






PARC EOLIEN DES FORTES TERRES


Commune de Vaux-Andigny (02)

Dossier de demande d'autorisation environnementale

Résumé non technique de l'étude de dangers

Citation recommandée :	Enviroscop, mai 2022. Résumé non technique de l'étude de dangers du Parc éolien des Fortes Terres. Commune de Vaux-Andigny - Dossier de demande d'autorisation environnementale. Vaux Andigny Energie.
Réalisation :	Chargée d'étude : Nathalie BILLER, ingénieure Environnement, SIG et paysage. Contrôle qualité : Yvonnick HOLTZER
 	<p style="text-align: center;">Enviroscop 27 rue André Martin 76710 MONTVILLE Tél. +33 (0)952 081 201 / contact@enviroscop.fr Signataire de la Charte d'engagement des bureaux d'études dans le domaine de l'évaluation environnementale (voir site du Ministère¹)</p> <p style="text-align: center;"><small>Charte d'engagement des bureaux d'études dans le domaine de l'évaluation environnementale</small></p> 

Rédaction de l'étude sur la base de la « Trame type de l'étude de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), examinée par la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR).

Pour le compte de :	
Vaux Andigny Energie	
Maître d'ouvrage :	JP Energie Environnement 1 bis Passage Duhesme, 75018 Paris Contrôle qualité et suivi de projet : Frédéric DOROTTE, Chef de projets éoliens Courriel : frederic.dorotte@jpee.fr
	
Éoliennes :	5 éoliennes de 150 m maximum en bout de pale avec un rotor de 117 m maximum
Puissance du parc :	18 MW
Localisation :	Vaux-Andigny (02)

¹ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-charte-d-engagement-des-bureaux,43760.html>

A. PREAMBULE	4
A.1 Qu'Est-ce qu'une étude de dangers ?	4
A.2 Méthodologie de l'étude des dangers	4
A.3 Identification du demandeur	4
A.4 le site d'étude et la zone d'étude	5
B. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	6
B.1 Environnement humain	6
B.2 Environnement naturel	8
B.3 Environnement matériel	8
C. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	9
C.1 Activité de l'installation	9
C.2 Caractéristiques générales d'un parc éolien	9
C.3 Gabarit de l'éolienne	9
C.4 Fonctionnement de l'installation	10
C.5 Scénarios étudiés	10
D. ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES	11
D.1 Définitions	11
D.2 Résultats de l'analyse	12
E. DESCRIPTION DES PRINCIPALES MESURES DE RISQUES	16
F. CONCLUSION	16

Liste des illustrations

Carte 1 : Situation du Parc éolien des Fortes Terres et de l'aire d'étude de dangers	5
Carte 2 : Synthèse des enjeux humains et matériels dans la zone d'étude de dangers	6
Carte 3 : Éloignement des éoliennes aux habitations et aux zones d'habitation	7
Carte 4 : Synthèse des risques de l'éolienne E1	13
Carte 5 : Synthèse des risques de l'éolienne E2	14
Carte 6 : Synthèse des risques de l'éolienne E3	14
Carte 7 : Synthèse des risques de l'éolienne E4	15
Carte 8 : Synthèse des risques de l'éolienne E5	15
Figure 1 : Démarche d'analyse des risques	4
Figure 2 : Principe du raccordement électrique des installations	9
Figure 3 : Vue d'ensemble du gabarit maximal pour les éoliennes	9
Tableau 1 : Caractéristiques du modèle d'éolienne du Parc éolien des Fortes Terres	9
Tableau 2 : Définition de l'intensité des effets	11
Tableau 3 : Définition des seuils de gravité	11
Tableau 4 : Définition des niveaux de risques	12
Tableau 5 : Synthèse des scénarios étudiés	12
Tableau 6 : Niveaux de risques	13

A. PRÉAMBULE

Le Parc éolien des Fortes Terres fait l'objet d'une étude de dangers du fait de son statut de projet soumis à autorisation d'exploiter au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Ce dossier constitue donc une sous-partie du dossier de demande en vue d'obtenir un arrêté préfectoral d'autorisation environnementale unique pour une unité de production d'électricité de type parc éolien.

A.1 QU'EST-CE QU'UNE ETUDE DE DANGERS ?

L'étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par le porteur du projet pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

L'étude de dangers est dotée d'un résumé non technique dont l'objectif est de faire apparaître les principaux résultats de l'analyse des risques, sous forme didactique.

L'étude de dangers justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

L'étude de dangers est basée sur le guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre de parc éolien, dans sa version de mai 2012, guide réalisé par l'INERIS. En effet, le Parc éolien des Fortes Terres est représentatif au sens où il ne présente aucune particularité ni dans sa taille, ni dans sa conception, ni dans son implantation.

Par ailleurs, ce guide est le référentiel officiel pour l'élaboration des études de dangers de parc éolien validé par la Direction Générale de la Prévention de Risques (DGPR) du ministère en charge de l'environnement en 2012 et transmis à toutes les DREAL pour l'instruction des dossiers éoliens.

A.2 METHODOLOGIE DE L'ETUDE DES DANGERS

L'étude de dangers est élaborée selon une démarche d'analyse des risques, conformément à la réglementation en vigueur, aux recommandations de l'inspection des installations classées et dans le respect du cadre proposé par le guide de l'étude de dangers d'un parc éolien par l'INERIS.

Voir figure ci-contre.

A.3 IDENTIFICATION DU DEMANDEUR

Le projet de Parc éolien des Fortes Terres est porté par la société Vaux Andigny Energie.

Le graphique ci-dessous synthétise ces différentes étapes et leurs objectifs :

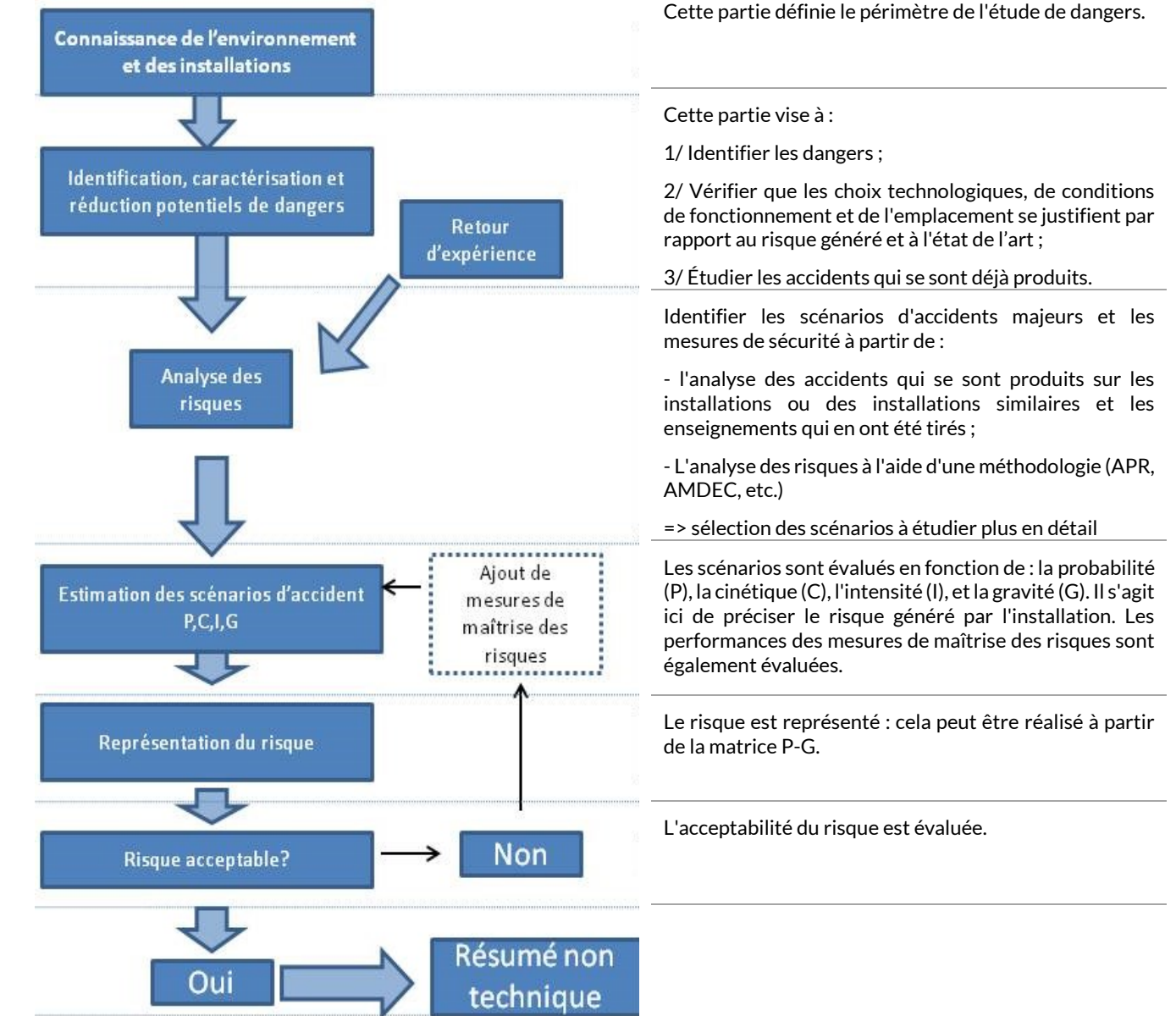


Figure 1 : Démarche d'analyse des risques

Source : Guide technique. Élaboration de l'EDD dans le cadre des parcs éoliens. Mai 2012

