

# Résumé non Technique de l'Etude de Dangers

Ferme éolienne du Bois Briffaut

**Version consolidée – Mai 2016**



**Volkswind France SAS**

**SAS au capital de 250 000 € R.C.S Nanterre 439 906 934**

**Centre Régional de Tours**

**« Les Granges Galand »**

**37550 SAINT AVERTIN**

**Tél : 02.47.54.27.44 / Fax : 02.47.54.67.58**

**[www.volkswind.fr](http://www.volkswind.fr)**

## SOMMAIRE

I.	RESUME NON TECHNIQUE.....	3
II.	DEFINITION DU PERIMETRE D'ETUDE .....	3
III.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION .....	4
IV.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT.....	11
V.	PRESENTATION DE LA METHODE D'ANALYSE DES RISQUES.....	15
VI.	GLOSSAIRE.....	25

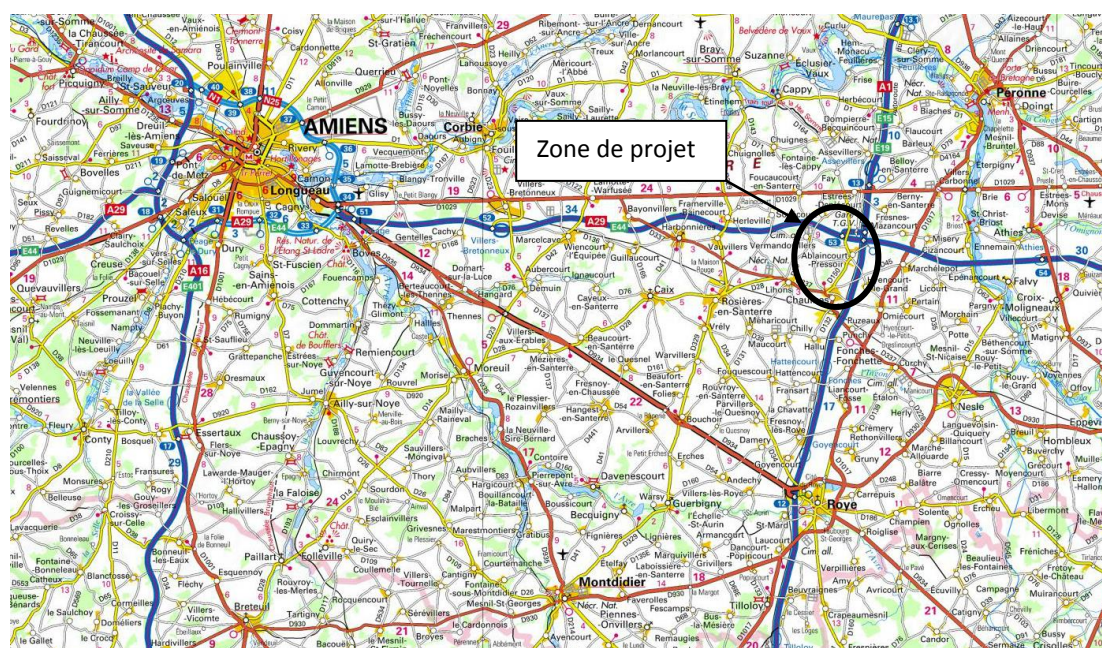
## I. RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

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 de éolienne Vestas V117 – 3.45MW. Pour ces calculs, la hauteur sommitale de cette éolienne est de 151m, effectivement nous prenons en compte dès à présent la surélévation de la fondation d'un mètre. Ainsi, les résultats obtenus avec l'utilisation de cette valeur dans ces calculs seront surestimés pour l'éolienne Nordex N117 – 3MW qui comprend une hauteur en bout de pale de 149,5m.

### I - Localisation du site

Le parc éolien de Ferme éolienne du Bois Briffaut, composé de 4 aérogénérateurs, est localisé sur les communes de Chaulnes et Vermandovillers, dans le département de la Somme (80), en région Picardie.



Localisation de la zone de projet au niveau régional

## II. DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE D'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, telle que définie au paragraphe VIII.2.4.

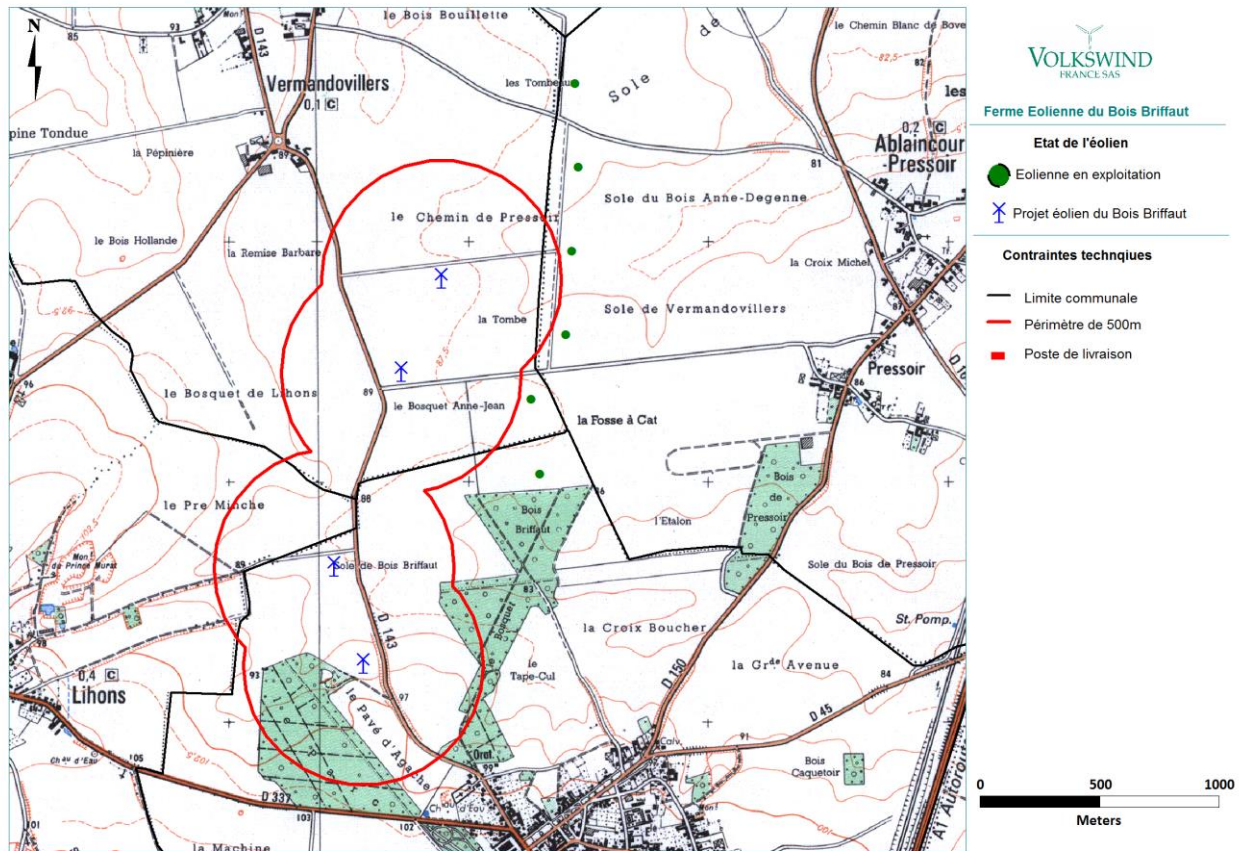
La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison, qui sera néanmoins représenté sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

### III. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

#### 3.1 - Le parc éolien

Le parc éolien se situe sur les communes Chaulnes et Vermandovillers dans le département de la Somme. Avec quatre éoliennes de type V117 3.45MW ou Nordex N117 – 3MW, la puissance totale du parc serait entre 12 et 13,8MW. Ce projet est composé de 4 éoliennes et d'un poste de livraison localisé à proximité de l'éolienne E03.

