspection visuelle des câbles Inspection du système de mise à la terre Tests de survitesse Inspection du transformateur

Tableau 5 : Tâches réalisées à l'inspection des 3 mois après la mise en service du parc

Ces opérations de maintenance courante seront répétées lors de l'inspection des 6 mois puis tous les ans. D'autres opérations auront lieu en complément, elles sont présentées dans le tableau ci-après.

Enfin, une maintenance curative pour l'éolienne est prévue dès lors qu'un défaut a été identifié lors d'une analyse ou dès qu'un incident (foudroiement) a endommagé l'éolienne. Les techniciens de maintenance éolienne se charge alors de réparer et de remettre en fonctionnement les machines lors des pannes et assurent les reconnections aux réseaux.

INSPECTIONS DES 6 MOIS ET ANNUELLES	
Composants	Opérations
Base de l'éolienne	Vérification des dommages
Moyeu	Vérification des contrôleurs (PTS5)
Pitch system	Test de chaque Pitch system Vérification des bagues de guidage pour vérins Vérification des roulements entre la bielle et la manivelle Lubrification des tourillons Vérification des pistons des vérins hydrauliques
Rotor	Vérification des joints d'étanchéité Vérification des roulements et du jeu Lubrification des roulements Remplacement des réservoirs de graisse pour la lubrification
Pales	Vérification écrous et roulements Vérification s'il y a des fissures le long des pales Vérification des bandes paratonnerres
Arbre principal	Vérification et lubrification des roulements principaux Vérification des dommages au niveau des boulons de blocage du rotor
Bras de couple	Vérification des boulons reliant le bras de couple et l'assiette de la nacelle Vérification des jeux au niveau des amortisseurs
Multiplicateur	Inspection interne du multiplicateur (débris de métal, boues, dommages, rouille, ...) Changement d'huile et nettoyage du multiplicateur si nécessaire Vérification et remplacement (si nécessaire) des filtres à air Remplacement des tuyaux tous les 7 ans Contrôle des flux et de la pression tous les 4 ans
Générateur	Vérification et lubrification des roulements
Système de refroidissement par eau	Remplacement du liquide de refroidissement tous les 5 ans
Système hydraulique	Vérification des niveaux d'huile et remplacement si nécessaire Changement des différents filtres

	Vérification de la pompe Vérification de la soupape de surpression Vérification de la pression dans le système de frein
Engrenages	Vérification et ajustement du couple de freinage
Nacelle	Vérification des capteurs de vent Changement des filtres à air Changement des batteries des contrôleurs
Tour	Changement des filtres de ventilation Maintenance de l'élèveur de personnes

Tableau 6 : Tâches réalisées à l'inspection des 6 mois puis tous les ans

Ces contrôles feront l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspecteur des installations classées.

Les installations électriques extérieure et intérieure à l'aérogénérateur seront entretenues en bon état et seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation par une personne compétente (soit par du personnel du constructeur soit celui de l'exploitant le groupe Valeco).

D'une manière générale, les vérifications suivantes seront opérées :

Les véhicules et matériels utilisés seront contrôlés périodiquement (révision, contrôle technique),

Les installations électriques seront vérifiées et contrôlées annuellement conformément aux dispositions du Code du Travail,

Le matériel incendie sera vérifié chaque année,

Les équipements de protection individuelle et les équipements de travail seront contrôlés et remplacés si nécessaire.

Ces divers contrôles et vérifications seront réalisés soit par un organisme agréé, soit par un contrôle interne et consignés sur des registres qui seront tenus à la disposition de l'administration (inspecteur du travail et inspecteur des installations classées).

