

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE **ÉTUDE DE DANGERS**

Ferme éolienne de la Vallée Marin SAS



Commune de Buire-Courcelles (80)

Décembre 2020



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

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|-----------|
| TABLE DES MATIERES | 3 |
| TABLE DES CARTES..... | 4 |
| A. PRÉSENTATION DU PROJET..... | 5 |
| A.1 Le parc éolien | 5 |
| A.2 L'éolienne..... | 7 |
| A.3 L'environnement..... | 14 |
| B. Détermination des Enjeux | 15 |
| C. Détermination des agresseurs potentiels | 18 |
| D. Détermination des risques potentiels | 19 |
| E. Résultats de l'étude de dangers | 22 |

TABLE DES CARTES

| | |
|--|----|
| CARTE 1 : SYNTHÈSE DES RISQUES POUR L'ÉOLIENNE E01 | 24 |
| CARTE 2 : SYNTHÈSE DES RISQUES POUR L'ÉOLIENNE E02 | 25 |
| CARTE 3 : SYNTHÈSE DES RISQUES POUR L'ÉOLIENNE E03 | 26 |
| CARTE 4 : SYNTHÈSE DES RISQUES POUR L'ÉOLIENNE E04 | 27 |
| CARTE 5 : SYNTHÈSE DES RISQUES POUR L'ÉOLIENNE E05 | 28 |
| CARTE 6 : SYNTHÈSE DES RISQUES POUR L'ÉOLIENNE E06 | 29 |
| CARTE 7 : SYNTHÈSE DES RISQUES POUR L'ÉOLIENNE E07 | 30 |

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

L'étude de dangers a pour rôle d'identifier les enjeux, 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.

Toutes les distances aux éoliennes indiquées correspondent aux distances au mât des éoliennes.

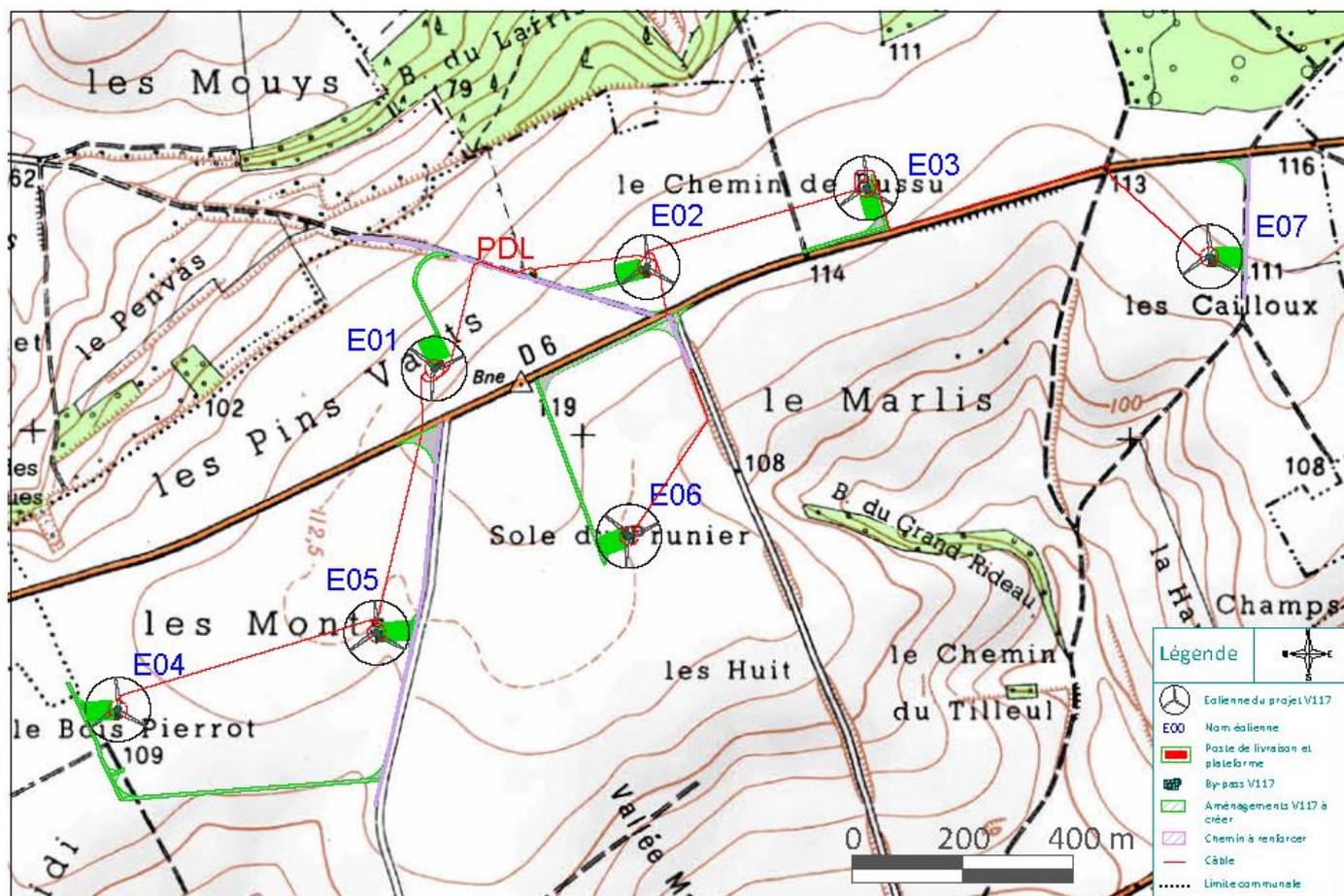
A. PRÉSENTATION DU PROJET

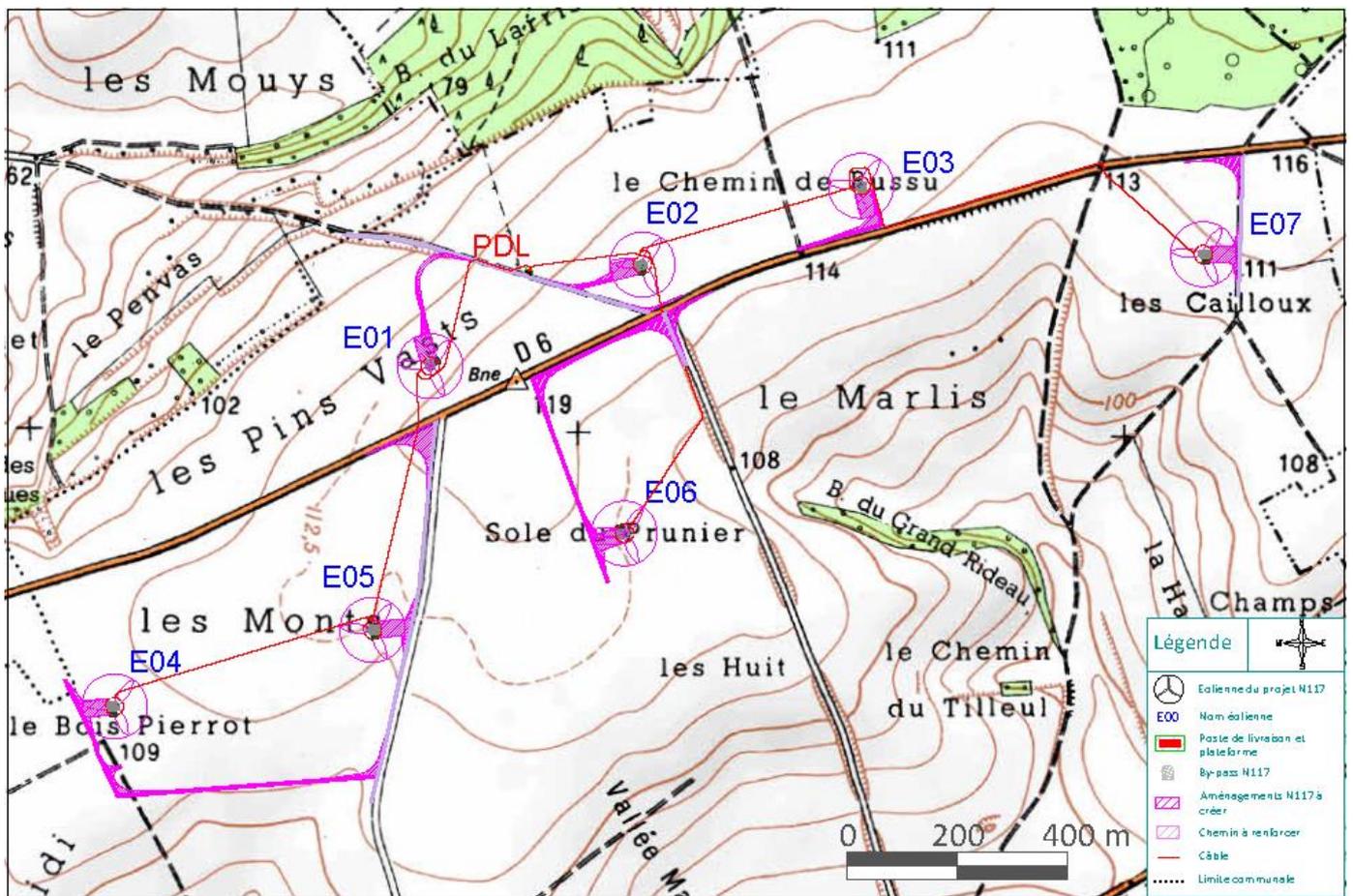
A.1 Le parc éolien

Le parc éolien se situe sur la commune de Buire-Courcelles dans le département de la Somme (80). La puissance totale est de 25,2 ou 29,4 MW pour des éoliennes, respectivement, de 3,6 ou 4,2 MW de puissance unitaire. Le parc est composé de 7 éoliennes disposées en deux lignes sur un axe Sud-Ouest/Nord-Est. Le poste de livraison (PDL) sera situé entre les éoliennes E01 et E02 en bordure de parcelle.

Les éoliennes auront un balisage lumineux et des panneaux d'informations seront disposés à l'entrée des aires de maintenance.