Les éoliennes seront équipées d'un balisage lumineux et des panneaux d'informations seront disposés à l'entrée de chaque aire de maintenance.



Plan du parc éolien et périmètre d'étude

### 3.2 – L'éolienne

Les éoliennes prévues sont soit des VESTAS V117-3,45MW, de 117m de diamètre de rotor et de 92,5m de mât à hauteur de moyeu, pour une hauteur totale de 151m, soit des NORDEX N117 – 3MW dont la hauteur totale sera de 149,5m.

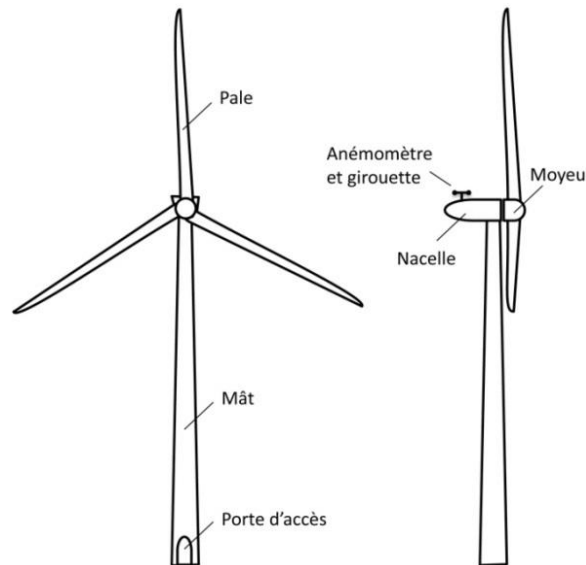


Schéma simplifié d'un aérogénérateur

Les principaux éléments constitutifs de l'aérogénérateur sont :

Principaux Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Environ 25 m de diamètre et une profondeur de 2 à 4 m. 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	3,9 m de diamètre à la base 92,5 m de hauteur
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 12,80m, la largeur sans le CoolerTop est de 4,2m et la hauteur sans le CoolerTop est de 3,2m
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	117 m de diamètre
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Élève 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	Dimension 8 x 6m

➤ Le 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 15 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. 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».

Par exemple, pour la V117-3,45MW, la production électrique atteint 3 450 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité est produite par la génératrice avec une tension de 400 à 690 Volts. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 Volts par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

➤ Sécurité de l'installation

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.

**L'aérogénérateur :**

- 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
- 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.

NORDEX atteste également que les aérogénérateurs de type N117/3000 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,

- Le Certificat de type atteste la conformité de l'aérogénérateur à la norme CEI 61 400-1 dans sa version de 2005

**Le balisage :**

- Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.
- Des panneaux présentant les prescriptions au public sont installés sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur.

**La fondation :**

Le dimensionnement des fondations respecte les codes de construction pour l'Europe, les Eurocodes.

Les principaux utilisés pour le calcul des fondations sont :

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

### ➤ Opérations de maintenance de l'installation

La société VESTAS atteste de la conformité de ses aérogénérateurs à l'ensemble des dispositions contenues dans l'Arrêté du 26 août 2011 y compris les essais de mise en service ainsi que les vérifications de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt.

Tout au long des années de fonctionnement de l'éolienne, des opérations de maintenance programmées vérifient l'état et le fonctionnement des sous systèmes de l'éolienne. Les opérations de maintenance de la V117-3.45 MW sont organisées selon une certaine temporalité.

Une première maintenance a lieu après trois mois de fonctionnement. Chaque anniversaire de la première mise en route du parc, tous les 4 à 5 ans et enfin tous les dix ans, différents composants sont vérifiés ou remplacés afin d'entretenir l'éolienne en état et s'assurer du bon fonctionnement des fonctions de sécurité installées.

Tous ces contrôles sont décrits en détail dans des procédures spécifiques et font l'objet de formulaires d'enregistrement des opérations effectuées. Ces procédures évoluent avec l'expérience de VESTAS.

Elles sont régulièrement mise à jour suivant une logique d'amélioration continue.

Quant à la société Nordex, 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.

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.