A.4 LE SITE D'ETUDE ET LA ZONE D'ETUDE

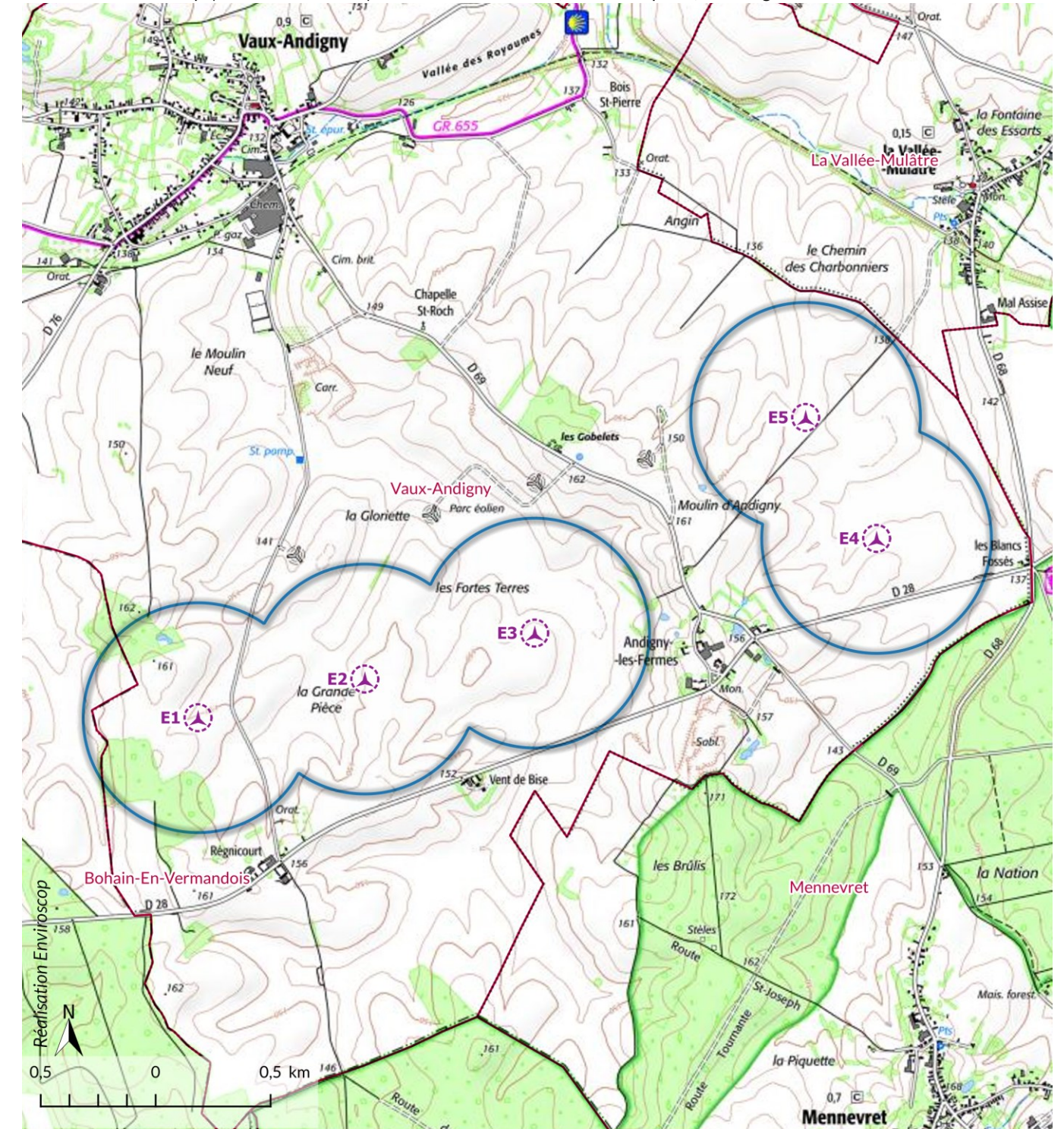
Le Parc éolien des Fortes Terres, composé de 5 aérogénérateurs, est localisé sur la commune de Vaux-Andigny en région Hauts-de-France. Les éoliennes sont à environ 1,8 km du bourg de Vaux-Andigny et à 3,3 km de celui de Bohain-en-Vermandois.




La zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude pour chaque 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. La zone d'étude de danger est fusionnée pour toutes les éoliennes du parc sur la carte suivante.

Dans le document, sans mention précisant l'éolienne concernée, le terme « aire d'étude » fera référence aux aires d'étude de toutes les éoliennes du parc (notamment lors de la description de l'environnement de l'installation).

Carte 1 : Situation du Parc éolien des Fortes Terres et de l'aire d'étude de dangers

Réalisation Enviroscop. | Carte au 1/25000 | Sources : IGN SCAN 25, ADMIN Express, JP Energie Environnement



- | | |
|--|--|
| Projet | Administratif |
|  Eolienne et son survol |  Limite communale |
|  500 m aux éoliennes | |

B. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de décrire l'environnement dans l'aire d'étude de l'installation, afin d'identifier :

- les principaux intérêts à protéger (enjeux humains extérieurs à l'installation)
- et les facteurs de risque que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels : environnement naturel et environnement matériel).

B.1 ENVIRONNEMENT HUMAIN

A Vaux-Andigny et Bohain-en-Vermandois, les habitations sont principalement regroupées dans les cœurs de bourgs et villages, ainsi que dans quelques hameaux ou fermes isolées situées le long des axes de communication. **Aucune habitation ne se situe dans le périmètre de l'aire d'étude de dangers**, à savoir 500 m autour des éoliennes du Parc éolien des Fortes Terres.

Les éoliennes du projet sont toutes situées à plus de 640 m des habitations et des zones destinées à l'habitat les plus proches dans les documents d'urbanisme en vigueur. Neuf hameaux sont à moins de 1 km d'une éolienne. Voir Carte 3 en page 7. Ces distances minimales sont cohérentes avec la réglementation ICPE.

Aucun établissement recevant du public n'est recensé dans la zone d'étude de 500 m des éoliennes.

Les principaux usagers du site sont les exploitants agricoles et forestiers et les riverains dans les parcelles de jardin, et le stationnement éventuel sur les aires de levage des éoliennes des Fortes Terres.

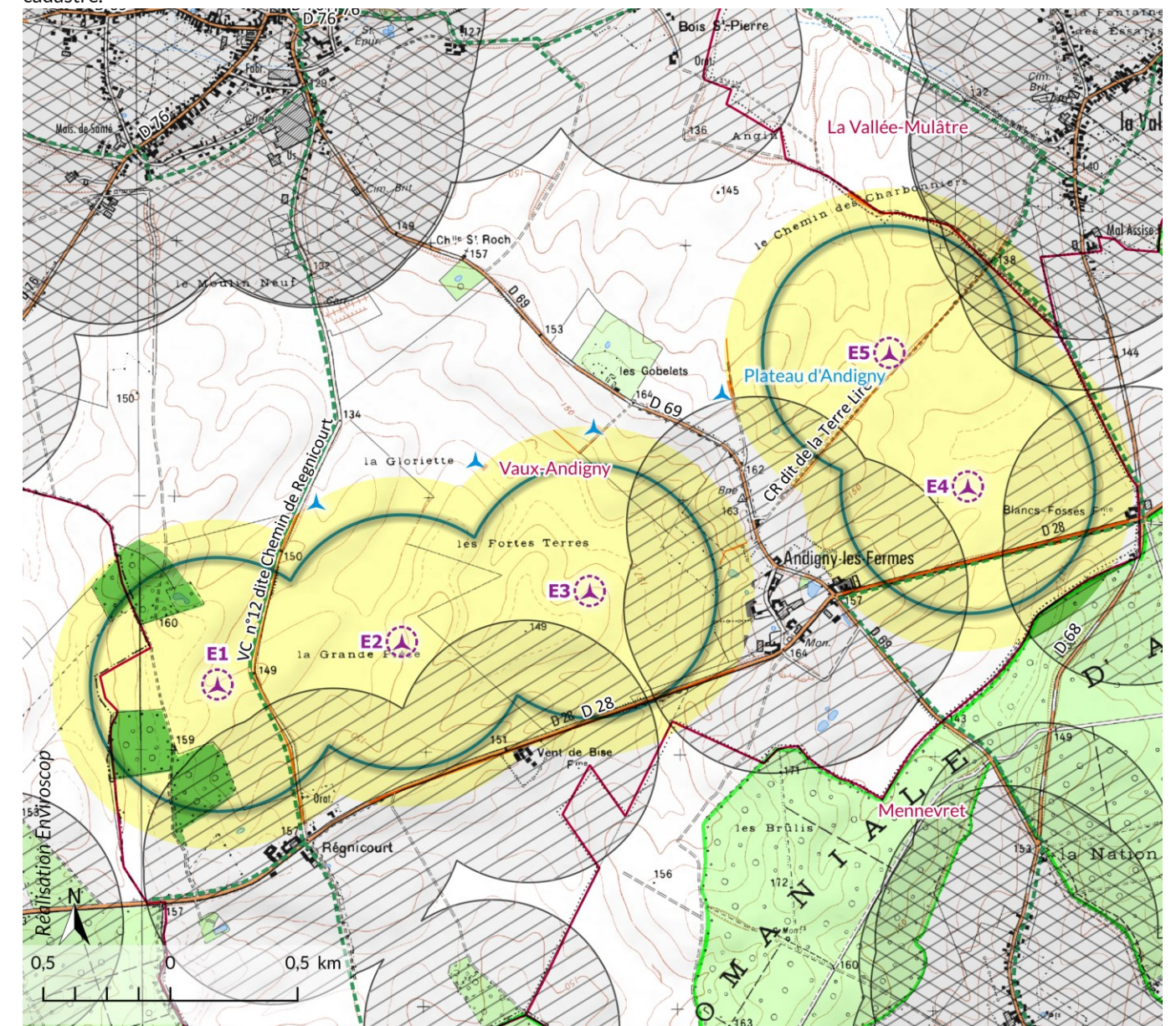
La zone d'étude est traversée par deux routes bitumées : la RD28 et la voie communale n°12 dite chemin de Regnicourt, toutes deux de desserte locale et non structurantes en termes de trafic selon leur gestionnaire. Quelques chemins (voir Carte 2), et notamment le chemin rural dit de la Terre Lire sont présents dans l'aire d'étude de dangers. Les pistes créées pour le projet sont également prises en compte, tels des chemins privés. La voie communale n°12 est utilisée pour des randonnées dont le tracé est inscrit au Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée (PDIPR) de l'Aisne.