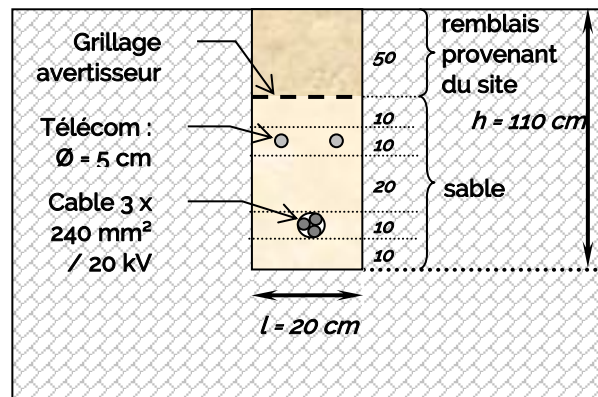
4.2.4 Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 [g], aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc des Paquieries.

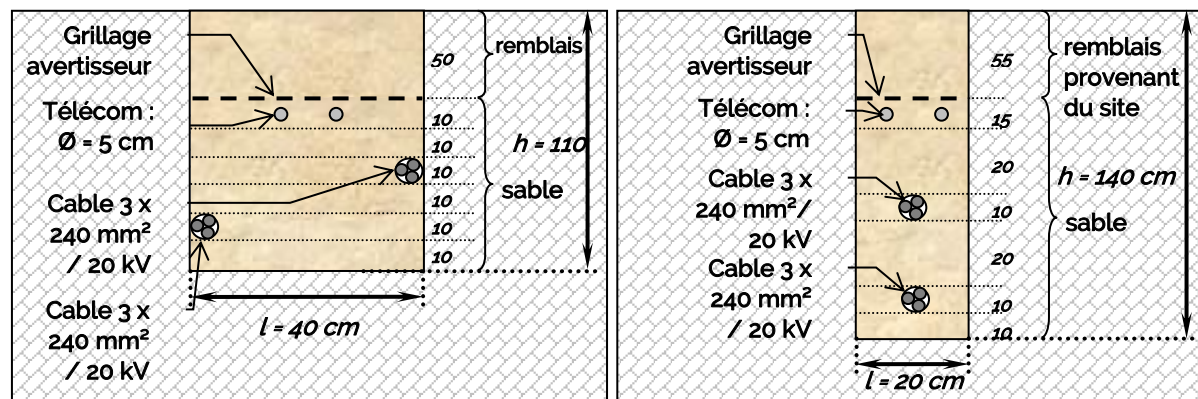
4.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

Sur le site, le tracé des lignes électriques et téléphoniques qui relie chaque éolienne est le même que celui des pistes d'accès aux éoliennes.

Le câble ainsi que les fourreaux nécessaires au raccordement des lignes France Télécom (R.T.C, Numéris et télécommande) seront enfouis dans la même tranchée. Le traitement des tranchées est présenté sur la figure ci-dessous.



Tranchée simple câble



Tranchées double câble, type 1 et 2

Le raccordement au réseau sera réalisé depuis le poste de livraison 20 kV (20 000 volts) situé sur le parc éolien par la mise en place d'un câble souterrain triphasé type HN33S23 / 20 kV de 240 mm² de section par phase répondant à la recommandation technique permettant de l'intégrer au réseau électrique public.

Cet ouvrage fera l'objet d'une demande d'autorisation d'exécution spécifique et n'est donc pas concerné par la présente demande de permis de construire.

4.3.1 Raccordement électrique

Sur le site, le tracé des lignes électriques et téléphoniques qui relie chaque éolienne est le même que celui des pistes d'accès aux éoliennes.