### **3.3 - 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.

**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.

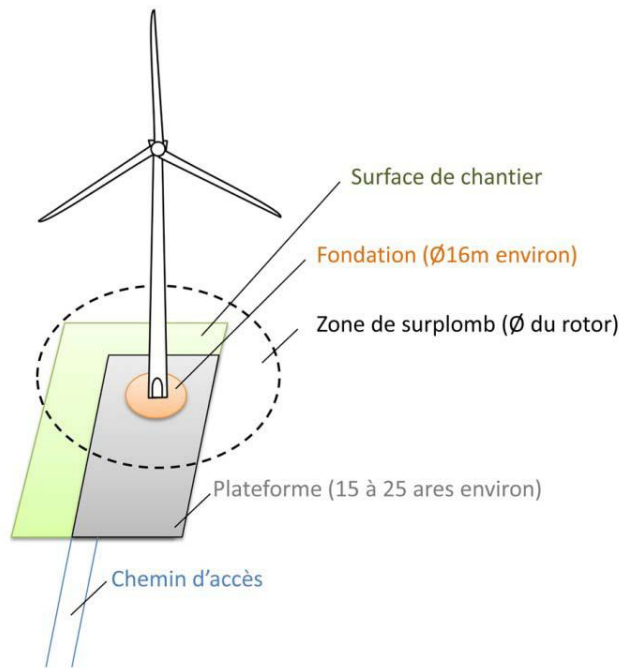


Illustration des emprises au sol d'une éolienne

### 3.4 - Le raccordement

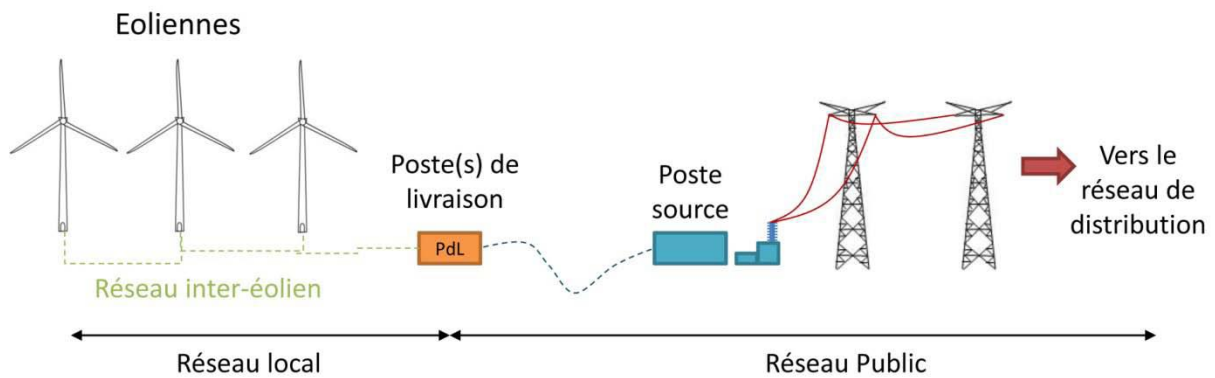


Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

#### ➤ Réseau inter-éolien

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

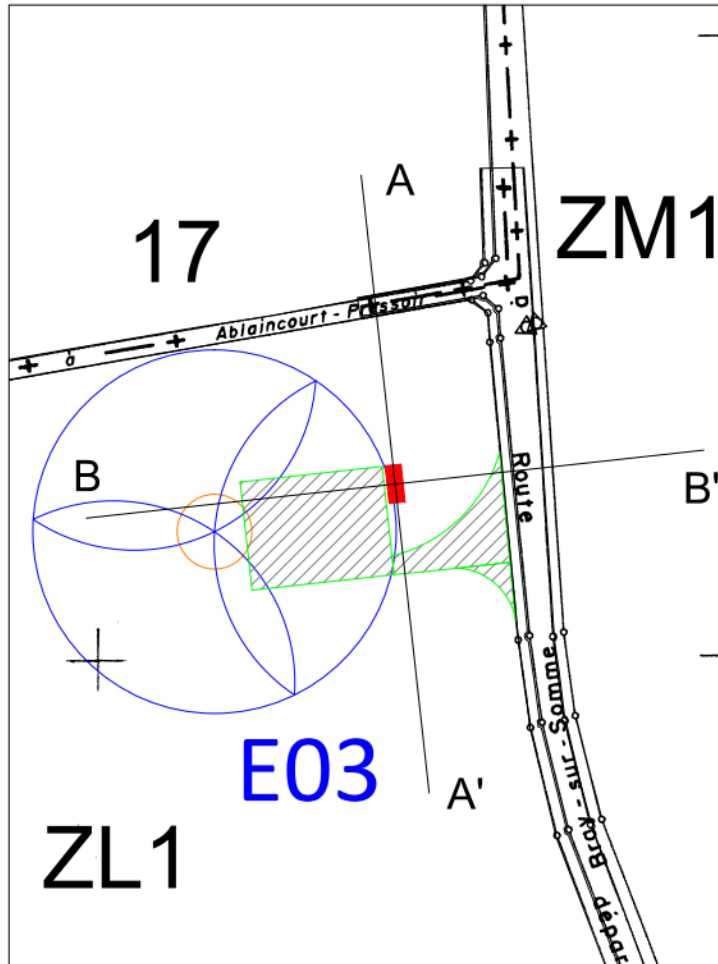


➤ Poste de livraison

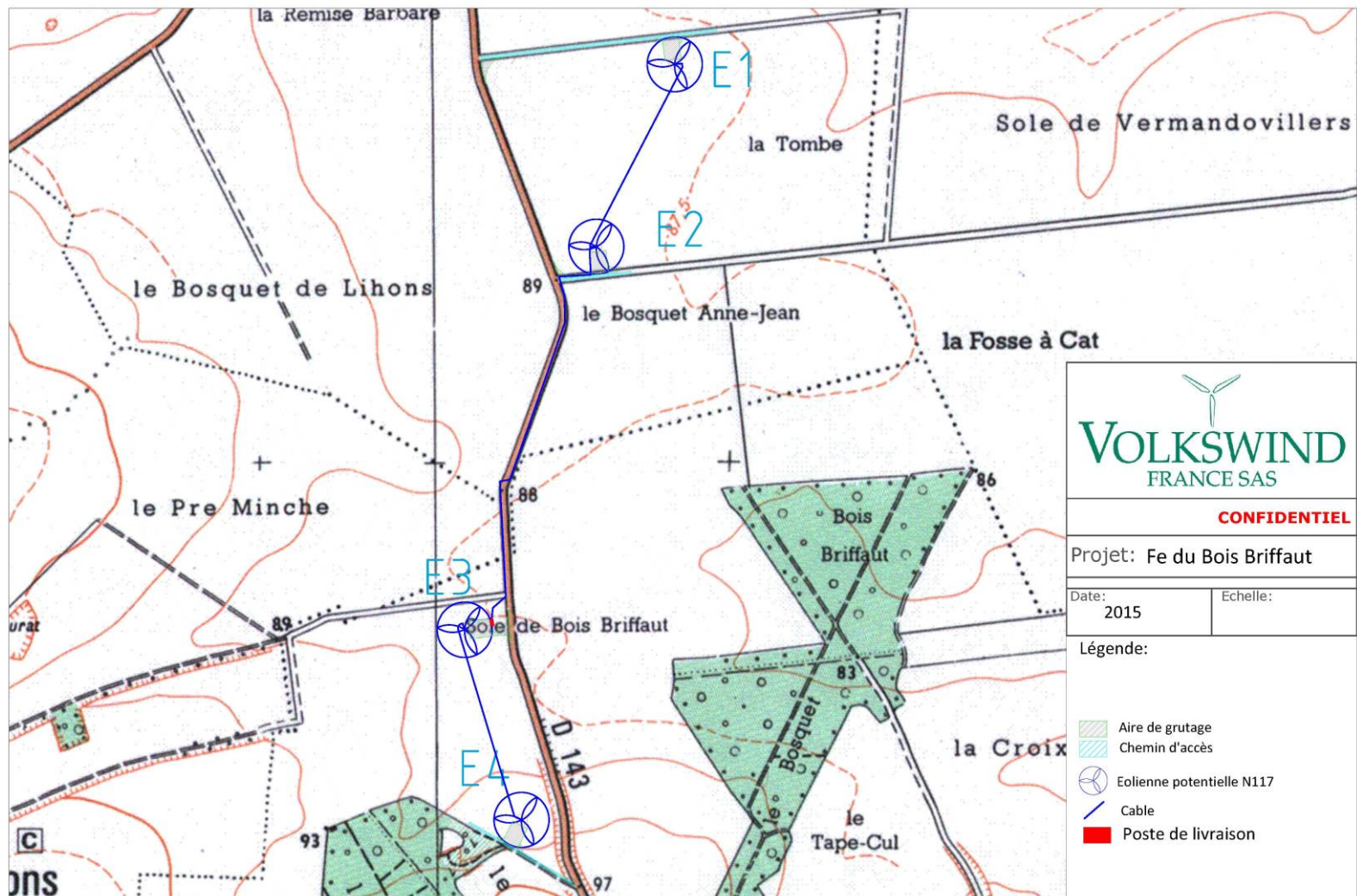
Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public.

Ce poste de livraison sera composé de compteurs électriques, de cellules de protection, de sectionneurs et de filtres électriques. La tension réduite de ces équipements (20 000 volts) n'entraîne pas de risque magnétique important. Son impact est donc globalement limité à son emprise au sol de 60 m<sup>2</sup>.

Afin de réaliser les connections et le comptage entre le projet éolien et le poste de source, le poste de livraison sera disposé au sud du parc, au niveau de l'éolienne E05.