Dans la zone d'étude de dangers, nous considérons selon une vision majorante que les enjeux humains sont localisés dans :

- les terrains aménagés mais peu fréquentés : routes bitumées de desserte locales, chemins, accès du Parc éolien des Fortes Terres ;
- les terrains non aménagés et très peu fréquentés : parcelles agricoles, prairies et boisements.
- les chemins de promenade.

Carte 2 : Synthèse des enjeux humains et matériels dans la zone d'étude de dangers

Réalisation Enviroscop. Source : IGN SCAN 25, GEORISQUES, JP Energie Environnement, Enviroscop d'après photo aérienne et cadastre.




Projet	Limite communale	Occupation des sols	Poste électrique
Éolienne et son survol	Ecart aux habitations et zones destinées à l'habitat	Parcelle agricole	Chemin de randonnée
500 m aux éoliennes	500 m des habitations	Bois, bosquet, friche	Parc éolien
		Route non structurante, chemin	Éolienne construite


Carte 3 : Éloignement des éoliennes aux habitations et aux zones d'habitation

Les distances sont approximatives et données à titre indicatif. Pour plus de lisibilité, toutes les distances ne sont pas indiquées. Sources : IGN SCAN 25, Cadastre vecteur Ministère des Finances, habitations à partir de la couche bâtie du cadastre de Bohain-en-Vermandois, La Vallée Mulâtre, Mennevret, Molain et Vaux-Andigny et contrôle par photo aérienne, report des zones destinées à l'habitation et des éléments à préserver selon Enviroscop d'après les Géoportail de l'urbanisme, le PLU de la Thiérache d'Aumale en vigueur (internet) et le PLU de Bohain-en-Vermandois (internet)

Projet

 Eolienne et son survol


Aires d'étude

 500 m aux éoliennes


 1 km

 1,5 km


Parc éolien

 Eolienne construite

Limite communale et zonage d'urbanisme


 Limite communale


Zonage d'urbanisme (extrait)


 Zone urbanisée destinée à l'habitat

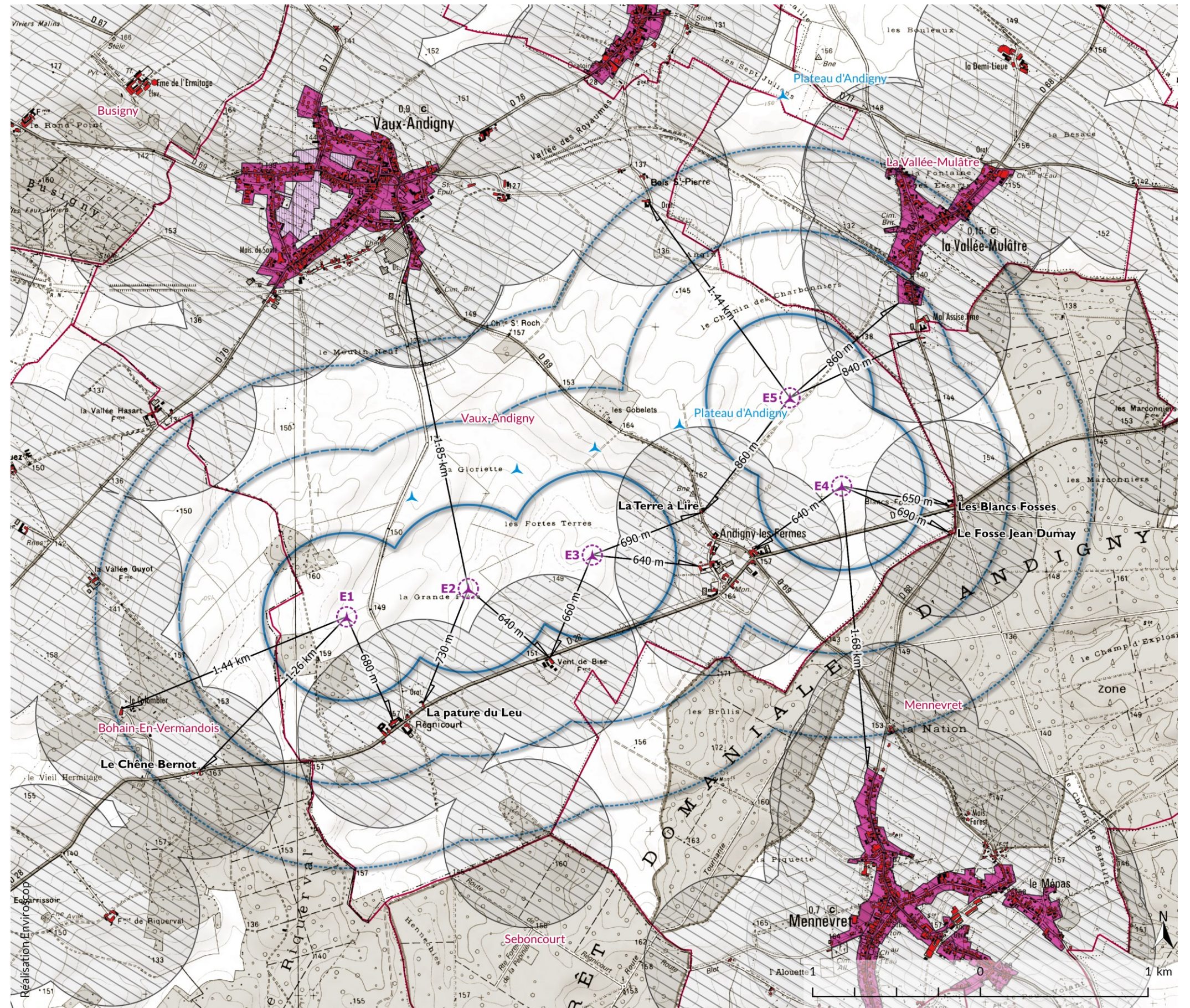
 Zones à destination d'habitat

Distance aux habitations

 Habitation

 500 m des habitations et zones destinées à l'habitat

 Ecart à l'habitat



B.2 ENVIRONNEMENT NATUREL

B.2-1. CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat est de **régime océanique dégradé des plaines du Centre et du Nord**. Les précipitations sont moyennes avec 839,4 mm de cumul annuel (comparé à 890 mm/an en France), avec un cumul minimum de 55,8 mm en avril et un maximum de 84,9 mm en décembre. On observe chaque mois entre 9,5 (août) et 12,9 (janvier) jours de pluie.

Les températures sont intermédiaires (environ 10,2°C en moyenne annuelle, environ 14 jours avec une température inférieure à -5°C). La moyenne mensuelle de la température varie de 2,8°C en janvier à 18,1°C en août.

Bien que la moyenne de température soit au-dessus de 0°C à la station de Saint-Quentin, comme à celle d'Étreux, on observe environ 69 jours de gel dans l'année en moyenne, répartis d'octobre à mai. Remarque : il peut se produire un phénomène de formation de givre sur les pales, sous certaines conditions concomitantes d'humidité et de température. Ces données ne sont toutefois pas renseignées par les services de Météo France dont nous disposons.

Le secteur est hors zone cyclonique. Entre 1981 et 2010, on observe en moyenne à Saint-Quentin, 56,8 jours/an avec des vents de plus de 57 km/h (> 16 m/s), dont 1,8 jours avec des vents au-delà de 100 km/h (> 28 m/s).

Le territoire d'étude connaît une fréquence des tornades très supérieures à la moyenne nationale.

Le vent et la combinaison de phénomènes neigeux et des périodes de gel sont retenues comme source potentielle de dangers pour les installations.

B.2-2. RISQUES NATURELS

Dans l'aire d'étude de dangers, les risques naturels recensés comme majeurs sont strictement liées à la sismicité (risque faible). Les autres aléas liés aux risques naturels sont l'inondation par ruissellement, par coulée de boue et par remontées de nappes, ainsi que le retrait-gonflement des argiles et les mouvements de terrains.

L'aire d'étude de dangers est en niveau 2 de sismicité (faible). Le risque sismique est retenu comme source potentielle de dangers pour le Parc éolien des Fortes Terres.