⁵ Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

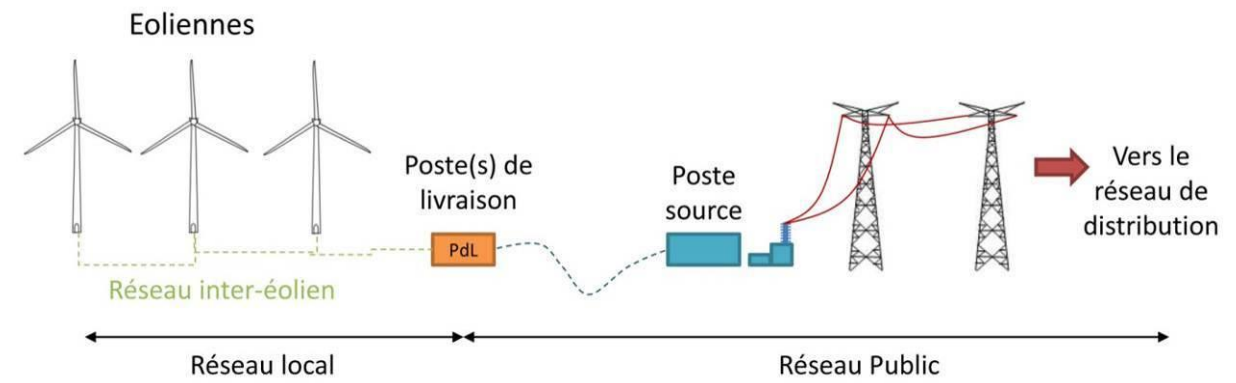


Illustration 22 : Raccordement électrique des installations

➤ Réseau inter-éolien :

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, situé dans la nacelle⁵, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm. La carte ci-après permet de localiser le raccordement inter-éoliennes qui sera mis en place sur le parc éolien.

