

Résumé non technique de l'étude de dangers

Ferme éolienne du Vieux Chêne SAS

Version consolidée - Février 2021



Volkswind France SAS
SAS au capital de 250 000 € R.C.S PARIS 439 906 934

Centre Régional de Tours

Les Granges Galand

32 rue de la Tuilerie

37550 SAINT AVERTIN

Tél : 02.47.54.27.44

www.volkswind.fr

SOMMAIRE

I.	RESUME NON TECHNIQUE.....	4
II.	DEFINITION DU PERIMETRE D'ETUDE	4
III.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	5
	III.1. Le parc éolien.....	5
	III.2. L'éolienne	5
	III.3. Les aires de montage	10
	III.4. Le raccordement.....	10
IV.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT.....	13
	IV.1. L'environnement humain et matériel.....	13
	IV.2. L'environnement naturel.....	15
	IV.3. Synthèse des enjeux autour du projet.....	18
V.	PRESENTATION DE LA METHODE D'ANALYSE DES RISQUES.....	19
	V.1. Identification des potentiels de dangers de l'installation	19
	V.2. Analyse du retour d'expérience.....	19
	V.3. Analyse préliminaire des risques	19
	V.4. Étude détaillée des risques.....	24

Table des illustrations

Figure 1: Schéma simplifié d'un aérogénérateur	6
Figure 2: Illustration des emprises au sol d'une éolienne.....	10
Figure 3 : Raccordement électrique des installations	10
Figure 4 : Plan du poste de livraison 10 m x 5 m.....	11
Figure 5 : Rose des vents pour les relevés de la station météorologique de Cambrai-Epinoy	15

Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques de l'éolienne Vestas V117 3600 kW en hauteur totale de 165 m	6
Tableau 2 : Sites ICPE les plus proches du périmètre d'étude.	13
Tableau 3 : Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle sur les communes de Beaurevoir et de Serain	17
Tableau 4: Classes de probabilité.....	25

Table des cartes

Carte 1 : Localisation générale du projet	4
Carte 2 : Périmètre d'étude de 500 m autour du projet	5
Carte 3: Plan général du poste de livraison.....	12
Carte 4 : Carte de localisation du réseau inter-éolienne	12
Carte 5 : Réseau de gaz dans le périmètre d'étude	14
Carte 6 : Cartographie de synthèse des différents réseaux	18
Carte 7 : Synthèse des risques de l'éolienne E01	28
Carte 8 : Synthèse des risques de l'éolienne E02	29
Carte 9 : Synthèse des risques de l'éolienne E03	30

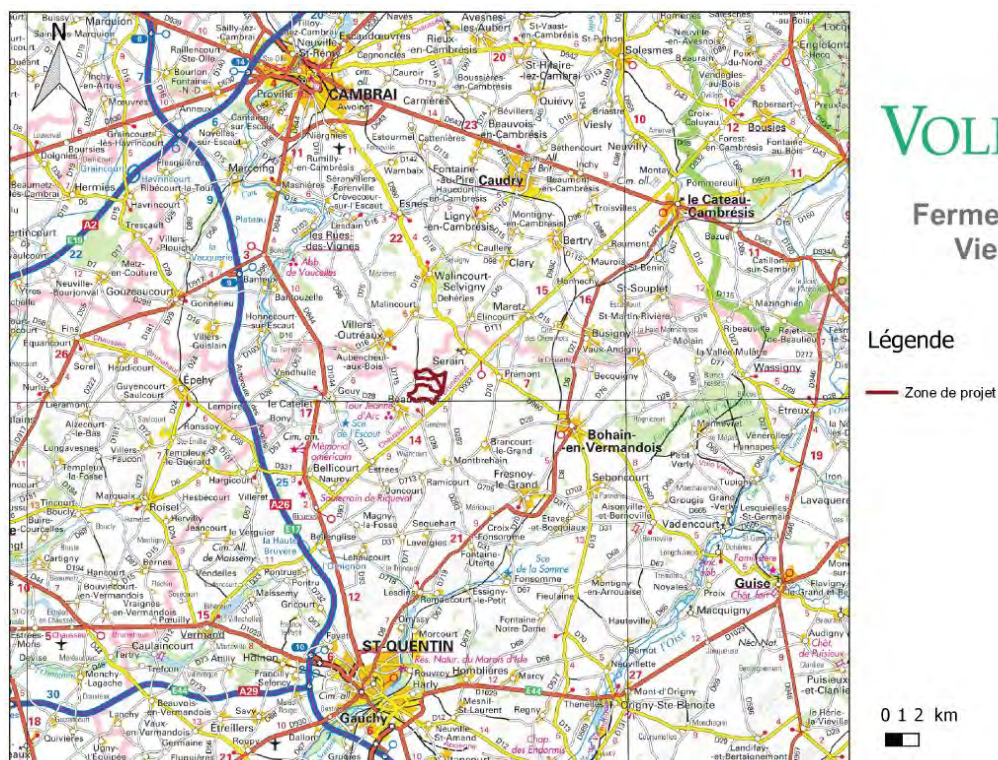
I. RESUME NON TECHNIQUE

L'étude de dangers a pour rôle d'identifier de manière exhaustive les potentiels de dangers et les risques associés afin de déterminer et de mettre en œuvre les moyens pour en réduire les impacts et la probabilité.

Cette étude de danger est réalisée avec le gabarit d'éolienne qui équipera la Ferme éolienne du Vieux Chêne : Vestas V117 ou Nordex N117 – 3,6 MW (hauteurs de moyeu maximales de 91,5 m pour la VESTAS V117 et de 91 m pour la NORDEX N117 pour l'éolienne E01 et de 106 m pour les deux modèles pour les éoliennes E02 et E03). Pour les calculs, les hauteurs sommitales des éoliennes sont maximisées. Les valeurs retenues sont donc de 150 m pour l'éolienne E01 et de 165 m pour les éoliennes E02 et E03.

❖ Localisation du site

Le parc éolien du Vieux Chêne est composé de 3 aérogénérateurs. Il est localisé sur les communes de Beaurevoir et de Serain, dans le département de l'Aisne (02) en région Hauts-de-France.



II. DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

Le « périmètre d'étude » est le périmètre autour du projet dans lequel sera étudié plus particulièrement les potentiels de dangers et risques associés identifiés dans le cadre de cette étude. Il correspond à la plus grande distance d'effet des scénarios développés dans la suite de l'étude.

Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

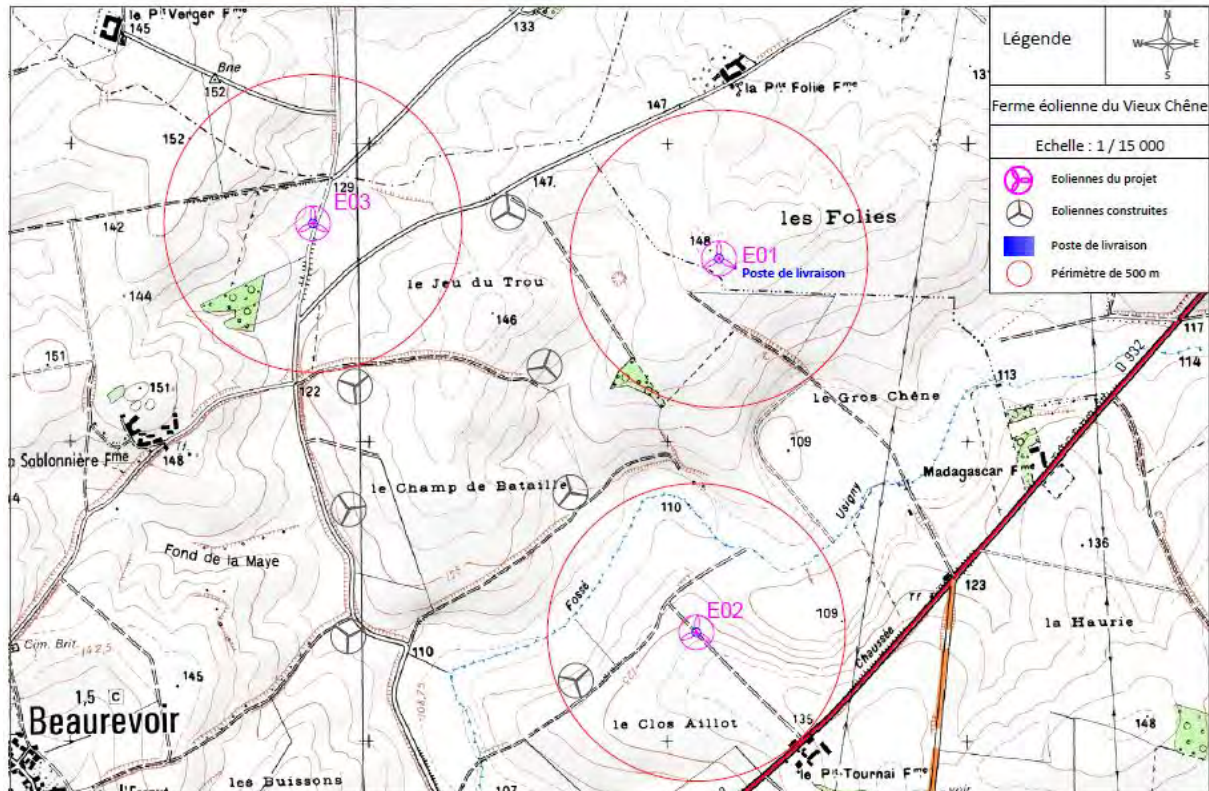
Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection d'élément de l'éolienne.

III. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

III.1. LE PARC EOLIEN

Le parc éolien du Vieux Chêne se situe sur les communes de de Beaurevoir et de Serain, dans le département de l'Aisne (02). Avec 3 éoliennes de type V117 ou N117 - 3,6 MW, la puissance totale du parc est de 10,8 MW. La Ferme éolienne du Vieux Chêne est une extension de la Ferme éolienne des Buissons. Ainsi, les aérogénérateurs sont positionnés de manière à entourer les éoliennes de la Ferme éolienne des Buissons. Un poste de livraison est projeté, localisé à proximité de l'éolienne E01.

Les éoliennes seront équipées d'un balisage lumineux réglementaire.



Carte 2 : Périmètre d'étude de 500 m autour du projet

III.2. L'ÉOLIENNE

Les 3 éoliennes prévues sont des Vestas V117 ou des Nordex N117 - 3,6MW de diamètre de rotor de 117 m, :

- Pour l'éolienne E01 :
 - o avec une hauteur de moyeu maximale de 91,5 mètres donc une hauteur totale en bout de pale de 150 mètres s'il s'agit du modèle Vestas V117 ;
 - o avec une hauteur de moyeu maximale de 91 mètres et donc une hauteur totale en bout de pale de 149,6 mètres s'il s'agit du modèle Nordex N117 ;
- Pour les éoliennes E02 et 03 avec une hauteur de moyeu maximale de 106 mètres donc :
 - o Une hauteur totale en bout de pale de 164,5 mètres dans le cas du modèle Vestas V117 ;
 - o Une hauteur totale en bout de pale de 164,6 mètres dans le cas du modèle Nordex N117.

Pour les calculs, les hauteurs sommitales des éoliennes sont maximisées. Les valeurs retenues sont donc de 150 m pour l'éolienne E01 et de 165 m pour les éoliennes E02 et E03.

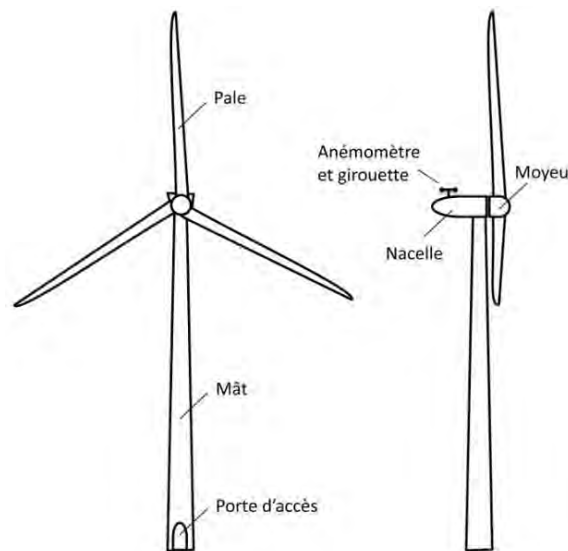


Figure 1: Schéma simplifié d'un aérogénérateur

L'éolienne ayant le plus grand gabarit est présentée (165 m de hauteur totale et 106,5 m au moyeu comme cas maximisant utilisé dans les calculs).

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Environ 29 m de diamètre. Les fondations seront « en élévation », cela signifie que la partie supérieure de cette fondation sera émergente (1m) par rapport au niveau du sol naturel. Aussi, cette partie sera entièrement recouverte d'un important remblai (les dimensions précises seront définies une fois l'étude géotechnique réalisée pour chaque éolienne)
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	4,3 m de diamètre à la base, scindé en 4 sections cylindriques. 106 m à hauteur de moyeu (hauteur prise pour les calculs : 106,5* m).
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	Longueur de 10,45m et largeur de 3,63 m sans le refroidisseur jusqu'à 3,90 m avec le refroidisseur et une hauteur de 3,45 m jusqu'à 3,86 m avec le refroidisseur
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	117 m de diamètre Surface balayée de 10 751m ² Plage de rotation opératoire entre 5,3 et 17,6 tours/min
Transformateur	Élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Elève la tension de 690V à 20 000V
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Les dimensions du poste de livraison sont de 10 x 5 m

Tableau 1 : Caractéristiques de l'éolienne Vestas V117 3600 kW en hauteur totale de 165 m*

*cas maximisant

❖ Principe de fonctionnement

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.

❖ Sécurité de l'installation

• Les éoliennes Vestas V117

L'installation respecte la réglementation applicable en vigueur en matière de sécurité. Elle 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'à l'ensemble des lois et normes qui assurent la sécurité de l'installation.

La description des différents systèmes de sécurité de l'installation sera effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques, dans la partie VII.6 de l'étude de dangers.

L'AÉROGÉNÉRATEUR :

Concernant la société VESTAS, celle-ci stipule que :

- L'aérogénérateur respecte la Directive Machine 2006/42/CE.
- **La société VESTAS atteste de la conformité de ses aérogénérateurs à l'ensemble des dispositions contenues dans l'Arrêté du 26 août 2011. Les articles respectés sont précisés en Annexe 10 de l'étude de danger.**

Notamment, la nacelle, le nez et la tour répondent au standard : IEC61400-1.

Les pales respectent le standard IEC61400-1 ; 12 ; 23.

La génératrice est construite suivant le standard IEC60034.

La conception du multiplicateur répond aux règles fixées par la norme ISO81400-4.

La protection foudre de l'éolienne répond au standard IEC61400-24 et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 et IEC62305-4.

Les éoliennes VESTAS répondent aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques, notamment la Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004.

Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air. Le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 12944.

La Certification de type (certifications CE) et la déclaration de conformité attestent la conformité de l'aérogénérateur aux standards et directives applicables.

LE BALISAGE :

Ce thème est également abordé dans la partie V.3.1 de l'étude de danger.

LA FONDATION :

Les fondations répondent au standard IEC1400-1.

Leur dimensionnement respecte les codes de construction pour l'Europe, les Eurocodes.

Les principaux Eurocodes utilisés pour le calcul des fondations sont :

- Eurocode 2 : Calcul des structures en béton ;
- Eurocode 7 : Calcul géotechnique.

- **Les éoliennes Nordex N117**

La société Nordex, fournissant les machines et en assurant la maintenance, est certifiée ISO 9001. Le système de management de la qualité et tous les processus de production sont conformes à la norme ISO 9001.

Les aérogénérateurs de type N117/3600 font l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et Normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes, et notamment :

- la norme IEC61400-1 / NF EN 61400-1 Juin 2006 intitulée « Exigence de conception », qui spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes. Elle a pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie prévue. Elle concerne tous les sous-systèmes des éoliennes tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien ; La norme IEC 61400-1 spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes.

- la norme IEC61400-22 / NF EN 61400-22 Avril 2011 intitulée « essais de conformité et certification », qui définit les règles et procédures d'un système de certification des éoliennes comprenant la certification de type et la certification des projets d'éoliennes installées sur terre ou en mer. Ce système spécifie les règles relatives aux procédures et à la gestion de mise en œuvre de l'évaluation de la conformité d'une éolienne et des parcs éoliens, avec les normes spécifiques et autres exigences techniques en matière de sécurité, de fiabilité, de performance, d'essais et d'interaction avec les réseaux électriques.

- la norme CEI/TS 61400-23:2001 Avril 2001 intitulée « essais en vraie grandeur des structures des pales » relative aux essais mécaniques et essais de fatigue.

D'autres normes de sécurité sont applicables :

- la génératrice est construite suivant le standard IEC60034 et les équipements mécaniques répondent aux règles fixées par la norme ISO81400-4.
- la protection foudre de l'éolienne répond au standard IEC61400-24 et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 et IEC62305-4.
- la Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004 relative aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques.
- le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 9223.

Au cours de la construction de l'éolienne, le maître d'ouvrage mandatera un bureau de vérification pour le contrôle technique de construction.

Les performances des éoliennes sont garanties dans la mesure où les conditions d'installation sont conformes aux spécifications NORDEX.

❖ **Opérations de maintenance de l'installation**

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

- type 1 : vérification après 300 à 500 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 2 : vérification semestrielle des équipements mécaniques et hydrauliques,
- type 3 : vérification annuelle des matériaux (soudures, corrosions), 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.

Pour la maintenance, une équipe de techniciens spécialisés est implantée à proximité du parc. En cas de déviance sur la production ou d'avaries techniques, l'équipe de maintenance interviendra sur le site.

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.

III.3. LES AIRES DE MONTAGE

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.

