

Résumé Non Technique - Etude de dangers du projet de parc éolien Nord N11

Département : Charente-Maritime (17)

Communes : Angliers, Longèves, Vérines



Maître d'ouvrage

Eoliennes d'Aunis 1 SAS



Réalisation de l'étude

ENCIS Environnement

Rédacteur : Séverine PATUREAU

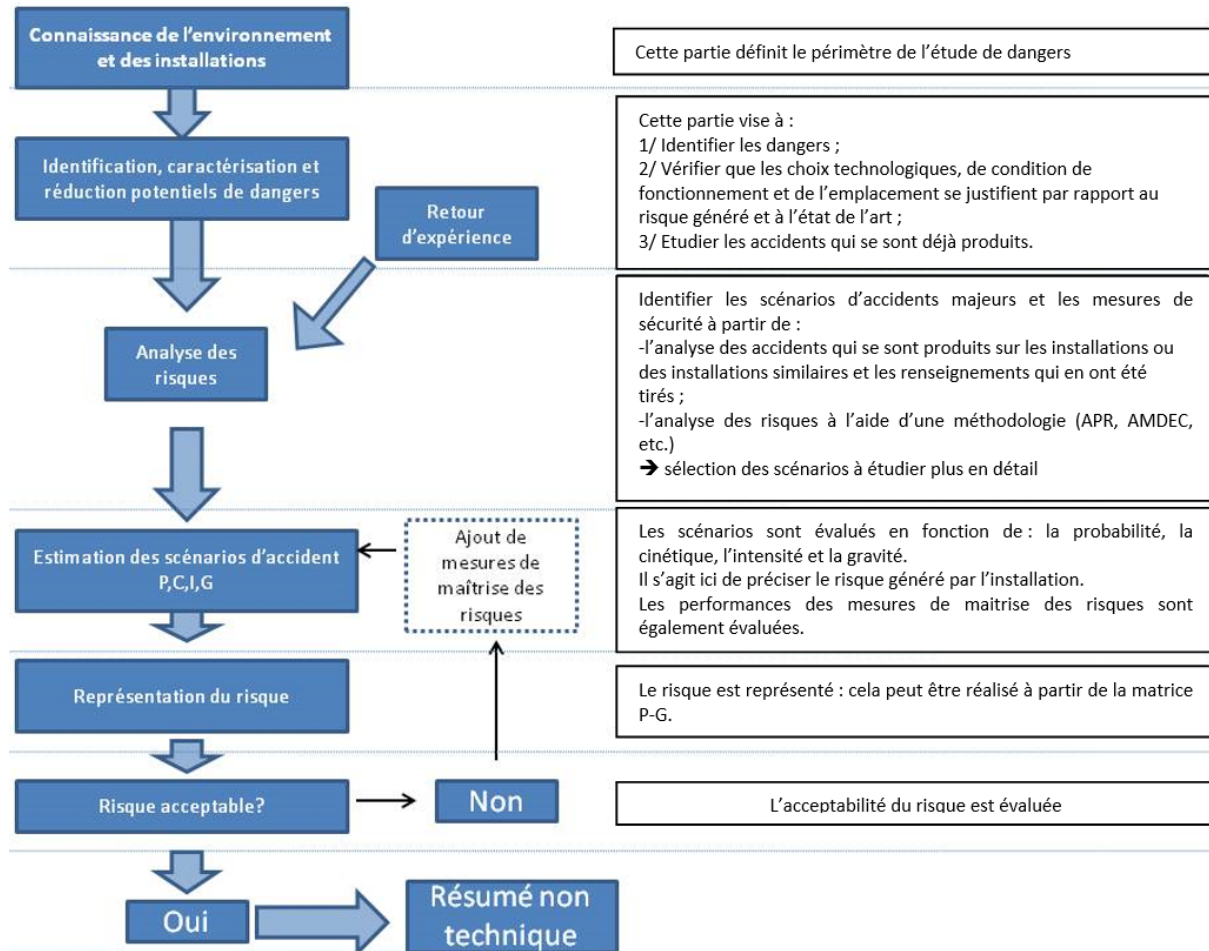
Indice	Etabli par	Corrigé par	Validé par	Commentaires et date
1	Séverine PATUREAU	Pierre-Alexandre PREBOIS	Pierre-Alexandre PREBOIS	Première émission Avril 2023
	SP	PAP	PAP	Rapport final Décembre 2023

SOMMAIRE

1.	ETAPES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS.....	4
2.	INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION	4
2.1.	Renseignements administratifs.....	4
2.2.	Localisation du site.....	5
2.3.	Définition de l'aire d'étude.....	7
3.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	8
3.1.	Environnement	8
3.2.	Cartographie de synthèse	9
4.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....	13
4.1.	Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	13
4.2.	Composition de l'installation	15
4.3.	Fonctionnement de l'installation.....	17
4.4.	Réduction des potentiels de dangers à la source	17
5.	CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	18
6.	SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	18
6.1.	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	18
6.2.	Synthèse de l'acceptabilité des risques	19
7.	CONCLUSION.....	25
	ANNEXES : DEFINITIONS	27

1. ETAPES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS

Le graphique ci-dessous synthétise les différentes étapes et les objectifs de l'étude de dangers :



2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

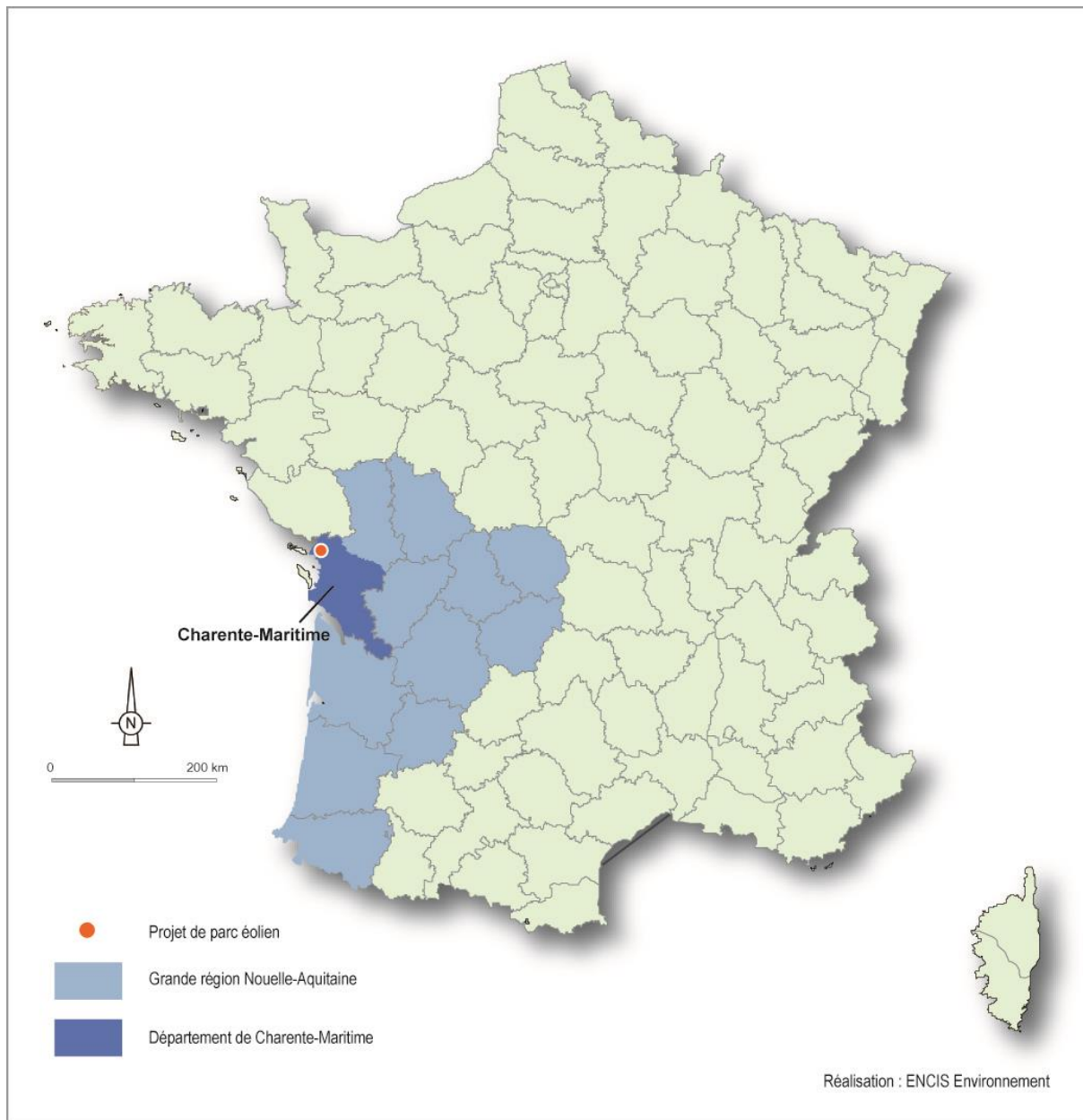
2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Le demandeur et l'exploitant du projet est :

