



VOLUME 6b – ETUDE DE DANGERS

Parc éolien Le Clos Neuf

Communes d'Ilifaut et Merdrignac

Département : Côtes d'Armor (22)

Avril 2018 – VERSION N°2





ATER Environnement

RCS de Compiègne n° 534 760 517 – Code APE : 7112B

Siège : 38, rue de la Croix Blanche – 60680 GRANDFRESNOY

Tél : 03 60 40 67 16 – Mail : elise.wauquier@ater-environnement.fr

Rédacteur : Mme Elise WAUQUIER

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	5	7	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	59
1.1.	OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS	5	7.1.	OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	59
1.2.	CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	5	7.2.	RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES	59
1.3.	NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES	6	7.3.	RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	59
2	INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION	7	7.4.	TABLEAU D'ANALYSE GENERIQUE DES RISQUES	60
2.1.	RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS	7	7.5.	EFFETS DOMINOS	62
2.2.	LOCALISATION DU SITE	10	7.6.	MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	62
2.3.	DEFINITION DU PERIMETRE DE L'ETUDE	12	7.7.	CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	66
3	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	15	8	ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	67
3.1.	ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE	15	8.1.	RAPPEL DES DEFINITIONS	67
3.2.	ENVIRONNEMENT NATUREL	18	8.2.	CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS	69
3.3.	RISQUES NATURELS	19	8.3.	SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	77
3.4.	ENVIRONNEMENT MATERIEL	22	9	CONCLUSION	83
3.5.	CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE	25	10	ANNEXES	85
4	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....	35	10.1.	SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE	85
4.1.	CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	35	10.2.	PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL	87
4.2.	FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	36	10.3.	GLOSSAIRE	87
4.3.	FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION	46	10.4.	BIBLIOGRAPHIE	89
5	IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	49	10.5.	TABLE DES ILLUSTRATIONS	90
5.1.	POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	49	10.6.	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES EOLIENNES ET DES POSTES DE LIVRAISON	91
5.2.	POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	50	10.7.	K-BIS DE LA SARL CLOS NEUF ENERGIES POUR LE PARC EOLIEN DU CLOS NEUF	92
5.3.	REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE	50			
6	ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	53			
6.1.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	53			
6.2.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL	55			
6.3.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT	56			
6.4.	SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	57			
6.5.	LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE	57			

1 PREAMBULE

1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la SARL Clos Neuf Energies, maître d'ouvrage et futur exploitant du parc éolien du Clos Neuf, pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien du Clos Neuf sur les communes de Merdrignac et Illifaut, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, et 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.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc éolien du Clos Neuf. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien du Clos Neuf, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

Ainsi, cette étude permet une approche rationnelle et objective des risques encourus par les personnes ou l'environnement, en satisfaisant les principaux objectifs suivants :

- améliorer la réflexion sur la sécurité à l'intérieur de l'entreprise afin de réduire les risques et optimiser la politique de prévention ;
- favoriser le dialogue technique avec les autorités d'inspection pour la prise en compte des parades techniques et organisationnelles dans l'arrêté d'autorisation ;
- informer le public dans la meilleure transparence possible en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques.

Cette étude a été réalisée à partir du guide de l'étude de dangers de Mai 2012 élaboré par l'INERIS, en étroite collaboration avec la DGPR, le SER et la FEE.

1.2. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'Environnement relative aux installations classées. Selon l'article L. 512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

L'arrêté du 29 septembre 2005, relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation, fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accident majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

Ainsi, l'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle 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.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article R. 512-9 du Code de l'Environnement :

- description de l'environnement et du voisinage,
- description des installations et de leur fonctionnement,
- identification et caractérisation des potentiels de danger,
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers,
- réduction des potentiels de danger,
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs),
- analyse préliminaire des risques,
- étude détaillée de réduction des risques,
- quantification et hiérarchisation des différents scénarios en terme de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection,
- représentation cartographique,
- résumé non technique de l'étude de dangers.