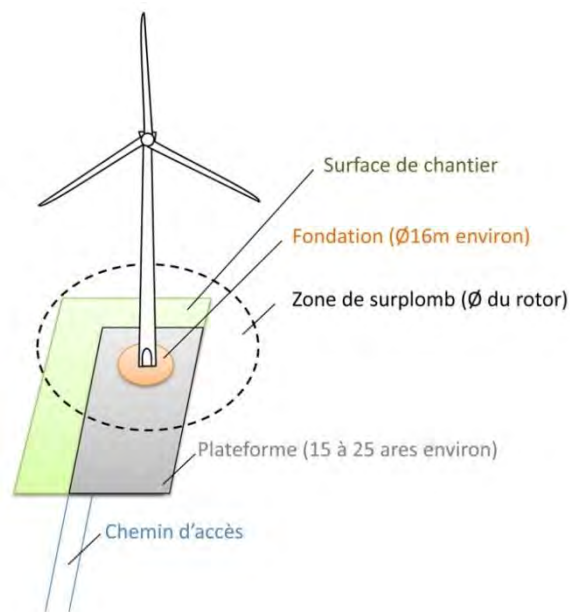


Figure 2: Illustration des emprises au sol d'une éolienne
(Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale)

III.4. LE RACCORDEMENT

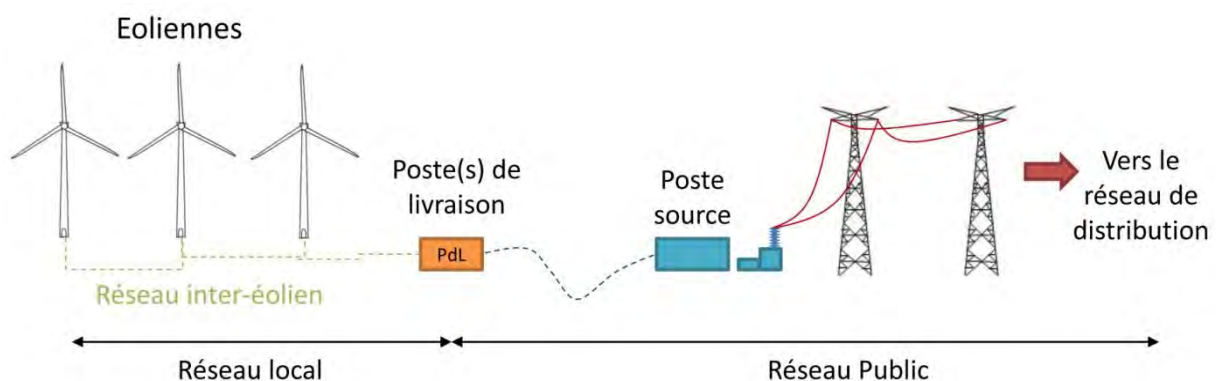


Figure 3 : Raccordement électrique des installations

❖ Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne¹, 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.

❖ 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).

Le 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 d'un total de 50 m². L'impact paysager de ce dernier est de plus limité par une teinte en accord avec le paysage local.

La localisation exacte du poste 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.

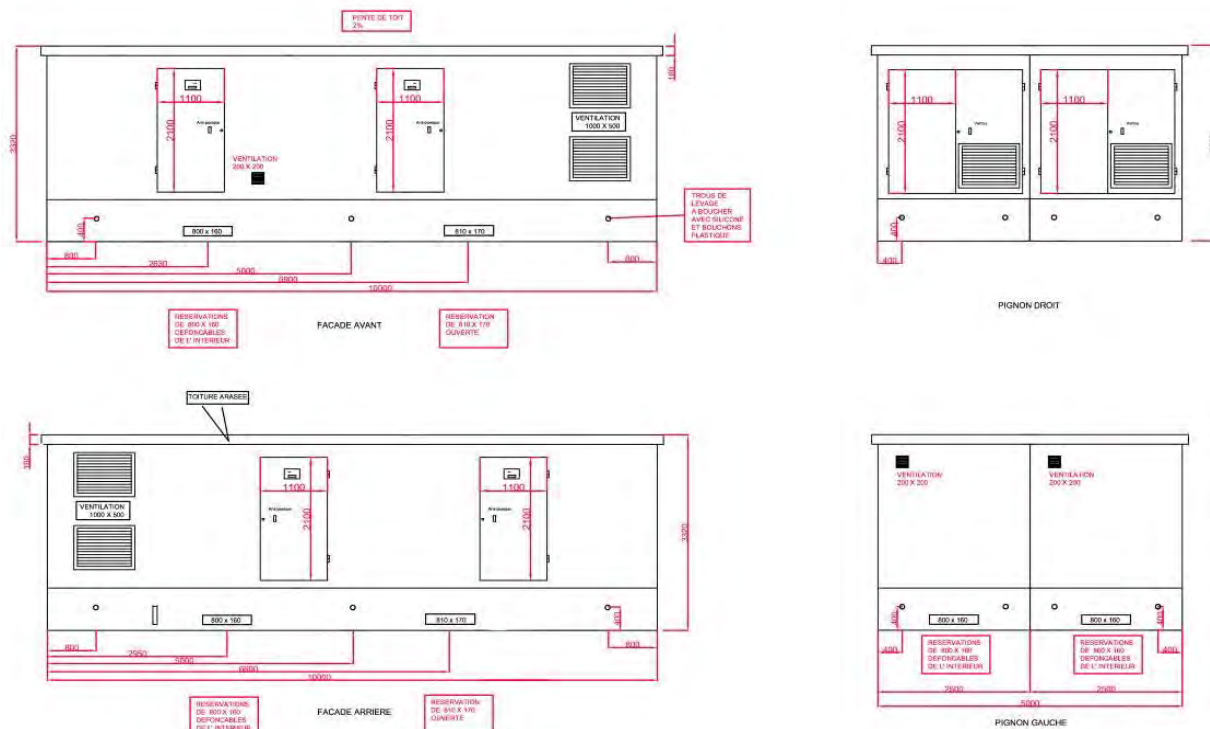
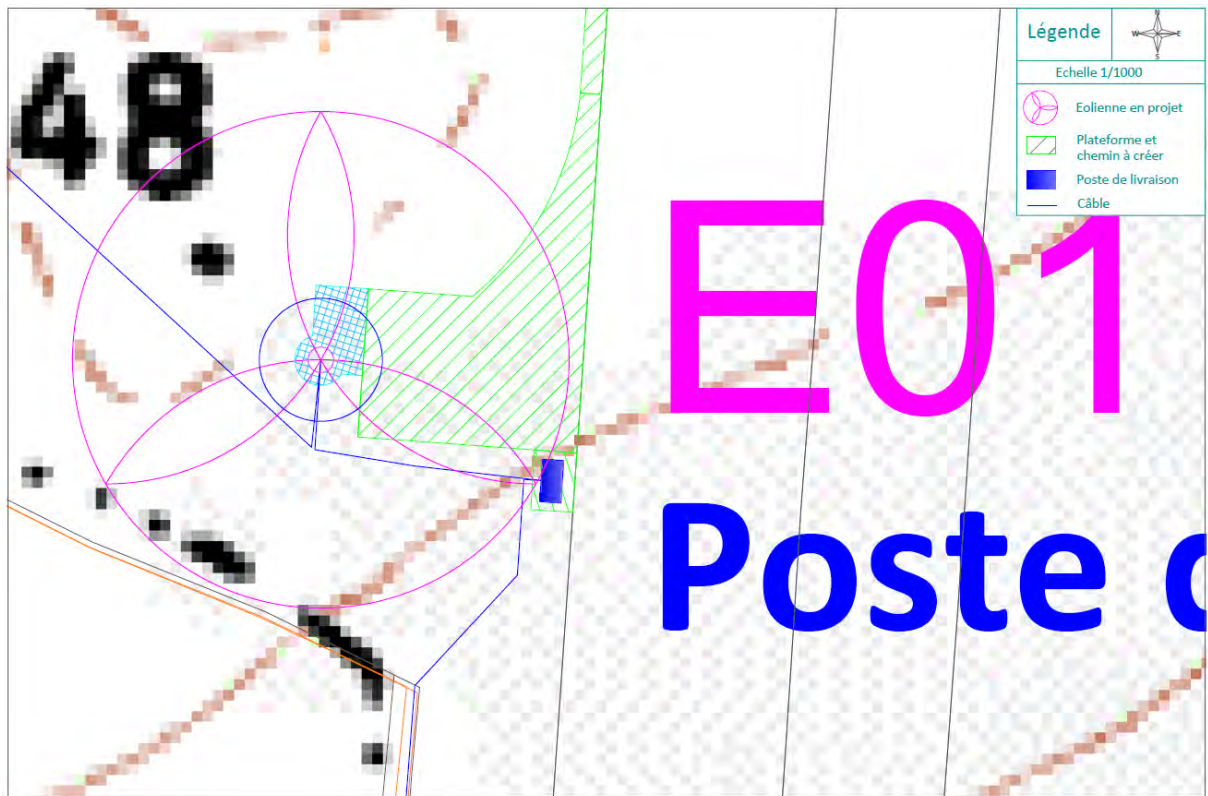
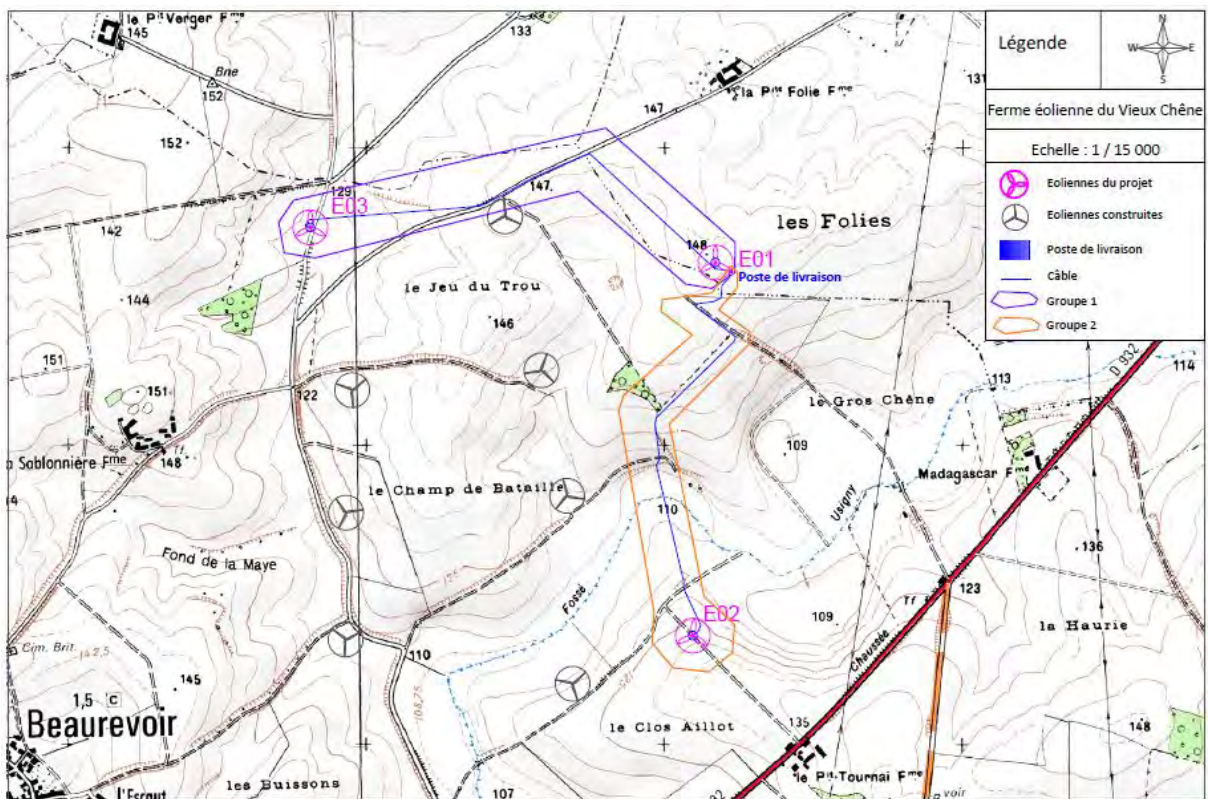