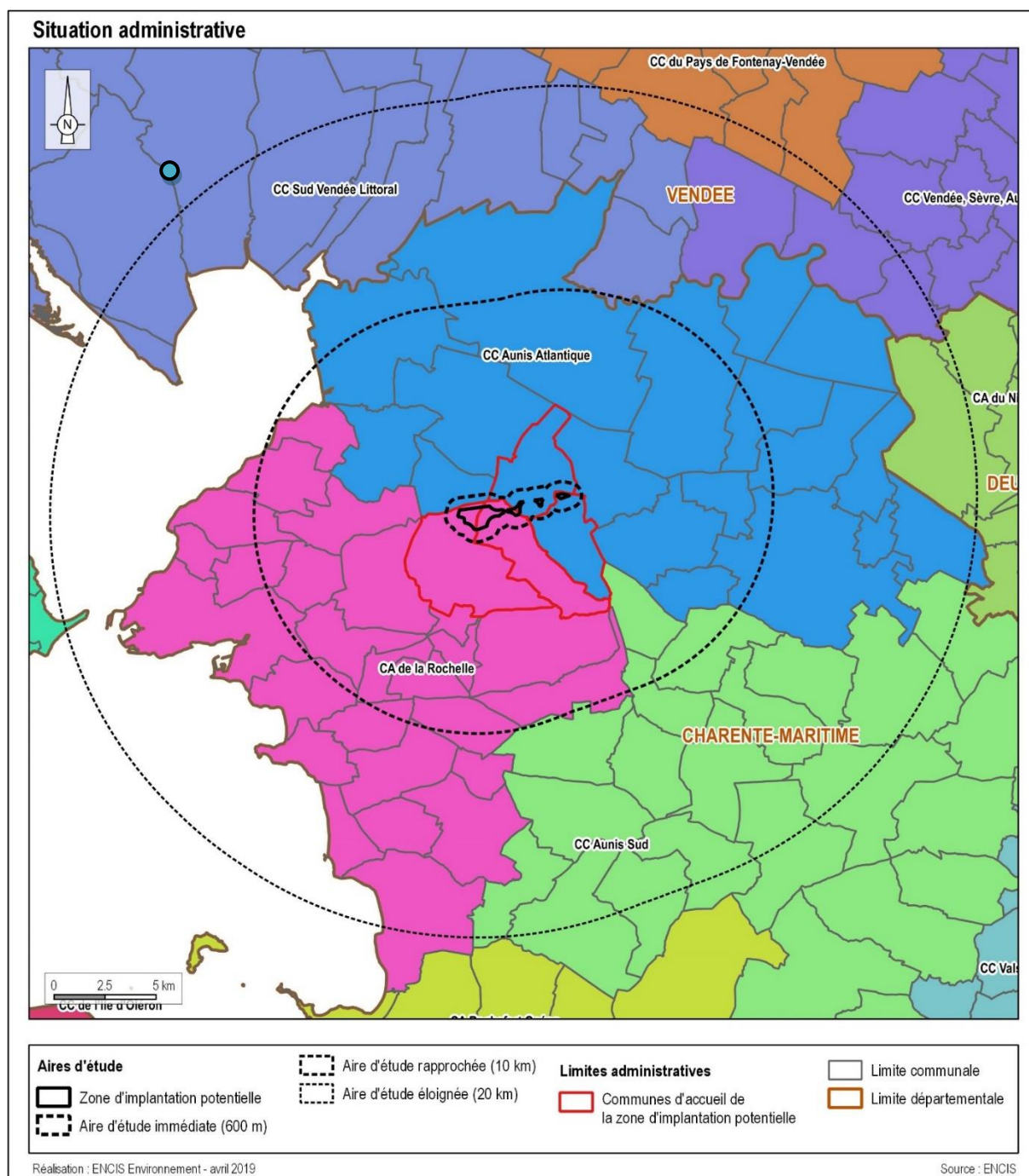
Eoliennes d'Aunis 1 SAS
Business center 4e étage
3 Avenue Gustave Eiffel - Téléport 1
86 360 CHASSENEUIL-DU-POITOU.

2.2. LOCALISATION DU SITE

Le site d'implantation du parc éolien est localisé en région Nouvelle-Aquitaine, dans le département de la Charente-Maritime, sur les communes d'Angliers, Longèves et Vérines.



Carte 1 : Localisation du site en France (Source : ENCIS Environnement)



Carte 2 : Localisation du site au sein des Etablissements Public de Coopération Intercommunale (EPCI)
(Source : ENCIS Environnement)

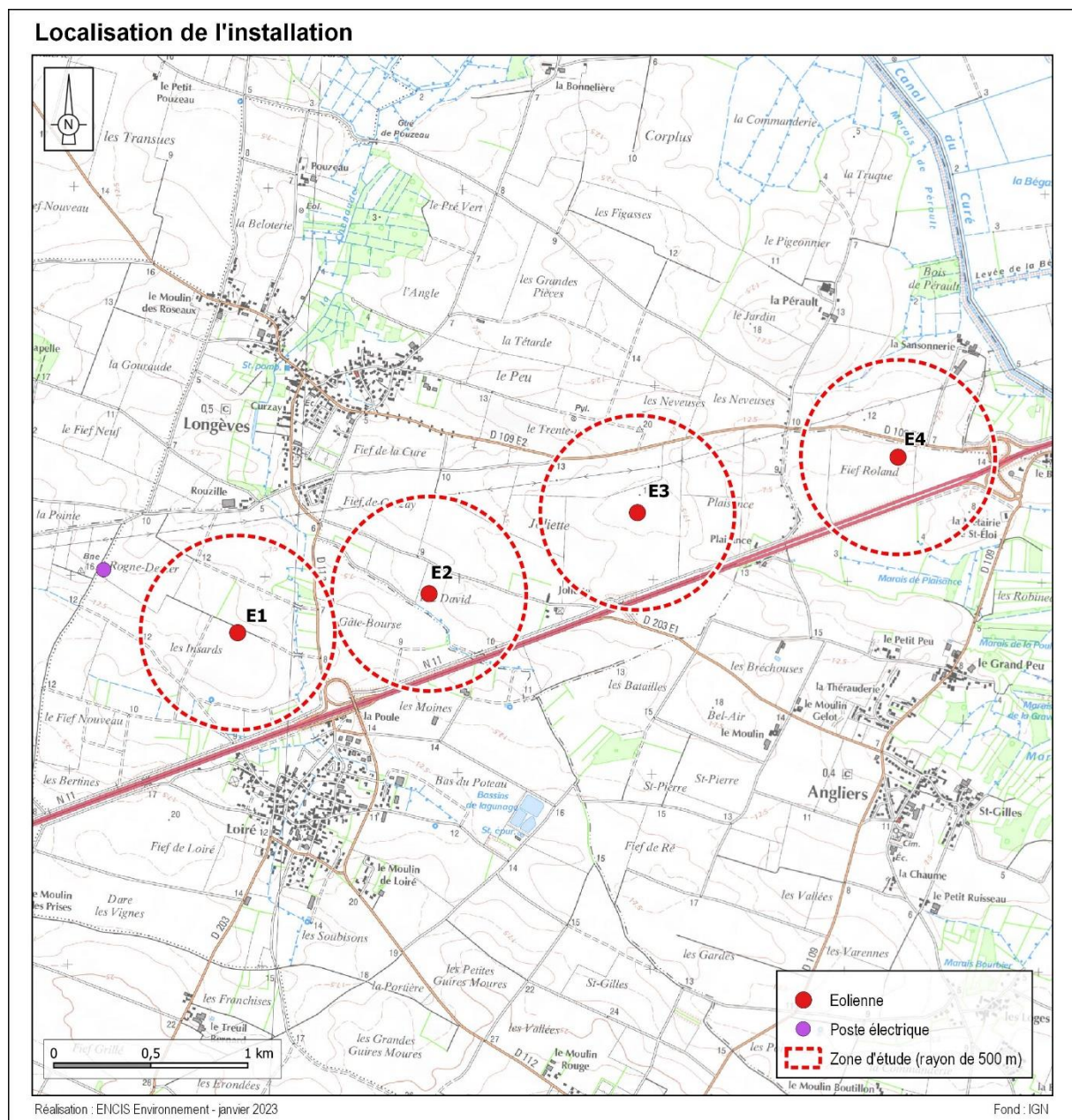
2.3. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