Implantation du poste de livraison et exemple de poste recouvert en bardage bois



Carte 1 : Carte de localisation du réseau inter éolienne

## IV. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

### 4.1 - L'environnement humain et matériel

#### ➤ Les zones urbanisées

La commune de Chaulnes comptait 1959 habitants en 2012. (Source : INSEE)

La commune de Vermandovillers comptait 143 habitants en 2012. (Source : INSEE)

Il n'y a pas d'habitation dans le périmètre d'étude de 500m, néanmoins la carte ci-dessous indique les habitations les plus proches vis-à-vis des éoliennes.

La commune de Vermandovillers ne possède aucun document d'urbanisme en vigueur. Ainsi, l'urbanisation de cette commune est réglementée par le RNU (Règlement National d'Urbanisation).

Quant à la commune de Chaulnes, elle est en possession de plan local d'urbanisme.

#### ➤ Etablissements recevant du public (ERP)

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

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

D'après la base de données des installations classées du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, la commune de Chaulnes accueille 7 installations de ce type notamment le parc éolien actuellement en exploitation à proximité de la zone de projet de la ferme éolienne du Bois Briffaut. Au Nord du bourg de Chaulnes

Concernant la commune de Vermandovillers, aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement n'est inventoriée.

Cependant, voici une liste des ICPE que nous pouvons trouver sur Chaulnes :

Nom de l'établissement	Code postale	Commune	Régime	Régime SEVESO
2C MATERIAUX SARL	80320	Chaulnes	Enregistrement	Non SEVESO
CHAULNES LOGISTIQUE DISTRIBUTION	80320	Chaulnes	Autorisation	Non SEVESO
ITM Logistique Internationale	80320	Chaulnes	Autorisation	Non SEVESO
LUNOR	80320	Chaulnes	Autorisation	Non SEVESO
PARC EOLIEN MSE les Kerles	80320	Chaulnes	Autorisation	Non SEVESO
PINET Industrie	80320	Chaulnes	Autorisation	Non SEVESO
REGNIER PUCHALA SAS	80320	Chaulnes	Autorisation	Non SEVESO

Tableau 1 : ICPE présent sur la commune de Chaulnes  
(Source : [www.installationclassées.developpement-durable.gouv.fr](http://www.installationclassées.developpement-durable.gouv.fr))

➤ Les voies de communication

Une seule route départementale traverse la zone de projet pour relier le bourg de Chaulnes à celui de Vermandovillers, il s'agit de la RD1243, sinon le secteur d'étude est principalement traversé par des chemins communaux.

➤ Réseaux publics et privés

Une canalisation de gaz, d'orientation Nord/Sud passe à proximité de la zone de projet, cependant l'éolienne la plus proche de cet ouvrage est à plus de 230 mètre. Ainsi, la préconisation de retrait (minimum de 150 m) soumise par GRTgaz est respectée.

Il n'existe aucun captage d'eau sur les communes d'implantation du projet de ferme éolienne du Bois Briffaut.

## 4.2 – L'environnement naturel

➤ Climat

### Potentiel éolien

La station météorologique d'Amiens-Glisy se situe à environ 40 kilomètres à l'Ouest de la zone d'étude.

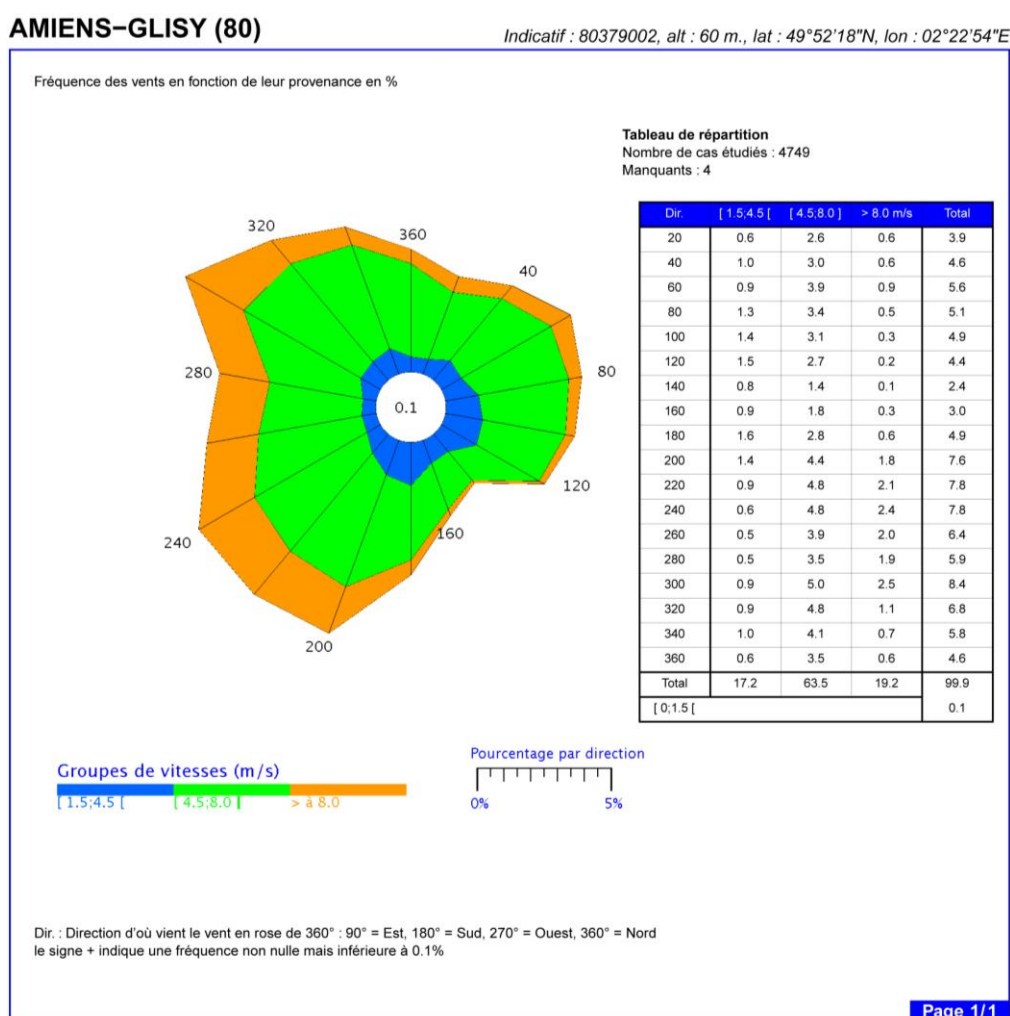


Figure 1 : Rose des vents de la station d'Amiens Glisy (Source : Météo France)

Ces informations (vitesse et direction des vents) sont fournies à titre indicatif mais elles ne sauraient nullement représenter fidèlement les régimes de vent observés au niveau local.

### **Température**

Sur la station d'Amiens-Glisy, les températures moyennes varient de 4,3°C en janvier à 18,5°C en août; soit 14,2°C d'amplitude. Les températures minimales varient de 1,7°C à 12,7°C (11,0°C d'amplitude) et les maximales de 6,9°C à 24,4°C (17,5°C d'amplitude).