Figure 4 : Plan du poste de livraison 10 m x 5 m

¹ 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.



Carte 3: Plan général du poste de livraison



Carte 4 : Carte de localisation du réseau inter-éolienne

IV. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

IV.1. L'ENVIRONNEMENT HUMAIN ET MATERIEL

❖ Les zones urbanisées

En 2015, la commune de Beaurevoir comptait 1443 habitants et la commune de Serain comptait 411 habitants (Source : INSEE). Il n'y a pas d'habitation dans le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes.

La commune de Beaurevoir possède un plan local d'urbanisme (PLU). Ce document d'urbanisme est compatible avec l'implantation d'éoliennes. La commune de Serain ne possède aucun document d'urbanisme. Elle est donc soumise au principe de « constructibilité limitée » c'est-à-dire dans la continuité du bâti existant.

❖ Etablissements recevant du public (ERP)

Aucun ERP ne se trouve dans le périmètre d'étude du projet.

❖ Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

D'après la base des données des installations classées du ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, aucune installation SEVESO n'est répertoriée sur les communes de de Beaurevoir et de Serain.

Six ICPE sont répertoriées sur la commune de Beaurevoir (aucune sur la commune de Serain). Il s'agit de 3 parcs éoliens et de 3 installations de type agricoles.

Commune	Nom du site	Régime de classement au titre des ICPE	Etat d'activité	Distance à la zone d'étude (m)
Beaurevoir	Ferme Eolienne des Buissons	Autorisé	En construction	436
Beaurevoir	Desenne Pascal	Autorisé	En fonctionnement	510
Beaurevoir	SARL du Petit Tournay	Enregistré	En fonctionnement	510
Beaurevoir	EDP Renewables France	Autorisé	En fonctionnement	620
Beaurevoir	Eole Arrouaise	Autorisé	En fonctionnement	1 200
Beaurevoir	Leveque Fabrice	Autorisé	En fonctionnement	1 300

Tableau 2 : Sites ICPE les plus proches du périmètre d'étude.

Aucune installation nucléaire de base n'est répertoriée sur les communes.

❖ Voies de communication

La commune de Serain est traversée du nord au sud par la départementale D960. Celle-ci comporte un trafic moyen journalier de 1 761 véhicules. La D70, au nord, relie Serain à la commune voisine d'Elincourt. Aucun comptage n'a été effectué sur cette route à proximité de la zone de projet.

La commune de Beaurevoir est traversée par plusieurs départementales. La D175 arrive du nord et se termine à Beaurevoir centre. La D28 traverse la commune d'est en ouest. La route D716 relie la route D28 à la route D932. La D932 est une voie structurante (trafic > 2000 véhicules par jour) avec une fréquentation de l'ordre de 2765 véhicules par jour (source : Conseil Général 02).

Les autres voies de communication sur la zone d'étude sont composées de chemins ruraux et d'exploitation.

❖ Réseaux publics et privés

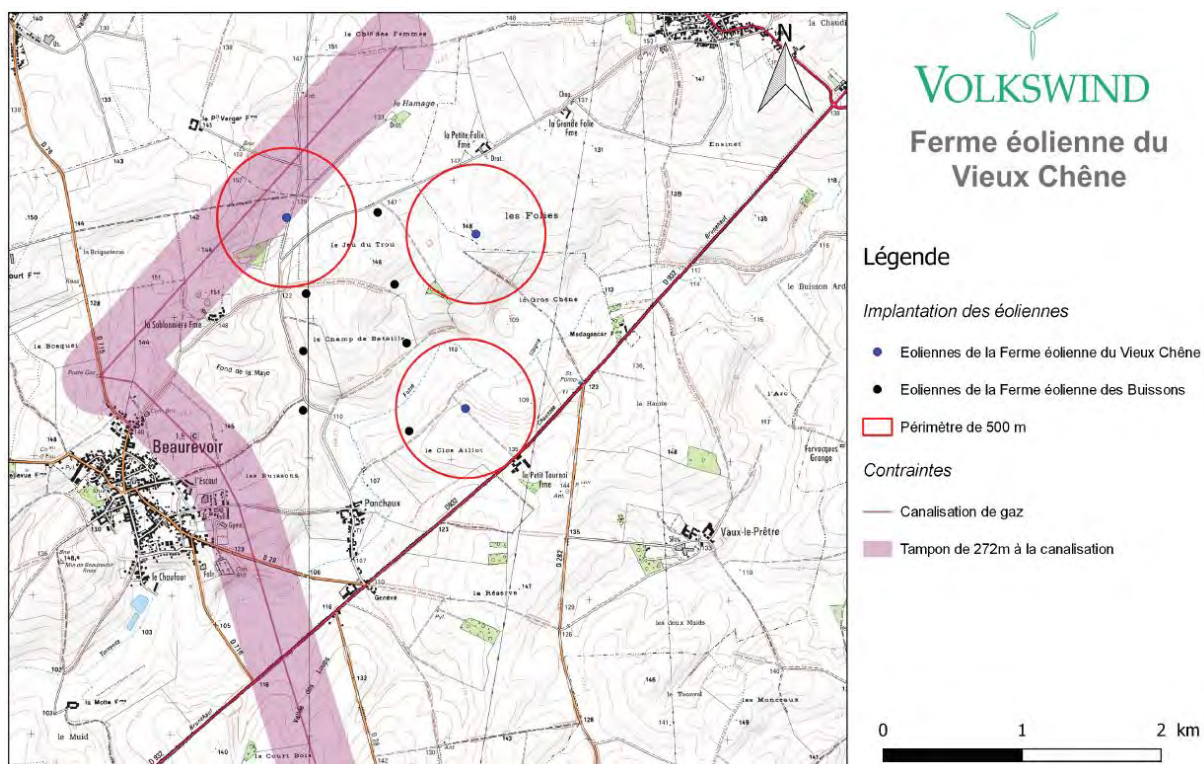
Deux lignes électriques sont présentes à proximité du périmètre d'étude. La distance de retrait de 252 m sera respectée de part et d'autre de ces réseaux. En effet, l'éolienne la plus proche (E02) est située à 275 m de la ligne électrique la plus proche. De plus, le passage de câble de la Ferme éolienne des Buissons ainsi que le raccordement de cette Ferme éolienne à son poste source sont présents sur le périmètre d'étude. L'éolienne E02, la plus proche du passage de câble interne de la Ferme éolienne des Buissons est située à 436 m, ce qui représente un éloignement suffisant. Enfin, l'éolienne la plus proche du raccordement externe de la Ferme éolienne des Buissons à son poste source, à savoir E01, est située à 259 m. Ici encore, la distance de retrait par rapport à ce réseau est suffisante.