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 8.2.4 de l'étude de dangers.

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

Sera appelée dans la suite du document « zone d'étude » les aires d'étude des éoliennes, définies par un cercle de rayon inférieur ou égal à 500 m.



Carte 3 : Carte de situation de l'installation (Source : ENCIS Environnement)

3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

3.1. ENVIRONNEMENT

- Environnement humain :
 - Aucune habitation n'est présente dans la zone d'étude. Plusieurs hameaux sont toutefois situés de part et d'autre de cette zone. Les habitations les plus proches du projet se trouveront à 630 m du mât de l'éolienne E3 (hameau Joliette).
 - Il n'y a pas de zone destinée à l'habitat à moins de 500 m des éoliennes.
 - Aucun Etablissement Recevant du Public (ERP) n'est présent dans les limites de la zone d'étude.
 - Aucun bureau n'est situé à moins de 250 m des éoliennes.
 - Il existe des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sur les communes d'accueil des éoliennes, cependant la plus proche se trouve en limite du périmètre de 500 m de l'éolienne E2, au sud de la route N11. Il s'agit d'une casse automobile dont le bâtiment se trouve à 520 m de E2. Notons également la présence d'un autre parc éolien, dont la première éolienne est à plus de 700 m au nord de E3. Il s'agit d'une installation de 3 éoliennes de 3 MW chacune. Leur hauteur est de 150 m en bout de pale. Situé en dehors de la zone d'étude, le parc de Longèves en activité ne présente aucun danger vis-à-vis du parc Nord N11.
 - Aucun site « SEVESO » (seuil haut ou bas) ne se situe sur les communes concernées par le projet éolien.
 - Il n'y a pas d'installation nucléaire dans la zone d'étude ou à proximité, la centrale nucléaire la plus proche est celle du Blayais, à 110 km environ au sud du site éolien.
 - Les communes d'accueil du projet ne sont pas concernées par un Plan de Prévention des Risques technologiques (PPRt) aucun risque industriel majeur n'est donc présent
 - Notons la présence de la salle polyvalente l'Envol à un peu plus de 500 m au nord de l'éolienne E3 et dont une partie du parking est incluse dans l'aire d'étude.
 - Aucun bâtiment agricole n'est référencé au sein même de la zone d'étude, mais un se situe en limite de périmètre de E4. Par mesure de sécurité, l'espace extérieur de ce bâtiment sera considéré dans les enjeux.
- Environnement naturel :
 - ✓ Contexte climatique :
 - A la station de la Rochelle, la température moyenne annuelle est de 13°C. La température record minimale a été enregistrée en février 1956 et était de -13,6°C ; le record maximal a été de 39°C (juillet 1982).
 - Les précipitations enregistrées à la station de La Roche-sur-Yon sont de 880 mm/an.
 - D'après l'analyse de la rose des vents de la Roche-sur-Yon, les vents dominants suivent principalement un axe sud-ouest/nord-est.
 - ✓ Risques naturels :
 - D'après les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255, le site d'étude est en zone de sismicité 3 soit une probabilité d'occurrence des séismes modérée.
 - D'après la base de données du BRGM qui recense tous les mouvements de terrain, ce risque existe en Charente-Maritime. Les bases de données ne démontrent pas de mouvement de terrain connu sur le secteur d'étude, le plus proche se trouve à plus de 10 km du projet sur le littoral atlantique.
 - De plus, le site à l'étude n'est pas concerné par les cavités souterraines connue dans les bases de données.
 - La zone d'implantation des éoliennes est concernée par un risque « retrait-gonflement des argiles » nul à faible (source : georisques.gouv.fr).
 - Le site d'étude présente un nombre faible d'impacts estimé par Météorage à moins de 0,5 par km² par an sur la période 2000-2009. La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France, est de 1,54 arcs/km²/an.
 - La station de la Roche-sur-Yon a enregistré des vitesses de vent maximales de 44 m/s en décembre 1999.
 - Aucune commune de la zone d'étude n'est répertoriée à risque feux de forêts. Néanmoins, il sera nécessaire de suivre les recommandations du SDIS de Charente-Maritime.

- Selon le DDRM, l'Atlas des Zones Inondables des cours d'eau secondaires de Charente-Maritime référence un secteur inondable à proximité de l'éolienne E4, à une centaine de mètres au sud au niveau de la RN 11. Cet aléa est lié aux débordements possibles du canal du Curé qui passe plus à l'est de l'éolienne (> 700 m).
- le risque de remontée de nappe est nul pour E3, tandis que les trois autres éoliennes sont situées en « zones potentiellement sujettes aux inondations de cave ».
- **Environnement matériel :**
 - L'axe à caractère autoroutier ou route express passant le plus proche du site est la RN 11 qui longe les éoliennes par le sud. Au plus près, cette route passe à 250 m environ de E4 ; elle passe également au sein des périmètres de 500 m de E2 et de E3. Le comptage routier donné par le Département de Charente-Maritime pour 2017 sur cet axe est de 38 961 véhicules par jour (trafic moyen journalier annuel en 2018).
 - A une échelle plus fine, on note que la zone d'étude de 500 m est traversée par des routes communales et locales ainsi que par des chemins d'exploitation agricole.
 - Le site n'est pas concerné par le type de servitude ferroviaire, la voie ferrée la plus proche est à plus de 3 km à l'ouest du site.
 - Aucun cours d'eau navigable, aucun canal et écluse ne sont présents sur la zone d'étude.
 - Le projet éolien est en dehors des servitudes aéronautiques de dégagements et de couloirs aériens militaires et civiles
 - Aucune zone de vol privée ne se situe dans un périmètre de 2 km autour du site.
 - Les zones d'étude de E3 et E4 sont traversées à plusieurs endroits par une ligne Très Haute Tension 225 kv, respectivement à 220 m et 280 m.
 - Aucune canalisation de transport de gaz, d'hydrocarbures liquides ou de produits toxiques n'est incluse dans la zone d'étude.
 - Aucune station d'épuration n'est présente sur et aux alentours de la zone d'étude.
 - Aucune éolienne ne sera implantée dans un périmètre de protection de captage.
 - Un réseau d'adduction en eau potable enterré est présent, le long des routes.
 - Des réseaux d'irrigation sont probablement présents au sein des parcelles.
 - Aucun autre ouvrage public n'est situé dans la zone d'étude.
 - Il est à noter que le projet éolien prévoit la construction ex-nihilo d'un poste source privé implanté non loin de l'éolienne E1. Il est toutefois situé au-delà de 500 m de l'éolienne E1 et ne constitue pas un enjeu.

3.2. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE

En conclusion de ce chapitre de l'étude de dangers, la cartographie suivante permet d'identifier **dans la zone d'étude globale (500 m) puis dans les autres zones d'études¹** les enjeux humains exposés ainsi que la localisation des biens, infrastructures et autres établissements.