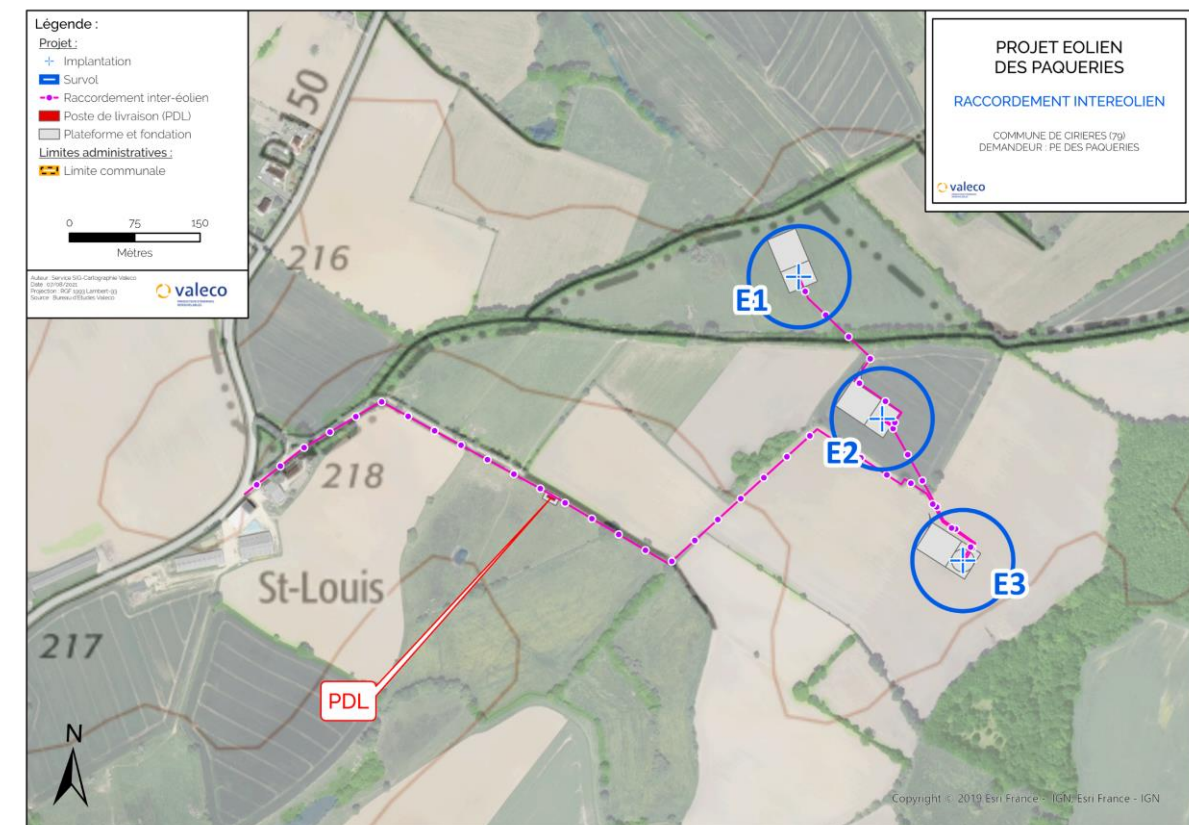


Illustration 23 : Raccordement inter-éolien

➤ Poste de livraison :

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

La localisation exacte des emplacements des postes de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

➤ Réseau électrique externe :

Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (GEREDIS en Deux-Sèvres). Il est lui aussi entièrement enterré. Le poste source pressenti est celui de Cerizay, situé à environ 5 km du projet.