L'aire d'étude de dangers n'est concernée par aucun PPRI, ni atlas des zones inondables. Le seul risque d'inondation concernant l'aire d'étude de dangers est l'aléa de remontées de nappe qui est modélisé au 1/100 000, et localisé au niveau des formations argileuses en surface, des axes de ruissellement et des cours d'eau, en limite de l'aire. Considérant le dimensionnement des fondations, le risque inondation n'est pas retenu comme source potentielle de dangers pour les installations du Parc éolien des Fortes Terres.

L'aire d'étude de dangers est concernée pour sa partie ouest par une sensibilité moyenne au risque de mouvements de terrain liés au retrait-gonflement des argile. L'ensemble des éoliennes se situe en aléa faible pour ce risque. Avec l'étude géotechnique, le risque retrait et gonflement d'argile n'est pas retenu comme source potentielle de dangers pour le Parc éolien des Fortes Terres.

L'aire d'étude de dangers ne comprend aucun indice connu d'effondrements. Le risque de mouvement de terrain par effondrement n'est pas retenu comme source potentielle de dangers pour le Parc éolien des Fortes Terres.

L'aire d'étude de dangers a une sensibilité faible au foudroiement. Malgré une faible sensibilité, la foudre

est retenue comme source potentielle de dangers pour les installations du Parc éolien des Fortes Terres.

Aucun grand massif forestier n'est présent à proximité de la zone d'étude. Le risque feux de forêt n'est pas retenu comme source potentielle de dangers pour le Parc éolien des Fortes Terres.

B.3 ENVIRONNEMENT MATERIEL

La zone d'étude n'est pas concernée par le risque de rupture de barrage. Aucun axe routier ou ferroviaire de transport de matières dangereuses n'est présent dans l'aire d'étude de dangers. Aucune ligne électrique haute tension ne traverse l'aire d'étude de dangers.

Aucune autre Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) que la présente installation, n'est autorisée ou enregistrée dans l'aire d'étude de dangers, ni aucune soumise à autorisation en instruction. Aucun site SEVESO n'est compris dans l'aire d'étude. L'aire d'étude n'est pas concernée par un plan de prévention des risques technologiques.

Aucune canalisation de transport de matières dangereuses se situent dans l'aire de l'étude de dangers. La canalisation de gaz DN80-1980-BOHAIN-EN-VERMANDOIS - VAUX-ANDIGNY (CI) passe à environ 1 km au nord de l'aire d'étude de dangers. Elle est ainsi située au-delà de l'aire d'étude de dangers, et donc bien au-delà des recommandations de son gestionnaire.

Dans la zone d'étude de dangers (voir Carte 2 en page 6), le réseau routier est constitué de la route D28 et de la route communale n°12 de desserte locale et non structurantes. L'éolienne E1 est la plus proche, à 152 m de la voie communale tandis que l'éolienne la plus proche de la RD28 est E4 à 281 m. Les autres voies de communications dans l'aire d'étude de dangers concernent des chemins ruraux et d'exploitation. **Aucune route n'est dans la zone de survol** des pales des éoliennes.

Aucune voie ferrée n'est recensée dans l'aire d'étude de dangers. Aucune voie navigable n'est recensée dans l'aire d'étude de dangers. Aucune infrastructure aéronautique n'est recensée à proximité du projet.

C. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

C.1 ACTIVITE DE L'INSTALLATION

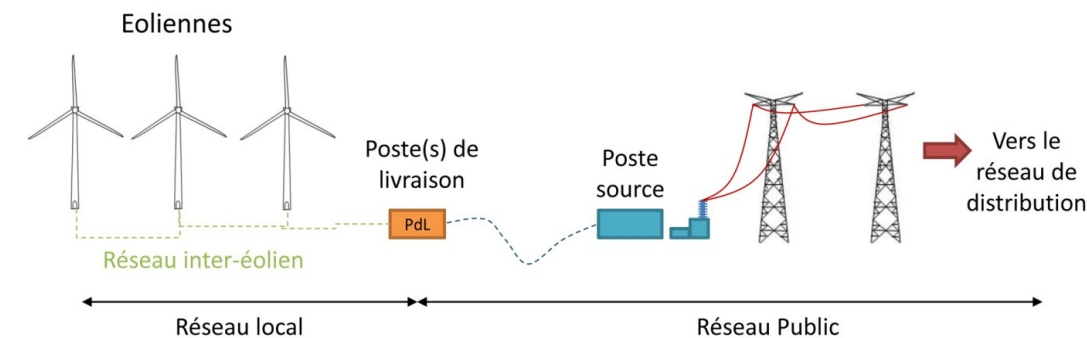
L'activité principale du Parc éolien des Fortes Terres est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) supérieure à 50 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

C.2 CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

Un parc éolien est une **centrale de production d'électricité** à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ou « aire de levage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le poste de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Un poste de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au poste de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;
- Un réseau de chemins d'accès.

Figure 2 : Principe du raccordement électrique des installations



Source : INERIS

C.3 GABARIT DE L'EOLIENNE

Le Parc éolien des Fortes Terres est composé de 5 aérogénérateurs.

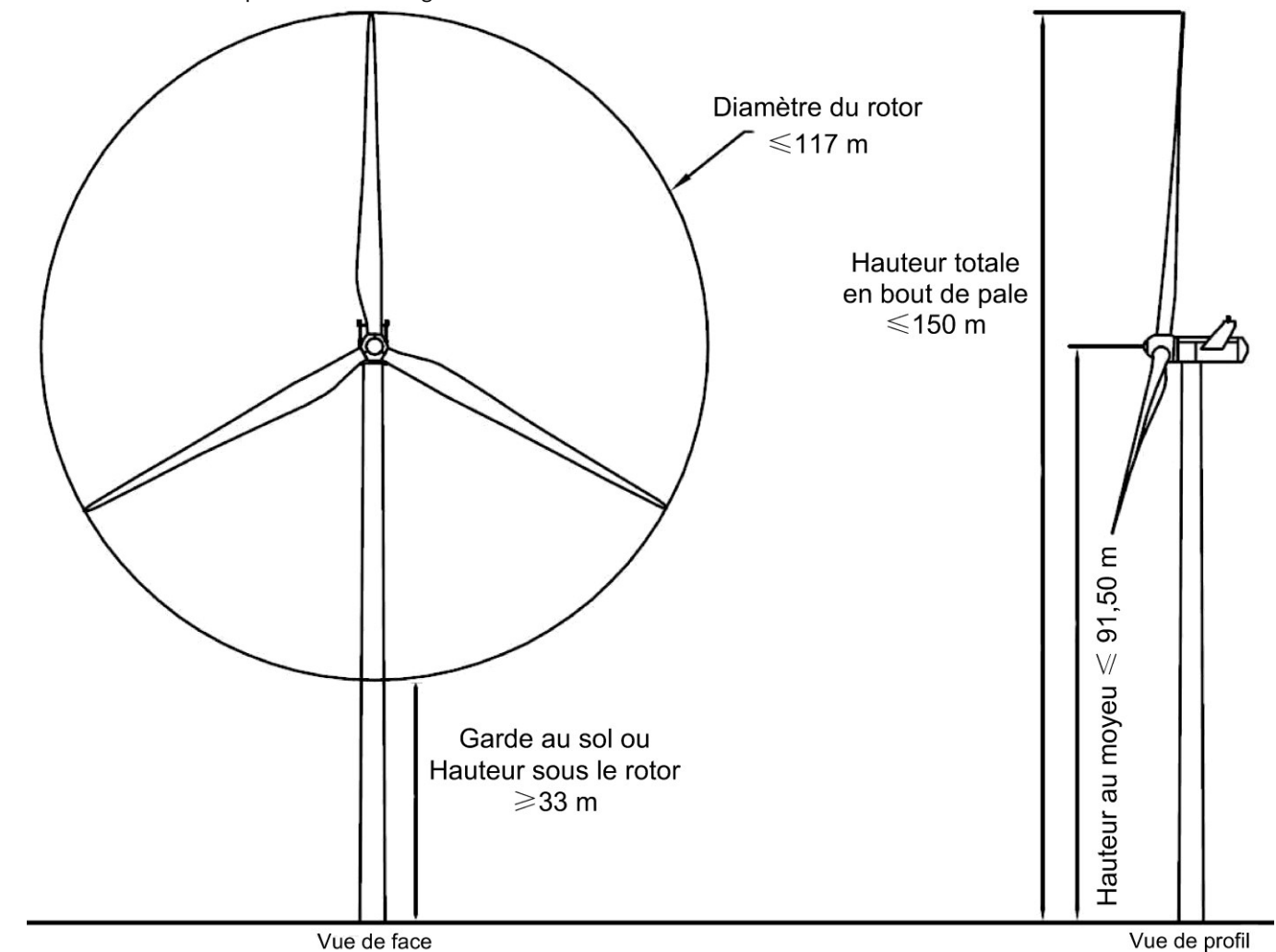
Toutes les éoliennes du projet sont du même gabarit : 150 mètres de hauteur totale en bout de pale, 117 m de diamètre de rotor, soit 33 mètres de bas de pale (garde au sol).