Le plan détaillé du projet est présenté ci-dessous :





Plan de la Ferme Eolienne de la Vallée Marin (80) - avec éoliennes Nordex N117

A.2 L'éolienne

Les éoliennes prévues pour le projet de Buire-Courcelles sont des Vestas V117 d'une puissance unitaire de 4,2 MW ou des Nordex N117 d'une puissance unitaire de 3,6 MW, chacune de 117 m de diamètre de rotor et de 106 m de mât à hauteur de moyeu, pour une hauteur totale de 165 m en bout de pales.

Les principaux éléments constitutifs de l'aérogénérateur sont énumérés dans le tableau suivant :

| Principaux Elément de l'installation | Fonction | Caractéristiques |
|---|--|--|
| Fondation | Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol | Diamètre compris entre 20 et 26 mètres (Les dimensions précises seront définies une fois l'étude géotechnique réalisée pour chaque éolienne) |
| Mât | Supporter la nacelle et le rotor | 106 m de hauteur (au niveau du moyeu) 5,0 m de diamètre de base |
| 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 | Env. 8,40 m de hauteur (avec Cooler Top) 5,12 m de largeur (avec Cooler Top), 17,50 m de longueur pour la V117. Les dimensions sont à peu près équivalentes pour la N117 |
| Rotor / pales | Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice | 57 m de longueur de pale 117 m de diamètre de rotor |
| Transformateur | Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau | Élève les tensions de 690 V à 20 000 V |
| Poste de livraison | Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public | Dimension 10 x 5m |

Principaux éléments constitutifs d'une éolienne V117 - 4,2 MW ou N117 – 3,6 MW

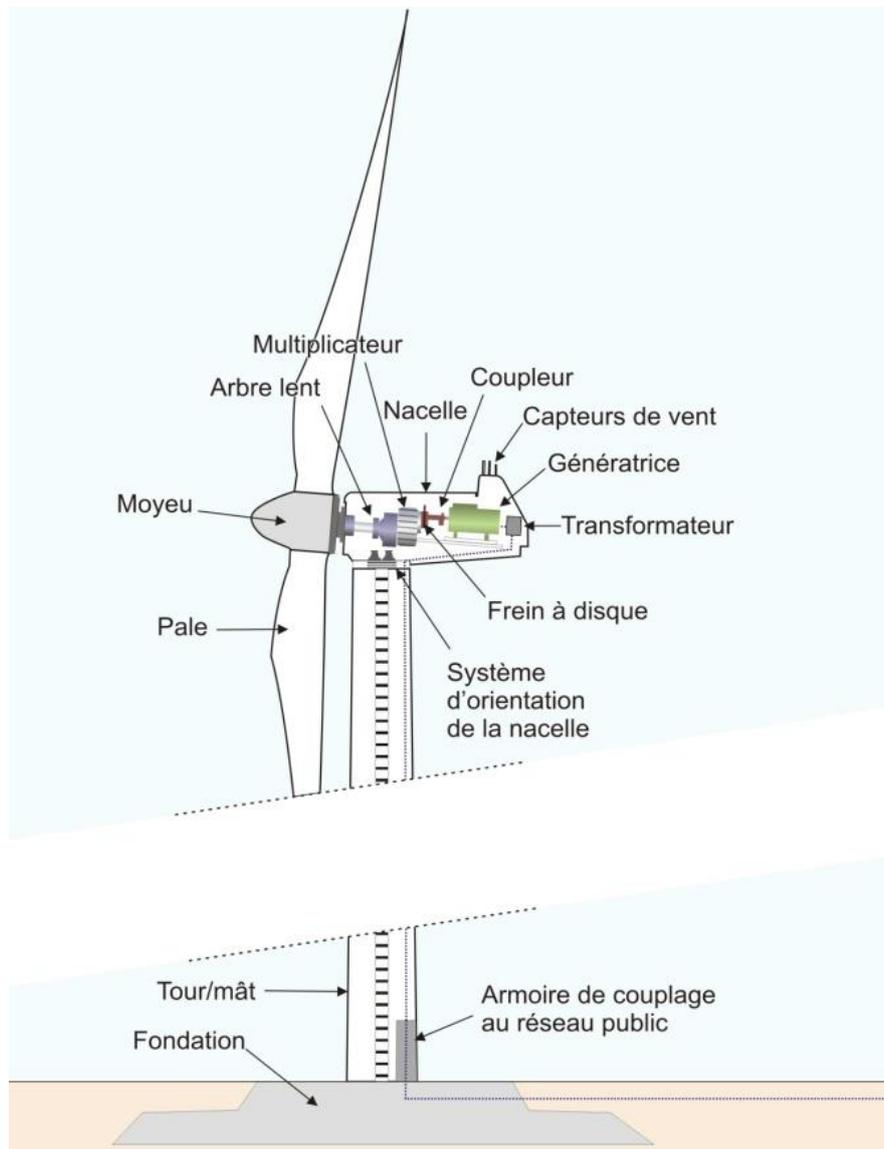


Schéma simplifié d'un aérogénérateur

Le vent fait tourner les pales entraînant ainsi la rotation de la génératrice via l'arbre de transmission et le multiplicateur. La génératrice produit de l'électricité qui est transformée puis injectée dans le réseau de distribution.

Les domaines de fonctionnement des éoliennes Vestas V117 et Nordex N117 sont les suivants :

- Vitesse minimale de vent : 3 m/s ;
- Vitesse maximale de vent : 27,0 m/s pour la V117 et 25,0 m/s pour la N117
- Vitesse du rotor : de 5,3 à 17,6 tours/minute pour la V117 et de 7,9 à 14,1 tours/minute pour la N117 ;
- Température ambiante minimale et maximale : - 20°C à + 40°C.

▪ Sécurité de l'installation

L'ensemble de la réglementation en vigueur ainsi que les normes relatives à la sécurité de l'installation sont respectés. L'éolienne est conforme aux prescriptions en matière de sécurité, de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation, au titre de la rubrique 2980 des installations classées.

Les éoliennes Vestas V117 et Nordex N117 sont dotées de nombreux systèmes de sécurité et de surveillance :

▪ Modes d'arrêt de l'éolienne :

- Mise en pause : machine découplée du réseau électrique haute tension
- Arrêt de type Stop : mise en pause avec désactivation des sous-systèmes
- Arrêt d'urgence : les pales sont ramenées en position dite « en drapeau »

▪ Les dispositifs de freinage :

- Frein aérodynamique : orientation des pales où elles offrent peu de prises au vent et plus de résistance à la rotation.
- Frein hydraulique : frein à disque à commande hydraulique qui permet de maintenir à l'arrêt le rotor.

▪ La protection de survitesse :

- Les vitesses de rotation du générateur et de l'arbre lent sont mesurées et analysées en permanence par le système de contrôle. En cas de discordances des mesures, l'éolienne est mise à l'arrêt.
- En cas de défaillance du système de contrôle, un système indépendant permet également d'arrêter le rotor, par mise en drapeau des pales. Il s'agit d'un système à sécurité positive auto-surveillé.

▪ Protection contre la foudre

L'éolienne est équipée d'un système de protection contre la foudre conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61 400.

▪ Mise à la terre

Les systèmes de mise à la terre des éoliennes Vestas et Nordex sont assurés par un ensemble de prises de terre individuelles, intégrées dans les fondations puis connectées sur une barre de terre située en pied de mât. Sont raccordées sur cette barre, la terre des équipements électriques et le dispositif de protection contre la foudre.

▪ Surveillance des dysfonctionnements électriques

Afin de limiter les risques liés à des courts-circuits, outre les protections traditionnelles contre les surintensités et les surtensions, les armoires électriques sont équipées d'un détecteur d'arc. Ce système a pour objectif de détecter toute formation d'un arc électrique (caractéristique d'un début amorçage) qui pourrait conduire à des phénomènes de fusion de conducteurs et de début d'incendie.

Le fonctionnement de ce détecteur 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.

▪ Protection contre la glace

Un dispositif de détection de glace est installé sur les éoliennes. En cas de détection, le système met l'éolienne à l'arrêt limitant ainsi le risque de projection de glace. Le redémarrage ne sera effectué qu'après un contrôle sur site.

- Surveillance des vibrations et turbulences

Un dispositif d'amortissement des oscillations de la nacelle dues au vent est installé sous la nacelle.

Des détecteurs de vibrations sont implantés sous le multiplicateur pour détecter toute anomalie. Ce système est également sensible au balourd du rotor qui pourrait être provoqué par de la glace sur les pales.

Il existe aussi un système standard « Condition Monitoring System » qui consiste en un ensemble d'accéléromètres disposé sur les éléments tournants et sur la base de la nacelle. Ce système permet de prévenir des dommages sur tous les éléments de la chaîne cinématique et d'anticiper les opérations de maintenance.

- Surveillance des échauffements et températures

Un ensemble de capteurs est disposé pour mesurer les températures ambiantes. Ils assurent le fonctionnement de la machine dans les plages de températures prévues et permettent de piloter les systèmes de refroidissement ou de chauffe de certains systèmes. Ils servent aussi à détecter toute anomalie de températures.

- Surveillance de pression et de niveau

Le circuit hydraulique est équipé de capteurs de pression permettant de s'assurer de son bon fonctionnement. En cas de perte de groupe de mise en pression ou en cas de fuite sur le circuit, chaque bloc hydraulique est équipé d'un accumulateur hydropneumatique qui permet d'assurer la manœuvre des pales et donc la mise en drapeau.

- Détection incendie et protection incendie

La nacelle est équipée d'un détecteur de fumée, disposé à proximité des armoires électriques. Un deuxième détecteur est implanté en pied de tour, également au-dessus des armoires électriques. Le détecteur de fumée de la nacelle est, d'un point de vue de la détection incendie, redondant avec la détection de température haute.

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).

- Les emprises au sol

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 ou aire de maintenance 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.

