

Résumé Non Technique - Etude de dangers du projet de parc éolien Phenix

Département : Finistère (29)

Commune : Plomodiern



Maître d'ouvrage : Parc éolien de Phenix SARL

Société en charge du développement du projet :



**ERG Développement
France SAS**

Contact :

Yvonik GUEGAN

12 rue Alain Barbe Torte

44200 NANTES

Réalisation :

ENCIS Environnement

Rédacteur : Séverine PATUREAU

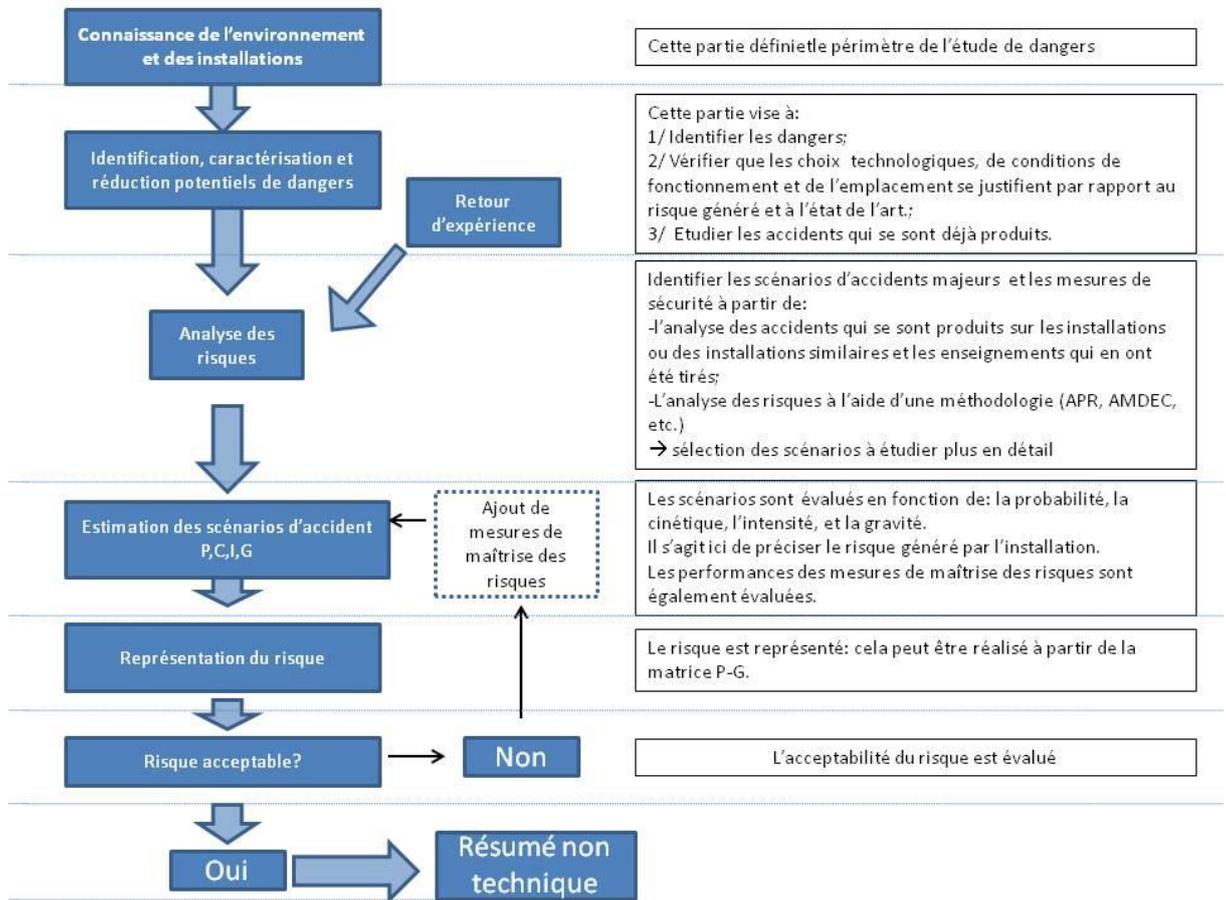
Indice	Etabli par	Corrigé par	Validé par	Commentaires et date
0	Séverine PATUREAU	Marine Gillot	Elisabeth GALLET-MILONE	Dossier finalisé 18/11/2020
				

SOMMAIRE

1.	ETAPES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS.....	4
2.	INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION.....	4
2.1.	Renseignements administratifs.....	4
	<i>Présentation d'énergieTEAM</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
2.2.	Localisation du site.....	5
2.3.	Définition de l'aire d'étude.....	6
3.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	8
3.1.	Environnement	8
3.2.	Cartographie de synthèse	9
4.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....	15
4.1.	Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	15
4.2.	Composition de l'installation	16
4.3.	Fonctionnement de l'installation.....	18
4.4.	Réduction des potentiels de dangers à la source	18
5.	CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	19
6.	SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	19
6.1.	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	19
6.2.	Synthèse de l'acceptabilité des risques	20
7.	CONCLUSION.....	26
	ANNEXES : DEFINITIONS	28

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 projet de repowering est développé par la société ERG pour le compte de la SARL Parc Eolien de Phenix qui sera la société dépositaire de la Demande d'Autorisation Environnementale du parc éolien.

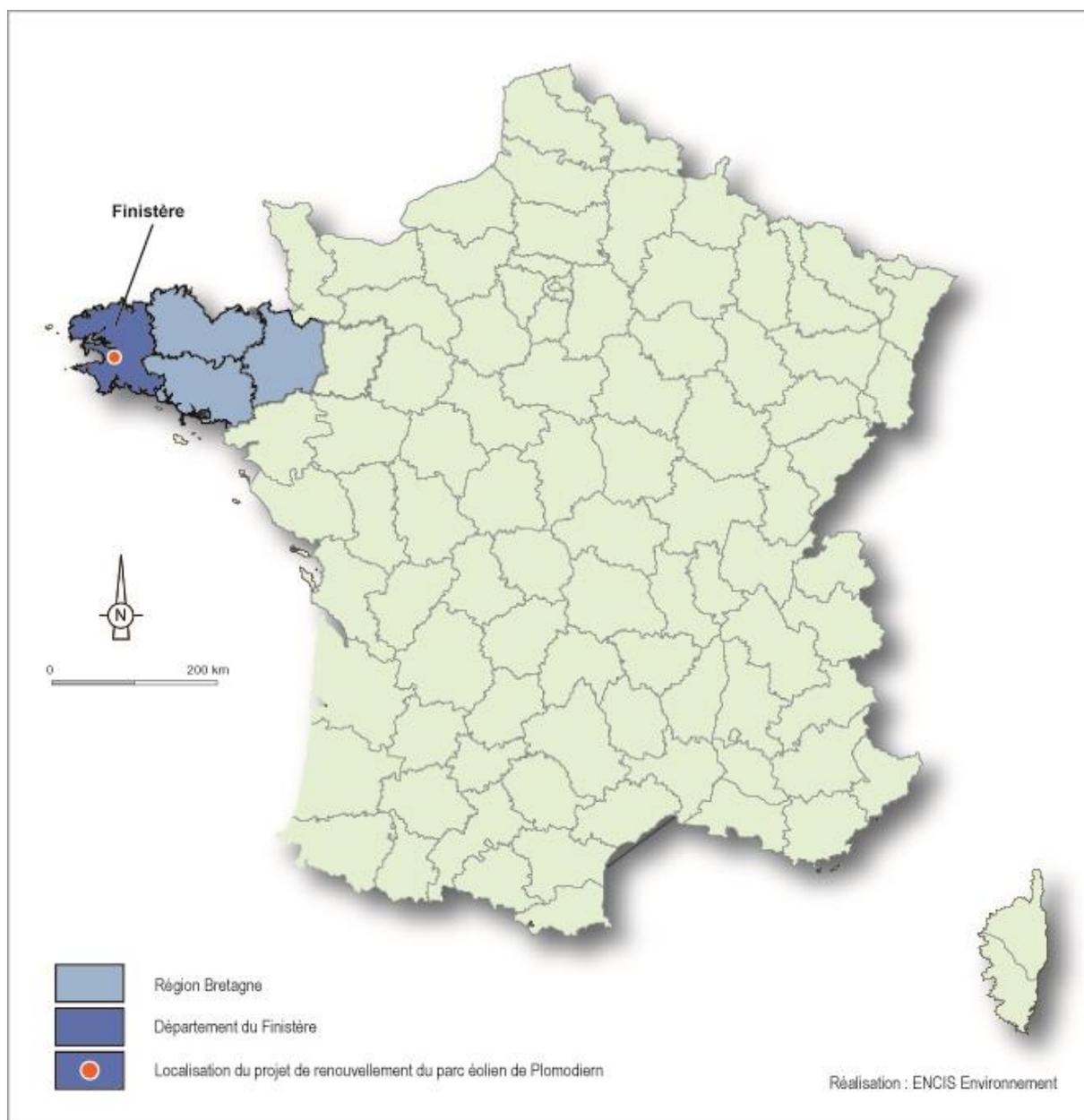
La SARL Parc Eolien de Phenix est détenue à 100% par la société IMPAX.