Tableau 1 : Caractéristiques du modèle d'éolienne du Parc éolien des Fortes Terres

Caractéristiques du modèle d'éolienne	Abb.	Dimension (m)
Hauteur totale en bout de pale	Htot	150
Hauteur du mât au moyeu	H	91,5
Diamètre du rotor	Drotor	117
Diamètre de survol	Dsurvol	118,6
Largeur de la base de la pale	Lb	2,59
Diamètre à la base du mât	L	4,4

Figure 3 : Vue d'ensemble du gabarit maximal pour les éoliennes

Réalisation : Enviroscop. Source : JP Energie Environnement.



Le Parc éolien des Fortes Terres totalise une puissance maximale de 18 MW.

L'éolienne est essentiellement composée des éléments suivants :

- Le rotor est dimensionné selon les catégories de vent. Il est composé de trois pales, un moyeu et de couronnes d'orientation et d'entraînements pour le calage des pales. Les pales du rotor sont

fabriquées en matière plastique renforcée de fibres de verre (GFK) à haute résistance. Chaque système pitch (pale) est indépendant.

- Une tour tubulaire en acier couverte d'un revêtement époxy (protection anti-corrosion) et de peinture acrylique équipée à son sommet d'une nacelle qui s'oriente en permanence en direction du vent. Le mât comporte des plates-formes intermédiaires et est équipé d'une échelle, pourvue d'un système antichute (rail), de plates-formes de repos, et d'un élévateur de personnel.
- Une nacelle composée d'un châssis en fonte et d'une coquille fabriquée en matière plastique renforcée de fibres de verre, dimensionnés suivant les catégories de vent. Elle est composée d'un train d'entraînement, d'une génératrice, d'un système d'orientation, du convertisseur ainsi que du transformateur.

C.4 FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Le balisage des éoliennes respectera les exigences de l'Aviation Civile et la réglementation en vigueur.

Le design des fondations des éoliennes est adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction.

Durant les 20 années d'exploitation, le parc éolien fera l'objet d'une maintenance régulière et programmée. Aucun produit ne sera stocké ni dans les éoliennes, ni dans les postes de livraison.

Les éoliennes du Parc éolien des Fortes Terres sont raccordées au poste de livraison électrique par un réseau de câbles électriques triphasés HTA (tension nominale : 20 000 V). Ces ouvrages sont conformes à la réglementation en vigueur.

C.5 SCENARIOS ETUDIES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accidents 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'accident potentiel pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basée sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

Les scénarios d'accident sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

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

- Projection de tout ou partie de la pale,
- Effondrement de l'éolienne,
- Chute d'éléments de l'éolienne,
- Chute de glace,
- 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.

D. ANALYSE DÉTAILLÉE DES RISQUES

D.1 DEFINITIONS

D.1-1. CINÉTIQUE

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une **cinétique rapide**. Ce paramètre ne sera donc pas détaillé à nouveau dans chacun des phénomènes redoutés étudiés par la suite.

D.1-2. ZONE D'EFFET

La première étape de l'analyse consiste à déterminer la zone d'effet de chaque événement accidentel retenu (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection). Le mode de détermination des zones d'effet de chaque scénario découle du guide de l'INERIS, lui-même basé sur des retours d'expériences et des analyses statistiques. Ainsi :

- Pour l'effondrement de l'éolienne, la zone d'effet correspond à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 150 m de rayon pour toutes les éoliennes.
- Pour la chute de glace et d'éléments d'éoliennes, la zone d'effet a un rayon de 59,3 m pour toutes les éoliennes, correspondant à la zone de survol des pales.
- Pour la projection de tout ou partie de pale, la zone d'effet est prise de façon très conservatrice à 500 m, alors que l'analyse de l'accidentologie française indique que la distance maximale relevée est de 380 m.
- Enfin, pour la projection de glace, la zone d'effet, jugée conservatrice par l'INERIS, est de 1,5 fois la hauteur du moyeu (91,5 m) plus le diamètre du rotor (117 m), soit 312,75 m pour toutes les éoliennes.

D.1-3. EQUIVALENT PERSONNE

Pour chaque zone d'effet (donc pour chaque éolienne et pour chaque scénario), il faut déterminer le nombre de personnes exposées. On estime ainsi le nombre équivalent-personnes permanentes exposées dans la zone d'effet. Ce calcul est fait pour chaque éolienne, en tenant compte de l'environnement existant (activité agricole, bâti, Etablissements Recevant du Public (ERP), routes structurantes ou non structurantes).

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est fondée sur la méthodologie retenue par le groupe de travail pour l'élaboration d'un guide d'étude de dangers pour l'éolien, correspondant à la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

D.1-4. INTENSITÉ

Une fois la zone d'effet définie, il est possible d'estimer l'intensité de chaque événement accidentel, au regard du degré d'exposition. Ce degré d'exposition est défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté (comme la surface d'une pale ou d'un morceau de glace par exemple) et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection.

Tableau 2 : Définition de l'intensité des effets

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

D.1-5. GRAVITÉ

Selon le niveau d'exposition et le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet, le niveau de gravité peut être qualifié (de modéré, à désastreux dans le sens d'un impact croissant).

Tableau 3 : Définition des seuils de gravité

Intensité \ Gravité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
« Désastreux »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
« Catastrophique »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
« Important »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« Modéré »	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

D.1-6. PROBABILITÉ

La probabilité d'occurrence de chaque événement accidentel retenu comme scénario est définie par le guide de l'INERIS de A (courant) à E (possible mais extrêmement peu probable) en se basant sur les retours d'expérience français. Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, 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

D.1-7. NIVEAU DE RISQUE

Le niveau de risque de chaque scénario est obtenu en croisant les niveaux de gravité et de probabilité :

Tableau 4 : Définition des niveaux de risques

GRAVITÉ (conséquences sur les personnes exposées au risque)	Classe de Probabilité				
	E Événement extrêmement rare	D Événement rare	C Événement improbable	B Événement probable	A Événement courant
Désastreux	Risque faible	Risque important	Risque important	Risque important	Risque important
Catastrophique	Risque faible	Risque faible	Risque important	Risque important	Risque important
Important	Risque faible	Risque faible	Risque faible	Risque important	Risque important
Sérieux	Risque très faible	Risque très faible	Risque faible	Risque faible	Risque important
Modéré	Risque très faible	Risque très faible	Risque très faible	Risque très faible	Risque faible

Les niveaux de risques **TRES FAIBLE** et **FAIBLE** sont **ACCEPTABLES**.

Le niveau de risque **IMPORTANT** est **NON ACCEPTABLE**.

D.2 RESULTATS DE L'ANALYSE

Rappelons que l'estimation des personnes exposées en permanence est ici majorante, et que les enjeux humains sont localisés dans :

- les terrains aménagés mais peu fréquentés : routes bitumées de desserte locales, chemins, accès du Parc éolien des Fortes Terres ;
- les terrains non aménagés et très peu fréquentés : parcelles agricoles, prairies et boisements.
- les chemins de promenade.

Les éoliennes du Parc éolien des Fortes Terres ayant toutes le même profil de risque hormis l'estimation des enjeux humains dans chaque zone d'effet, un même et seul tableau est présenté ci-après. Comme les éoliennes sont du même modèle, chaque catégorie de scénario présente une zone d'effet, une intensité et une probabilité d'occurrence de l'aléa communes. Seul le nombre de personnes exposées varie d'une éolienne à l'autre en fonction de l'environnement immédiat autour de chaque mât.

Tableau 5 : Synthèse des scénarios étudiés

Scénario	Zone d'effet (rayon)	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
Effondrement de l'éolienne	Périmètre de ruine (150 m)	Rapide	Exposition modérée	D Éoliennes équipées des technologies récentes	Modéré	Risque très faible pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol (59,3 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré	Risque faible pour toutes les éoliennes
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol (59,3 m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré	Risque très faible pour toutes les éoliennes
Projection de pale ou de fragment de pale	500 m autour de l'éolienne (500 m)	Rapide	Exposition modérée	D Éoliennes équipées des technologies récentes	Sérieux	Risque très faible toutes les éoliennes
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) m autour de l'éolienne (312,75 m)	Rapide	Exposition modérée	B Système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et procédure de redémarrage	Sérieux	Risque faible pour toutes les éoliennes

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-après est utilisée :

Légende de la matrice :

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

Tableau 6 : Niveaux de risques

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Projection de pale ou de fragment de pale		Projection de glace	
Modéré		Effondrement de l'éolienne	Chute d'éléments de l'éolienne		Chute de glace

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- seuls deux types d'accident figurent en case jaune : chute de glace et projection de glace pour toutes les éoliennes.

Il convient de souligner que les fonctions de sécurité sont mises en place.