Biens, infrastructures et autres établissements

Dans la zone d'étude, nous avons recensé en tant qu'infrastructures :

- Les chemins d'exploitation (existants ou à créer) et plateformes du parc éolien ;
- Les chemins agricoles ;
- Les routes communales et locales ;
- La RN 11 ;
- La ligne électrique THT ;
- Le parking de la salle polyvalente Envol ;
- Les abords du bâtiment agricole au nord de E4 ;
- Le site extérieur de la casse automobile ;

¹ Voir parties 7 et 8 de l'étude de dangers pour la définition des scénarios et des zones d'étude

Enjeux humains

La méthode de comptage des enjeux humains est basée sur la fiche n°1 de la Circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers (voir annexe 1 de l'étude de dangers complète). Elle permet d'estimer le nombre de personnes susceptibles d'être rencontrées suivant les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) présents dans la zone d'étude. Elle permettra ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques.

Les enjeux humains pris en compte pour la route nationale 11 ont été estimés en fonction des données de comptage routier journalier du Département. Ces statistiques sont de 2018 et sont représentatives de la fréquentation de la route. La fréquentation de cette route est de 38 961 véhicules par jour en 2018, cette route est donc considérée comme structurante (fréquentation > à 2 000 véhicules / jour). La fiche n°1 de la Circulaire du 10 mai 2010 précise que l'estimation du réseau structurant se fait en comptabilisant 0,4 personne par kilomètre par tranche de 100 véhicules par jour. Ce sera le cas pour la RN 11.

A défaut d'avoir un comptage routier pour les autres routes communales et locales traversant la zone d'étude, nous pouvons logiquement considérer que ces réseaux supportent un trafic < 2 000 véhicules par jour. La fiche n°1 de la Circulaire du 10 mai 2010 précise que les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicules/jour) sont comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

Dans la zone d'étude, nous recensons des terrains non bâtis de plusieurs types :

- terrains non aménagés et très peu fréquentés : champs, prairies, bois, friches..., où l'on comptera 1 personne exposée par tranche de 100 ha ;
- terrains aménagés mais peu fréquentés : les voies de circulation non structurantes (telles que les routes communales et locales et les chemins agricoles), les plateformes et accès au parc éolien, le poste source privé et les abords du bâtiment agricole au nord de E4, où l'on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.
- terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés : le parking de la salle polyvalente Envol et le parking de la casse automobile, où l'on comptera 10 personnes à l'hectare.
- les enjeux pour la ligne THT située à proximité des éoliennes sont estimés à 1 personne pour la maintenance.

Les surfaces ont été calculées en utilisant un logiciel de SIG², tout en s'appuyant sur la cartographie au 1 : 25 000, le site géoportail pour les photos aériennes et le plan de masse fourni par le client. Ces données ont permis de calculer à un instant t les différentes répartitions des terrains non bâtis (dont les chemins empruntés par les véhicules agricoles). Des évolutions dans le futur peuvent avoir lieu et ne sont donc pas prises en compte.

² SIG : Système d'Information Géographique / logiciel utilisé : Qgis

Eolienne	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Enjeux humains (EH)	Enjeux humains totaux
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,782	1 pers/100 ha	0,768	0,944
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,758	1 pers/10 ha	0,176	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,203	1 pers/100 ha	0,762	106,220
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,097	1 pers/10 ha	0,110	
	Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés	1,240	10 pers/1 ha	12,400	
	Ligne électrique haute tension	-	Nombre de personnes max	1	
	Route nationale (voie structurante)	0,590	0,4 pers/km /100 véhicules	91,948	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,463	1 pers/100 ha	0,775	83,130
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,069	1 pers/10 ha	0,107	
	Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés	0,021	10 pers/1 ha	0,21	
	Ligne électrique haute tension	-	Nombre de personnes max	1	
	Route nationale 11 (voie structurante)	0,520	0,4 pers/km /100 véhicules	81,038	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,558	1 pers/100 ha	0,776	142,133
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,982	1 pers/10 ha	0,098	
	Ligne électrique haute tension	-	Nombre de personnes max	1	
	Route nationale (voie structurante)	0,900	0,4 pers/km /100 véhicules	140,260	

Tableau 1 : Enjeux humains totaux par éolienne

Enjeux humains à protéger



Réalisation : ENCIS Environnement - Mars 2023

Source : IGN

Carte 4 : Synthèse des enjeux totaux à protéger (Source : ENCIS Environnement)

4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

4.1. 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 »
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le poste source
- Un poste source électrique concentrant l'électricité des éoliennes et permettant d'élever le niveau de tension pour l'évacuer vers le réseau public de transport d'électricité au niveau du point d'injection. Le poste électrique permet également de comptabiliser la production.
- Un réseau de chemins d'accès
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

❖ Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens du l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
 - le système de freinage mécanique ;
 - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
 - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
 - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

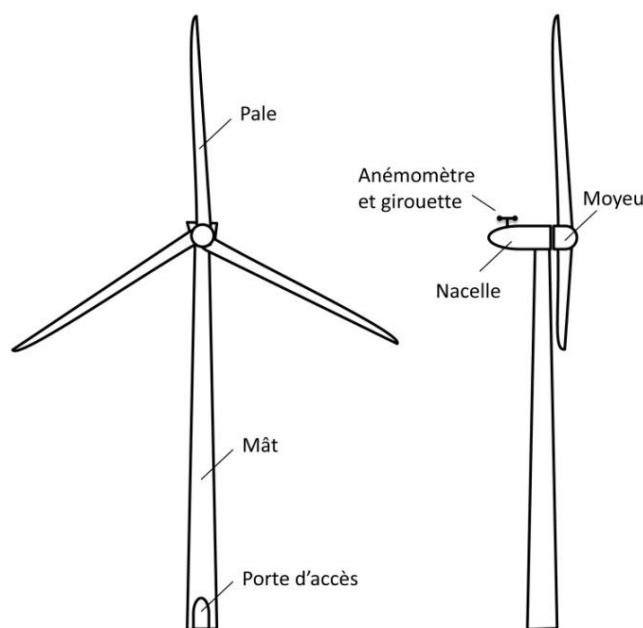


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

❖ Emprise 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** 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.
- **Les virages (pans coupés)** permettent aux camions de transport des composants des éoliennes de manœuvrer. Il est nécessaire que les virages respectent un certain rayon de courbure, calculé selon le type d'éolienne.

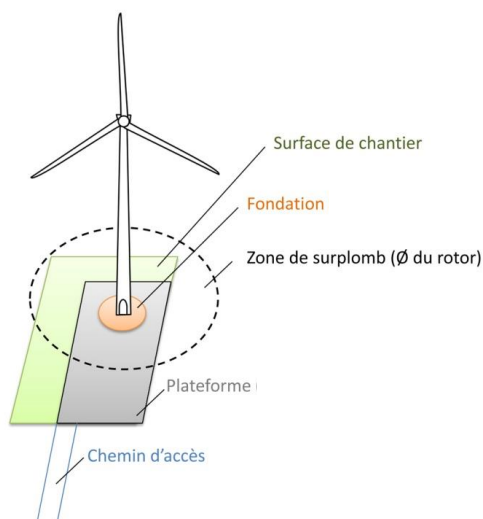


Figure 2 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

❖ Chemins d'accès

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

- ✓ L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants ;
- ✓ Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles agricoles.