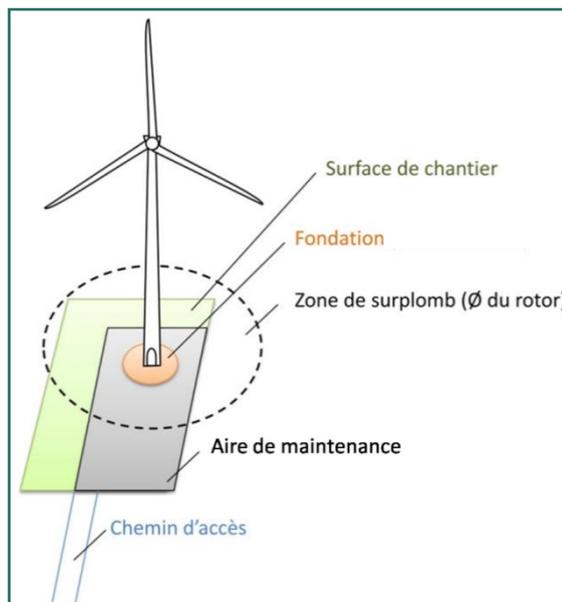


Illustration des emprises au sol d'une éolienne

▪ **Le raccordement**

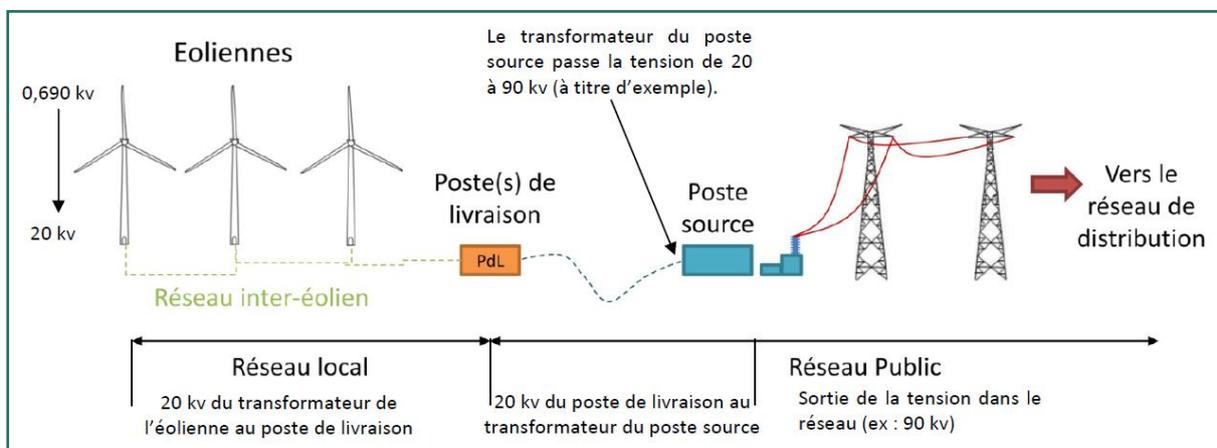
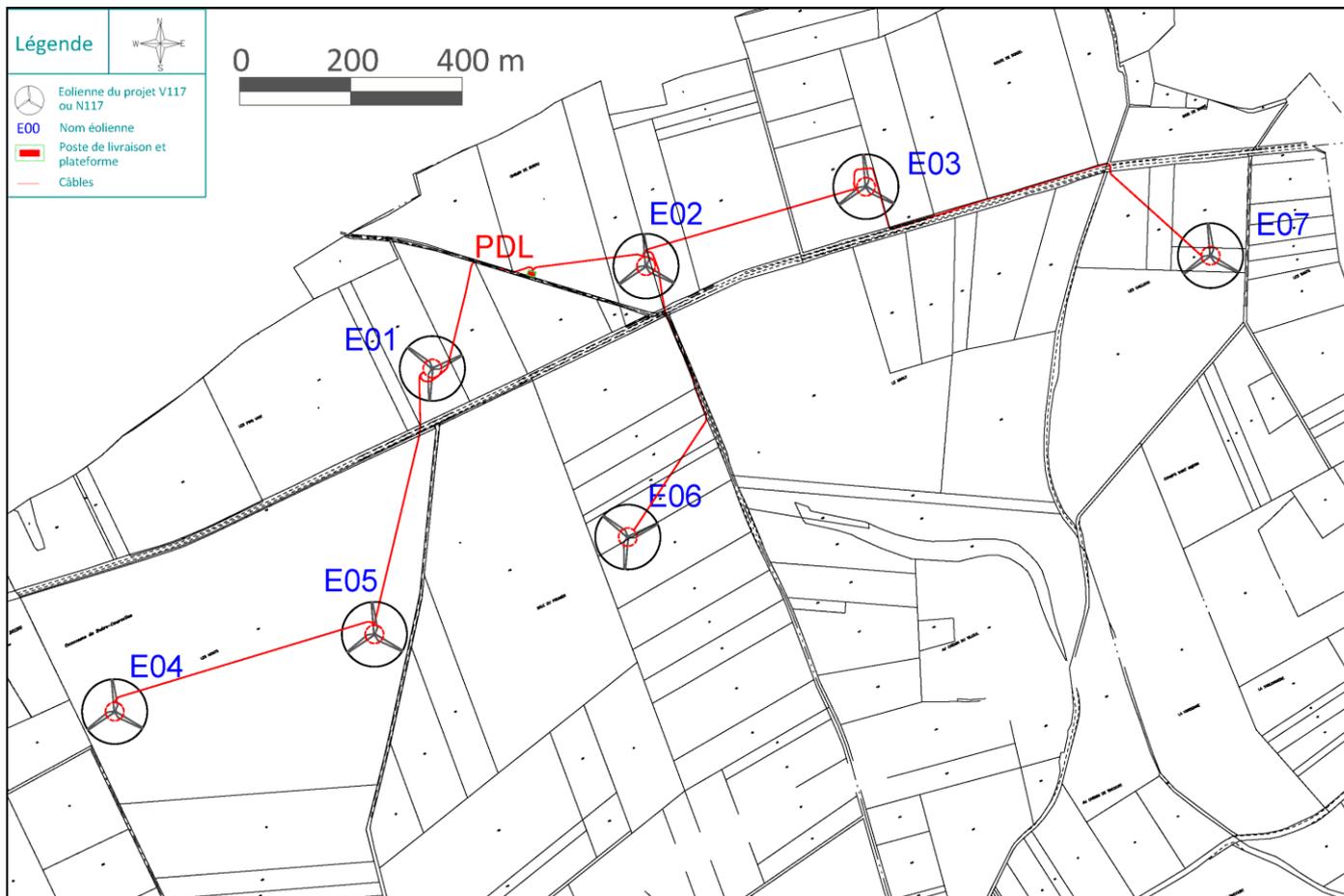


Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

▪ Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans la nacelle 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.

Le réseau électrique interne est présenté sur la carte ci-dessous :



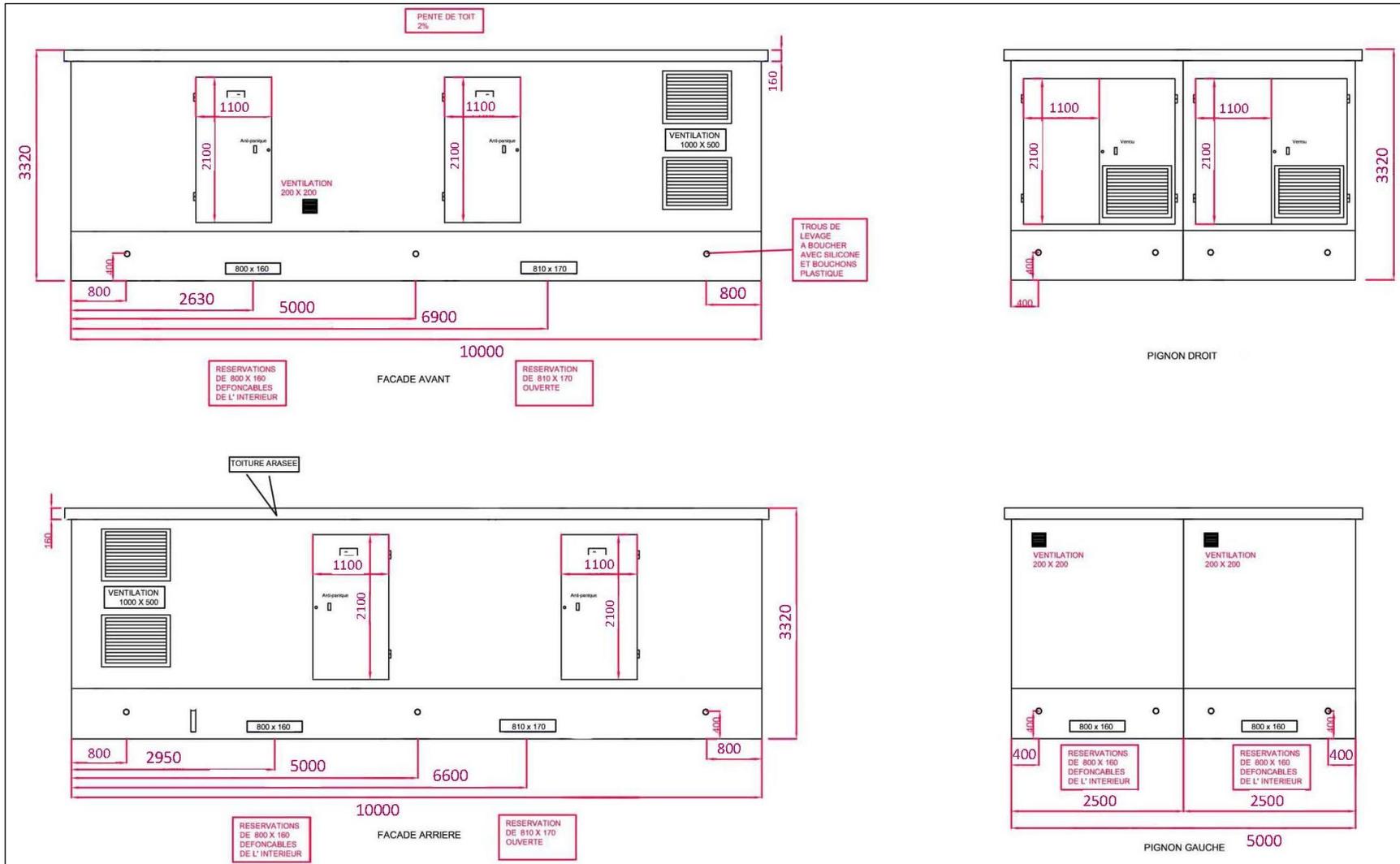
Réseau interne du parc éolien

▪ Poste de livraison

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

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. Leur impact est donc globalement limité à leur emprise au sol de 50 m² (10 m x 5 m).