A Amiens-Glisy, il est possible d'avoir des températures inférieures ou égales à 0°C huit mois par an. On rencontre également des températures inférieures ou égales à -10°C trois mois par an à savoir janvier, février et décembre.

#### ➤ Risques naturels

### **La foudre**

Les éoliennes sont des projets de grande dimension pour lesquels le risque orageux et notamment la foudre, doit être pris 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. La zone d'étude est donc dans une région de France où le niveau kéraunique est le plus faible.

### **Le risque sismique**

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 0 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière,
- Quatre zones Ia, Ib, II et III, où les règles de construction parasismiques sont applicables.

La zone de projet se situe dans la zone où la sismicité est : « très faible ».

### **Mouvements de terrain**

En raison des mouvements de terrain recensés dans ce département, des études géotechniques devront être réalisées.

### **Le risque inondation**

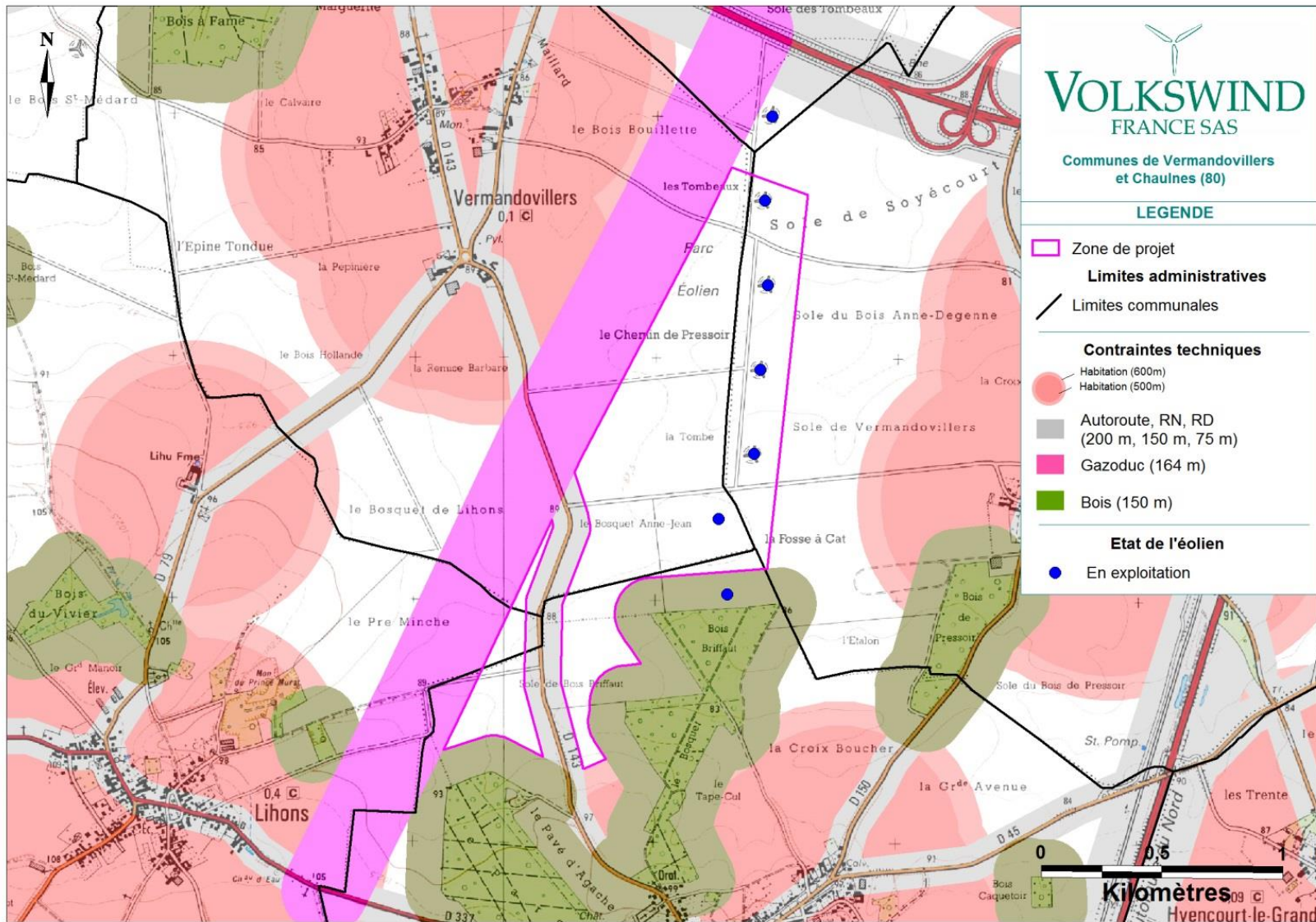
Les communes de Chaulnes et Vermandovillers ne possèdent pas de PPRI sur leur territoire. L'aléa remonté de nappes est « très faible ».

### **Le risque de retrait-gonflement des argiles**

Les risques de retrait ou gonflement des argiles rendent le sol instable et peuvent occasionner des dégâts importants aux constructions. Le site d'implantation se situe sur la majeure partie en aléa « faible », puis à moindre mesure en aléa « nul ».

## **4.3 - Synthèse des enjeux autour du projet**

Voir carte page suivante



Carte 2 : Carte de synthèse des enjeux autour du projet

## V. PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE D'ANALYSE DES RISQUES

### 5.1 – Identification des potentiels de dangers de l'installation

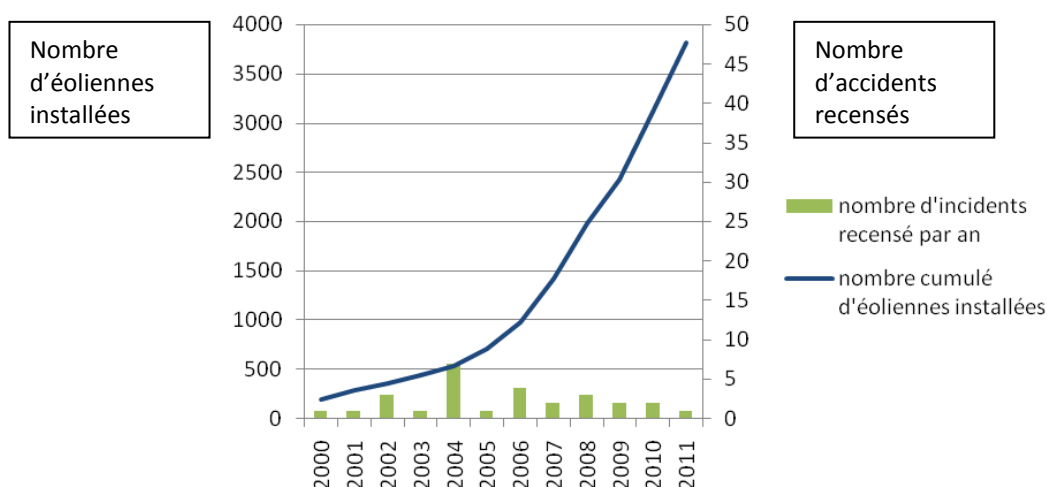
L'analyse des risques concernant ce projet commence par une identification des potentiels de dangers de l'installation. Il s'agit d'identifier les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc...L'identification des enjeux sur la zone de projet et le choix des éoliennes V117-3,45MW et N117 3MW permettent de réduire significativement ces potentiels de dangers et garantir une sécurité optimale de l'installation

### 5.2 - Analyse du retour d'expérience

Les principaux phénomènes dangereux potentiels sont ensuite 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 les tempêtes. La foudre est également une cause importante.