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

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

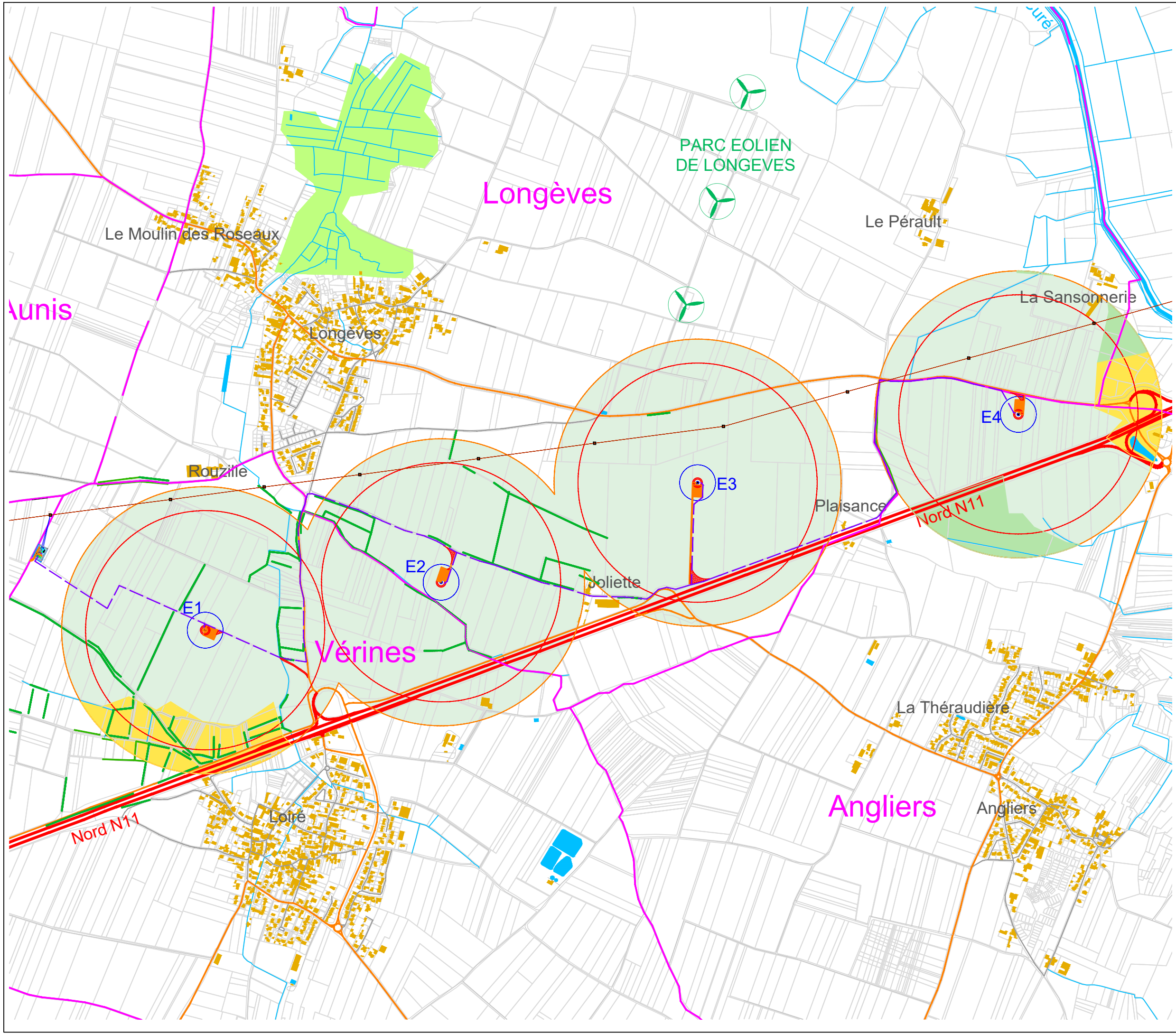
4.2. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien est composé de 4 aérogénérateurs et d'un poste électrique. Les éoliennes auront une hauteur de moyeu de 125 m et un diamètre de rotor de 150 mètres. La hauteur totale est donc de 200 m. Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de source :

EOLIENNE	Commune	Section	Altitude au sol	Hauteur	Altitude NGF en bout de pale	Lambert 93	
						X	Y
E1	Vérines	ZN10	11 m	200 m	211 m	391 994	6 576 418
E2	Longèves	ZH52	9 m	200 m	209 m	392 979	6 576 618
E3	Longèves	ZK5	18 m	200 m	218 m	394 051	6 577 035
E4	Angliers	ZK18	7 m	200 m	207 m	395 393	6 577 321
Poste électrique	Vérines	ZA109	13 m	Maximum 10 m*	-	391 304	6 576 743

*Hauteur portique

Tableau 2 : Coordonnées des éoliennes et du poste électrique



Projet éolien NordN11

Plan d'ensemble

EOLIENNES D'AUNIS 1

LEGENDE

- Eolienne : emprise du mât et du rotor
- Fondation et zone d'excavation
- Aire de grutage et chemin : aménagements définitifs
- Pan coupé et accès : aménagements temporaires
- Dimensions en mètres
- Limites communales
- Raccordement électrique enterré des éoliennes
- Distance de 500m depuis l'axe des éoliennes
- Distance de 600m de l'axe des éoliennes
- Haie bocagère

Occupation des sols(Corine Land Cover)

- Tissu urbain discontinu
- Terres arables hors périmètre d'irrigation
- Systèmes culturaux et parcellaires complexes
- Prairies



Date:	Déc. 2023
Echelle:	1/15000
Plan:	DDAU_Ens

4.3. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

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 donnée (environ 2 m/s), et c'est seulement à partir de la vitesse de couplage au réseau que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne, comme son nom l'indique, plus rapidement. 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 la vitesse minimale nécessaire à la production maximale, on parle de production nominale.

L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, dépasse la vitesse maximale de fonctionnement, l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- le second par un frein mécanique sur l'arbre rapide de transmission à l'intérieur de la nacelle.

Caractéristiques :

- Vitesse de couplage au réseau : 3 m/s ;
- Vitesse nécessaire à la production maximale : 13 m/s ;
- Vitesse de mise en drapeau : 26 m/s

4.4. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

Le porteur de projet a effectué plusieurs choix techniques au cours de la conception du projet afin de réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Il a été choisi par le porteur de projet de respecter un éloignement d'au minimum 610 m autour des habitations, comparé au 500 m réglementaire issu de la Loi Grenelle II ; de plus, l'analyse des servitudes qui grèvent le terrain et les réponses transmises par les différents services administratifs consultés ont participé au choix de localisation, de définition de l'aire d'étude et de l'implantation des éoliennes.

Le contexte essentiellement agricole de l'environnement du projet et l'absence d'autres sources de dangers à proximité (ICPE SEVESO, ...) réduit les possibilités de mise en œuvre d'autres actions préventives.

Pour ce projet, la réduction des potentiels de danger à la source est donc principalement intervenue par le choix d'aérogénérateurs fiables, disposant de systèmes de sécurité performants et conformes à la réglementation en vigueur.

5. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

6. SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

6.1. TABLEAUX DE SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Les tableaux regrouperont les éoliennes qui ont le même profil de risque.

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 200 m	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée
Chute de glace	Zone de survol 75 m	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol 75 m	Rapide	Exposition forte	C	Sérieuse
Projection de pale ou de morceau de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée pour E1, Catastrophique pour E2 et E4 Importante pour E3
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne 412,5 m	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée pour E1, et E2 Sérieuse pour E3 et E4

Tableau 3 : Paramètres de risques

6.2. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

Enfin, la dernière étape de l'étude détaillée des risques consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés.

Pour conclure à l'acceptabilité, 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.