Le poste de livraison est placé en bordure Sud-Ouest de la parcelle Z 1 à proximité du chemin d'accès à l'éolienne E02.



Plan du poste de livraison

A.3 L'environnement

▪ Les contraintes d'urbanisme et servitudes :

La commune de Buire-Courcelles 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. Rien ne s'oppose donc à l'implantation d'éolienne sur la commune.

▪ Environnement urbain et industriel :

Aucun établissement industriel ni habitation ni zone à urbaniser à vocation d'habitat ne se situe dans la zone d'étude. L'habitation la plus proche du projet se situe à 937 m de l'éolienne E06.

▪ Voies de communication :

La principale voie de communication est **la route départementale RD 6** qui est située au centre de la zone de projet. Un recul de 75 m a été respecté vis-à-vis de cette route départementale, conformément à l'article L.111-1-4 du Code de l'urbanisme.

Des voies communales et chemins ruraux sont également présents à proximité et dans la zone d'étude du projet. Les principales voies d'accès sont les suivantes :

| Dénomination | Distance aux éoliennes requise entre les éoliennes et les voies | Distance à l'éolienne la plus proche | Longueur dans le périmètre d'étude | Traffic moyen journalier (source : Conseil Régional) |
|--|---|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| Route départementale RD 6 | 75 m | 81 m / E01, E02, E03 | 3 060 m | 2 458 |
| Voie Communale n° 3 (Buire-Courcelles) | Aucune distance requise | 78 m / E02 | 1 370 m | NA (aucun comptage) |
| Voie Communale n° 9 (Buire-Courcelles) | Aucune distance requise | 64 m / E05 | 900 m | NA (aucun comptage) |
| Voie Communale n° 3 (Tincourt-Boucly) | Aucune distance requise | 280 m / E07 | 340 m | NA (aucun comptage) |
| Voie Communale n° 6 (Bussu) | Aucune distance requise | 290 m / E01 | 260 m | NA (aucun comptage) |
| Chemins Ruraux | Aucune distance requise | 62 m / E07 | 4 580 m | NA (aucun comptage) |

▪ Environnement naturel :

Les données climatologiques sont tirées des **stations météorologiques d'Estrées-Mons et de Saint-Quentin**, situées à 6,5 et 18 km au sud-est de la zone d'étude. **Les températures sont plutôt tempérées** avec des températures moyennes minimales **de 2,3 °C** et maximales de **17,4 °C** (Estrées-Mons).

Les vents les plus forts ont pour direction le sud-ouest. Ils peuvent atteindre des vitesses supérieures à 8 m/s.

Le nombre de jours par an où l'on entend gronder le tonnerre est le niveau kéraunique. La zone de projet est située dans la région de France où le niveau kéraunique est le plus faible, inférieur à 25 jours.

La zone de projet est classée en « zone 1 : sismicité très faible ». Ce risque est donc peu élevé mais non nul. A ce jour, 1 séisme ont été ressenti à Buire-Courcelles depuis 1926.

Un aléa moyen de retrait-gonflement des argiles est présent dans la partie centrale de la zone du projet. Le reste de la zone est concerné par un aléa faible voire a priori nul. Au vu de la profondeur des fondations des éoliennes, les sols et sous-sols ne présentent pas de contraintes quant à l'installation d'éoliennes.

Cependant par principe de précaution et au regard de la masse des aérogénérateurs, une étude géotechnique au droit de l'implantation des éoliennes sera réalisée en préambule aux travaux de construction.

B. DETERMINATION DES ENJEUX

Une des premières étapes de l'étude de dangers consiste à étudier l'environnement des installations projetées dans le but d'identifier et de localiser les intérêts à protéger au sein du périmètre d'étude. Ces intérêts sont appelés « enjeux ».

▪ Les enjeux humains et matériels

L'étude de dangers porte sur une zone appelée « périmètre d'étude » qui représente la plus grande distance d'effet des scénarios d'accident développés dans la suite de l'étude. 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. L'étude de dangers se base sur une zone d'étude par éolienne.

Dans cette zone se trouvent des éléments matériels et humains appelés « enjeux » qui sont exposés à un risque d'accident dû à la présence des éoliennes. Ces enjeux potentiels sont principalement les suivants :

▪ Les habitations et leurs habitants :

Les communes de l'aire d'étude de Buire-Courcelles, Bussu, Doingt, Driencourt et Tincourt-Boucly comptaient respectivement 234, 213, 1 427, 92 et 356 habitants au dernier recensement datant de 2017 (*Source : Insee*).

Aucune habitation ni zone à urbaniser à vocation d'habitat de ces communes ne se situe dans la zone d'étude.

L'habitation la plus proche du projet se situe à 937 m de l'éolienne E06 ; elle est localisée rue Marin à Buire-Courcelles.

▪ Etablissements recevant du public (ERP) :

Aucun établissement accueillant du public n'est présent dans la zone de d'étude de dangers.

▪ Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et Installations Nucléaires de Base (INB) :

Aucune ICPE ni INB n'est présente dans la zone de d'étude de dangers.

▪ Réseaux publics et privés :

Il existe plusieurs réseaux à l'intérieur du périmètre d'Etude de Dangers qui sont les suivants :

- Une ligne à haute tension qui traverse la partie nord-est de la zone, gérée par la SICAE de la Somme et du Cambrasis.
- Un maillage de lignes souterraines internet fibre optique, exploitées par Orange, qui traverse notamment la partie Sud-Est de la zone et la partie centrale le long de la RD 6.
- Autres activités et ouvrages publics :

Les activités au sein du périmètre d'étude sont exclusivement agricoles et il n'y a pas d'autre activité dans la zone.

Aucun autre ouvrage public n'est à signaler dans la zone d'étude.

▪ Les terrains et les personnes exposées :

Dans le périmètre d'étude de 500 m autour de chaque éolienne, les terrains sont aménagés mais peu fréquentés (ex : voies de circulation non structurantes, chemins agricoles...) ou non aménagés et très peu fréquentés (ex : champs, prairies...) à l'exception de la route départementale RD 6 qui traverse la zone d'étude sur 3 060 m.

Afin de quantifier le nombre de personnes potentiellement exposées, le Conseil Régional des Hauts-de-France nous a retourné des comptages routiers effectués sur les portions concernées de la RD 6. Le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) pour cette route est de 2 458 véhicules/jour, tout véhicule et sens confondus.

Afin de majorer le risque dans une approche sécuritaire, l'ensemble de la zone d'étude sera considéré dans un premier temps comme des « terrains aménagés mais peu fréquentés ». On additionnera par la suite le nombre de personnes exposées dû à la route départementales RD 6 calculé au sein de la partie suivante « Voies de communications ».

Le tableau ci-après définit le nombre de personnes exposées dans le périmètre d'étude de 500 mètres autour de chaque éolienne :

| Type de terrains | Barème | Surface | Nombre de personnes exposées |
|---------------------------------------|--------------------------|----------|------------------------------|
| Terrains aménagés mais peu fréquentés | 1 personne / 10 hectares | 329,8 ha | 33,0 |

Nombre de personnes exposées dans le périmètre d'étude de 500 m autour de chaque éolienne

▪ Les voies de communication :

Les voies de communication ne sont prises en considération dans le comptage des personnes exposées que si elles sont empruntées par un nombre suffisant de personnes. Dans le périmètre d'étude, la route RD 6 est considérée comme une route structurante puisque le trafic moyen journalier est de 2 458 véhicules.

Pour quantifier le nombre de personnes exposées, nous utiliserons donc la formule issue du Guide technique pour la réalisation des études de dangers, réalisé par l'INERIS dans sa version finalisée de Mai 2012 qui est la suivante :

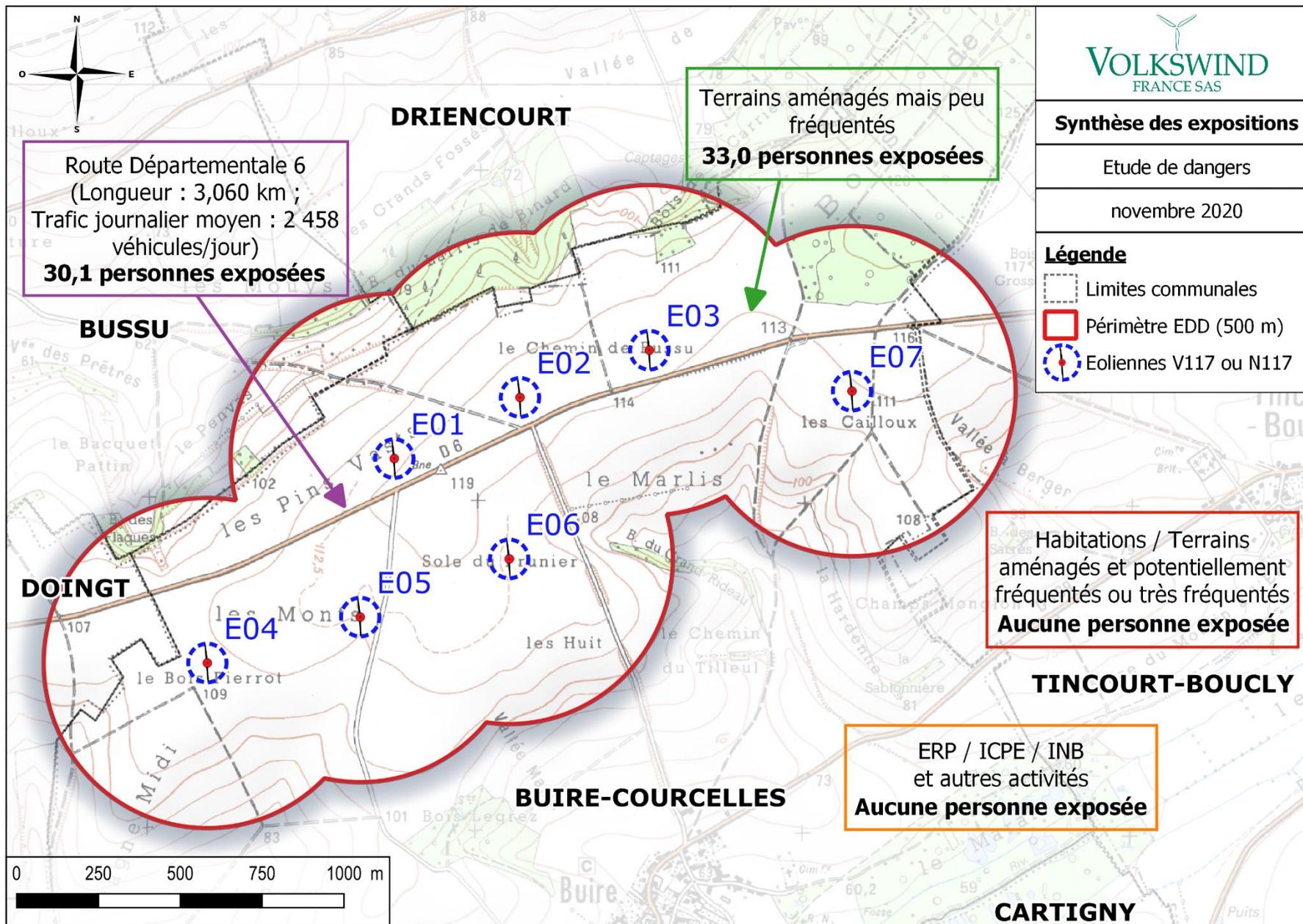
| |
|--|
| 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour |
|--|