De même, la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

D'autres textes législatifs et réglementaires, relatifs aux ICPE soumises à autorisation, s'appliquent aux études de dangers :

- Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages ;
- Décret n°2005-1170 du 13 septembre 2005 modifiant le décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour application de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.
- Arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation.
- Arrêté du 29 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation.

1.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

Conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2011-984 du 23 août 2011, les parcs éoliens sont soumis à la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées :

N°	A – Nomenclature des installations classées		
	Désignation de la rubrique.	A, E, D, S, C (1)	Rayon (2)
2980	Production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent (ensemble des machines d'un site) :		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m ; 2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât à une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée : a) supérieure ou égale à 20 MW..... b) inférieure à 20 MW.....	A	6
		A D	6

(1) A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement (2) Rayon d'affichage en kilomètres

Tableau 1 : Nomenclature ICPE pour l'éolien terrestre (source : décret n°2011-984 du 23 août 2011)

Le parc éolien du Clos Neuf comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (89 m à hauteur de mât pour ce site) : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'Autorisation Environnementale.

Pour mémoire : De manière plus précise, le parc éolien du Clos Neuf est constitué de 4 éoliennes NORDEX N117 (ou autre modèle équivalent) d'une puissance unitaire de 3,6 MW, bridées en permanence à 2,91 MW. La hauteur en bout de pale est de 150 mètres pour une puissance totale (après bridage) de 11,64 MW.

2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Le demandeur est la SARL Clos Neuf Energies, Maître d'Ouvrage du projet et futur exploitant du parc.

L'objectif final de la SARL Clos Neuf Energies est la construction du parc avec les éoliennes les plus adaptées au site, la mise en service, l'exploitation et la maintenance du parc pendant la durée de vie du parc éolien.

La SARL Clos Neuf Energies sollicite l'ensemble des autorisations liées à ce projet et prend l'ensemble des engagements en tant que future société exploitante du parc éolien.

Raison sociale	Clos Neuf Energies
Forme juridique	Société à responsabilité limitée
Siège social	50 ter rue de Malte 75011 PARIS
Immatriculation au RCS	823 293 923 R.C.S Paris
Code NAF	3511 Z / Production d'électricité

Tableau 2 : Références administratives de la société Clos Neuf Energies (source : Quénéa, 2017)

La présente étude de dangers a été rédigée par Mme Elise WAUQUIER du bureau d'études ATER Environnement, dont l'ensemble des coordonnées administratives se trouve au recto de la page de garde.

2.1.1. Le groupe BayWa r.e.

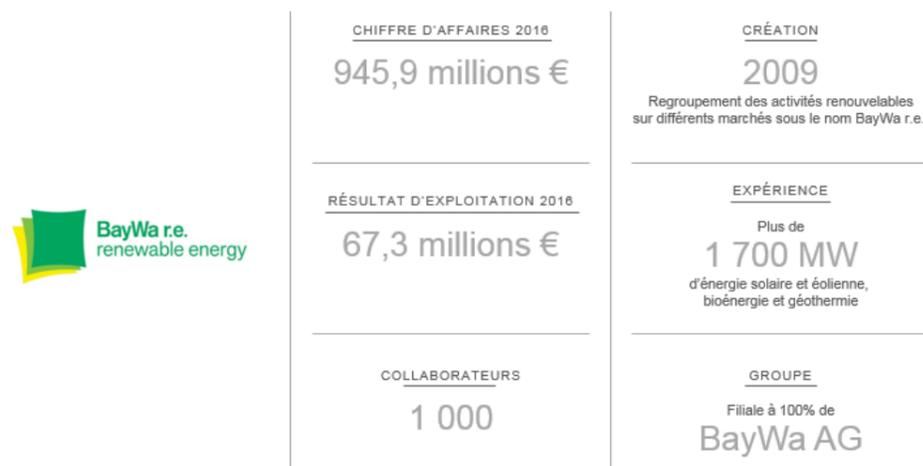


Figure 1 : Chiffres clés du groupe BayWa (source : Clos Neuf Energies, 2017)

La France est un marché clé pour BayWa r.e. qui y a débuté ses activités en 2005. Créée en 2008 sous le nom de Renerco Energies SAS, BayWa r.e. France SAS est une filiale à 100% du groupe allemand BayWa.