L'exploitant de ce parc n'a pas encore été désigné.

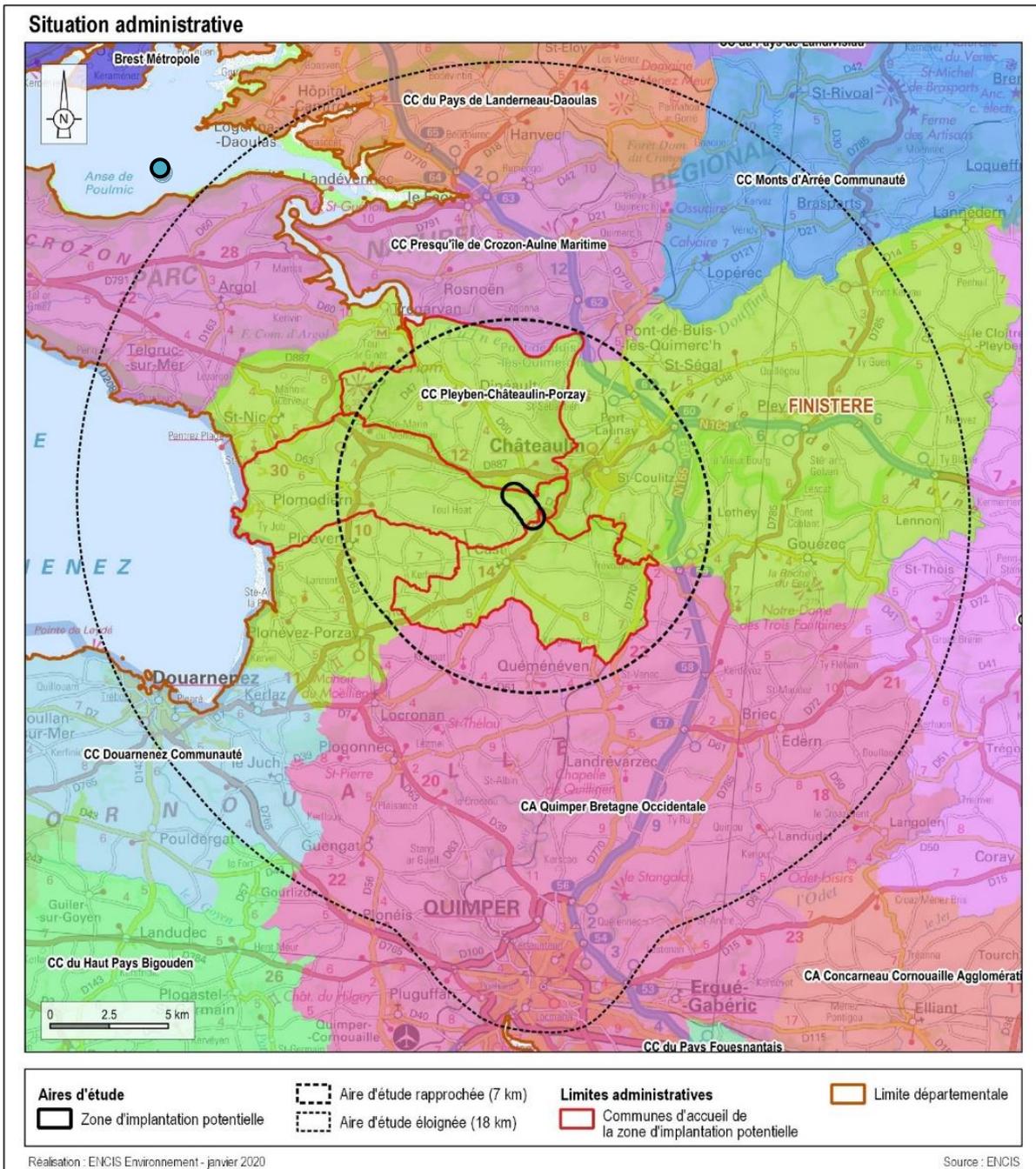
La réalisation de cette étude de dangers a été effectuée par Séverine PATUREAU, d'ENCIS Environnement.

2.2. LOCALISATION DU SITE

Le projet de repowering du parc éolien de Plomodiern est localisé sur la commune du même nom dans le département du Finistère (29), en région Bretagne.



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



Carte 2 : Localisation du site au sein de la Communauté de Communes Pleyben-Châteaulin-Porzay (Source : ENCIS Environnement)

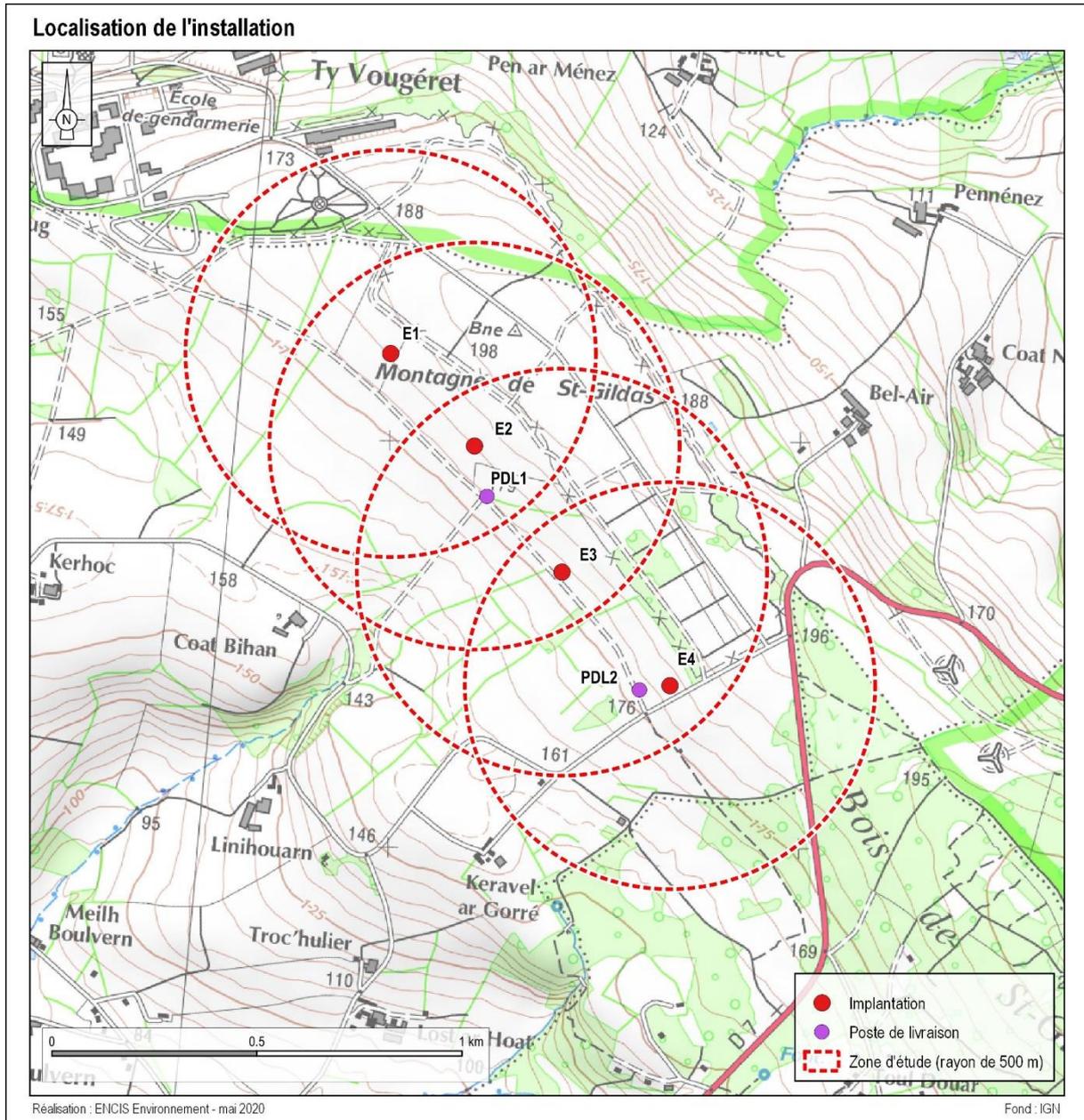
2.3. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