Ainsi le nombre de personnes exposées dû à la route départementale RD6 s'élève à :

| |
|-------------------------------------|
| $0,4 * 3,060 * (2\ 458/100) = 30,1$ |
|-------------------------------------|

De plus, il n'y a pas de transport fluvial ou ferroviaire et de servitudes liées à ces moyens de transport sur le périmètre d'étude. Le parc éolien respecte les servitudes liées à la circulation aérienne.

La carte suivante indique les enjeux potentiels et le nombre de personnes exposées pour l'ensemble du périmètre d'étude :



Localisation des enjeux potentiels et des personnes exposées pour l'ensemble du périmètre d'étude

C. DETERMINATION DES AGRESSEURS POTENTIELS

▪ Les agresseurs potentiels environnementaux

L'environnement est un facteur de risque à prendre en compte lors de la réalisation de l'étude de Dangers. Les événements naturels extrêmes (tempêtes, foudre, glissement de terrain, inondations...) peuvent causer des accidents sur les installations, ces événements sont appelés « agresseurs potentiels ». Nous avons donc étudié les paramètres climatiques, géologiques et hydrologiques de l'environnement du projet pour déterminer ces agresseurs potentiels. Les agresseurs potentiels au sein du périmètre d'étude sont :

▪ **Le vent fort**

Les phénomènes de vents extrêmes qui peuvent empêcher le bon fonctionnement des installations sont assez rares. Seuls les épisodes supérieurs à 22,5 m/s sont en effet susceptibles de provoquer l'arrêt momentané des éoliennes (mise en drapeau). Il existe des dispositifs de sécurité qui permettent d'arrêter le mouvement des éoliennes pour les protéger des vents violents.

▪ **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 où l'on entend gronder le tonnerre.

La zone de projet est située dans la région de France où le niveau kéraunique est le plus faible, inférieur à 25 jours.

▪ **La glace**

Le département de la Somme bénéficie d'un climat océanique dégradé avec des hivers frais. Un dispositif de déduction de glace est installé sur les éoliennes. En cas de présence de glace, le système met l'éolienne à l'arrêt limitant ainsi le risque de projection de glace.

▪ **La sismicité**

La zone de projet se situe en zone 1, correspondant à un aléa sismique très faible.

▪ **Autres agresseurs potentiels**

D'autres agresseurs potentiels ont été étudiés :

- Aléa retrait/gonflement des argiles : Un aléa moyen est présent dans la partie centrale de la zone du projet. Le reste de la zone est concerné par un aléa faible voire a priori nul (*source : BRGM*) ; une étude géotechnique au droit de l'implantation des éoliennes sera réalisée en préambule aux travaux de construction
- Risque d'inondation : La zone du projet ne se trouve pas dans un Plan de Prévention des Risques Naturels Inondation. L'historique des catastrophes naturelles survenues sur la commune de Buire-Courcelles fait l'état de 2 inondations et coulées de boues depuis 1983. Le risque vis-à-vis des remontées de nappes est très limité sur la zone de projet qui se trouve dans un secteur où ni débordement de nappe ni inondation de cave ne sont identifiés en tant que risque. Une petite partie au Sud-Est de la zone peut potentiellement être sujette aux inondations de cave (*source : BRGM*).

▪ Les agresseurs potentiels industriels et humains

Il n'existe pas d'activité industrielle dans le périmètre d'étude. Les principaux risques concernent les voies de circulation (routes départementales, routes communales et chemins ruraux) avec la possibilité d'accidents entraînant la sortie de route de véhicules. Un autre événement accidentel possible est la projection d'éléments provenant d'un aérogénérateur voisin au sein du parc.

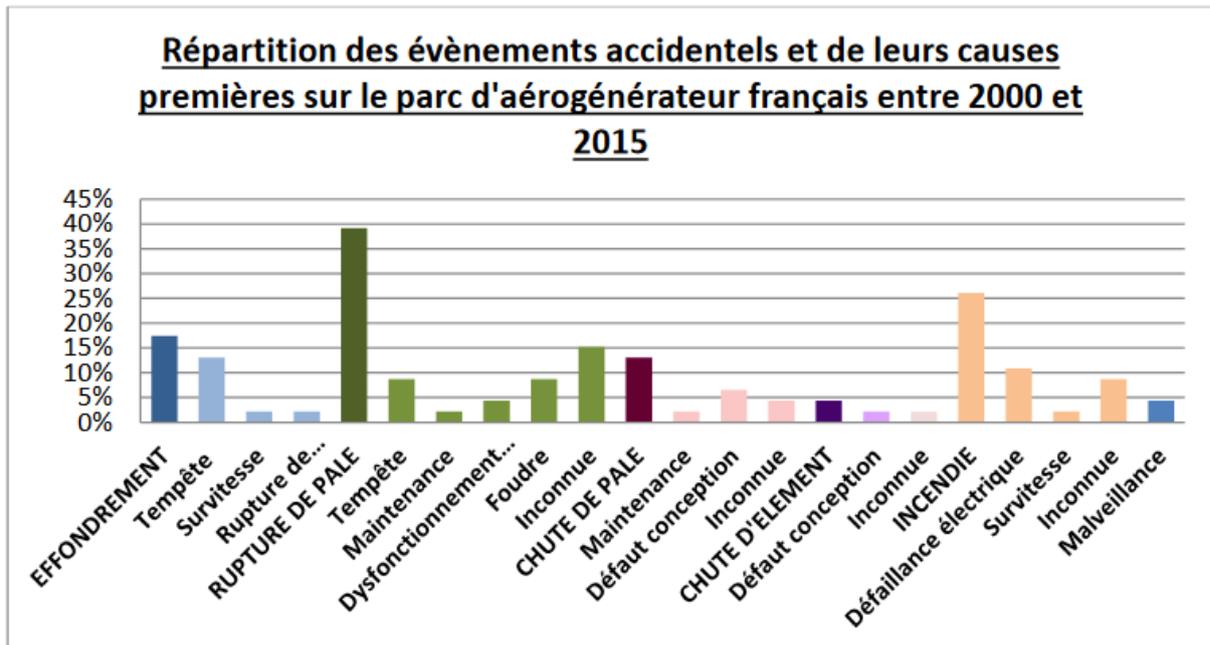
Il est également possible que des engins agricoles travaillant à proximité des installations percutent les éoliennes ou le poste de livraison. Des actes de malveillance susceptibles d'entraîner des accidents peuvent survenir mais il est impossible de les prévoir. Il est également possible qu'une balle « perdue » lors d'une action de chasse entraîne un danger pour les installations.

D. DETERMINATION DES RISQUES POTENTIELS

Après avoir déterminé les enjeux et les agresseurs potentiels, l'étude de dangers doit identifier les risques potentiels liés aux installations.

▪ Le retour d'expérience

L'objectif est de rappeler les différents incidents et accidents qui sont survenus dans la filière éolienne, afin d'en faire une synthèse en vue de l'analyse des risques pour l'installation et d'en tirer des enseignements pour une meilleure maîtrise du risque dans les parcs éoliens.



Répartition des événements accidentels

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pales, les incendies et les effondrements. Les tempêtes sont les principales causes de l'ensemble de ces accidents.

▪ L'Analyse Préliminaire des Risques

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accidents potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basé sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

Les cinq scénarios de phénomènes dangereux étudiés en détail dans la suite de l'étude 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.

Il en ressort que l'analyse de réalisation des scénarios de phénomènes dangereux permet d'élaborer un ensemble de mesures visant à annuler ou réduire les risques d'accidents.

Ainsi les principales mesures de maîtrise des risques permettent de :

- Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace ;
- Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace ;
- Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques ;
- Prévenir la survitesse ;
- Prévenir les courts-circuits ;
- Prévenir les effets de la foudre ;
- Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage ;
- Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort.

▪ L'Etude Détaillée des Risques

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios sélectionnés 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. La zone d'effet est définie pour chaque événement accidentel comme la surface exposée à cet événement.

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

Niveaux d'intensité

La gravité est déterminée en fonction du nombre de personnes pouvant être atteint par le phénomène dangereux et en fonction de l'intensité du phénomène.