Cependant, il apparait 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.



### 5.3 – Analyse préliminaire des risques

Cette analyse a pour objectif d'identifier les scénarii d'accidents majeurs et mes mesures de sécurité qui empêchent ces scénarii de se produire ou en limiter les effets. Les scénarii sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences, permettant ainsi de filtrer les scénarii 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 :

<b>Fonction de sécurité</b>	<b>Description</b>
Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	Système de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur entraînant la mise à l'arrêt de la machine. Procédure de redémarrage après contrôle visuel.
Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Panneautage sur les voies d'accès à chaque éolienne et au niveau du poste de livraison Eloignement des zones habitées et fréquentées
Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Capteurs de température ambiante sous la nacelle Capteurs de température sur certains équipements Définition de seuils critiques de t° pour chaque type de composant avec alarmes et mise à l'arrêt de l'éolienne.
Prévenir la survitesse	Détection de survitesse et système de freinage.
Prévenir les courts-circuits	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.
Prévenir les effets de la foudre	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur, Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010)
Prévenir et intervenir en cas d'incendies	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours
Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
Prévenir les erreurs de maintenance	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel 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 Check-list assurant la traçabilité des opérations effectuées
Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes DéTECTEURS de vibration Prévention des dommages sur la chaîne arbre lent, multiplicateur, génératrice Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite



Ainsi, en raison de leur faible intensité, les scénarii d'incendie et d'infiltration d'huile dans le sol ne seront pas retenus dans l'analyse détaillée des risques. Les scénarii étudiés sont :

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

#### 5.4 - Analyse détaillée des risques

##### ➤ Méthode

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarii 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 scénarii, 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 évènement accidentel comme la surface exposée à cet évènement.

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 évènement 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 évènement redouté se produise sur l'éolienne (probabilité de départ) et non à la probabilité que cet évènement 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)
<b>A</b>	<b>Courant</b> 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>B</b>	<b>Probable</b> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
<b>C</b>	<b>Improbable</b> 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.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
<b>D</b>	<b>Rare</b> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
<b>E</b>	<b>Extrêmement rare</b> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Pour le scénario d'effondrement d'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.

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

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

Concernant la 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 pratiquement tout ces scenarii, chaque éolienne a le même niveau de gravité et probabilité.

E01 à E04					
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	Rapide	exposition modérée	D	Modérée
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	exposition forte	C	Sérieuse
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	A	Modérée
Projection	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Modérée
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne, soit un rayon de 372,75 m	Rapide	exposition modérée	B	Modérée

➤ 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, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus sera utilisée.

Toutes les éoliennes présentant les mêmes probabilités et gravités, seuls les noms des scenarii sont reportés dans la matrice de criticité ci-dessous.

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux			Chute d'élément		
Modéré		Effondrement et Projection de pale		Projection de glace	Chute de glace

Légende de la matrice

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

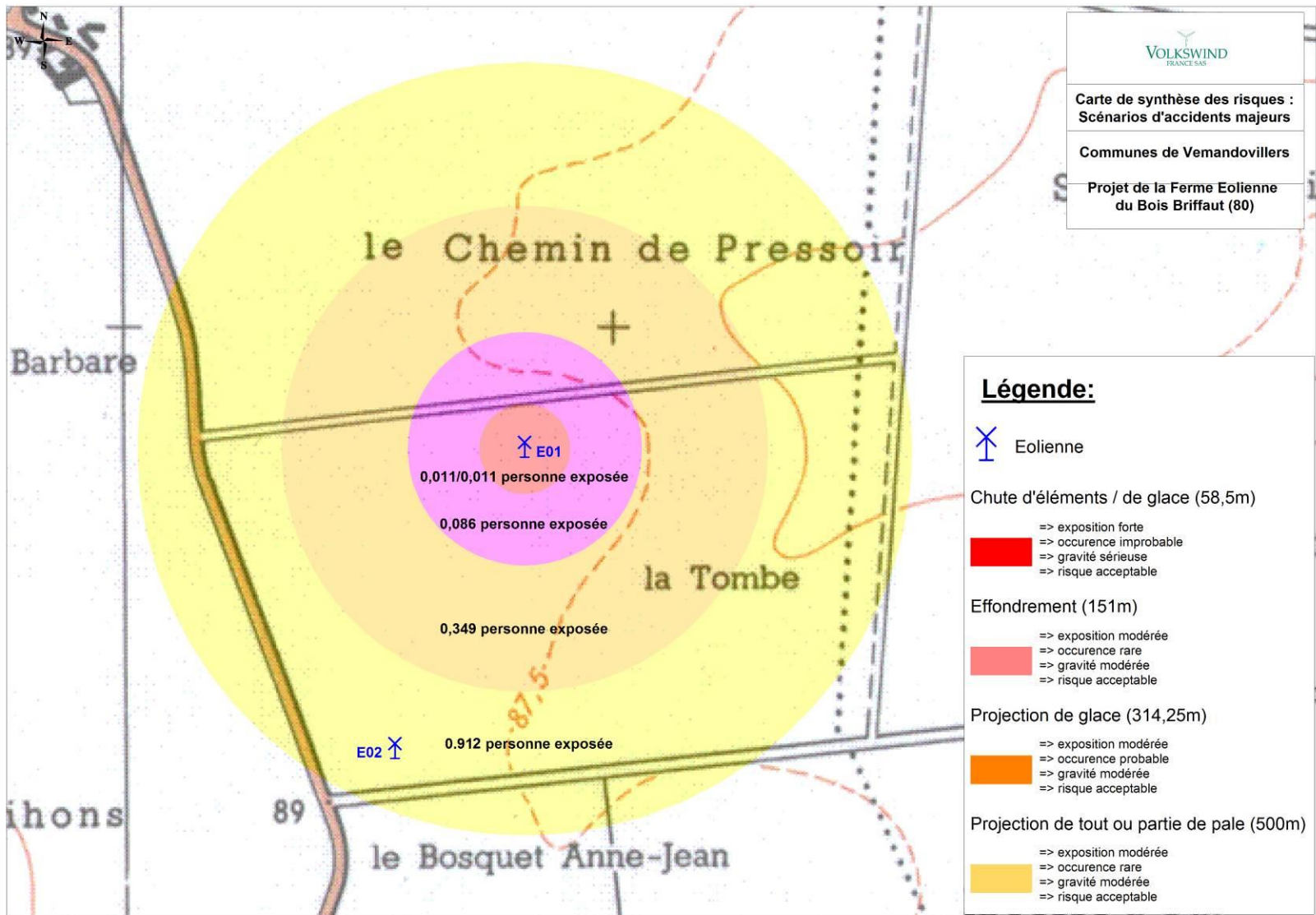
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il est rappelé dans le tableau ci-dessous les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 sont mise en place.