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique		Projection de pale ou de fragment de pale pour E2 et E4			
Important		Projection de pale ou de fragment de pale pour E3			
Sérieux			Chute d'élément de l'éolienne	Projection de glace pour E3 et E4	
Modéré		Projection de pale ou de fragment de pale pour E1 Effondrement de l'éolienne		Projection de glace pour E1 et E2	Chute de glace

Légende de la matrice :

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

Tableau 4 : Matrice de criticité

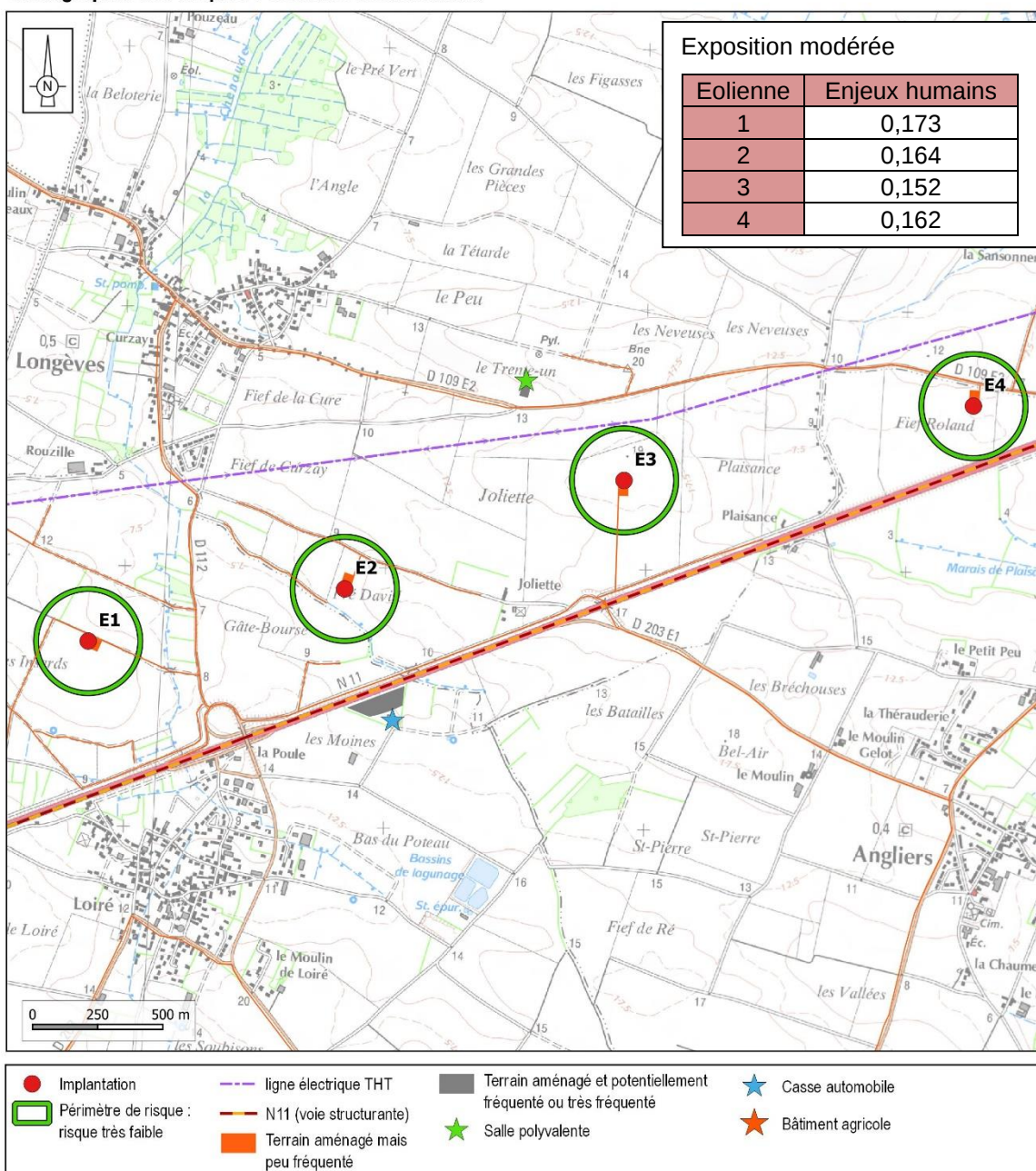
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- quatre types d'accident (chute de glace, chute d'élément, projection de glace pour E3 et E4 et projection de pale ou de fragment de pale pour E2, E3 et E4) figurent en case jaune. Il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 de l'étude de dangers sont mises en place.

Le niveau de risque pour chaque scénario et pour chaque éolienne est jugé comme acceptable.

Les cartographies suivantes présentent pour chaque scénario et chaque éolienne la zone d'effet, les enjeux identifiés, l'intensité des phénomènes dangereux et le nombre de personnes exposées.

Cartographie des risques : scenario effondrement

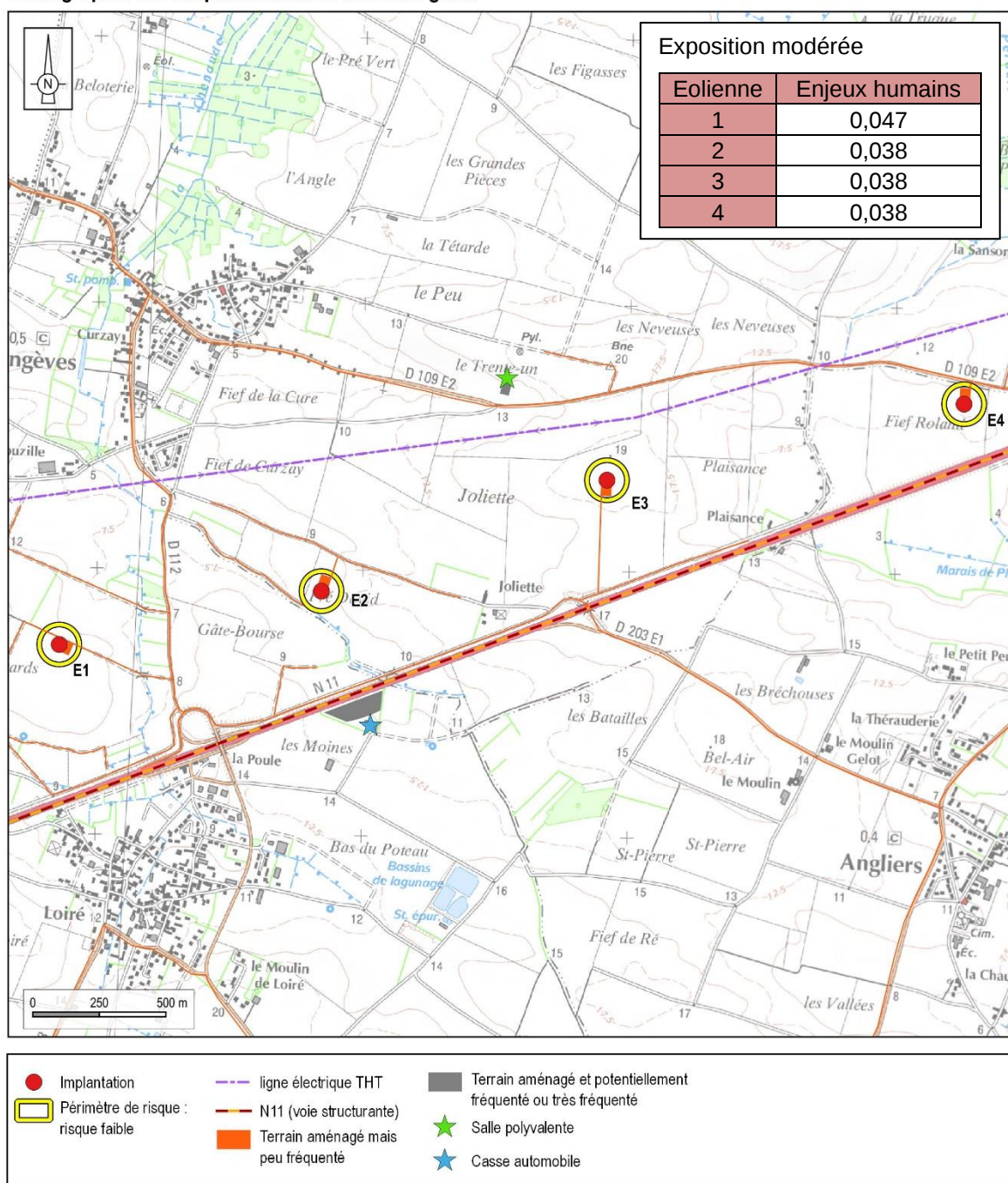


Réalisation : ENCIS Environnement - mars 2023

Source : IGN

Carte 6 : Cartographie des risques – scenario : effondrement (Source : ENCIS Environnement)