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 danger.

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

Seront appelées 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 ni zone constructible 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 sont localisées à environ 574,4 mètres (distance entre l'éolienne E4 et le hameau de Keravel ar Gorré). La zone constructible la plus proche est à 513,5 m de E4.
 - Un Etablissement Recevant du Public (ERP) est présent dans les limites de la zone d'étude ; il s'agit d'une partie du site d'une école de gendarmerie. Toutefois, aucun bâtiment d'enseignement ni de logement n'est compris dans la zone d'étude.
 - Hormis le parc Phenix actuellement en exploitation, il n'y a aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) dans la zone d'étude. Aucun établissement SEVESO n'est référencé sur la commune du projet ni les communes limitrophes.
 - Il n'y a pas d'installation nucléaire dans la zone d'étude ou à proximité, la plus proche se localise à Chinon, à plus de 425 km.
 - Aucun bâtiment agricole n'est recensé dans la zone d'étude. Mais d'autres activités y ont été répertoriées : des ruches (dans deux secteurs), une partie du site de l'école de gendarmerie, un terrain d'entraînement militaire, des chemins de randonnée.

Notons également pour information la présence d'une maison en ruine (brûlée), propriété de JMA, qui sera démolie, et d'un cabanon abandonné.

- Environnement naturel :
 - ✓ Contexte climatique :
 - A la station de Lanvéoc, la température moyenne annuelle est de 11,9°C.
 - Les précipitations enregistrées à la station de Lanvéoc sont de 1006,4 mm/an.
 - D'après l'analyse de la rose des vents de Saint-Ségal, les vents dominants viennent clairement de l'ouest.
 - ✓ Risques naturels :
 - D'après les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255, le site d'étude est en zone de sismicité 2 soit une probabilité d'occurrence des séismes faible.
 - D'après la base de données du BRGM qui recense tous les mouvements de terrain, le risque de mouvement de terrain existe en Finistère. Aucun mouvement de terrain n'a été recensé dans les 2,5 km.
 - De plus, le site à l'étude n'est pas concerné par les cavités souterraines (source : georisques.gouv.fr). La plus proche se trouve à environ 1 km.
 - La zone d'implantation des éoliennes est concernée par un risque « retrait-gonflement des argiles » majoritairement nul à faible (source : georisques.gouv.fr). Les éoliennes du projet sont en aléa nul.
 - Le nombre moyen d'impacts de foudre au sol par km² et par an est de moins de 0,5 pour la zone d'étude. La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France, est de 1,54 arcs/km²/an.
 - La station de Lanvéoc a enregistré des vitesses de vent maximales de 45 m/s en 1987.
 - La commune de Plomodiern n'est pas concernée par le risque incendie. Néanmoins, il est nécessaire de suivre les recommandations du SDIS Mayenne. On rappelle la présence de landes et de broussailles à proximité du site
 - Le site n'est pas concerné par un risque d'inondation par débordement de cours d'eau ni par un risque lié au littoral
 - D'après le BRGM, le risque de remontée de nappe est nul au droit du projet.
- Environnement matériel :
 - Une route départementale (D7) est présente au sein de la zone d'étude de 500 m. Des chemins sont également recensés.
 - Le site n'est pas concerné par le type de servitude ferroviaire, la voie ferrée la plus proche est à plus de 15 km à l'est du site.

- Aucun cours d'eau navigable, aucun canal et écluse ne sont présents sur la zone d'étude.
- Les éoliennes se situent toutes à l'intérieur du périmètre de coordination (20-30 km) des radars de Brest et Lanvéoc, et donc à moins de 70 km de plusieurs radars militaires. Une partie du projet est également concerné par la ZMT Troguiven (aire de protection utilisée pour l'entraînement au largage de personnels et de matériels à très basse altitude, de jour comme de nuit, à une hauteur inférieure à 150 m).
- Aucune zone de vol privée ne se situe dans un périmètre de 2 km autour du site.
- En ce qui concerne le secteur de vol libre public, le plus proche se situe au Ménez Hom soit à environ 7,5 km de la zone d'étude.
- La zone d'étude n'est pas concernée par les lignes Haute Tension (la plus proche est à 5 km de la zone d'étude). Quelques linéaires de réseaux aérien BT et d'une ligne HTA souterraine sont néanmoins recensés.
- 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.
- Aucun autre ouvrage public n'est situé dans la zone d'étude.

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 ;
- La route départementale D7 ;
- Les chemins d'exploitation / ruraux ;
- Des chemins de randonnée ;
- Les éoliennes en service du parc actuel Phenix et le poste de livraison associé ; toutefois, étant donné que ces éoliennes auront été démantelées, elles ne seront pas prises en compte dans l'étude,
- Un terrain d'entraînement militaire,
- Une partie du site de l'école de gendarmerie (aucun bâtiment d'enseignement ou de logement n'est concerné),
- Des ruches.

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 du présent document). 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 pris en compte pour la route départementale D7 traversant la zone d'étude ont été estimés en fonction des données de comptage routier journalier du Conseil Départemental du Finistère. Ces statistiques sont de 2015 et sont représentatives de la fréquentation des routes. La fréquentation de cette route est comprise entre 0 et 500 véhicules/jour. Cette route est donc considérée comme non structurante (fréquentation < à 2 000 / jour).

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

La fiche n°1 de la Circulaire du 10 mai 2010 précise que les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicule/jour) sont comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

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

- terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, bois, friches...), où l'on comptera 1 personne exposée par tranche de 100 ha,
- terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes telles que la D7, les chemins d'exploitation et ruraux, les plateformes...) où l'on comptera 1 personne par tranche de 10 ha,
- terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés où l'on comptera 10 personnes exposées par tranche de 1 hectare. Il a été choisi en concertation avec le maître d'ouvrage de classer dans cette catégorie les terrains appartenant à l'école de gendarmerie et le terrain d'entraînement militaire.

Pour les chemins de promenade de randonnée, nous compterons 2 personnes pour 1 km, en considérant que ces chemins sont peu fréquentés (moins de 100 promeneurs/jour en moyenne).

Pour les ruches, il a été convenu avec le porteur de projet de compter au maximum 1 personne venant s'en occuper.