Un réseau de télécommunication est présent au sein du périmètre d'étude. L'éolienne la plus proche (E03), est située à une distance minimale de 20 m. Aucune distance de retrait n'est imposée vis-à-vis de ce réseau. Une attention particulière sera portée en phase de construction. La ligne de télécommunication de la Ferme éolienne des Buissons est également présente sur le périmètre d'étude. L'éolienne la plus proche (E01), est située à une distance minimale de 259 m. Cette distance de retrait permet de limiter les risques.

Concernant le réseau d'alimentation en eau potable, il existe deux captages à Beaufeuvoir et deux captages à Serain. Les zones de protection n'empiètent pas sur le périmètre d'étude.

Concernant les réseaux radioélectriques, aucun faisceau ne traverse le périmètre d'étude.

Concernant le réseau de gaz, une canalisation est présente au sein du périmètre d'étude. L'éolienne la plus proche (E03) est située à 234 m du réseau de gaz. C'est la seule éolienne qui ne respecte pas la distance de retrait recommandée de 272 m de part et d'autre des canalisations de gaz. Toutefois, après étude approfondie, GRTgaz précise par courrier en date du 25 juillet 2018 que cette distance est compatible avec ses préconisations. GRTgaz a donc validé l'implantation des éoliennes.



Carte 5 : Réseau de gaz dans le périmètre d'étude

IV.2. L'ENVIRONNEMENT NATUREL

❖ Climat

Le département de la Marne bénéficie d'un climat océanique dégradé. Les hivers sont frais et les étés sont doux. L'amplitude thermique entre le mois le plus chaud et le plus froid peut-être assez importante avec 15,1 °C.

La station météorologique de Cambrai-Epinoy se situe à environ 20 km de la zone d'étude.

Selon cette dernière, le mois de juillet est le mois le plus chaud avec une température moyenne de 18,3°C. Le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne de 3,2°C.

A Cambrai-Epinoy, il est possible d'avoir 8 mois par an des températures inférieures ou égales à 0°C. On rencontre également des températures inférieures ou égales à -10°C 3 mois par an en janvier, février et décembre.

A Cambrai-Epinoy, la pluviométrie annuelle est de 702,6 mm.

❖ Potentiel éolien

La rose des vents ci-dessous, issue des données de la station de Cambrai-Epinoy, est fournie à titre indicatif. En effet, elle ne peut pas représenter fidèlement les régimes de vent observés au niveau local. Cependant, les vents peuvent être considérés comme les plus forts dans la direction sud-ouest et nord-est. La rafale maximale de vent à Cambrai atteint 191 km/h, mesurée en 1955 (Source : Info Climat).

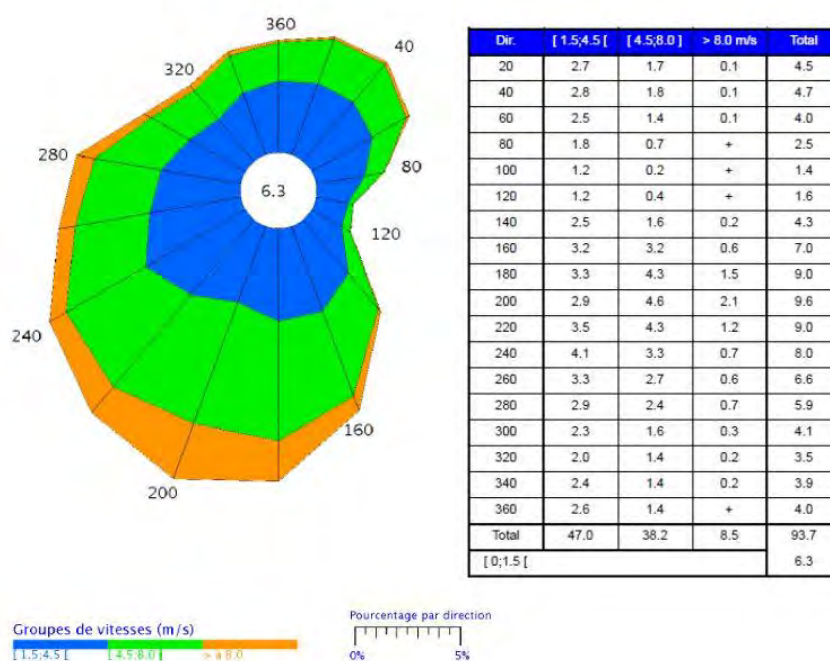


Figure 5 : Rose des vents pour les relevés de la station météorologique de Cambrai-Epinoy (Source : Météo-France)

❖ Risques naturels

La foudre

Les éoliennes sont des projets de grande dimension pour lesquels le risque orageux et notamment la foudre, doit être prise en compte. L'activité orageuse d'une région est définie par le niveau kéraunique (Nk), c'est-à-dire le nombre de jours pendant lesquels on entend gronder le tonnerre.

Le niveau kéraunique de la zone de projet est inférieur à 25 jours par an. La zone d'étude est donc dans une région française où le niveau kéraunique est le plus faible.

Sismicité

Le territoire national est divisé au niveau cantonal en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes :

- Une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière,
- Quatre zones 2, 3, 4 et 5, où les règles de construction parasismiques sont applicables.

D'après la carte des aléas sismiques sur le territoire national, la zone de projet se trouve dans une zone où la sismicité est faible (zone de sismicité 2).

Inondation

Le risque de retrait ou gonflement des argiles rendent le sol instable et peuvent occasionner des dégâts importants aux constructions. Un aléa de retrait-gonflement des argiles à priori nul à faible est présent dans le périmètre immédiat du projet.

Un Plan de Prévention des Risques naturels pour la Vallée de l'Escaut relatif au ruissellement et coulée de boue – inondation a été approuvé sur la commune de Beaufort le 12 août 2016 pour prévenir des risques dans le bassin de l'Escaut. Le projet de la Ferme éolienne du Vieux Chêne s'y conformera.

Le risque de retrait ou de gonflement des argiles

Le risque de retrait ou de gonflement des argiles rendent le sol instable et peuvent occasionner des dégâts importants aux constructions. Un aléa de retrait-gonflement est majoritairement faible mais il faut également prendre en compte la partie de la zone de projet où le niveau sub-affleurant est défini, à savoir le Fossé Usigny.

Arrêtés de catastrophe naturelle

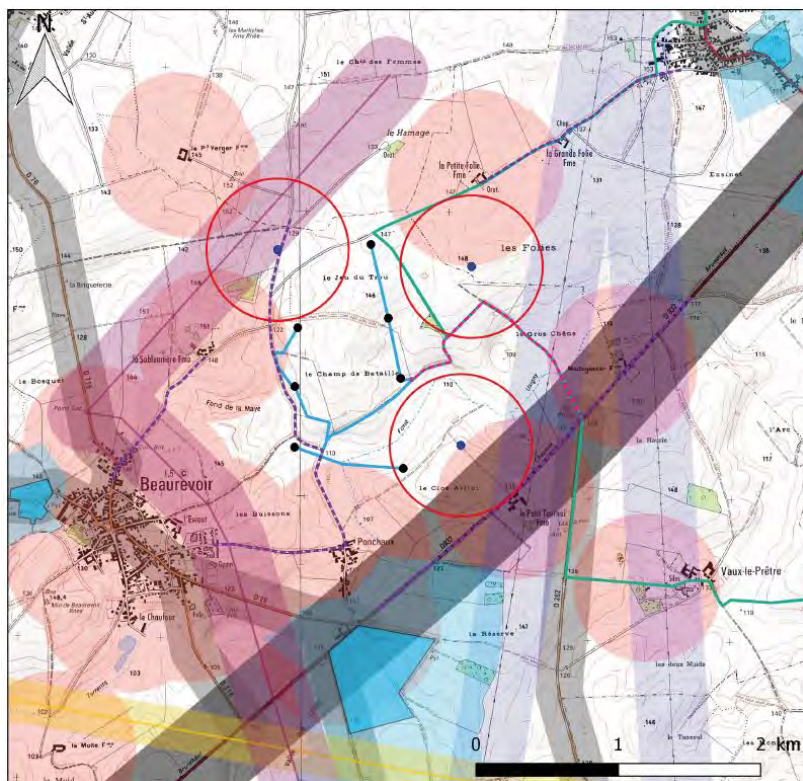
Après consultation de la base de données sur le site géorisques.fr, les communes de Beaufort et Serain sont concernées par les arrêtés de catastrophe naturelle suivant :

Type de catastrophe	Commune	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Jo du
Inondations et coulées de boue	Beaufort	20/06/1986	20/06/1986	25/08/1986	06/09/1986
Inondations et coulées de boue		30/05/1992	30/05/1992	06/11/1992	18/11/1992
Inondations et coulées de boue		11/06/1997	11/06/1997	17/12/1997	30/12/1997
Inondations, coulées de boue et mouvement de terrain		25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Type de catastrophe	Commune	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Jo du
Inondations et coulées de boue	Serain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue		20/06/1986	20/06/1986	25/08/1986	06/09/1986

Tableau 3 : Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle sur les communes de Beaurevoir et de Serain
(Source : géorisques.fr)

IV.3. SYNTHÈSE DES ENJEUX AUTOUR DU PROJET




Ferme éolienne du Vieux Chêne

Légende

Implantation des éoliennes

- Eoliennes de la Ferme éolienne du Vieux Chêne
- Eoliennes de la Ferme éolienne des Buissons
- Périmètre de 500 m