Cartographie des risques : scenario chute de glace

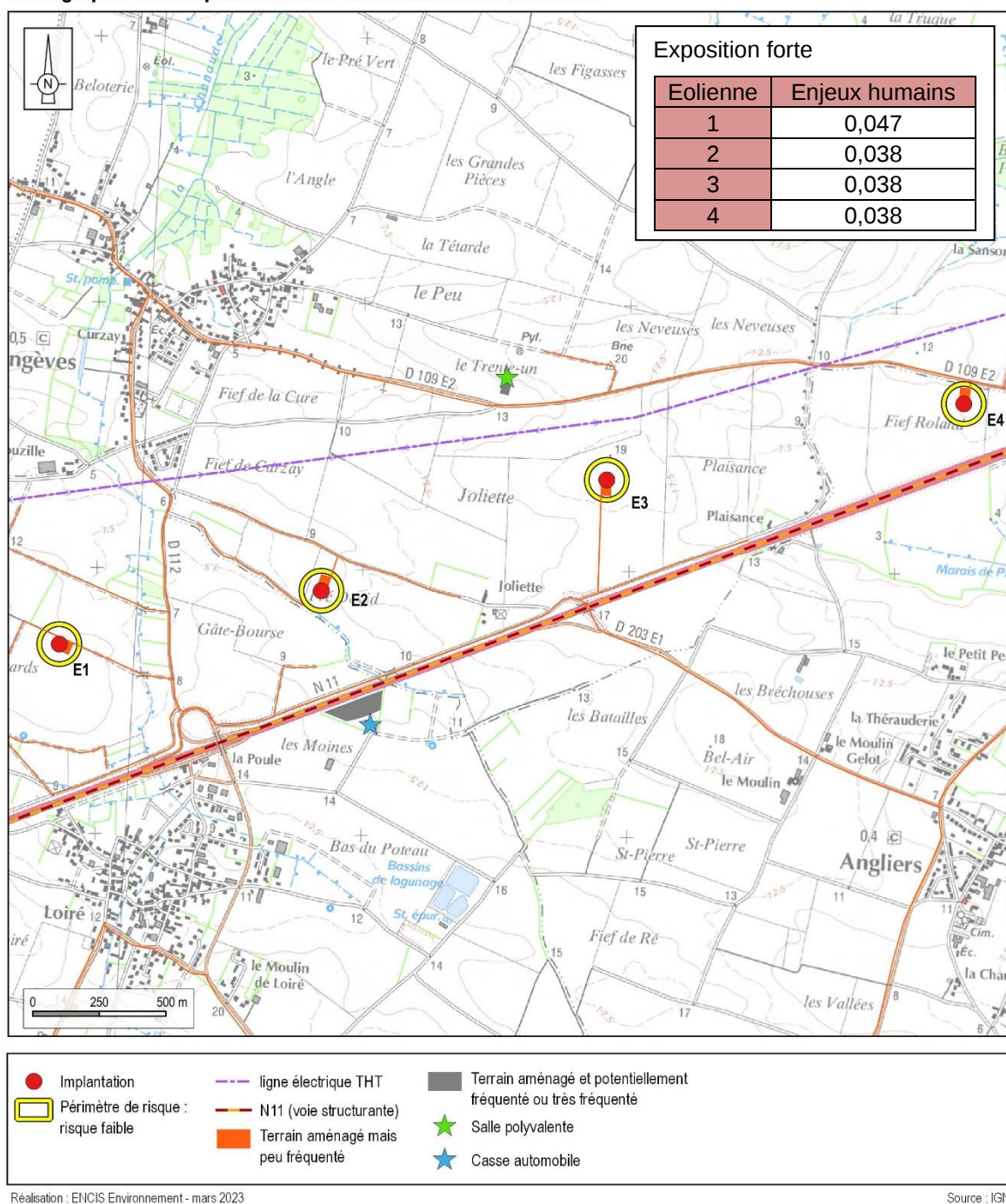


Réalisation : ENCIS Environnement - mars 2023

Source : IGN

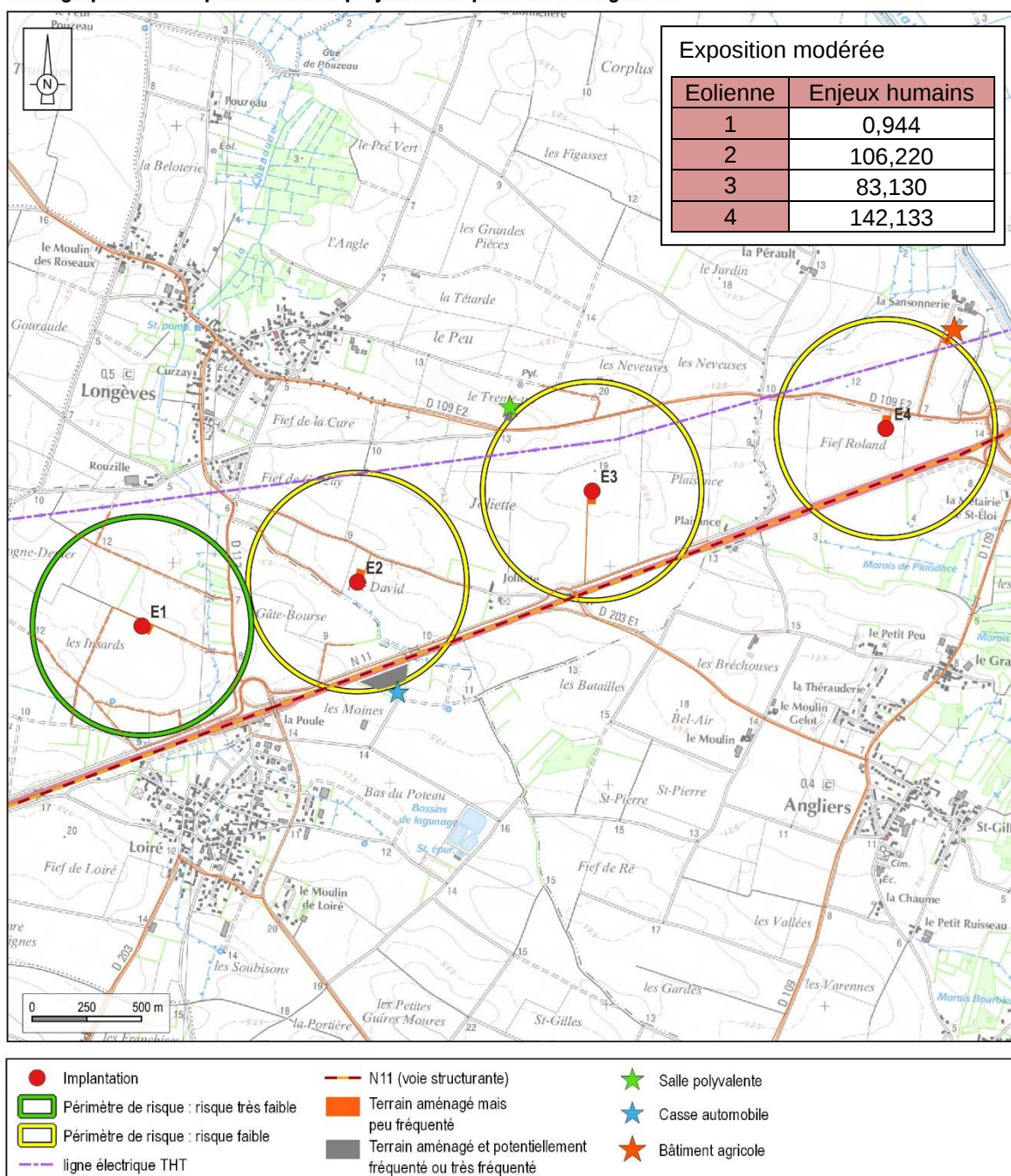
Carte 7 : Cartographie des risques – scenario : chute de glace (Source : ENCIS Environnement)

Cartographie des risques : scenario chute d'éléments d'éolienne



Carte 8 : Cartographie des risques – scenario : chute d'éléments (Source : ENCIS Environnement)