Etant donné que lorsque le projet sera réalisé, il remplacera les éoliennes actuelles du parc de Plomodiern, il n'a pas été pris en compte les personnes assurant la maintenance du parc. Aucun enjeu également pour le cabanon abandonné ni la maison en ruine qui sera démolie.

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.

Scenario	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Enjeux humains (EH)	Enjeux humains totaux
Chute d'élément, chute de glace (rayon : 58,5 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	0,881	1 pers/100 ha	0,009	0,028
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,194	1 pers/10 ha	0,019	
Effondrement (rayon : 150 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	4,892	1 pers/100 ha	0,049	18,853
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,344	1 pers/10 ha	0,034	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	1,832	10 pers/ha	18,32	
	Chemin de randonnée	0,225	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	0,45	
Projection de glace (rayon : 312,75 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	20,076	1 pers/100 ha	0,201	101,743
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,619	1 pers/10 ha	0,0619	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	10,032	10 pers/ha	100,32	

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

	Chemin de randonnée	0,58	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	1,16	
Projection d'élément (rayon : 500 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	45,160	1 pers/100 ha	0,452	325,976
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,026	1 pers/10 ha	0,103	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	32,35	10 pers/ha	323,5	
	Chemin de randonnée	0,961	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	1,922	

Tableau 1 : Enjeux humains – éolienne E1

Scenario	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Enjeux humains (EH)	Enjeux humains totaux
Chute d'élément, chute de glace (rayon : 58,5 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	0,881	1 pers/100 ha	0,009	0,028
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,194	1 pers/10 ha	0,019	
Effondrement (rayon : 150 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,079	1 pers/100 ha	0,061	6,794
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,371	1 pers/10 ha	0,037	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	0,618	10 pers/ha	6,18	
	Chemin de randonnée	0,258	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	0,516	
Projection de glace (rayon : 312,75 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	20,275	1 pers/100 ha	0,203	98,090
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,792	1 pers/10 ha	0,079	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	9,66	10 pers/ha	96,6	
	Chemin de randonnée	0,604	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	1,208	
Projection d'élément (rayon : 500 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	46,224	1 pers/100 ha	0,462	313,540
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,213	1 pers/10 ha	0,121	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	31,099	10 pers/ha	310,99	

	Chemin de randonnée	0,983	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	1,966	
--	---------------------	-------	--	-------	--

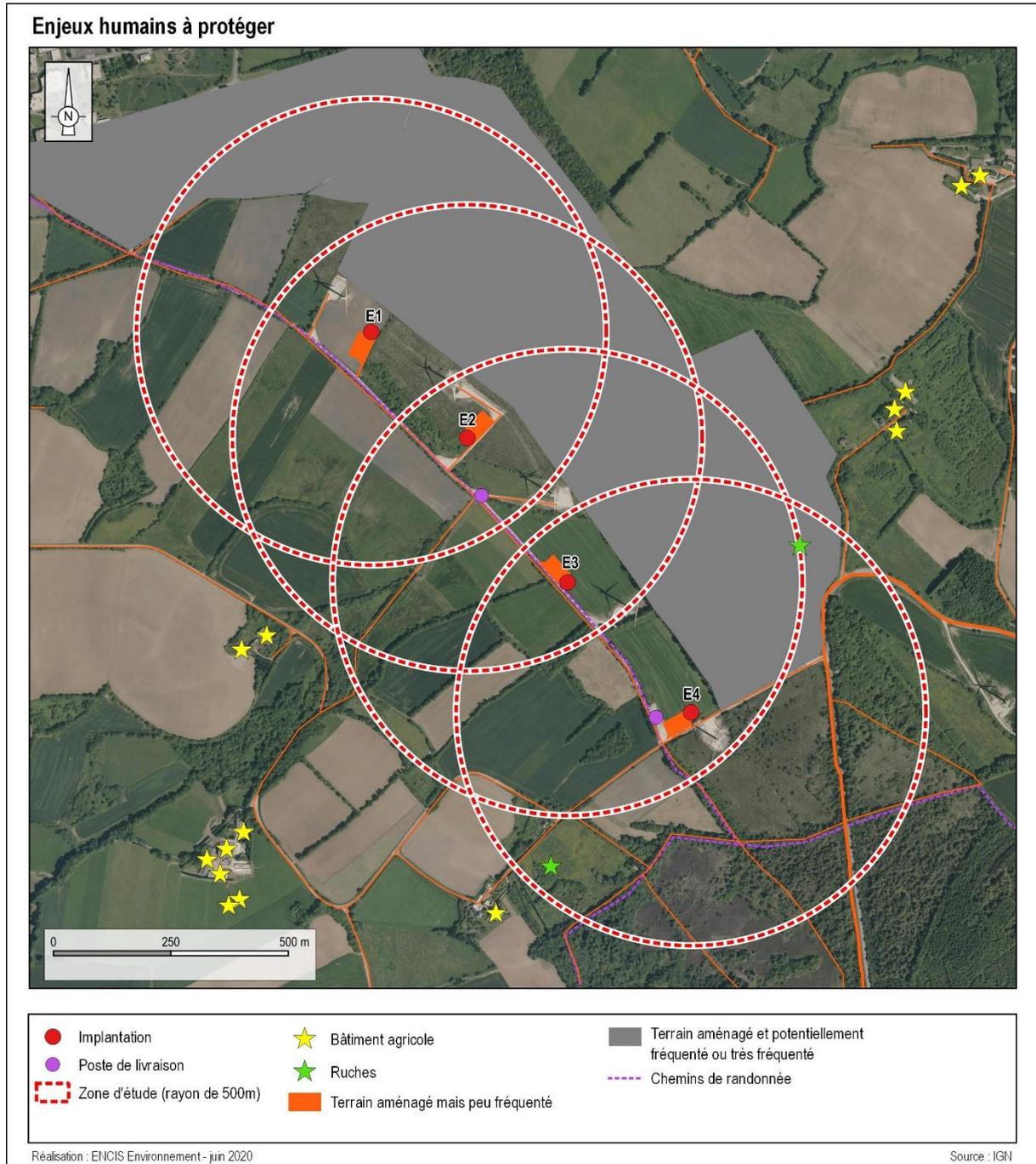
Tableau 2 : Enjeux humains – éolienne E2

Scenario	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Enjeux humains (EH)	Enjeux humains totaux
Chute d'élément, chute de glace (rayon : 58,5 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	0,876	1 pers/100 ha	0,009	0,253
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,199	1 pers/10 ha	0,020	
	Chemin de randonnée	0,112	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	0,224	
Effondrement (rayon : 150 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,41	1 pers/100 ha	0,064	4,409
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,286	1 pers/10 ha	0,029	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	0,372	10 pers/ha	3,72	
	Chemin de randonnée	0,298	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	0,596	
Projection de glace (rayon : 312,75 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	22,184	1 pers/100 ha	0,222	82,041
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,491	1 pers/10 ha	0,049	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	8,052	10 pers/ha	80,52	
	Chemin de randonnée	0,625	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	1,250	
Projection d'élément (rayon : 500 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	50,085	1 pers/100 ha	0,501	274,074
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,409	1 pers/10 ha	0,141	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	27,042	10 pers/ha	270,42	
	Ruches		1 personne par site	1	
	Chemin de randonnée	1,006	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	2,012	

Tableau 3 : Enjeux humains – éolienne E3

Scenario	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Enjeux humains (EH)	Enjeux humains totaux
Chute d'élément, chute de glace (rayon : 58,5 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	0,875	1 pers/100 ha	0,009	0,029
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,200	1 pers/10 ha	0,020	
Effondrement (rayon : 150 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	5,544	1 pers/100 ha	0,055	12,194
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,369	1 pers/10 ha	0,037	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	1,155	10 pers/ha	11,55	
	Chemin de randonnée	0,276	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	0,552	
Projection de glace (rayon : 312,75 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	23,111	1 pers/100 ha	0,231	70,230
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,788	1 pers/10 ha	0,079	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	6,828	10 pers/ha	68,28	
	Chemin de randonnée	0,82	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	1,64	
Projection d'élément (rayon : 500 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	59,983	1 pers/100 ha	0,600	171,632
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,983	1 pers/10 ha	0,198	
	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	16,57	10 pers/ha	165,7	
	Ruches (deux sites)		1 personne par site	2	
	Chemin de randonnée	1,567	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	3,134	

Tableau 4 : Enjeux humains – éolienne E4



Carte 4 : Synthèse des enjeux 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 (plateformes, raccordement électrique inter-éolienne, poste de livraison et chemins d'accès).