D'abord gérée depuis l'Allemagne, la filiale française a recruté en France des professionnels du secteur dès 2012 et compte aujourd'hui 35 collaborateurs, principalement basés à Paris mais également en régions (Nantes, Bordeaux, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse).

BayWa r.e. France SAS investit depuis plusieurs années dans le développement de projets éoliens et solaires en France grâce au financement du groupe BayWa r.e. Le groupe soutient ainsi l'effort de long terme de développement et de construction de projets en France, permettant de garantir la pérennité financière de BayWa r.e. France SAS.

BayWa r.e. France conçoit, développe et exploite des projets éoliens et solaires dits « clé en main » en partenariat avec des développeurs locaux. Les équipes pluridisciplinaires prennent en charge toutes les étapes d'un projet : de la conception au démantèlement, en passant par les études de faisabilité, le développement, le financement, la construction et l'exploitation.

BayWa r.e. France est une société, qui co-développe des projets, structure le financement, construit et exploite des fermes éoliennes. Dans cette activité, BayWa r.e. France s'attache régulièrement les services du groupe Quenea'ch.



Figure 2 : Secteurs d'activité de BayWa r.e. (source : Clos Neuf Energies, 2017)

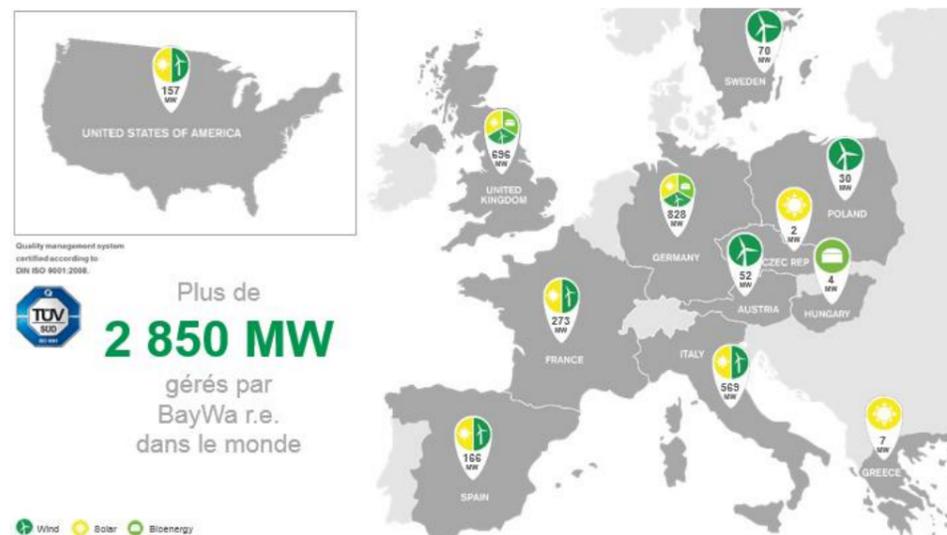


Figure 3 : Références européennes de BayWa r.e. (source : Clos Neuf Energies, 2017)

2.1.2. Le groupe Quenea'ch

Le groupe Quenea'ch est une structure holding qui a été créée en 2008 par Pascal Quenea et comporte 4 employés. Le groupe Quenea'ch est propriétaire :