En outre, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur les chemins d'accès, sur chaque éolienne, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

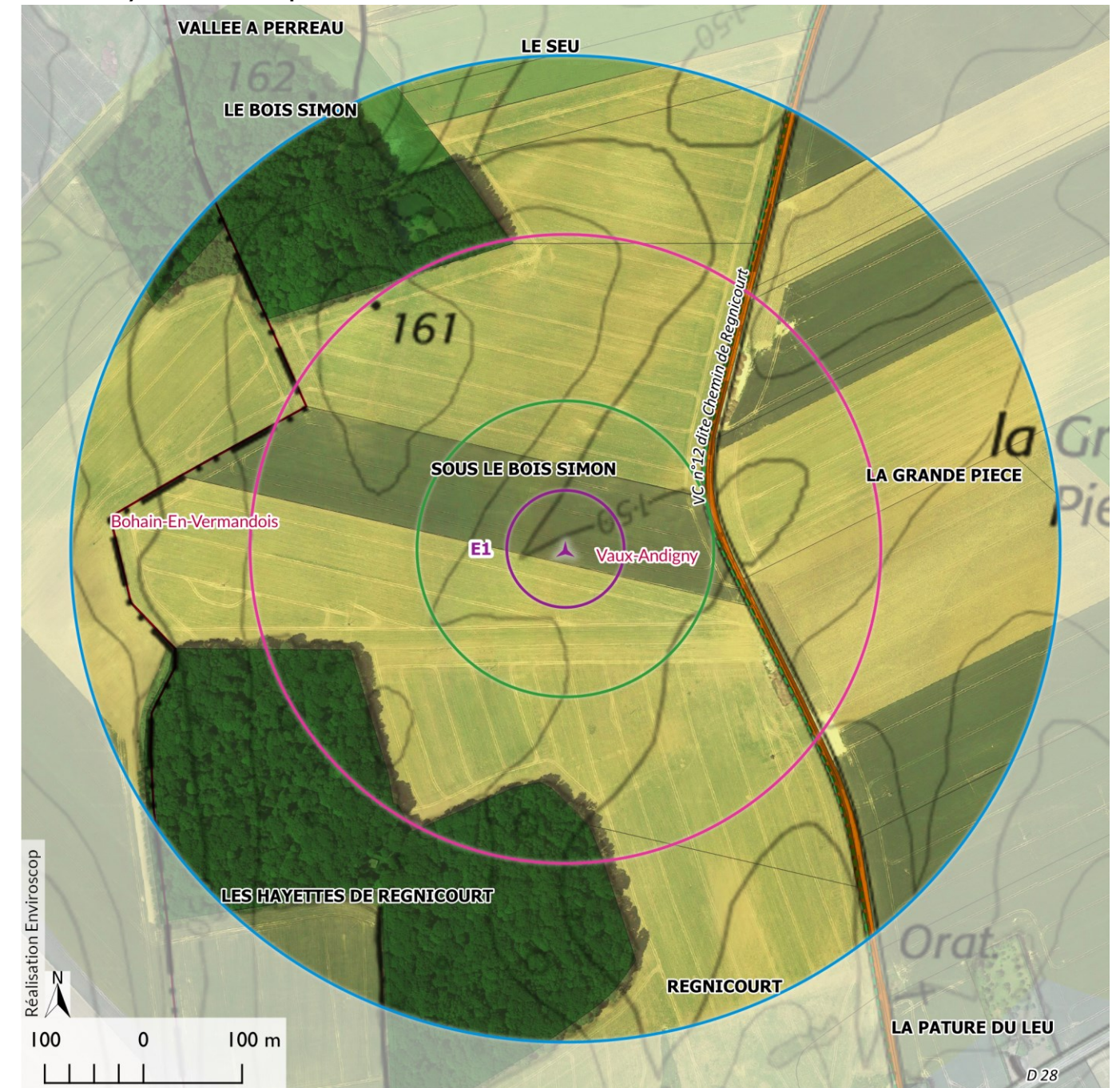
Bien que la température moyenne annuelle minimale soit supérieure à 0°C, un système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace avec procédure de redémarrage est mis en place pour toutes les éoliennes du Parc éolien des Fortes Terres.

D.2-1. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

Les cartes de synthèse des risques sont présentées ci-après pour chaque aérogénérateur. Elle fait apparaître, pour les scénarios détaillés dans le tableau de synthèse :

- les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques,
- l'intensité des différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de chaque phénomène dangereux,
- le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.

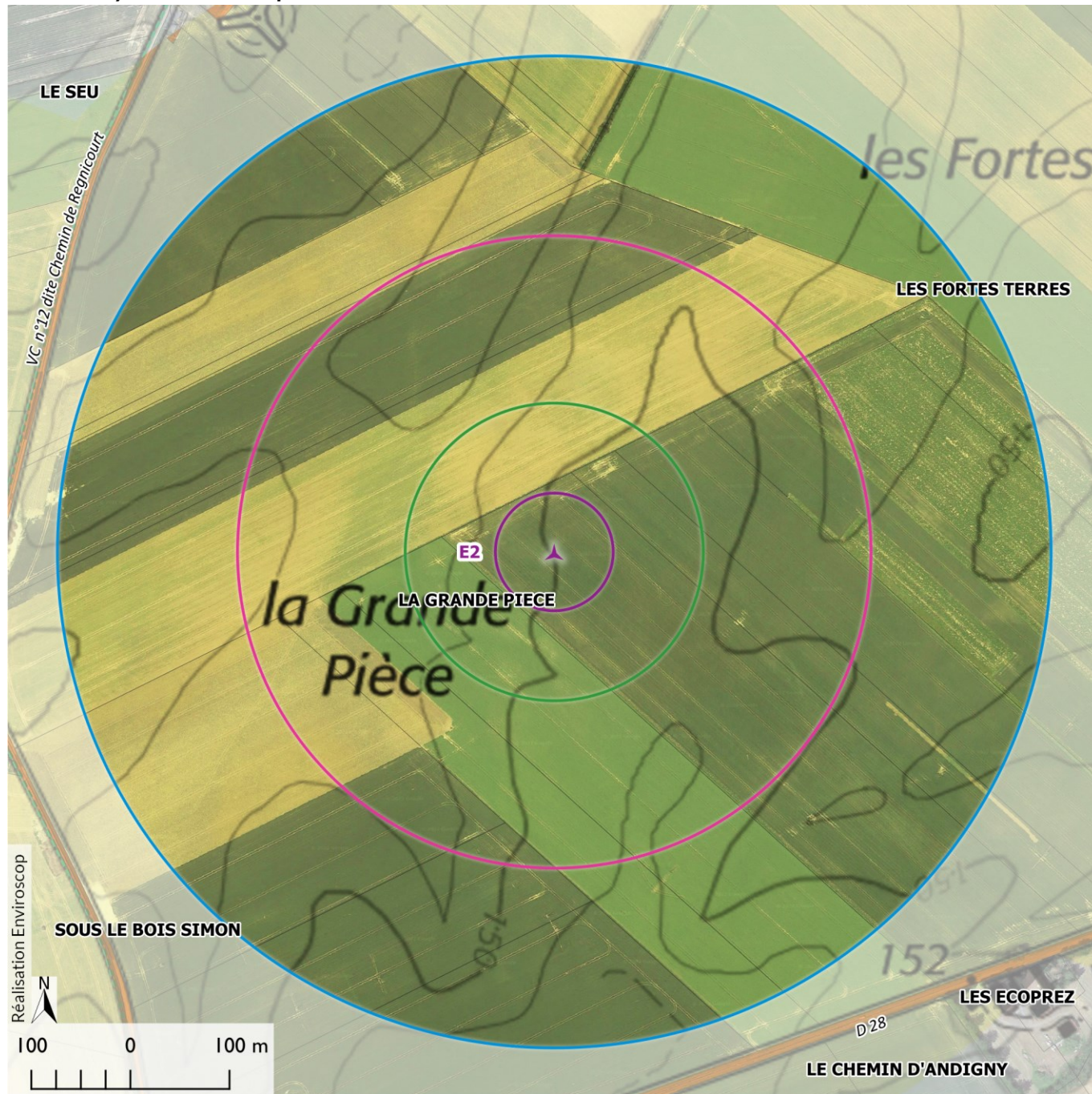
Carte 4 : Synthèse des risques de l'éolienne E1



Aire d'étude de danger		Projet		Occupation des sols	
	Chute de Glace ou d'éléments (zone de survol)		Projet		Parcelle agricole
	Effondrement de l'éolienne (hauteur totale de l'éolienne)		Limite communale		Bois, bosquet, friche
	Projection de morceaux de glace (1,5 * (H+2R))		Parcelle cadastrale		Route non structurante, chemin
	Projection de pale ou de fragment (zone de 500 m)				Promenade

Évènement	Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection de pale ou de fragment	Projection de glace
Zone d'effet	Ruine (150 m)	Survol (59,3 m)	Survol (59,3 m)	500 m	312,75 m
Cinétique	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide
Probabilité	type "D"	type "A"	type "C"	type "D"	type "B"
Intensité exposition	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
Personnes exposées	0,707	0,110	0,110	9,616	4,017
Niveau de gravité	Modéré	Modéré	Modéré	Sérieux	Sérieux
Niveau de risque	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable

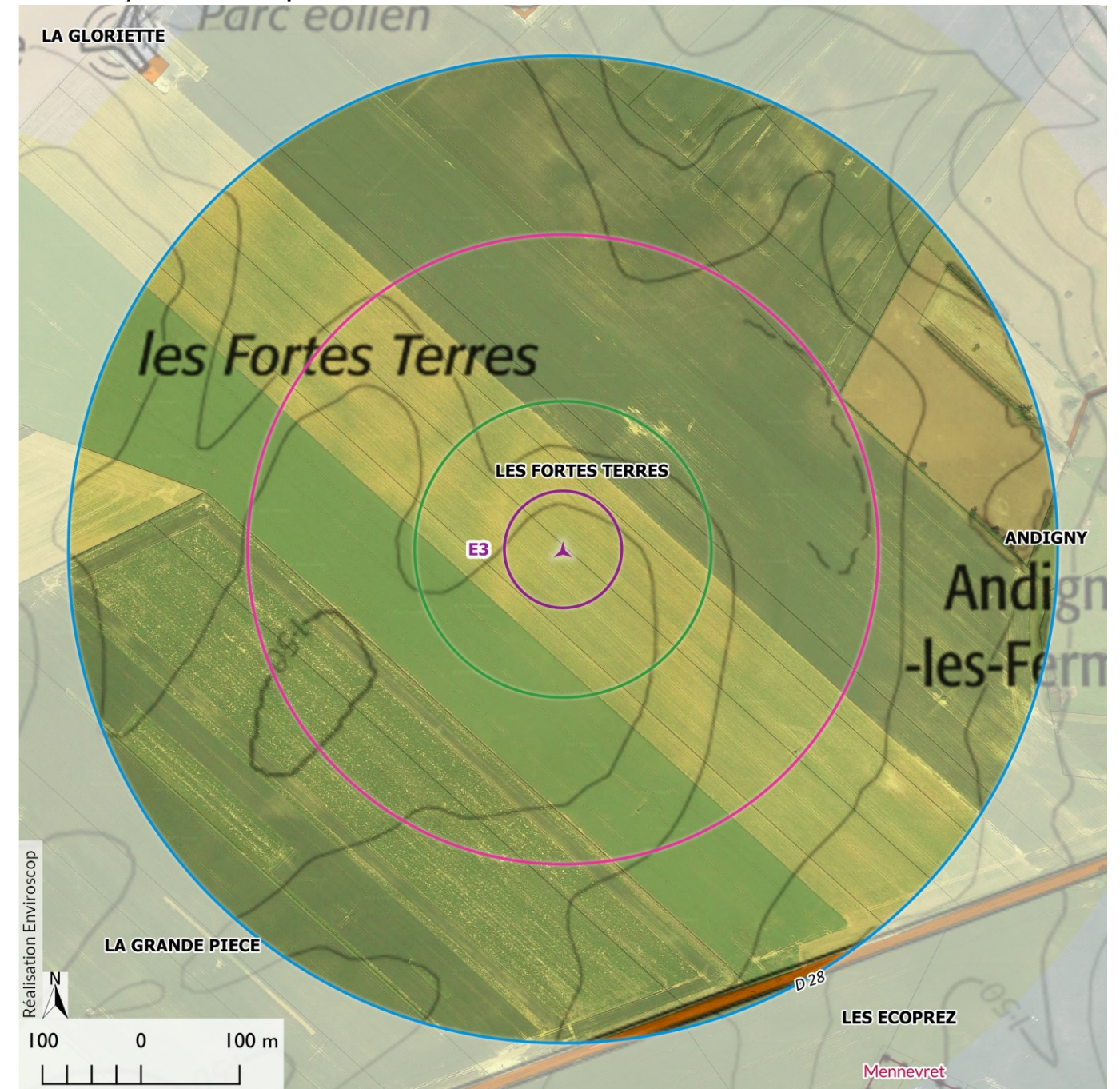
Carte 5 : Synthèse des risques de l'éolienne E2



- | | | |
|---|---------------------|--------------------------------|
| Aire d'étude de danger | Projet | Occupation des sols |
| Chute de Glace ou d'éléments (zone de survol) | Projet | Parcelle agricole |
| Effondrement de l'éolienne (hauteur totale de l'éolienne) | Limite communale | Route non structurante, chemin |
| Projection de morceaux de glace (1,5 *(H+2R)) | Parcelle cadastrale | |
| Projection de pale ou de fragment (zone de 500 m) | | |

Évènement	Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection de pale ou de fragment	Projection de glace
Zone d'effet	Ruine (150 m)	Survol (59,3 m)	Survol (59,3 m)	500 m	312,75 m
Cinétique	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide
Probabilité	type "D"	type "A"	type "C"	type "D"	type "B"
Intensité exposition	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
Personnes exposées	0,707	0,110	0,110	7,854	3,073
Niveau de gravité	Modéré	Modéré	Modéré	Sérieux	Sérieux
Niveau de risque	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable

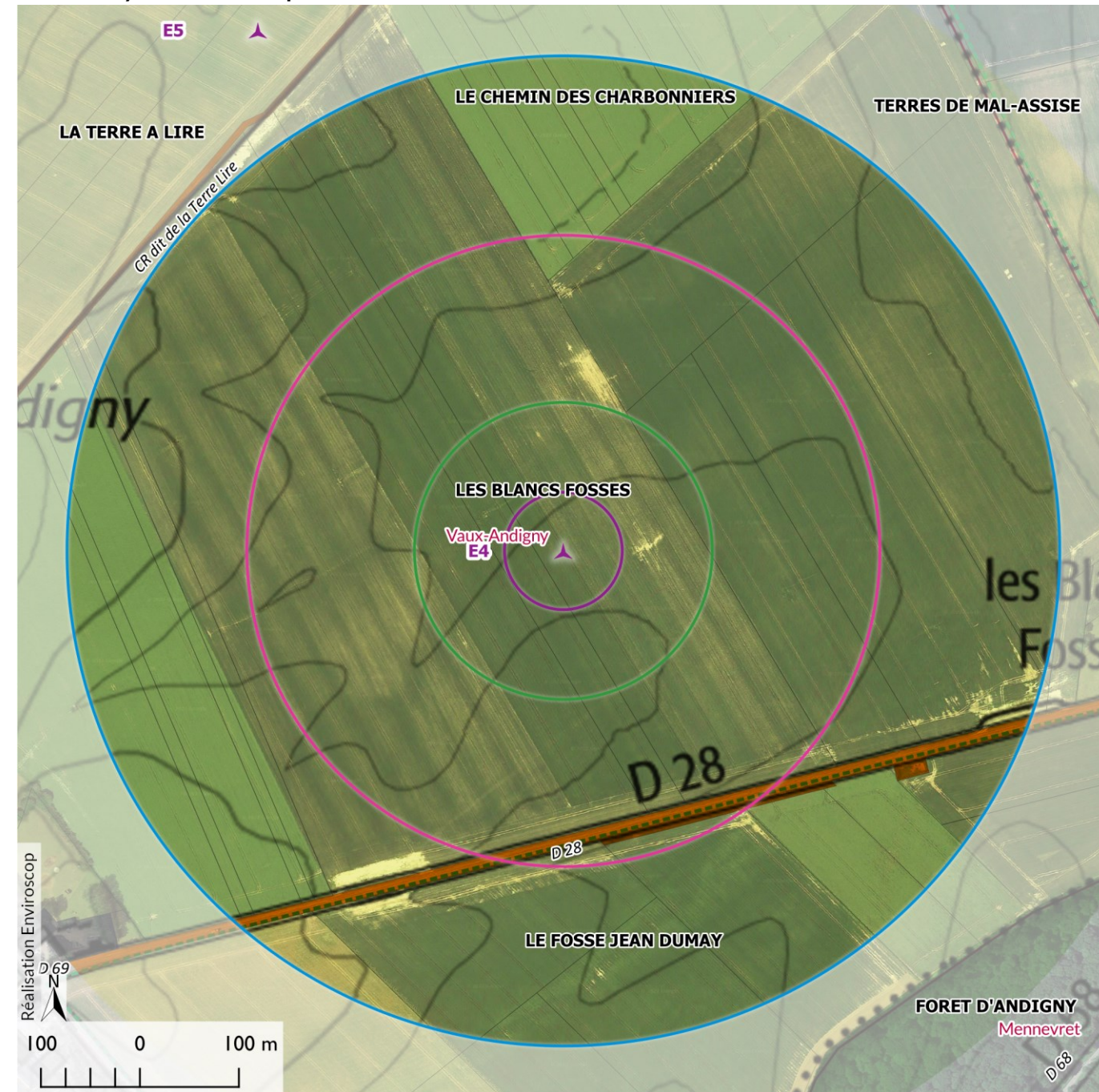
Carte 6 : Synthèse des risques de l'éolienne E3



- | | | |
|---|---------------------|--------------------------------|
| Aire d'étude de danger | Projet | Occupation des sols |
| Chute de Glace ou d'éléments (zone de survol) | Projet | Parcelle agricole |
| Effondrement de l'éolienne (hauteur totale de l'éolienne) | Limite communale | Route non structurante, chemin |
| Projection de morceaux de glace (1,5 *(H+2R)) | Parcelle cadastrale | |
| Projection de pale ou de fragment (zone de 500 m) | | |

Évènement	Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection de pale ou de fragment	Projection de glace
Zone d'effet	Ruine (150 m)	Survol (59,3 m)	Survol (59,3 m)	500 m	312,75 m
Cinétique	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide
Probabilité	type "D"	type "A"	type "C"	type "D"	type "B"
Intensité exposition	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
Personnes exposées	0,707	0,110	0,110	7,854	3,073
Niveau de gravité	Modéré	Modéré	Modéré	Sérieux	Sérieux
Niveau de risque	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable

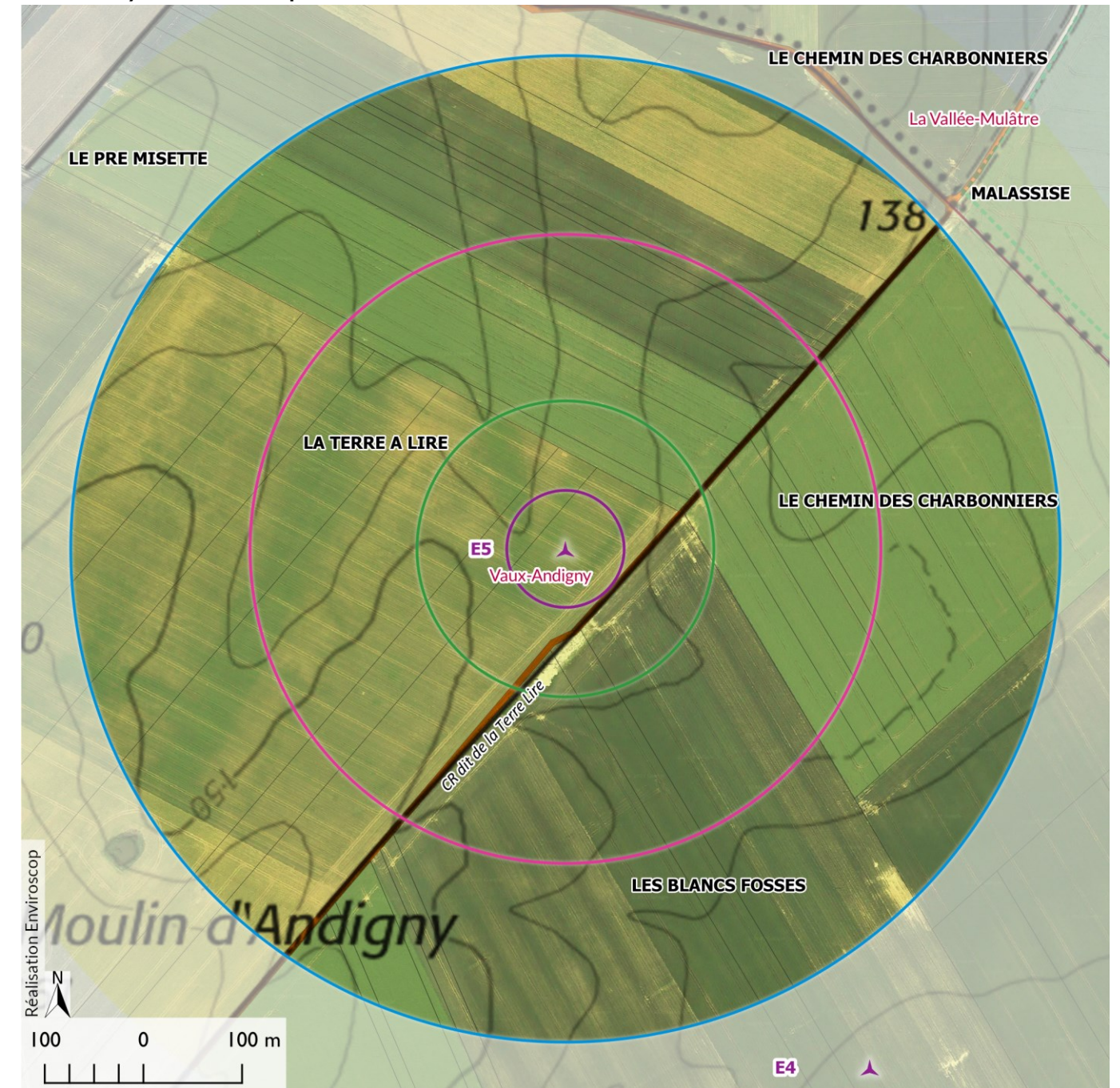
Carte 7 : Synthèse des risques de l'éolienne E4



- | | | |
|---|---------------------|--------------------------------|
| Aire d'étude de danger | Projet | Occupation des sols |
| Chute de Glace ou d'éléments (zone de survol) | Projet | Parcelle agricole |
| Effondrement de l'éolienne (hauteur totale de l'éolienne) | Limite communale | Route non structurante, chemin |
| Projection de morceaux de glace (1,5 *(H+2R)) | Parcelle cadastrale | Promenade |
| Projection de pale ou de fragment (zone de 500 m) | | |

Évènement	Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection de pale ou de fragment	Projection de glace
Zone d'effet	Ruine (150 m)	Survol (59,3 m)	Survol (59,3 m)	500 m	312,75 m
Cinétique	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide
Probabilité	type "D"	type "A"	type "C"	type "D"	type "B"
Intensité exposition	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
Personnes exposées	0,707	0,110	0,110	7,854	3,073
Niveau de gravité	Modéré	Modéré	Modéré	Sérieux	Sérieux
Niveau de risque	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable

Carte 8 : Synthèse des risques de l'éolienne E5



- | | | |
|---|---------------------|--------------------------------|
| Aire d'étude de danger | Projet | Occupation des sols |
| Chute de Glace ou d'éléments (zone de survol) | Projet | Parcelle agricole |
| Effondrement de l'éolienne (hauteur totale de l'éolienne) | Limite communale | Route non structurante, chemin |
| Projection de morceaux de glace (1,5 *(H+2R)) | Parcelle cadastrale | |
| Projection de pale ou de fragment (zone de 500 m) | | |

Évènement	Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection de pale ou de fragment	Projection de glace
Zone d'effet	Ruine (150 m)	Survol (59,3 m)	Survol (59,3 m)	500 m	312,75 m
Cinétique	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide
Probabilité	type "D"	type "A"	type "C"	type "D"	type "B"
Intensité exposition	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
Personnes exposées	0,707	0,110	0,110	7,854	3,073
Niveau de gravité	Modéré	Modéré	Modéré	Sérieux	Sérieux
Niveau de risque	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable

E. DESCRIPTION DES PRINCIPALES MESURES DE RISQUES

Tout d'abord, il est important de rappeler que le choix de l'implantation a été conçu pour limiter les risques, dès la phase de conception.

De manière préventive, les éoliennes observent un recul des routes et des chemins ruraux.

Par ailleurs, les principales fonctions de sécurité, directes ou indirectes, permettant de réduire les risques d'accident lié à la **chute d'élément de l'éolienne** ou à la **chute de glace** sont les suivantes :

- **prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace** par un système de détection ou déduction de la formation de glace sur les pales de l'éolienne et par une procédure adéquate de redémarrage ;
- **prévenir l'atteinte des personnes** par la chute de glace par un panneautage sur le chemin d'accès de chaque éolienne ;
- **prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques** grâce à des capteurs de température des pièces mécaniques (définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes) aboutissant à la mise à l'arrêt ou bridage de la machine jusqu'à refroidissement ;
- **prévenir la survitesse** grâce à un système de détection de survitesse et un système de freinage ;
- **prévenir les courts-circuits** par une coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique ;
- **prévenir les effets de la foudre** par une mise à la terre et une protection des éléments de l'éolienne ;
- **protéger et intervenir contre les incendies** grâce à des 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. Un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle est également mis en place. Enfin, les services de secours locaux interviennent si nécessaire ;
- **prévenir et retenir les fuites** grâce à des détecteurs de niveau d'huiles au niveau de la génératrice et du transformateur notamment et des bacs de rétention intégrés. Une procédure d'urgence est également mise en place et utilise notamment des kits de dépollution ;
- **prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)** grâce à des contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides, joints, etc.) suivant un cahier des charges précis et grâce à des détecteurs de vibrations ;
- **prévenir les erreurs de maintenance** par une procédure de maintenance et une formation du personnel d'intervention adaptées ;
- **prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort** par le choix d'une classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Un système de détection et de prévention des vents forts et tempêtes est également mis en place. Il se traduit par l'arrêt automatique et la diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite.

F. CONCLUSION

L'étude de dangers permet de conclure à l'acceptabilité du risque généré par le Parc éolien des Fortes Terres. En effet, le risque associé à chaque événement redouté central étudié, quelle que soit l'éolienne considérée, est acceptable ; et ce malgré une approche probabiliste très conservatoire.

En effet, l'analyse détaillée des risques s'est portée sur un nombre réduit de scénarios, compte tenu d'une démarche préventive et proportionnée aux enjeux du site et de l'installation considérée.

Cette démarche tient compte de :

- l'environnement humain, naturel et matériel, qui ici ne présente que des enjeux réduits à l'utilisation des abords de chaque éolienne à des usages agricoles ou ponctuellement forestier, de la voirie non structurante (une route départementale et une voie communale dont les fréquentations sont inférieures à 2000 véh./jour pour une desserte locale), et un chemin pouvant être emprunté pour de randonnée de façon ponctuelle
- la nature de l'installation et de la réduction des potentiels de dangers à la source (éviter des secteurs à enjeux) ;
- la mise en place de mesures de sécurité pour répondre aux différents risques examinés (dispositions constructives et d'exploitation de maintenance et de risques notamment, en conformité avec la réglementation ICPE afférente et notamment l'arrêté du 26 août 2011 modifié).

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

- 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 ressort de cette étude de dangers que les mesures organisationnelles et les moyens de sécurité mis en œuvre dans le cadre du projet de Parc éolien des Fortes Terres, permettent de maintenir le risque, pour ces 5 phénomènes étudiés, à un niveau acceptable et ce pour chacune des 5 éoliennes, donc pour l'ensemble du parc.

L'étude de dangers décrit aussi les moyens de prévention et les moyens de protection présents sur le site afin soit de réduire la vraisemblance d'occurrence, soit de réduire ou de maîtriser les conséquences d'éventuels accidents. En effet, il est important de noter qu'en cas d'accident (exemple : incendie) ne pouvant être maîtrisé, des moyens de secours et d'alerte spécifiques seraient déclenchés.