❖ Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

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.

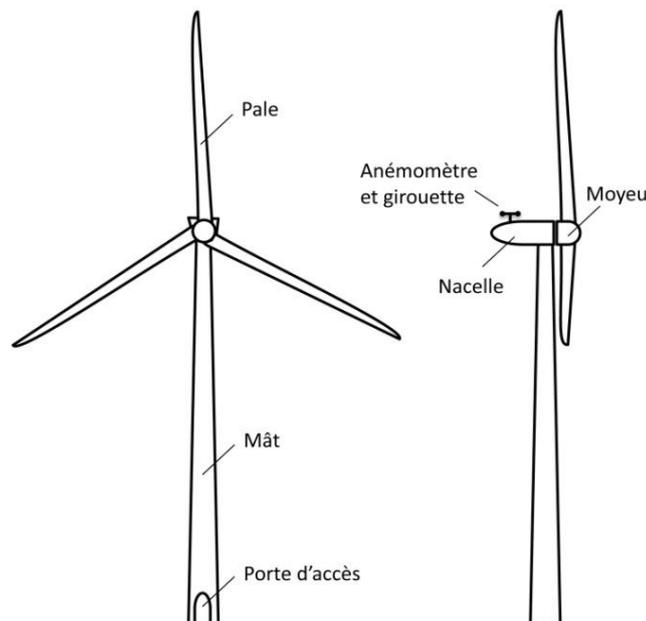


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

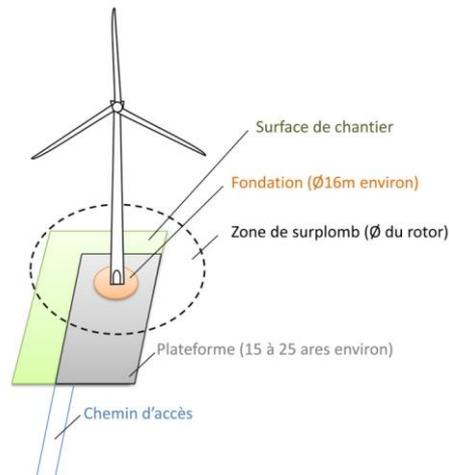


Figure 2 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

(Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale)

❖ 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.

4.2. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le projet de repowering du parc éolien Phenix est composé de 4 aérogénérateurs et de deux postes de livraison, pour une puissance installée comprise entre 14,4 MW et 16,8 MW selon le modèle qui sera retenu. 4 modèles d'aérogénérateurs sont envisagés :

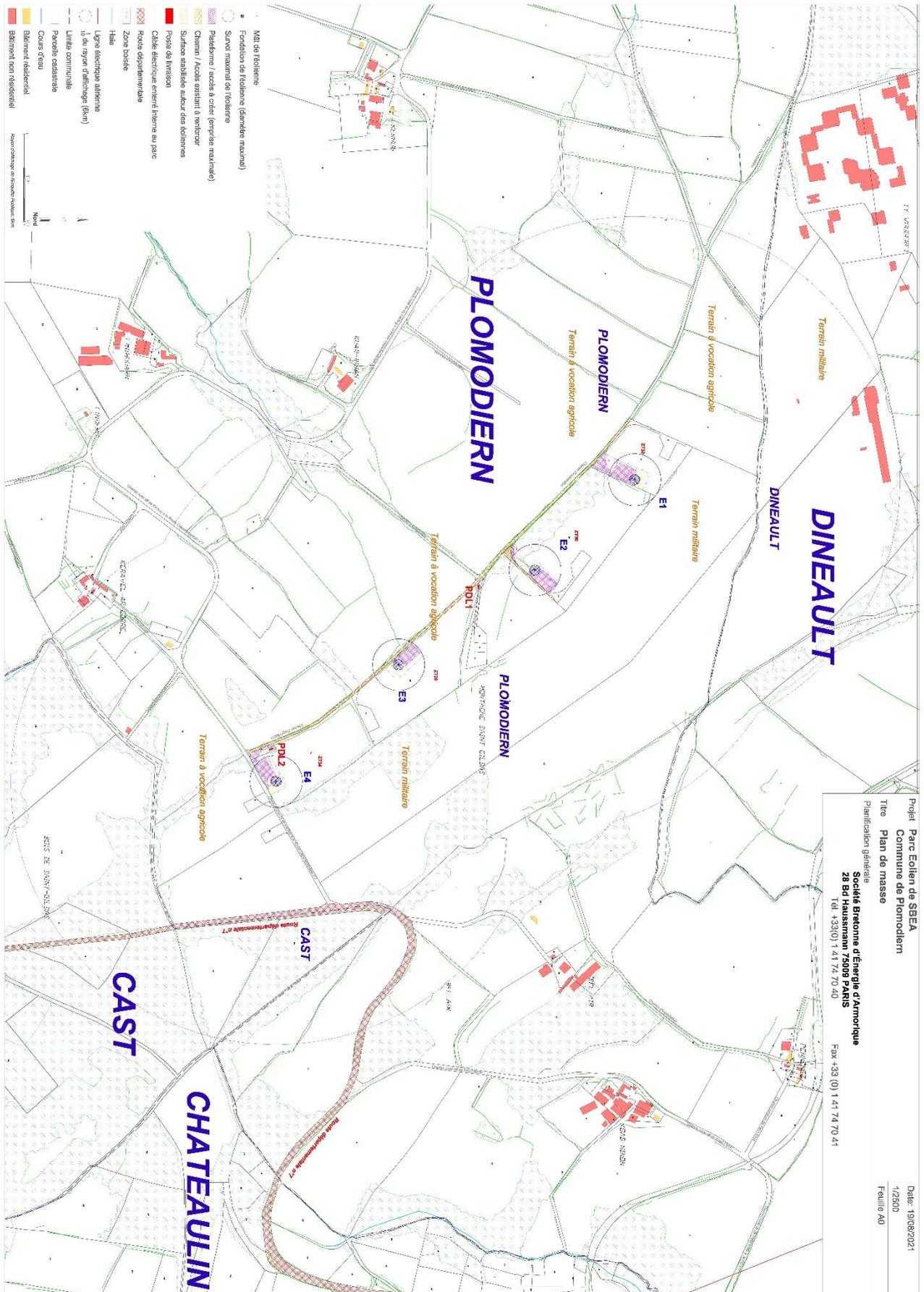
- Enercon E115, d'une hauteur totale de 149,9 m (moyeu : 89,07 m, pales : 57,8 m, rotor : 115 m),
- Vestas V112, d'une hauteur totale de 150 m (moyeu : 91,6 m, pales : 54,7 m, rotor : 112 m),
- Vestas V117, d'une hauteur totale de 150 m (moyeu : 89,1 m, pales : 57,6 m, rotor : 117 m),
- Nordex N117, d'une hauteur totale de 150 m (moyeu : 89,07 m, pales : 57,6 m, rotor : 117 m).

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison.