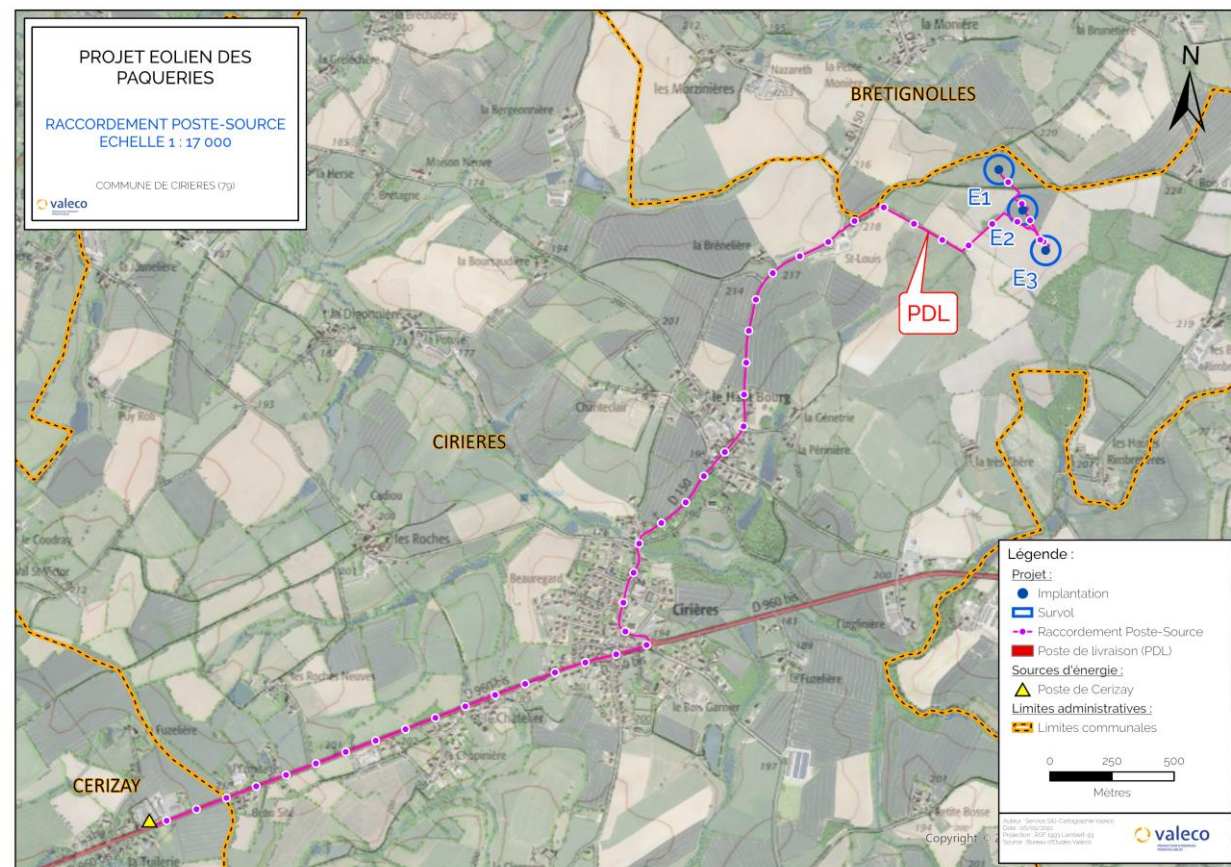


Illustration 24 : Raccordement au poste source de Cerizay



Illustration 25 : Photo du poste source de Cerizay

4.3.2 Autres réseaux

Le parc éolien des Paqueries ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

5 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DANGERS DE L'INSTALLATION

Ce chapitre de l'étude de dangers a pour objectif de mettre en évidence les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc.

L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle, seront traitées dans l'analyse de risques.

5.1 Potentiels de dangers liés aux produits

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation. De même, cette activité ne génère pas de déchet, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent potentiellement dangereux pour l'environnement.

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien des Paquieries sont 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 usagés sont traités en tant que déchets industriels spéciaux ;

Produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyants...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...).

A titre d'exemple, la liste pour le modèle Nordex N131 en est fournie dans le tableau suivant :

Lieu de lubrification	Désignation	Lubrifiant	Quantité	Classe de matière dangereuse
Système de refroidissement /Génératrice, /Convertisseur	Varidos FSK 45	Liquide de refroidissement	env. 300 L	Xn
Roulements de la génératrice	Klüberplex BEM 41-132	Graisse	env. 12 kg	-
Multiplicateurs, circuits de refroidissement inclus	Mobilgear SHC XMP 320 Castrol Optigear Synthetic X320 Fuchs RENOLIN UNISYN CLP 320	Huile minérale Huile synthétique	Max. 800 L	-
Système Hydraulique	Shell Tellus S4 VX 32	Huile minérale	env. 25 L	-

⁶ Graisse = Lubrifiant solide et Huile = Lubrifiant liquide

Roulement du rotor	Mobil SHC Graisse 460 WT	Graisse	env. 30 kg	-
Roulement d'orientation des pales	Fuchs Gleitmo 585K	Graisse	Approx. 35 kg	-
Boite de vitesse du système d'orientation des pales	Mobil SHC 629	Huile synthétique	3 x 11 L	-
Boite de vitesse du système d'orientation de la nacelle	Mobil SHC 629	Huile synthétique	4x 27 L	-
Roulements du système d'orientation de la nacelle	Fuchs Gleitmo 585K	Graisse	13 kg	-
Transformateur	-	-	-	-

Tableau 7 : Liste des produits utilisés⁶

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 [9], aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou les postes de livraison.

Les risques associés aux différents produits concernant le site du parc éolien des Paquieries sont :

L'incendie : des produits combustibles sont présents le site. Ainsi, la présence d'une charge calorifique peut alimenter un incendie en cas de départ de feu.

La toxicité : Ce risque peut survenir à la suite d'un incendie créant certains produits de décomposition nocifs, entraînés dans les fumées de l'incendie.

La pollution : En cas de fuite sur une capacité de stockage, la migration des produits liquides dans le sol peut entraîner une pollution, également en cas d'entraînement dans les eaux d'extinction incendie.

Les produits mis en œuvre dans l'éolienne sont principalement des dégriffants, des freins filets, des graisses, des huiles, des nettoyants, de la peinture, du silicone. Pour plus de précisions, le lecteur pourra se référer à l'étude de dangers.

Les produits chimiques pouvant être utilisés peuvent être dangereux en raison de leur incompatibilité ou de leurs propriétés (toxicité, inflammabilité, température d'emploi).

Les risques inhérents à ces aspects pour le personnel sont :