Cartographie des risques : scenario projection de pales ou de fragments

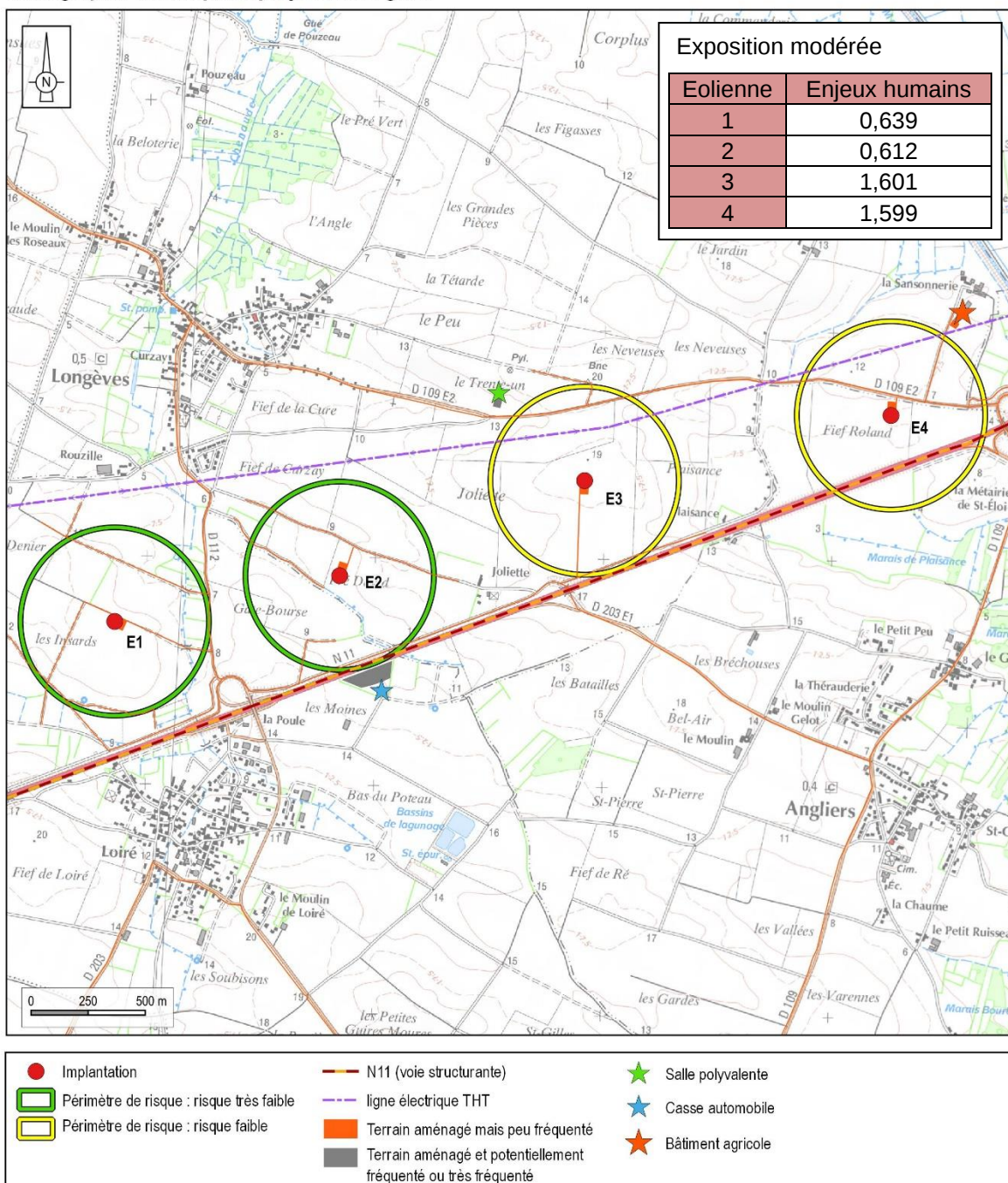


Réalisation : ENCIS Environnement - mars 2023

Source : IGN

Carte 9 : Cartographie des risques – scenario : projection d'élément (Source : ENCIS Environnement)

Cartographie des risques : projection de glace



Réalisation : ENCIS Environnement - mars 2023

Source : IGN

Carte 10 : Cartographie des risques – scénario : projection de glace (Source : ENCIS Environnement)

7. CONCLUSION

Suite à l'analyse menée dans cette étude de dangers, il ressort cinq accidents majeurs identifiés :

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

Pour chaque scénario, une probabilité a été calculée et une gravité donnée. Il en ressort que les risques sont très faibles (effondrement de l'éolienne, projection de pale ou de fragment de pale pour E1, projection de glace pour E1 et E2) et faibles (chute de glace, chute d'élément, projection de glace pour E3 et E4 et projection de pale ou de fragment de pale pour E2, E3 et E4), mais dans tous les cas acceptables.

Scénario	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	D	Modérée	Acceptable
Chute de glace	A	Modérée	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	C	Sérieuse	Acceptable
Projection d'éléments	D	Modérée pour E1, Catastrophique pour E2 et E4 Importante pour E3	Acceptable
Projection de glace	B	Modérée pour E1 et E2 Sérieuse pour E3 et E4	Acceptable

Tableau 5 : Synthèse des scénarios et des risques

L'exploitant, de par sa démarche en amont, a réussi à limiter les risques. En effet, il a choisi de s'éloigner des habitations et les distances aux différentes infrastructures (ERP, routes) sont suffisantes pour avoir un risque acceptable.

De plus, son installation est conforme à la réglementation en vigueur (arrêté du 26/08/2011 modifié relatif aux ICPE) et aux normes de construction.

Afin de garantir un risque acceptable sur l'installation, l'exploitant a mis en place des mesures de sécurité (voir tableau suivant) et a organisé une maintenance périodique (trois mois après le début de l'exploitation, puis tous les six mois).

Numéro de la fonction de sécurité	Fonction de sécurité	Mesures de sécurité
1	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.
2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées
3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement
4	Prévenir la survitesse	Détection de survitesse et système de freinage.
5	Prévenir les courts-circuits	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.
6	Prévenir les effets de la foudre	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur
7	Protection et intervention incendie	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
8	Prévention et rétention des fuites	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution
9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
10	Prévenir les erreurs de maintenance	Procédure maintenance
11	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 Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite
12	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	Inspection des équipements lors des maintenances planifiées Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes
13	Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau	Détection des défaillances du réseau électrique Batteries pour chaque système pitch Système d'alimentation sans coupure (UPS)

Tableau 6 : Mesure de sécurité

ANNEXES : DEFINITIONS

CINETIQUE

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.

INTENSITE

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13]).

On constate que les scénarios retenus au terme de l'analyse préliminaire des risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 [13] caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

Dans le cas de scénarios de projection, l'annexe II de cet arrêté précise : « *Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection, l'évaluation des effets de projection d'un phénomène dangereux nécessite, le cas échéant, une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant. Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, cette délimitation s'appuie sur une analyse au cas par cas proposée par l'exploitant* ».

C'est pourquoi, pour chacun des événements accidentels retenus (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), deux valeurs de référence ont été retenues :

- 5% d'exposition : seuils d'exposition très forte
- 1% d'exposition : seuil d'exposition forte

Le degré d'exposition est 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 modérée	Inférieur à 1 %

Les zones d'effets sont définies pour chaque événement accidentel comme la surface exposée à cet événement.

GRAVITE

Par analogie aux niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies dans le paragraphe précédent.

<i>Intensité</i> <i>Gravité</i>	<i>Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte</i>	<i>Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte</i>	<i>Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée</i>
« Désastreux »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 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 »

PROBABILITE

L'annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur :

<i>Niveaux</i>	<i>Echelle qualitative</i>	<i>Echelle quantitative (probabilité annuelle)</i>
A	Courant 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	Probable S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	Improbable 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	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

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

Il convient de noter que 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.

La probabilité d'accident est en effet le produit de plusieurs probabilités :

$$P_{\text{accident}} = P_{\text{ERC}} \times P_{\text{orientation}} \times P_{\text{rotation}} \times P_{\text{atteinte}} \times P_{\text{présence}}$$

P_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

$P_{\text{orientation}}$ = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

P_{rotation} = probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)

P_{atteinte} = probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation)

$P_{\text{présence}}$ = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

Dans le cadre des études de dangers des éoliennes, une approche majorante assimilant la probabilité d'accident (P_{accident}) à la probabilité de l'événement redouté central (P_{ERC}) a été retenue.