	Coordonnées LAMBERT 93		Coordonnées WGS84		Altitude au sol (m)	Altitude sommitale* (m)
	X	Y	Latitude	Longitude		
E1	170143,13	6810907,19	N 48°10'58.10"	O 04°08'20.03"	186	335,9 à 336
E2	170347,43	6810679,99	N 48°10'51.39"	O 04°08'09.16"	185	334,9 à 335
E3	170560,37	6810370,04	N 48°10'42.00"	O 04°07'57.55"	179	328,9 à 329
E4	170823,77	6810091,21	N 48°10'33.77"	O 04°07'43.63"	184	333,9 à 334
PDL1	170385,8	6810551,8	N 48°10'47.36"	O 04°08'06.77"	180	182,8
PDL2	170748,89	6810076,81	N 48°10'33.23"	O 04°07'47.13"	177	179,8

* selon le modèle d'éolienne retenu

Tableau 5 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison (Source : ERG)



Carte 5 : Plan détaillé du parc éolien Phenix (Source : ERG)

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.

	Vitesse de couplage au réseau	Vitesse nominale	Vitesse de mise en drapeau
Enercon E115	2,5 m/s	17 m/s	34 m/s
Vestas V112	3 m/s	14 m/s	25 m/s
Vestas V117	3 m/s	14,5 m/s	27 m/s
Nordex N117	3 m/s	13,5 m/s	25 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 500 m autour des habitations, par rapport aux exigences issues 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 :

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

6. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

6.1. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité pour l'éolienne étudiée. Le porteur de projet a choisi d'analyser les scénarii en prenant en compte les zones d'effet les plus étendues et les intensités majorantes entre les 4 modèles d'éoliennes envisagés.

Ainsi, les zones d'effet et les enjeux humains sont réalisés à partir des caractéristiques de la V117 et les calculs d'intensité prennent en compte les caractéristiques de la E115.

Scénario	Zone d'effet (V117)	Cinétique	Intensité (E115)	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale 150 m	Rapide	Exposition forte	D	Catastrophique pour E1 et E4 Important pour E2 et E3
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol 58,5 m	Rapide	Exposition forte	C	Sérieuse
Chute de glace	Zone de survol 58,5 m	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée
Projection de pale ou de morceau de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Catastrophique
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne 312,75 m	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée ³

Tableau 6 : Paramètres de risques

³ En prenant en compte la mise en œuvre de la fonction de sécurité n°1bis « Prévenir la formation de givre sur les pâles »

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		Effondrement de l'éolienne pour E1 et E4 Projection de pale ou de fragment de pale			
Important		Effondrement de l'éolienne pour E2 et E3			
Sérieux			Chute d'élément		
Modéré				Projection de glace	Chute de glace

Légende de la matrice :

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

Tableau 7 : Matrice de criticité

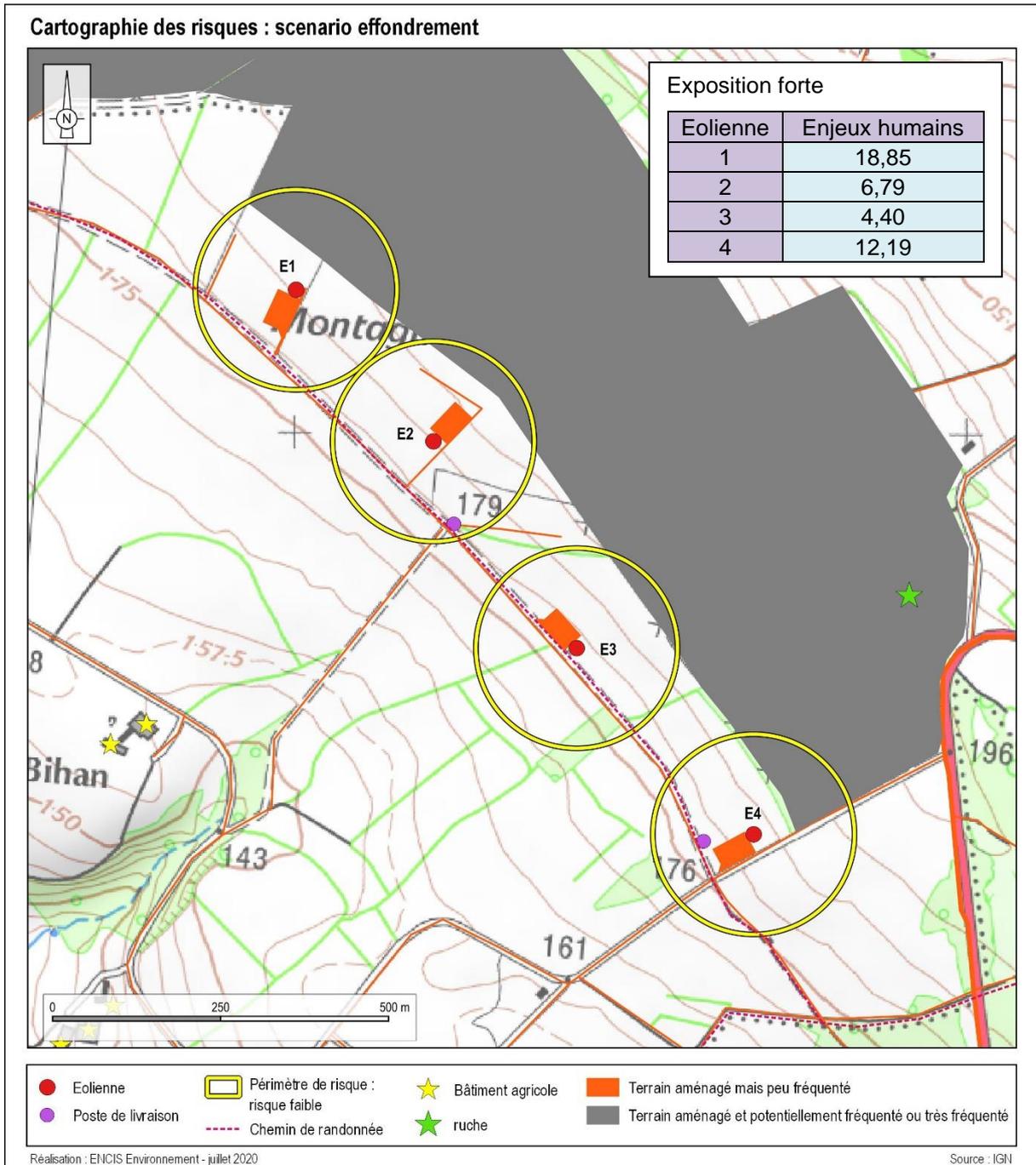
Il apparaît au regard de cette matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice,
- Quatre types d'accident (effondrement, projection de pale ou d'éléments de l'éolienne, chute d'éléments et chute de glace) figurent en case jaune. Il convient de souligner que les fonctions de sécurité listées page 27 sont mises en place.