Contraintes

- Ligne de télécommunication
- Ligne de télécommunication de la FE des Buissons
- Raccordement externe de la FE des Buissons
- Câbles électriques de la FE des Buissons
- Canalisation de gaz
- Tampon de 272m à la canalisation
- Contrainte ANFR
- Tampon de 150m à la contrainte ANFR
- Périmètre de protection rapproché des captages
- Périmètre de protection éloigné des captages
- Tampon de 252m aux lignes électriques
- Tampon de 500m aux habitations
- Tampon de 165m aux routes départementales
- Tampon de 330m aux voies structurantes

Carte 6 : Cartographie de synthèse des différents réseaux

V. PRESENTATION DE LA METHODE D'ANALYSE DES RISQUES

V.1. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

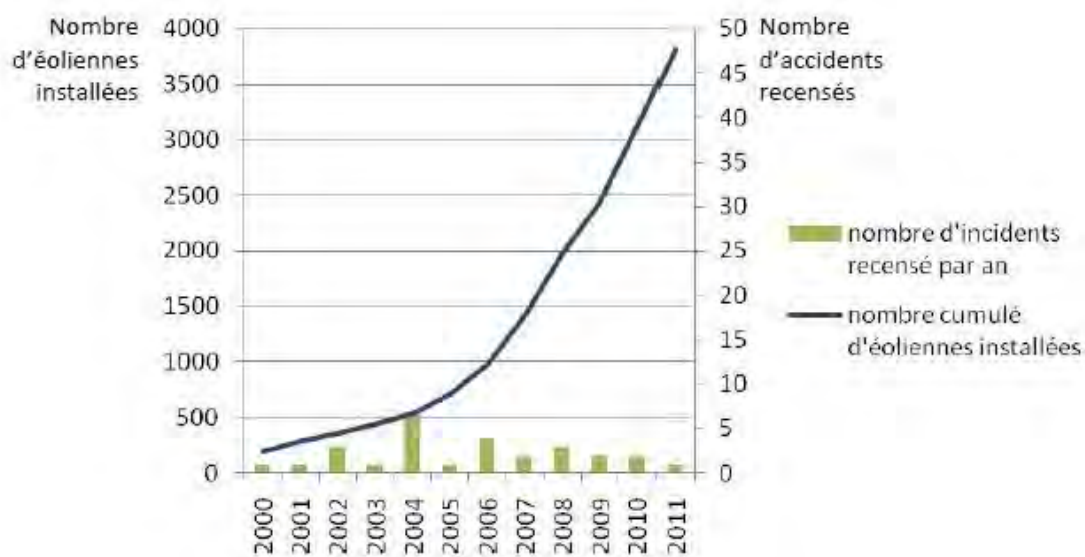
L'analyse des risques concernant ce projet commence par une identification des potentiels de dangers de l'installation. Il s'agit d'identifier les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc. L'identification des enjeux sur la zone de projet et le choix des éoliennes V117 ou N117 - 3,6 MW permettent de réduire significativement ces potentiels de dangers et garantir une sécurité optimale de l'installation.

V.2. ANALYSE DU RETOUR D'EXPERIENCE

Les principaux phénomènes dangereux potentiels sont sélectionnés grâce à l'inventaire des incidents et accidents en France et à l'étranger. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne provenant de sources différentes (sources officielles, articles de presse, base de données d'associations, etc.).

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. La principale cause de ces accidents est la tempête. La foudre est également une cause importante.

Cependant, il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées. Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'incidents par an reste relativement constant, du fait d'une évolution technologique plus fiable et plus sûre.



V.3. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Cette analyse a pour objectif d'identifier les scénarios d'accidents majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Les scénarios sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences, permettant ainsi de filtrer les scénarios aux conséquences limitées et ceux induisant des conséquences sur les personnes.

Le tableau suivant rappelle les principales mesures de maîtrise des risques et leur description.

Fonction de sécurité	Description
Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	<p>Vestas : Ce système déduit la formation de glace sur les pales à partir des données de température et de rendement de l'éolienne (l'accumulation de glace alourdit les pales et diminue le rendement de la turbine). Une configuration du système SCADA permet d'alerter les opérateurs par un message type « Ice Climate ». Une mise à l'arrêt est ensuite effectuée de manière automatique ou manuelle, selon le type de contrat. Les procédures de redémarrage sont définies par l'exploitant.</p> <p>Nordex : Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.</p>
Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).
Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	<p>Sondes de température sur pièces mécaniques</p> <p>Suivant les niveaux d'alarme et les capteurs, la machine peut être bridée ou mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement.</p> <p>Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont au-dessous des seuils d'alarme.</p>
Prévenir la survitesse	<p>Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande.</p> <p>NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.</p>
Prévenir les courts-circuits	<p>Vestas : Outre les protections traditionnelles contre les surintensités et les surtensions, les armoires électriques disposées dans les nacelles Vestas (qui abritent les divers jeux de barres), sont équipées de détecteurs d'arc électrique. Ce système de capteurs photosensibles a pour objectif de détecter toute formation d'un arc électrique (caractéristique d'un début d'amorçage) qui pourrait conduire à des phénomènes de fusion de conducteurs et de début d'incendie. Le fonctionnement de ces détecteurs commande le déclenchement de la cellule HT située en pied de mât, conduisant ainsi à la mise hors tension de la machine. La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d'arc et de l'acquiescement manuel du défaut.</p> <p>Nordex : Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission</p>

	<p>électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.</p>
Prévenir les effets de la foudre	<p>Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010)</p> <p>Vestas : Compte tenu de leur situation et des matériaux de construction, les pales sont les éléments les plus sensibles à la foudre. Des pastilles métalliques en acier inoxydable permettant de capter les courants de foudre sont disposées à intervalles réguliers sur les deux faces des pales. Elles sont reliées entre elles par une tresse en cuivre, interne à la pale. Le pied de pale est muni d'une plaque métallique en acier inoxydable, sur une partie de son pourtour, raccordée à la tresse de cuivre. Un dispositif métallique flexible (nommé LCTU – Lightning Current Transfer Unit) assure la continuité électrique entre la pale et le châssis métallique de la nacelle (il s'agit d'un système de contact glissant comportant deux points de contact par pale). Ce châssis est relié électriquement à la tour, elle-même reliée au réseau de terre disposé en fond de fouille. En cas de coup de foudre sur une pale, le courant de foudre est ainsi évacué vers la terre via la fondation et des prises profondes.</p> <p>Nordex : Parafoudres sur la nacelle + récepteurs de foudre sur les 2 faces des pales Mise à la terre (nacelle/mât, sections de mât, mât/fondation). Para-surtenseurs sur les circuits électriques</p>
Protection et intervention incendie	<p>Vestas :</p> <ol style="list-style-type: none"> Des sondes de température sont mises en place sur les équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur). Ces sondes ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor. Les éoliennes sont équipées par défaut d'un système autonome de détection composé de plusieurs capteurs de fumée et de chaleur disposés aux possibles points d'échauffements tels que : <ul style="list-style-type: none"> - La chambre du transformateur - Le générateur - La cellule haute tension - Le convertisseur - Les armoires électriques principales - Le système de freinage. <p>En cas de détection, une sirène est déclenchée, l'éolienne est mise à l'arrêt en « emergency stop » et isolement électrique par ouverture de la cellule en pied de mât. De façon concomitante un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance via le système de contrôle commande.</p> <p>Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secours (UPS).</p> <p>Vis-à-vis de la protection incendie, deux extincteurs sont présents dans la nacelle et un extincteur est disponible en pied de tour (utilisables par le personnel sur un départ de feu).</p> <p>Nordex : Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance.</p>

	L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).
Prévention et rétention des fuites	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.</p> <p>Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants.</p> <p>Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.</p>
Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	<p>Préconisations du manuel de maintenance</p> <p>Formation du personnel</p> <p>Chaque intervention fait l'objet d'une procédure définissant les tâches à réaliser, les équipements à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accidents</p> <p>Check-list assurant la traçabilité des opérations effectuées</p>
Prévenir les erreurs de maintenance	<p>Préconisations du manuel de maintenance</p> <p>Formation du personnel</p>
Prévenir la dégradation de l'état des équipements (machines Vestas)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Procédure de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées. 2. Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes Vestas
Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	<p>Vestas :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En France, la classification de vents des éoliennes fait référence à la norme « IEC 61400-1 ». Les éoliennes Vestas sont dimensionnées pour chacune de ces classes. Il est donc important de faire correspondre la classe du site avec la classe de la turbine 2. Les éoliennes sont mises à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale de 25 m/s. Cet arrêt est réalisé par le frein aérodynamique de l'éolienne avec mise en drapeau des pales. Cette mise en drapeau est effectuée par le système d'orientation des pales « Vestas Pitch System ». <p>Nordex : L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.</p>
Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau (machines Nordex)	<p>Surveillance du réseau + surveillance des défaillances réseau par le convertisseur principal qui entraîne la déconnexion de l'éolienne du réseau électrique.</p> <p>Commande de l'éolienne et communication externe assurées pendant environ 10 min, permettant l'arrêt automatique de l'éolienne.</p>

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, trois catégories de scénarios sont à priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

- Incendie de l'éolienne (effets thermiques)
- Incendie du poste de livraison ou du transformateur
- Infiltration d'huile dans le sol

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques sont les suivantes :

- Effondrement de l'éolienne
- Chute de glace
- Chute d'éléments de l'éolienne
- Projection de tout ou une partie de pale
- Projection de glace

Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d'accident. En estimant la probabilité, gravité, cinétique et intensité de ces événements, il est possible de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents.