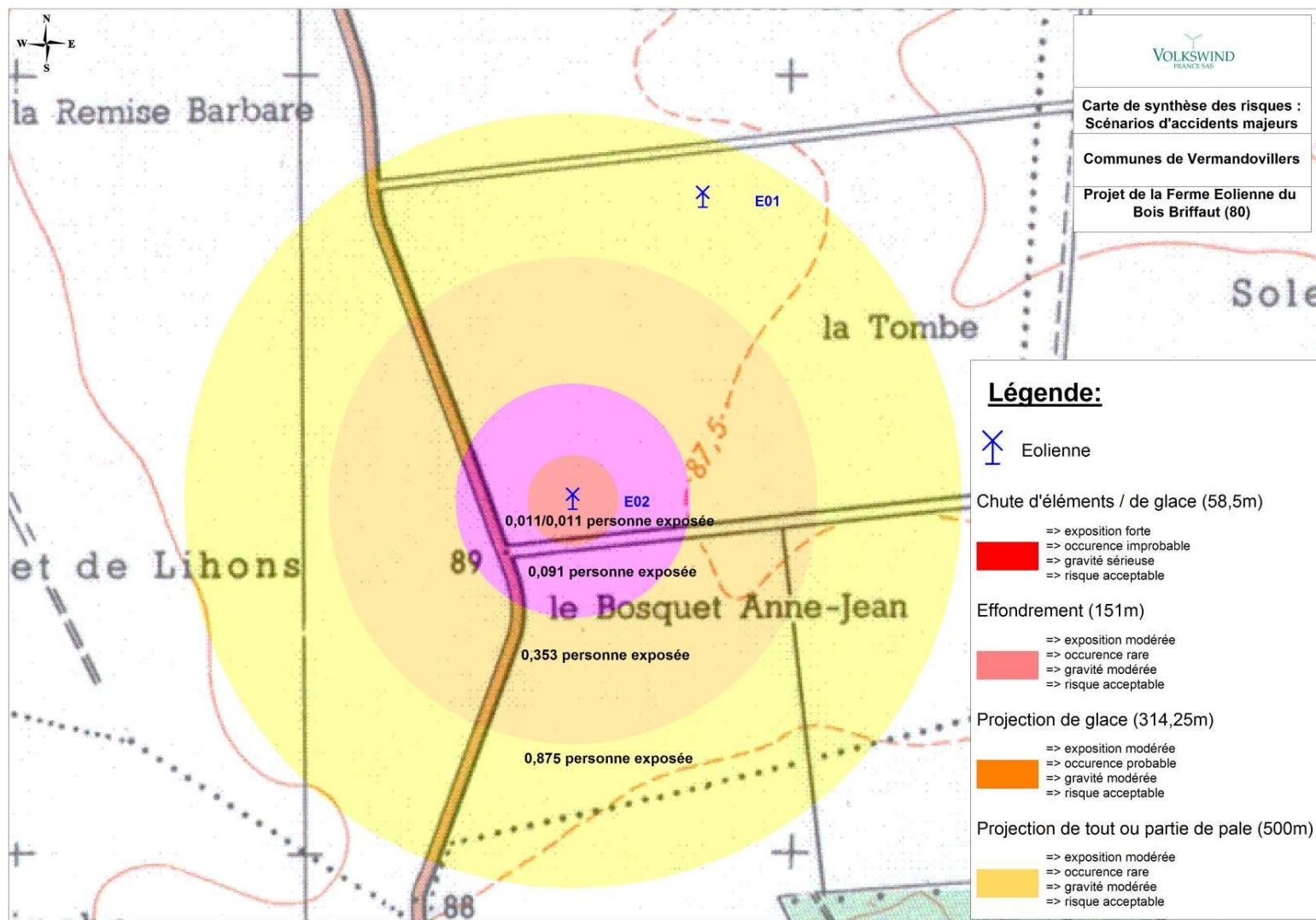
Evénement	Nombre de personnes exposées	Mesures de sécurité	Niveau de risque
Chute de glace	0,011 pour chaque éolienne	Installation d'un panneau informant des risques de chute de glace sur les chemins d'accès à l'éolienne, en amont de la zone d'effet  DéTECTEURS de vibrations implantés sous le multiplicateur permettant la détection d'anomalies de la chaîne cinématique pouvant être dues à un balourd de rotor en cas de formation de glace sur les pales. Lorsque le dispositif se déclenche, il conduit à un arrêt d'urgence de l'éolienne	Acceptable
Chute d'élément	0,011 pour chaque éolienne	Installation d'un panneau informant des risques de chute d'élément sur les chemins d'accès à l'éolienne, en amont de la zone d'effet	Acceptable