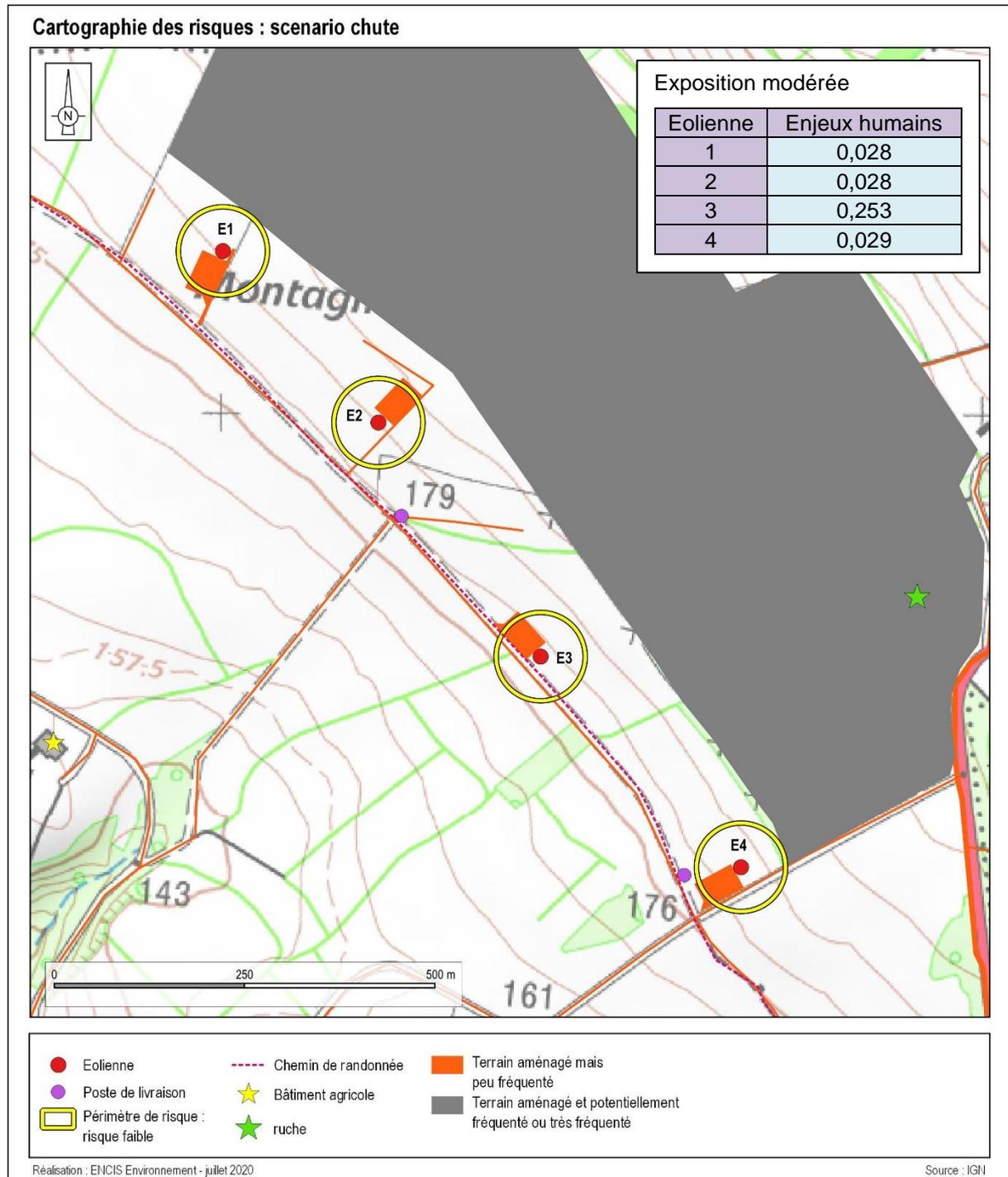
Le niveau de risque pour chaque scénario et pour chaque éolienne est jugé comme acceptable.

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.

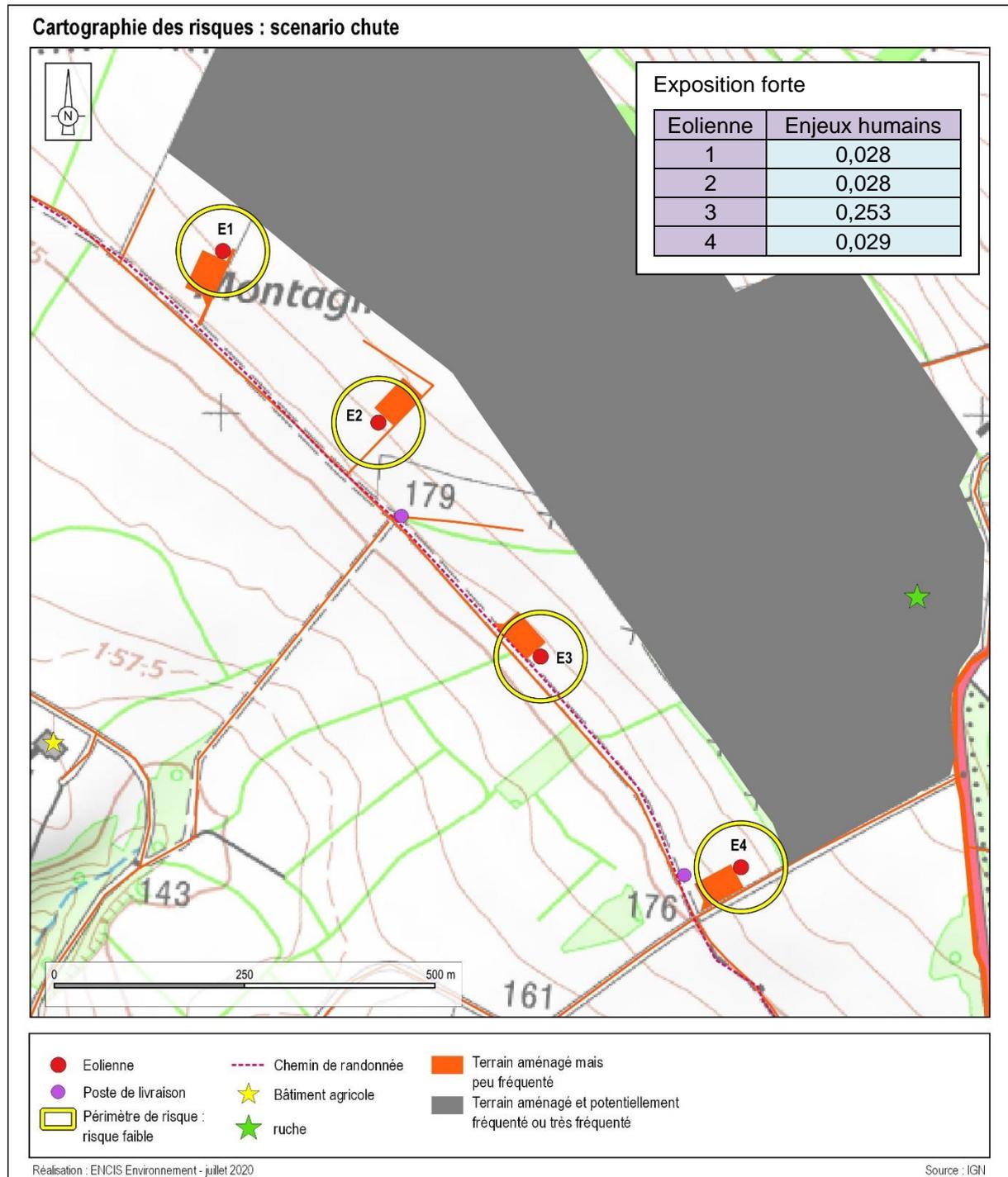
Cartographie des risques : scenario effondrement