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. Cependant, on pourra rappeler que la probabilité qu'un accident sur une personne ou un bien se produise est très largement inférieure à la probabilité de départ de l'événement redouté.

| 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. | $\leq 10^{-5}$ |

Niveaux de probabilité

E. RESULTATS DE L'ETUDE DE DANGERS

▪ Synthèse des scénarios étudiés et des paramètres associés

Le tableau suivant synthétise les niveaux de cinétique, d'intensité, de probabilité et de gravité sur lesquels s'est appuyée l'étude détaillée des risques propres aux différents types de scénarios d'accident.

| Scénario | Zone d'effet | Cinétique | Intensité | Probabilité | Gravité |
|--|--|-----------|--------------------|----------------|---|
| Effondrement de l'éolienne | Rayon \leq hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 164,6 m autour de l'éolienne | Rapide | Exposition forte | D (rare) | Important (E01, E02 et E03) Sérieux (E04, E05, E06 et E07) |
| Chute de glace | Rayon $\leq D/2$ = zone de survol = 58,5 m autour de l'éolienne | Rapide | Exposition modérée | A (courant) | Modéré |
| Chute d'éléments de l'éolienne | Rayon $\leq D/2$ = zone de survol = 58,5 m autour de l'éolienne | Rapide | Exposition forte | C (improbable) | Sérieux |
| Projection de pale ou de fragments de pale | Rayon = 500 m autour de l'éolienne | Rapide | Exposition modérée | D (rare) | Important |
| Projection de glace | Rayon = $1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne = 334,5 m autour de l'éolienne | Rapide | Exposition modérée | B (probable) | Sérieux |

Tableau de synthèse des risques et des paramètres associés pour l'ensemble des éoliennes

▪ Synthèse de l'acceptabilité des risques

En s'appuyant sur les résultats précédents, la dernière étape de l'étude détaillée des risques consiste à déterminer l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés.

La matrice de criticité et la légende associée ci-dessous permettent d'évaluer le niveau de risque pour chacun des événements accidentels redoutés :

| Niveau de risque | Couleur | Acceptabilité |
|--------------------|---------|----------------|
| Risque très faible | | Acceptable |
| Risque faible | | Acceptable |
| Risque important | | Non acceptable |

Légende de la matrice de criticité

| Conséquence | Classe de Probabilité | | | | |
|----------------|-----------------------|--|------------------|---------------------|----------------|
| | E | D | C | B | A |
| Désastreux | | | | | |
| Catastrophique | | | | | |
| Important | | Effondrement de l'éolienne (E01, E02, E03) / Projection de pale ou de fragments de pale | | | |
| Sérieux | | Effondrement de l'éolienne (E04, E05, E06, E07) | Chute d'éléments | Projection de glace | |
| Modéré | | | | | Chute de glace |

Matrice de criticité des différents scénarios

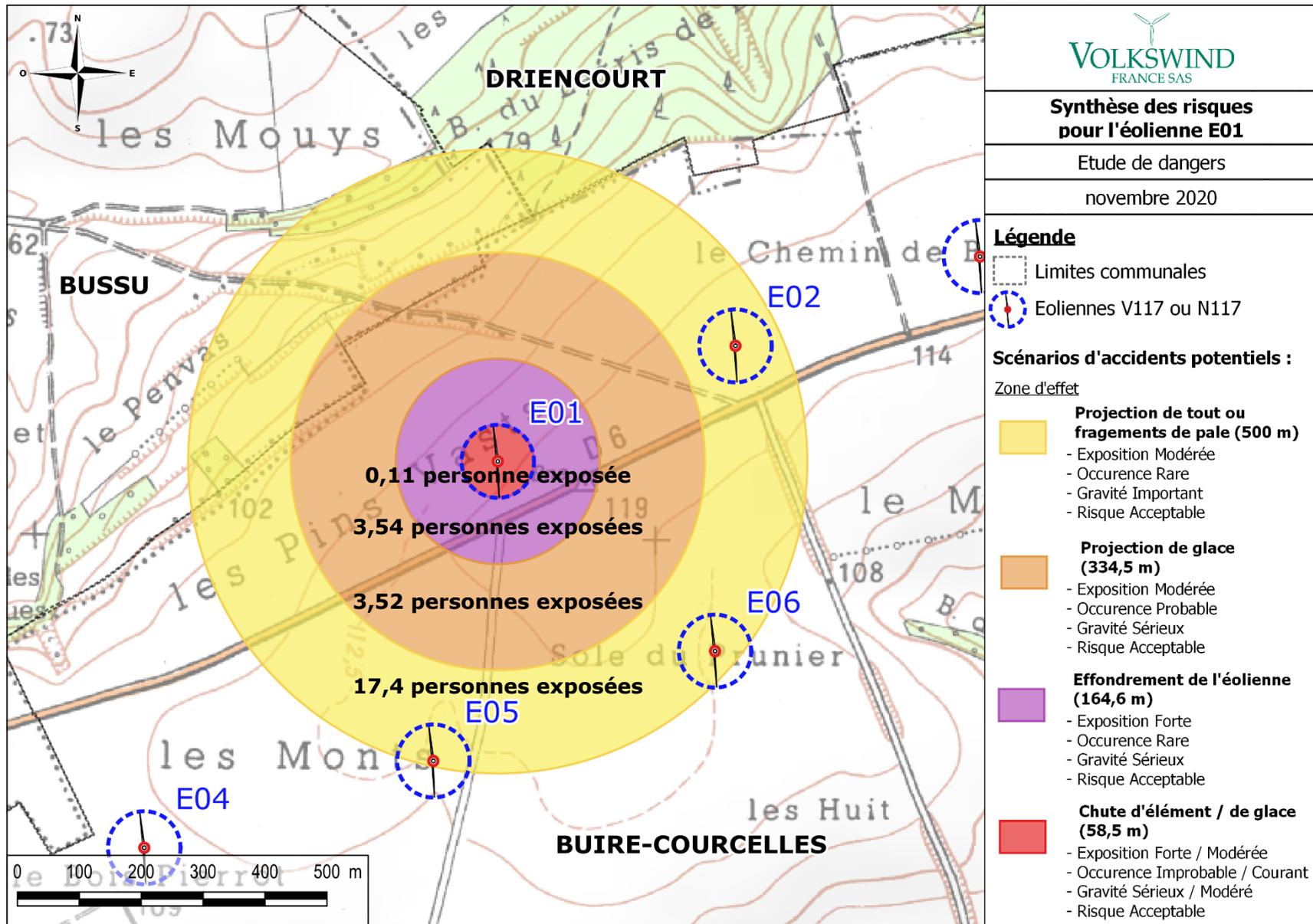
Au regard de la matrice complétée pour chacun des événements accidentels redoutés, il ressort que :

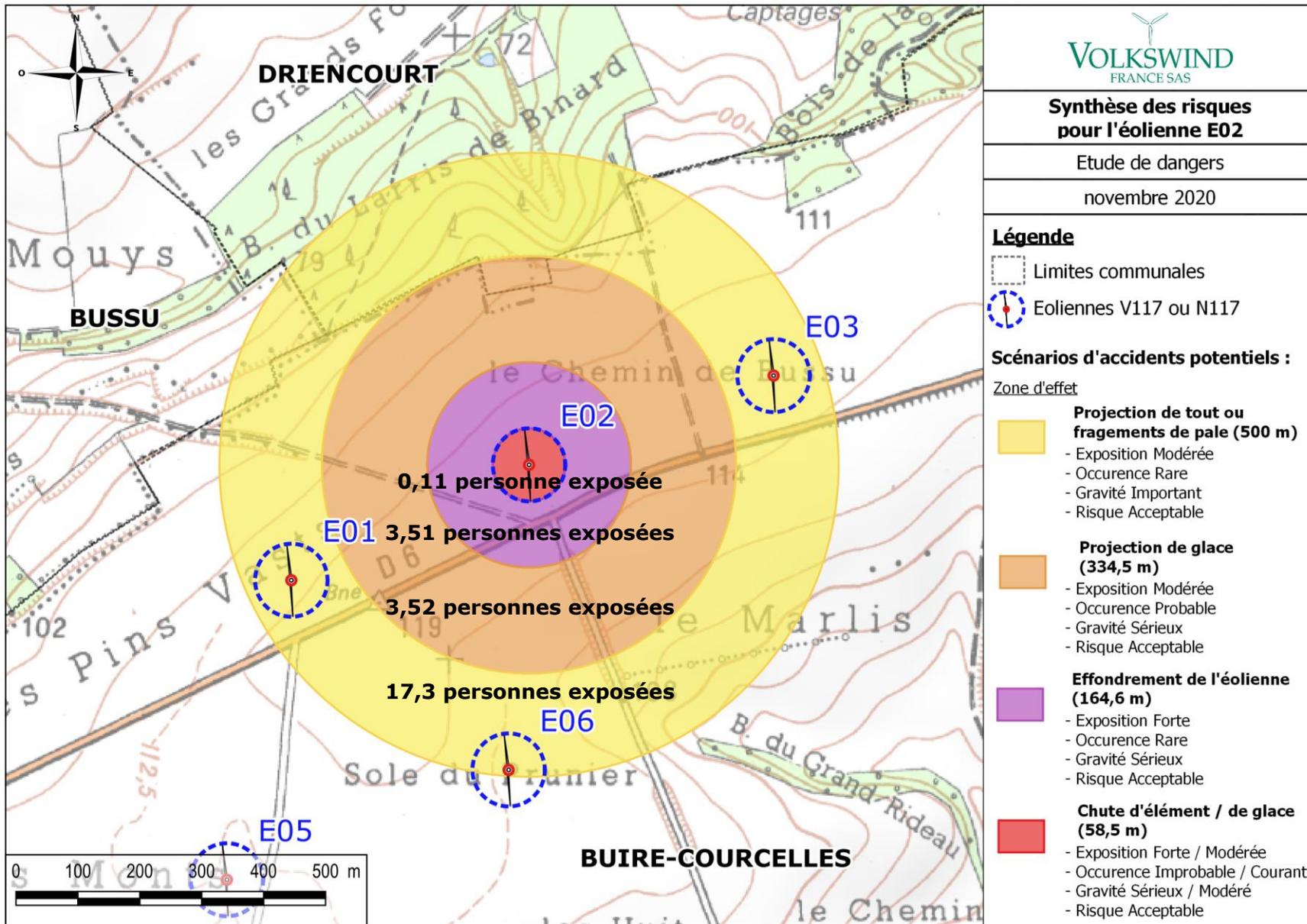
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice, ce qui signifie qu'il n'existe aucun « risque important » et « non acceptable » ;
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité adaptées seront mises en place.