V.4. ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

❖ Méthode

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus à l'issue de l'analyse préliminaire des risques en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

Chaque scénario est caractérisé en fonction des paramètres suivants :

- Cinétique
- Intensité
- Gravité
- Probabilité

La cinétique d'un accident est supposée « rapide » pour tous les scénarios, ce paramètre ne sera donc pas détaillé pour chacun des phénomènes redoutés.

L'intensité est définie selon un seuil d'effet toxique, de surpression, thermique ou lié à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures. Elle dépend du degré d'exposition, lui-même défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection.

Intensité	Degré d'exposition
Exposition très forte	Supérieur à 5%
Exposition forte	Compris entre 1% et 5%
Exposition significative	Inférieur à 1%

La zone d'effet est définie pour chaque événement accidentel comme la surface exposée à cet événement.

Les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre de personnes pouvant être atteint par le phénomène dangereux dans chacune des zones d'effet définies.

La probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne est déterminée en fonction :

- de la bibliographie relative à l'évaluation des risques pour des éoliennes ;
- du retour d'expérience français ;
- des définitions qualitatives de l'arrêté du 29 Septembre 2005.

La probabilité qui sera évaluée pour chaque scénario d'accident correspond à la probabilité qu'un événement redouté se produise sur l'éolienne (probabilité de départ) et non à la probabilité que cet événement produise un accident suite à la présence d'un véhicule ou d'une personne au point d'impact (probabilité d'atteinte). En effet, l'arrêté du 29 septembre 2005 impose une évaluation des probabilités de départ uniquement.

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	<i>Courant</i> Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	$P > 10^{-2}$
B	<i>Probable</i> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	<i>Improbable</i> Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	<i>Rare</i> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	<i>Extrêmement rare</i> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 4: Classes de probabilité

Pour le scénario « effondrement de l'éolienne », sa probabilité dans la littérature permet de le classer en catégorie « C ». Cependant, les évolutions technologiques des éoliennes, le respect des normes et les contrôles réguliers des installations permettent de le classer en catégorie « D ». D'ailleurs, aucun effondrement d'éolienne n'a été recensé depuis 2005.

Pour le scénario « chute de glace » (lorsque l'éolienne est à l'arrêt), de façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A ».

Le scénario « chute d'éléments de l'éolienne » a été classé en catégorie « C » d'après le retour d'expérience.

Pour le scénario de « projection de pales ou de fragments de pales », la bibliographie renvoie vers des classes de probabilité « B », « C » ou « E ». Le retour d'expérience français montre lui, une classe de probabilité « C ». Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ont fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. C'est pourquoi la classe de probabilité retenue est « D » pour ce scénario.

Concernant le scénario « projection de morceaux de glace », compte tenu de la difficulté à établir un retour d'expérience précis sur cet événement, considérant que l'arrêté du 26 août 2011 précise les mesures de prévention de projection de glace et constatant qu'aucun accident lié à une projection de glace n'a été recensé, une probabilité « B » est proposée pour cet événement.

➤ Résultats

Les niveaux de gravité et de probabilité pour chaque type de cible sont synthétisés dans le tableau suivant. Pour chaque scénario, les 3 éoliennes de la Ferme éolienne du Vieux Chêne ont le même niveau de gravité et de probabilité.

SYNTHESE					
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale Soit un rayon de 150 m pour E01 et 165 m pour E02 et E03	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieuse pour l'ensemble des éoliennes
Chute de glace	Zone de survol Soit un rayon de 58,5 m	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée pour l'ensemble des éoliennes
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol Soit un rayon de 58,5 m	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée pour l'ensemble des éoliennes
Projection de pales ou fragments de pales	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée pour l'ensemble les éoliennes E01 et E03 Sérieuse pour l'éolienne E02
Projection de glace	1,5 x (H + D) autour de l'éolienne Soit un rayon de 313 m pour E01 et 336 m pour E02 et E03	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée pour l'ensemble des éoliennes

➤ Synthèse de l'acceptabilité des risques

La dernière étape de cette étude détaillée consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés. La matrice de criticité ci-dessous est utilisée, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010.

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		<i>Effondrement / Projection d'éléments (E02)</i>			
Modéré		<i>Projection d'éléments (E01 et E03)</i>	<i>Chute d'éléments</i>	<i>Projection de glace</i>	<i>Chute de glace</i>

Légende de la matrice

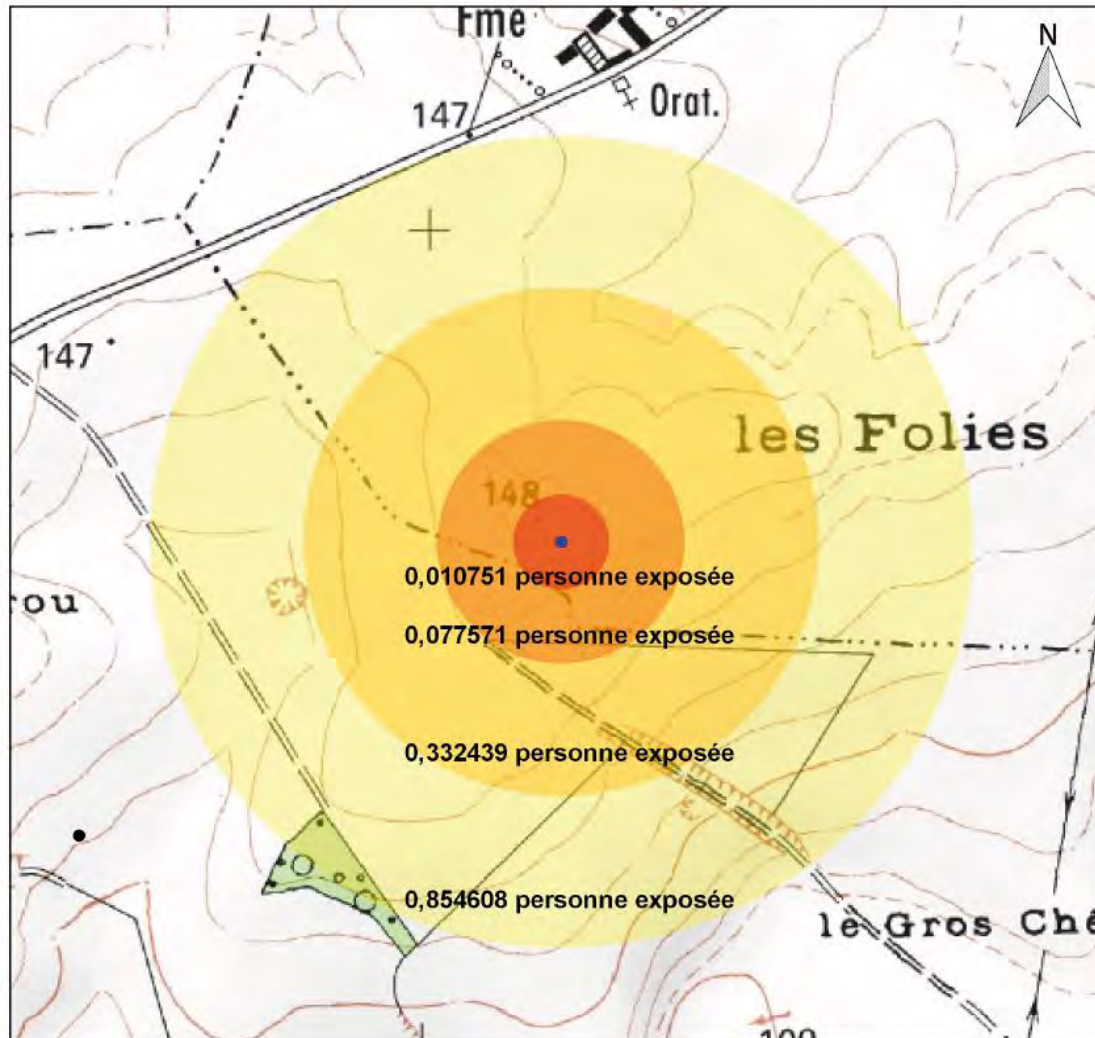
Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- un accident figure en case jaune. Pour cet accident, il est rappelé dans le tableau ci-dessous les fonctions de sécurité prévues pour la Ferme éolienne du Vieux Chêne.