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

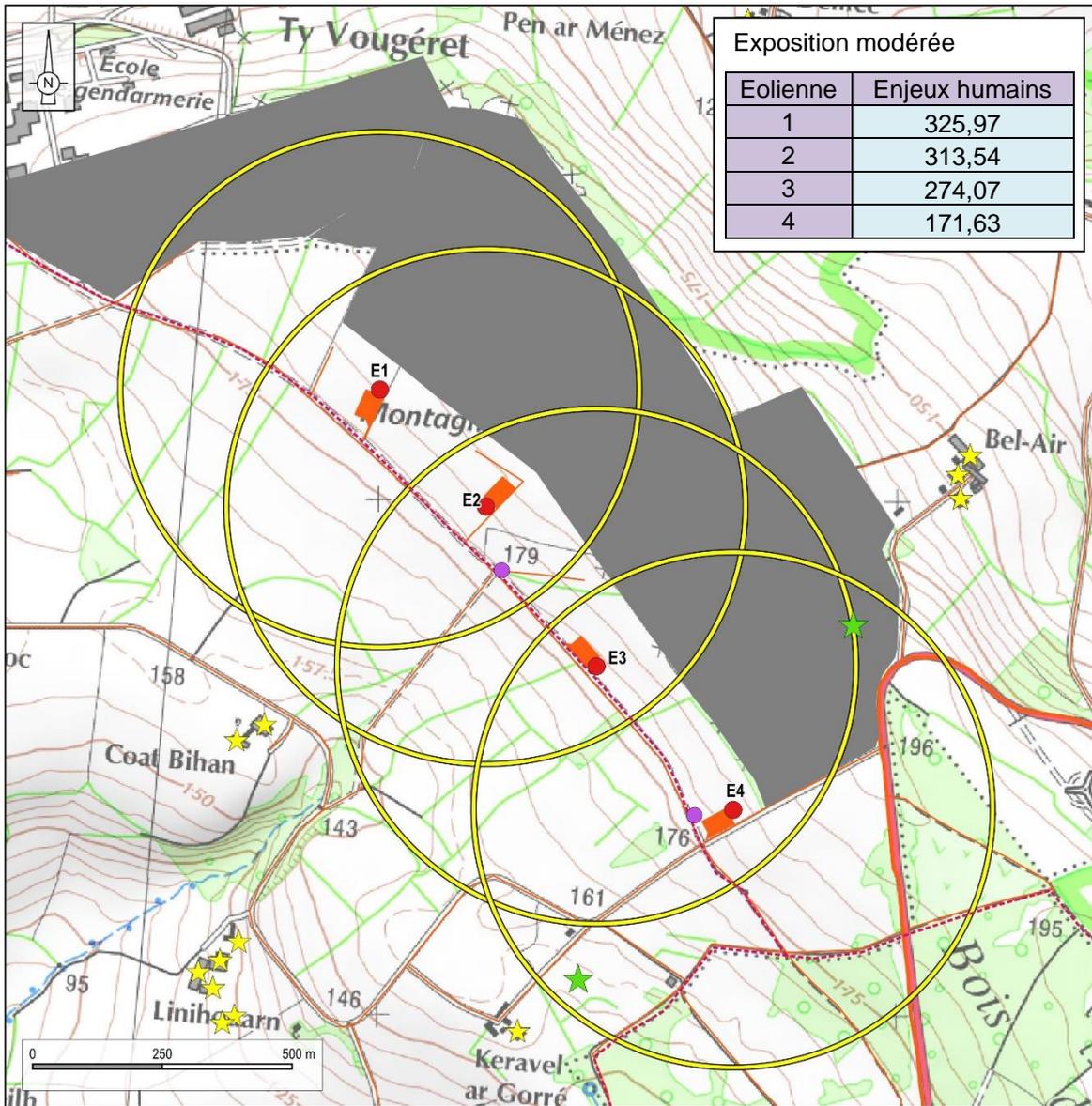


Carte 7 : Cartographie des risques – scenario : chute de glace (Source : ENCIS Environnement)



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

Cartographie des risques : scenario projection de pales ou de fragments



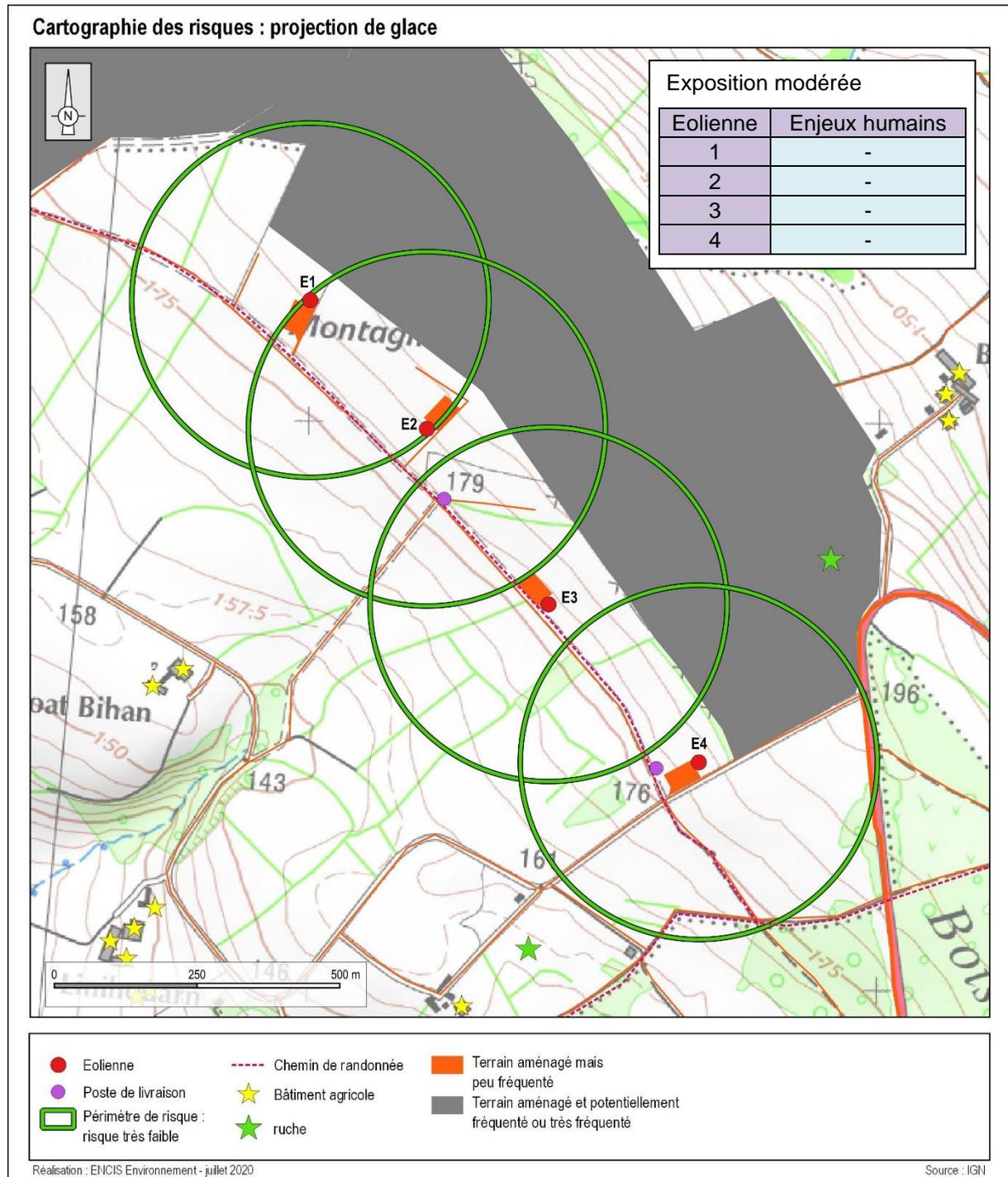
Exposition modérée	
Eolienne	Enjeux humains
1	325,97
2	313,54
3	274,07
4	171,63



Réalisation : ENCIS Environnement - juin 2020

Source : IGN

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



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 :

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

Pour chaque scénario, une probabilité a été calculée et une gravité donnée. Il en ressort que les risques sont :

- faibles pour le risque d'effondrement, de chute de glace, de chute d'éléments de l'éolienne et de projection de pale,
- très faible pour le risque de projection de glace⁴,

mais dans tous les cas acceptables.

Scénario	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	D	Catastrophique pour E1 et E4 Important pour E2 et E3	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	C	Sérieuse	Acceptable
Chute de glace	A	Modérée	Acceptable
Projection de pale ou de morceau de pale	D	Catastrophique	Acceptable
Projection de glace	B	Modérée ⁵	Acceptable

Tableau 8 : 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).

⁴ En considérant la mise en œuvre de la fonction de sécurité n°1bis

⁵ En considérant la mise en œuvre de la fonction de sécurité n°1bis

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.
1bis	Prévenir la formation de givre sur les pales	Installation du système détecteur de glace LID-3300IP
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 les risques liés aux opérations de chantier	Mise en place d'une procédure de sécurité / rédaction d'un plan de prévention / Plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) Mise en place d'une restriction d'accès au chantier
13	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

Tableau 9 : 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> 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 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 :

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
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.