Tous les phénomènes accidentels redoutés comportent donc un niveau de risque acceptable.

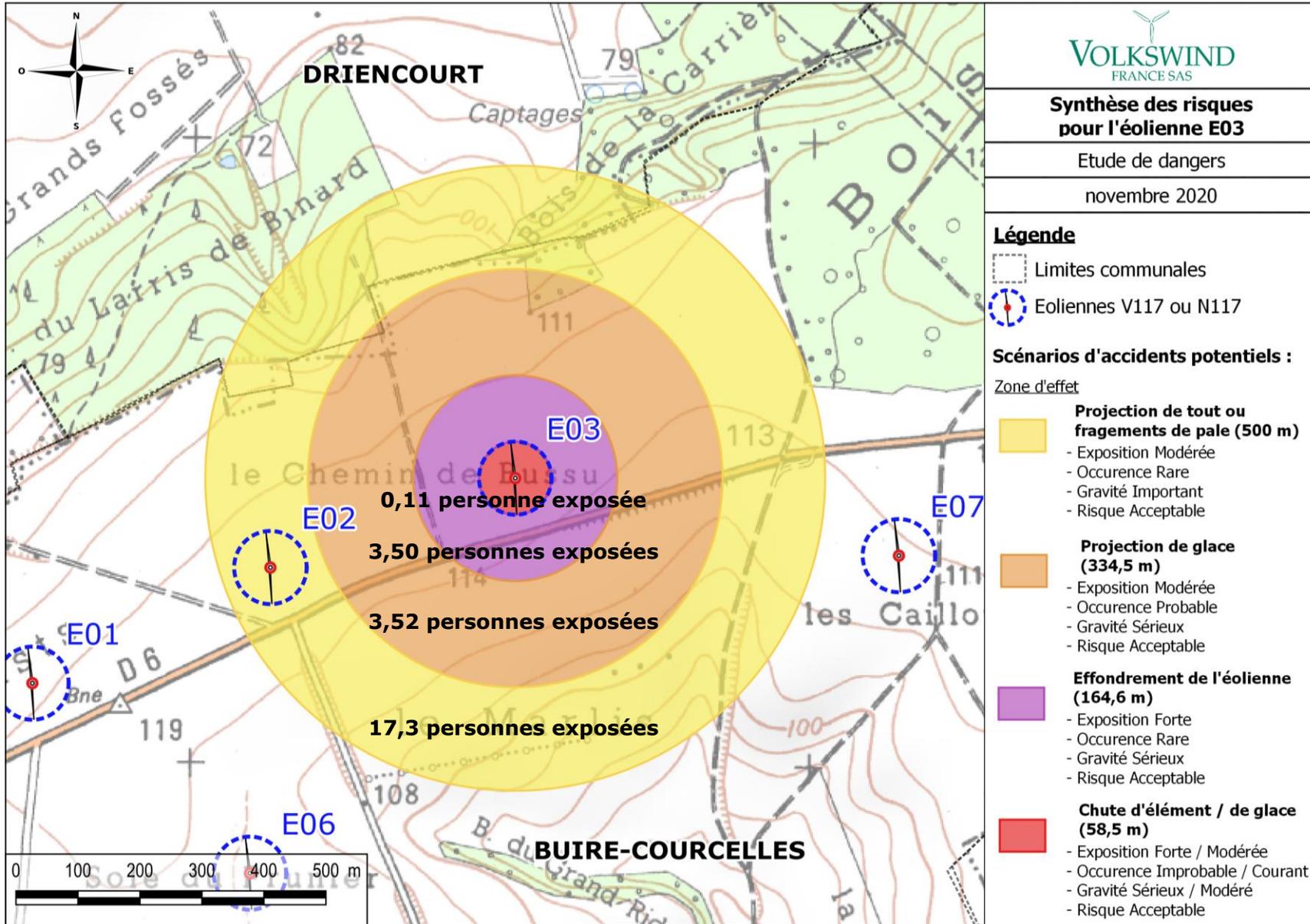
▪ **Cartographie de synthèse**

Les cartes de synthèse ci-dessous sont proposées pour chaque aérogénérateur. Elles font apparaître les enjeux de l'étude détaillée des risques, l'intensité des différents phénomènes dangereux dans chacune de leur zone d'effet et le nombre de personnes exposées.