Événement	Nombre de personnes exposées	Mesures de sécurité	Niveau de risque
Chute de glace	0,010751 pour E01 0,015791 pour E02 0,015701 pour E03	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage. Panneautage en pied de machine. Eloignement des zones habitées et fréquentées.	Acceptable

Cartographie des risques




VOLKSWIND

**Ferme éolienne du
Vieux Chêne**

Légende


Implantation des éoliennes

- Eoliennes de la Ferme éolienne du Vieux Chêne
- Eoliennes de la Ferme éolienne des Buissons

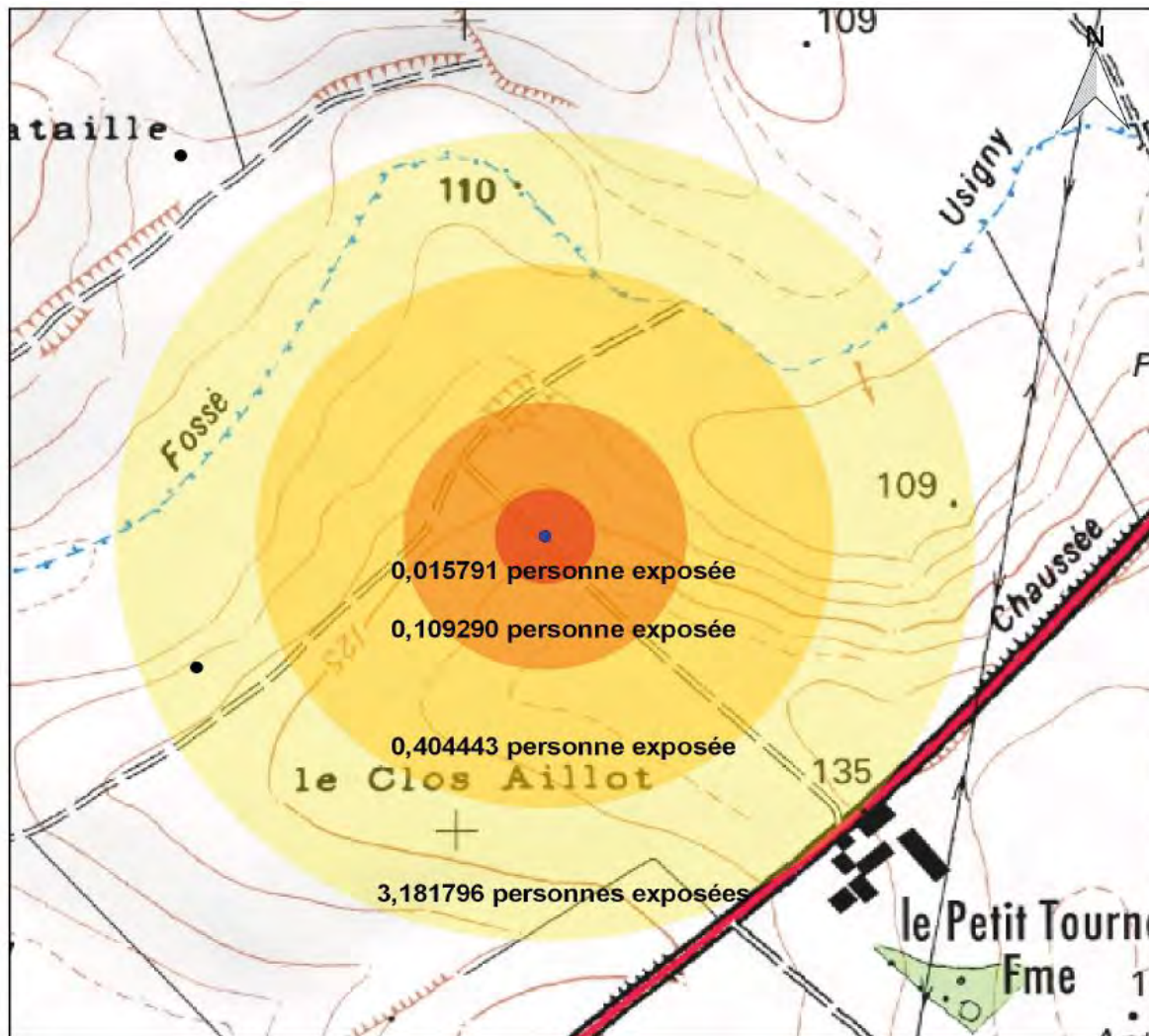
Rayons de l'étude de dangers

- Chute d'éléments / de glace (58,5m)
- Effondrement (150m)
- Projection de glace (313m)
- Projection de pale ou fragment de pale (500m)

0 250 500 m



Carte 7 : Synthèse des risques de l'éolienne E01

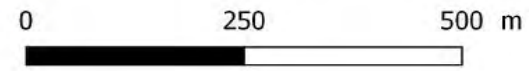



VOLKSWIND

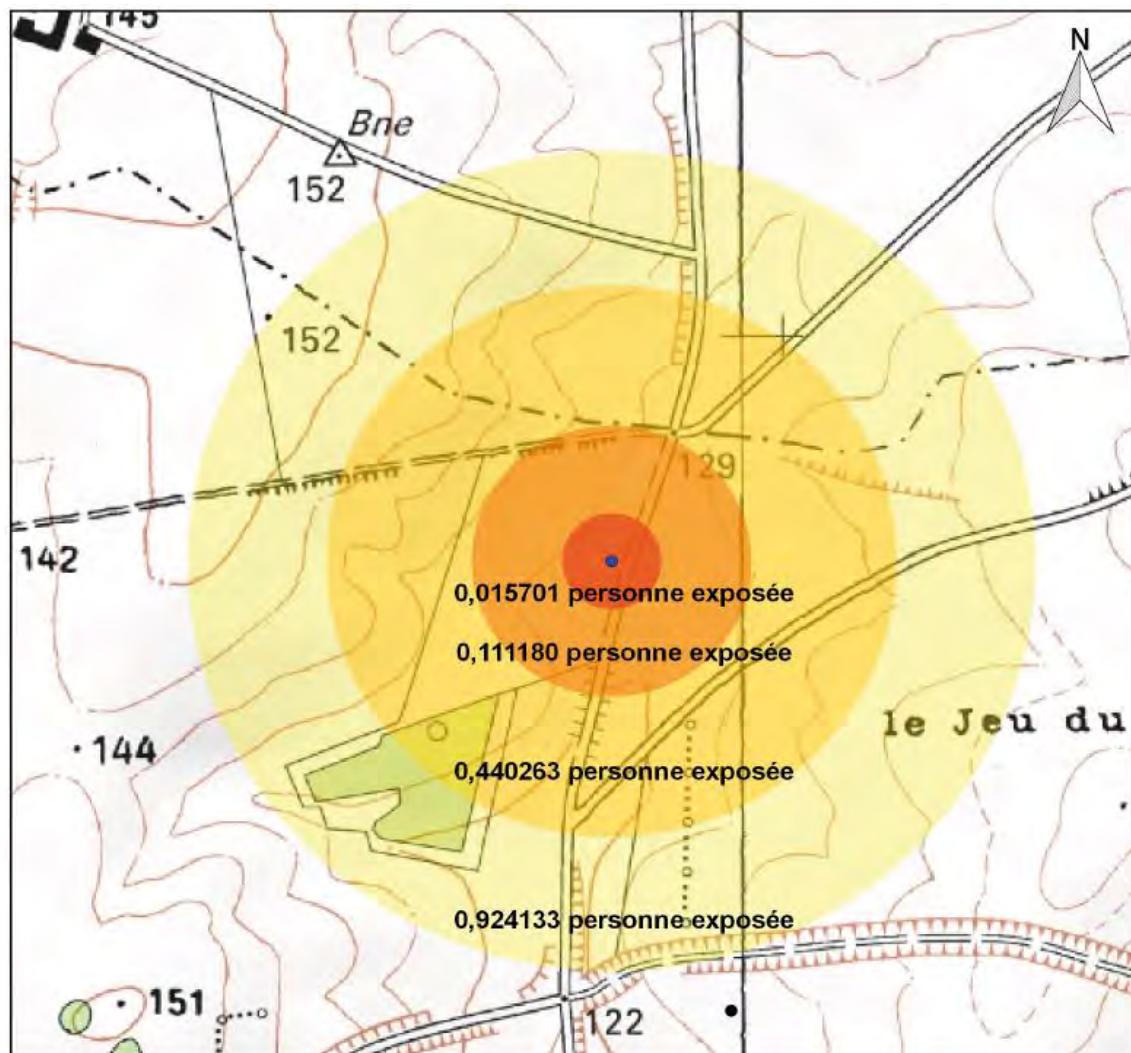
Ferme éolienne du Vieux Chêne

Légende

- Implantation des éoliennes
- Eoliennes de la Ferme éolienne du Vieux Chêne
 - Eoliennes de la Ferme éolienne des Buissons
- Rayons de l'étude de dangers
- Chute d'éléments / de glace (58,5m)
 - Effondrement (165m)
 - Projection de glace (336m)
 - Projection de pale ou fragment de pale (500m)



Carte 8 : Synthèse des risques de l'éolienne E02




Ferme éolienne du Vieux Chêne

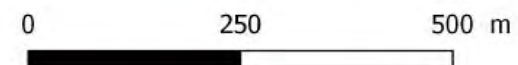
Légende

Implantation des éoliennes

- Eoliennes de la Ferme éolienne du Vieux Chêne
- Eoliennes de la Ferme éolienne des Buissons

Rayons de l'étude de dangers

- Chute d'éléments / de glace (58,5m)
- Effondrement (165m)
- Projection de glace (336m)
- Projection de pale ou fragment de pale (500m)



Carte 9 : Synthèse des risques de l'éolienne E03