➤ Cartographie des risques

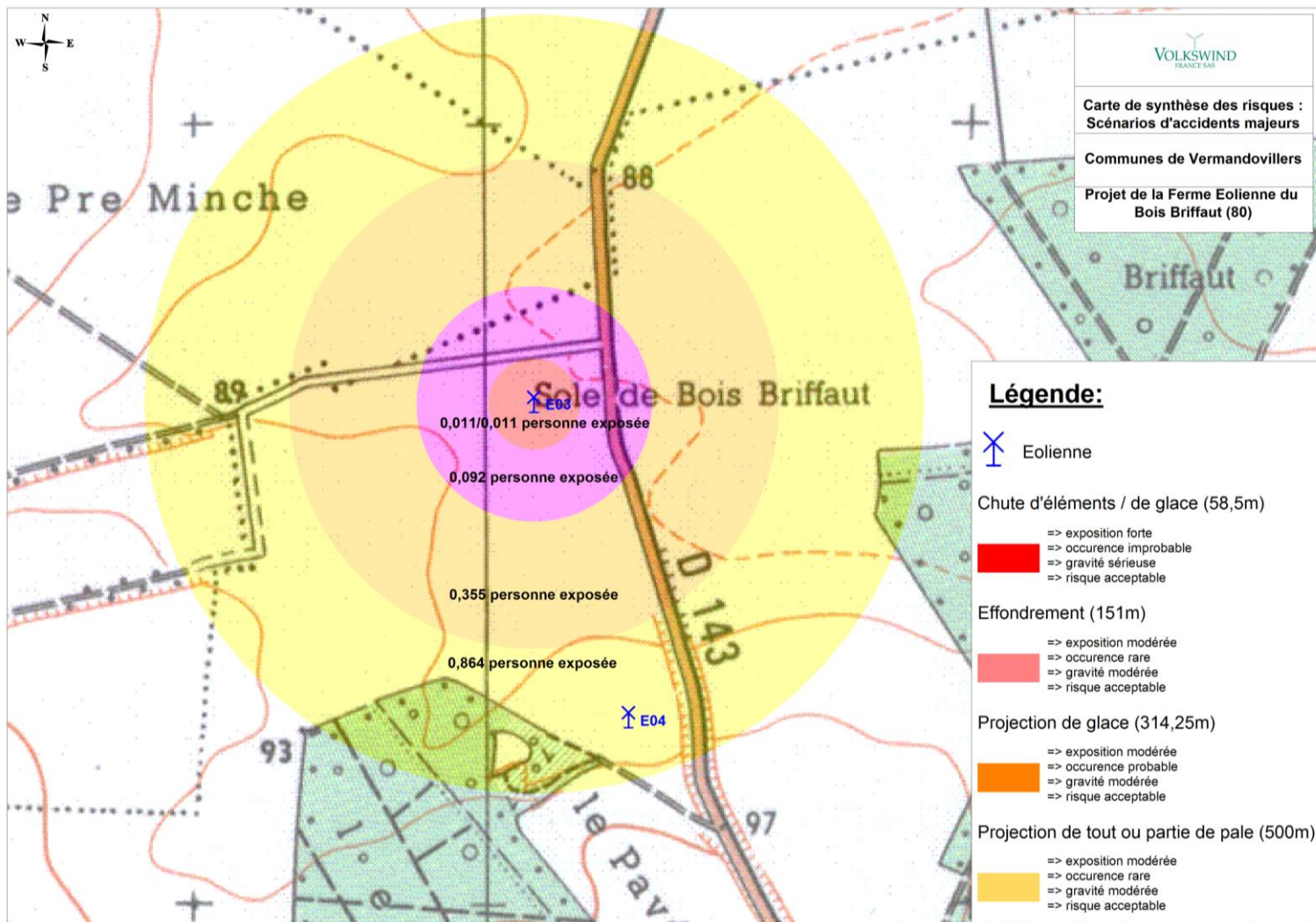
Voir pages suivantes



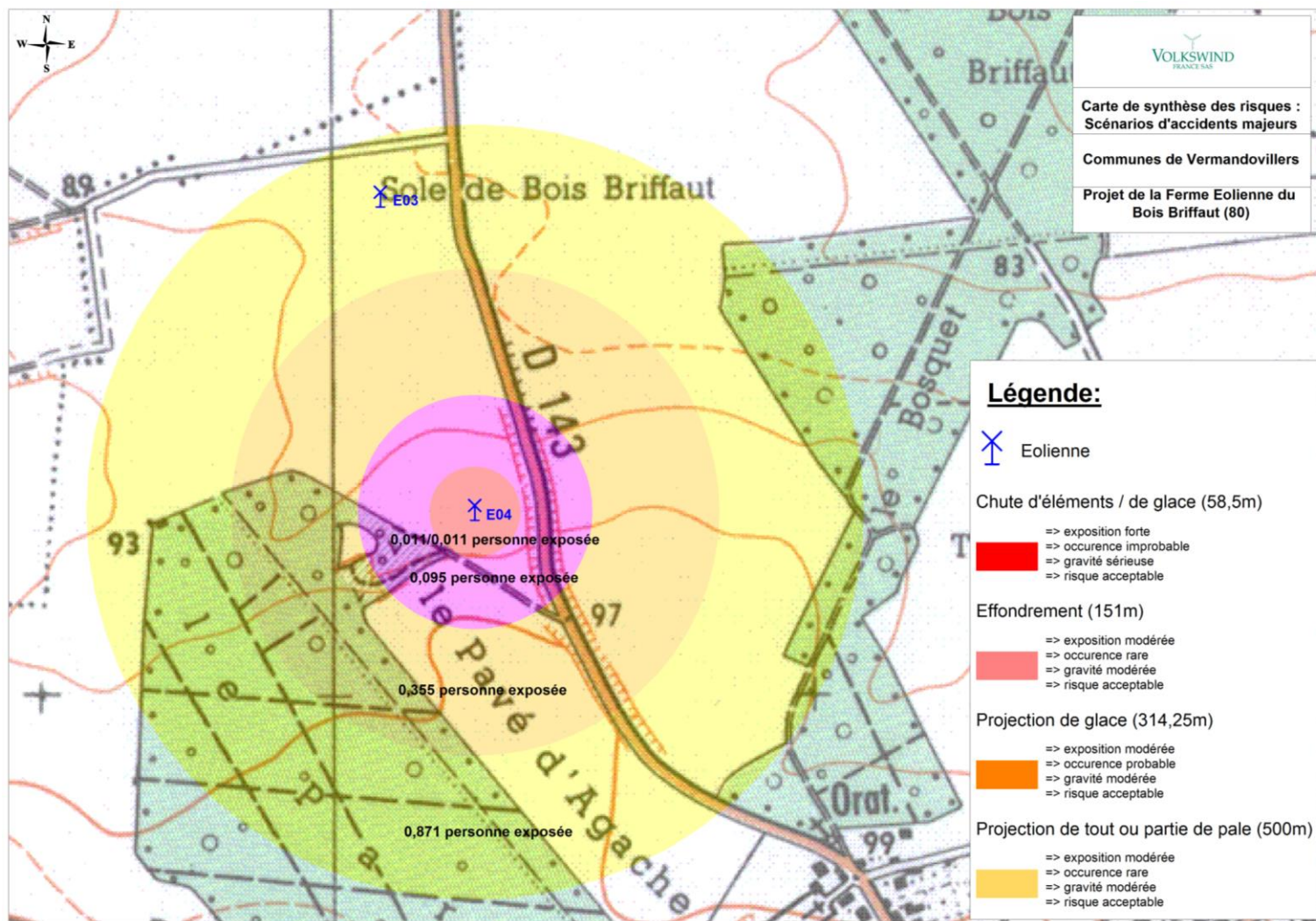
Carte 3 : Synthèse des risques de l'éolienne E01



Carte 4 : Synthèse des risques de l'éolienne E02



Carte 5 : Synthèse des risques de l'éolienne E03



Carte 6 : Synthèse des risques de l'éolienne E04



## VI. GLOSSAIRE

Les définitions ci-dessous sont reprises de la circulaire du 10 mai 2010. Ces définitions sont couramment utilisées dans le domaine de l'évaluation des risques en France.

**Accident** : Événement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

**Cinétique** : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables (cf. art. 5 à 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005). Dans le tableau APR proposé, la cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les enjeux ont le temps d'être mis à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

**Danger** : Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz...), à une disposition (élévation d'une charge...), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible [pneumatique ou potentielle] qui caractérisent le danger).

**Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation** : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de maîtrise des risques. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.

**Événement initiateur** : Événement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

**Événement redouté central** : Événement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

**Fonction de sécurité** : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

**Gravité** : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés.

**Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques** : Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.

**Intensité des effets d'un phénomène dangereux** : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

**Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité)** : Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois :

- les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les enjeux potentiels par diminution de la vulnérabilité.

**Phénomène dangereux** : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages »

**Potentiel de danger (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger »)** : Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

**Prévention** : Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

**Protection** : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.

**Probabilité d'occurrence** : Au sens de l'article L. 512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;
2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

**Réduction du risque** : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

- Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité
- Réduction de l'intensité :
  - par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
  - réduction des dangers: la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation

La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».

- Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence).

**Risque** : « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51).

**Scénario d'accident (majeur)** : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

**Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques)** : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

Les définitions suivantes sont issues 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 :

**Aérogénérateur** : 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

**Survitesse** : Vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent guide sont listés et explicités ci-dessous :

**APR** : Analyse Préliminaire des Risques

**EDD** : Etude de dangers

**ERP** : Etablissements recevant du public

**FEE** : France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)

**ICPE** : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

**INERIS** : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

**INSEE** : Institut national de la statistique et des études économiques

**MW** : Mégawatt

**Nk** : niveau kéraunique

**RD** : Route Départementale

**RNU** : Règlement National d'Urbanisme

**SAS** : Société par Actions Simplifiées

**SER** : Syndicat des Energies Renouvelables