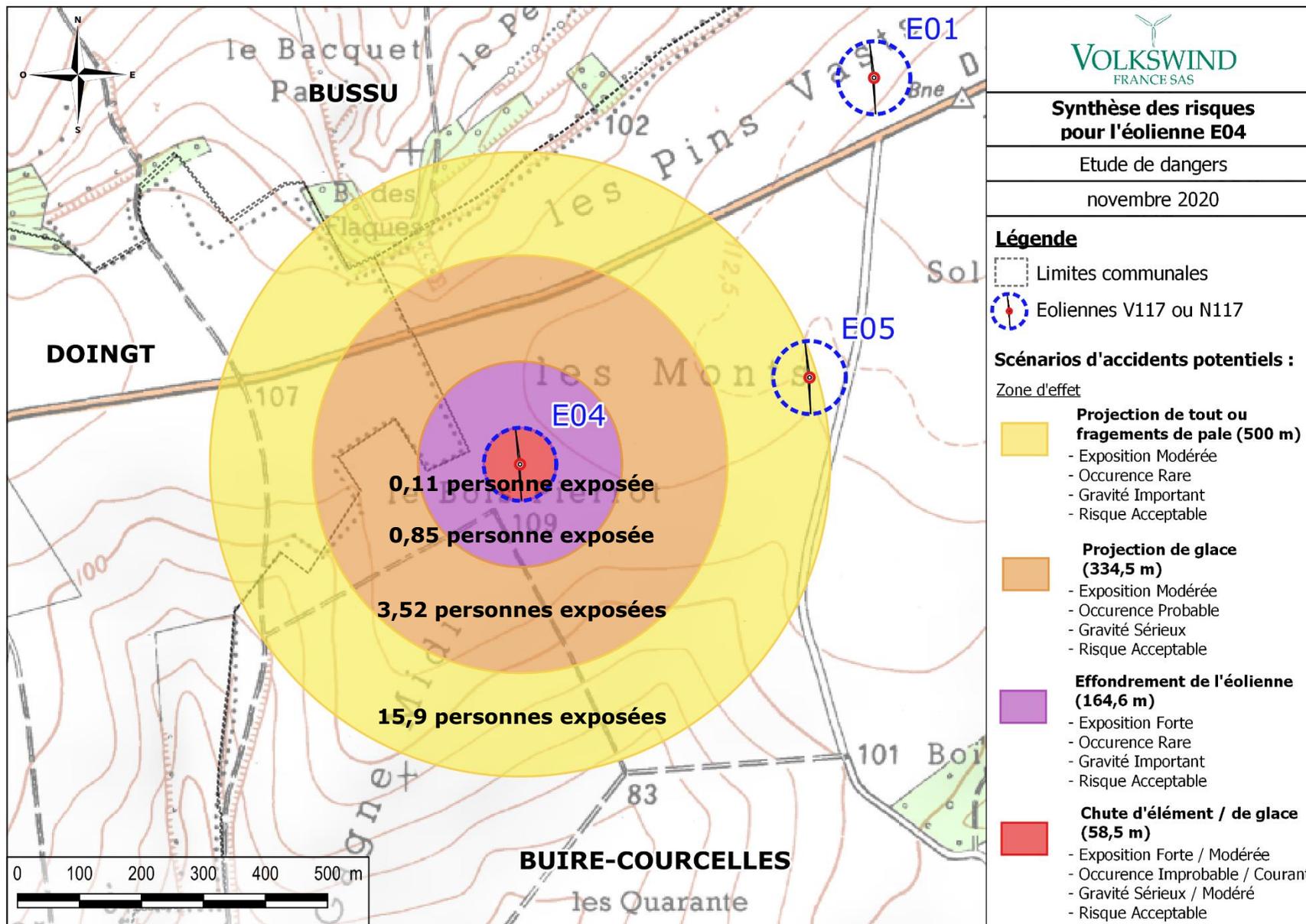




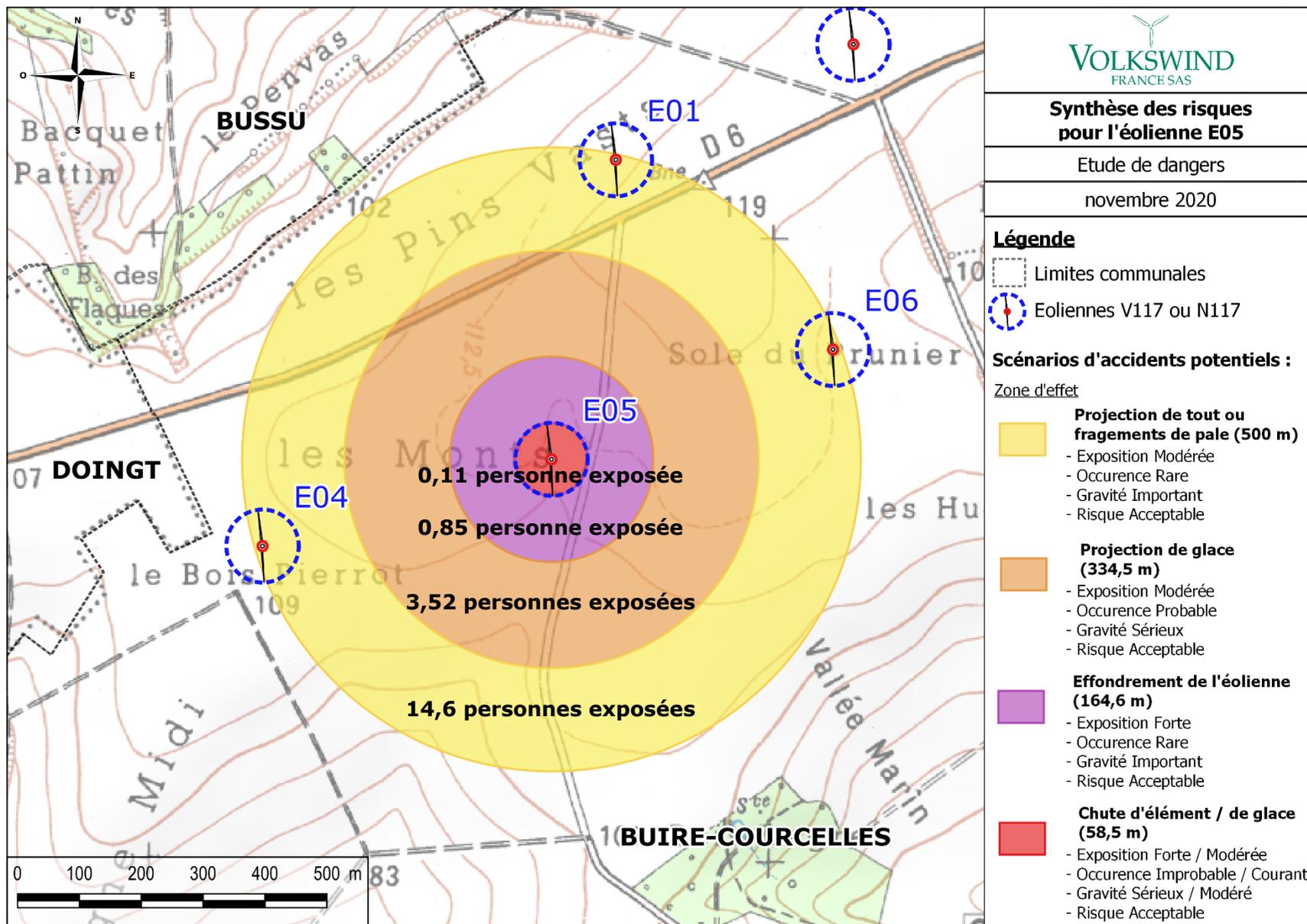
Carte 2 : Synthèse des risques pour l'éolienne E02



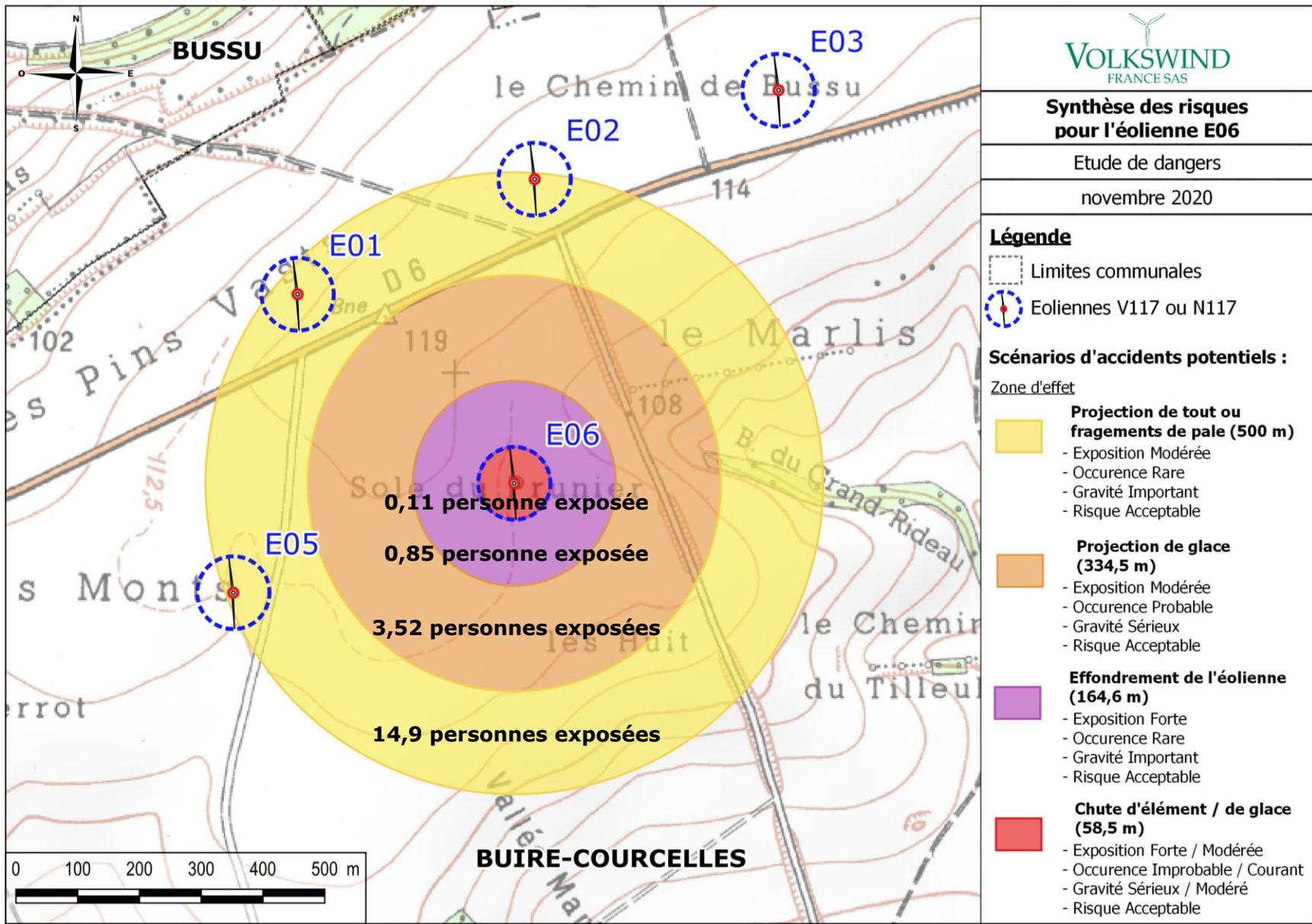
Carte 3 : Synthèse des risques pour l'éolienne E03



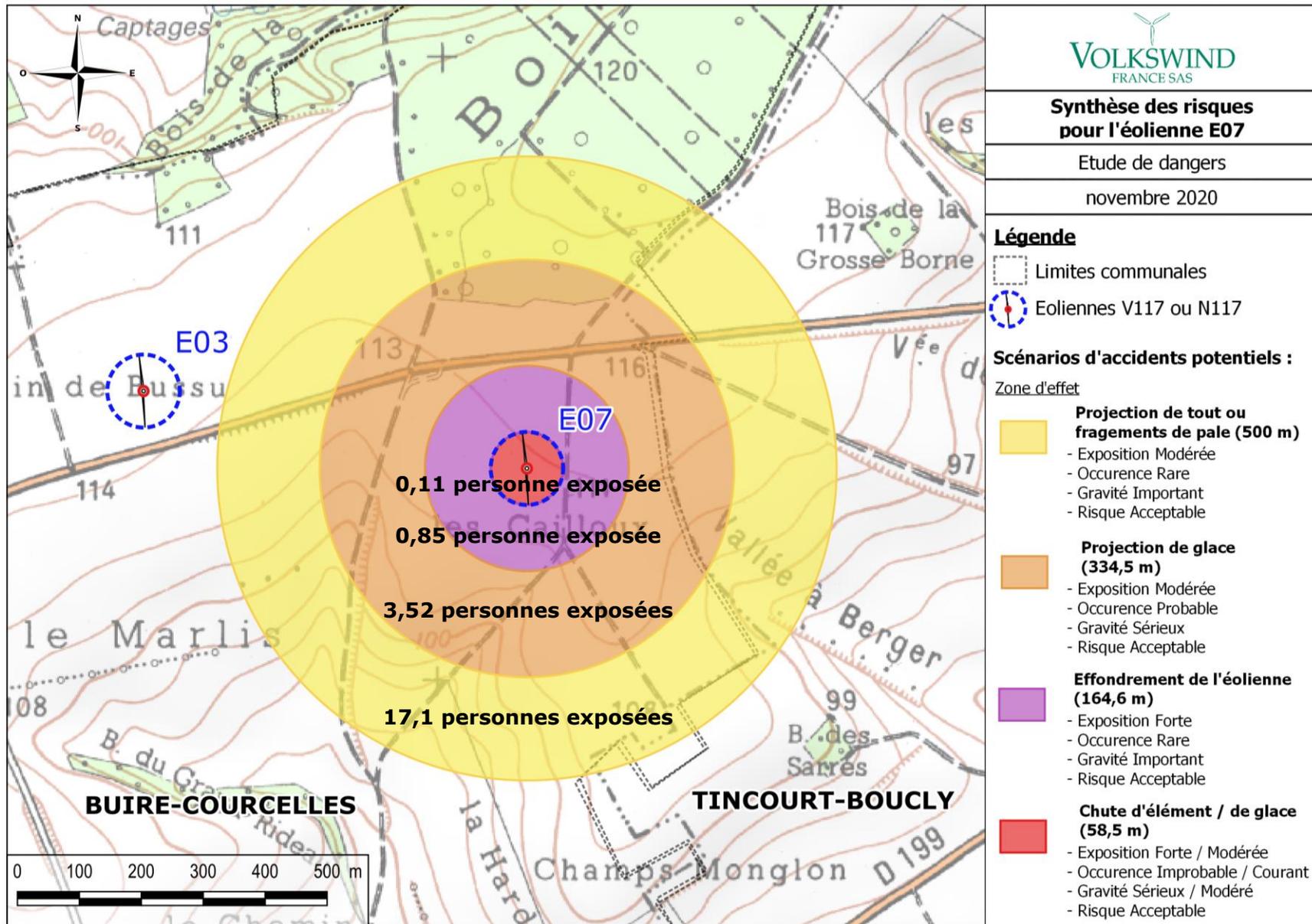
Carte 4 : Synthèse des risques pour l'éolienne E04



Carte 5 : Synthèse des risques pour l'éolienne E05



Carte 6 : Synthèse des risques pour l'éolienne E06



Carte 7 : Synthèse des risques pour l'éolienne E07