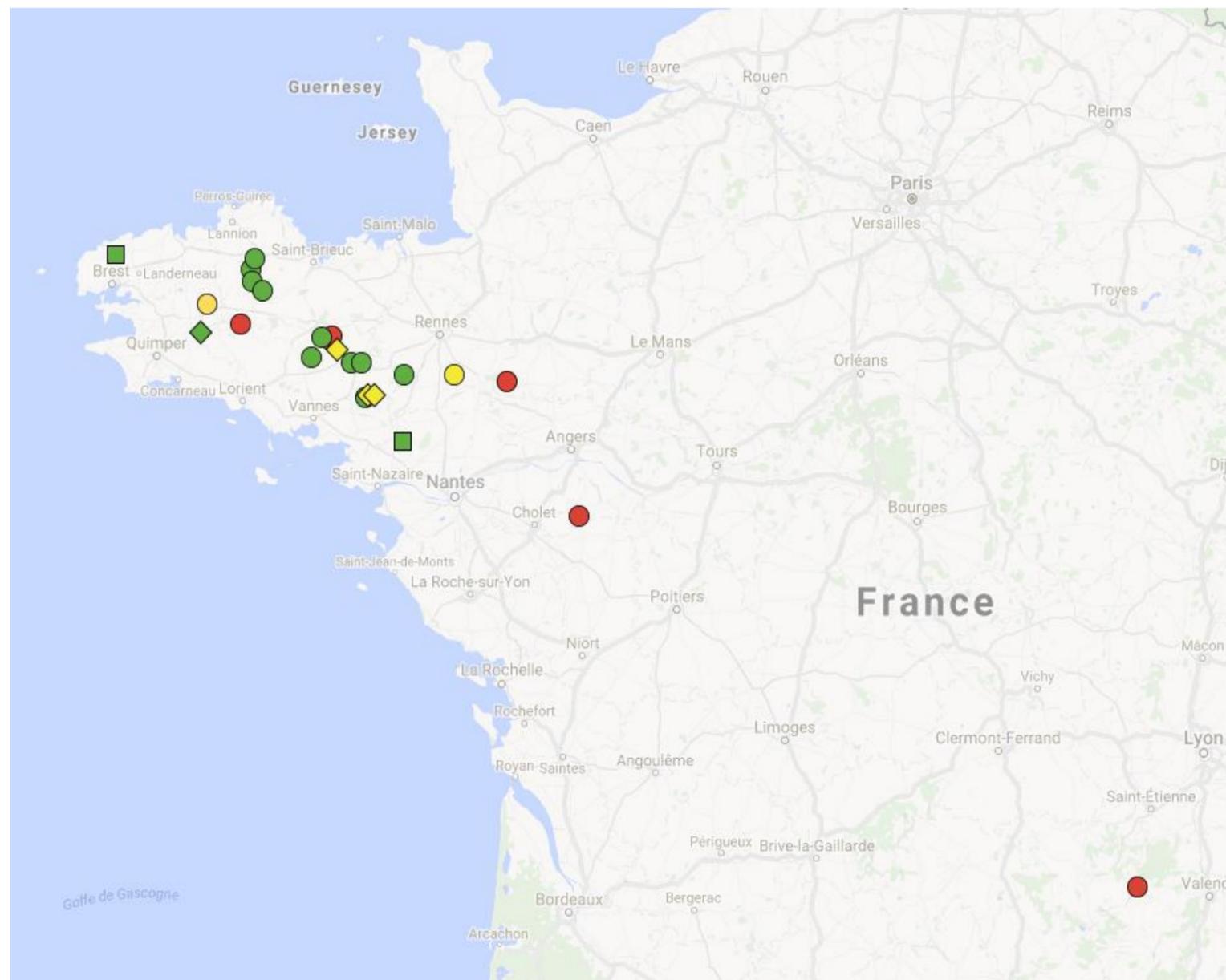
- de l'entreprise Quénéa Energies Renouvelables, créée en 1996, qui comporte 25 salariés (www.quenea.com) ;
- d'un ensemble de sociétés de production d'énergies solaire ou éolienne.

A ce jour, le groupe Quenea'ch a investi dans une capacité de production en propre de 3,3 MW, dont une centrale solaire photovoltaïque au sol de 2 Mégawatts située dans le Maine et Loire sur la commune de Distré.

Le groupe Quenea'ch initie, développe, construit et exploite pour son compte et pour le compte de tiers des parcs éoliens, des toitures et centrales solaires en France.

Quelques chiffres

- 125 MW de parcs éoliens développés construits et exploités depuis 2001
- 75 MW de parcs éoliens développés, autorisés à construire
- 69,5 MW de parcs éoliens développés en cours d'instruction
- 18 MW de projets éoliens en cours de préparation pour demande d'autorisation environnementale
- 60 MWc de projets de parcs solaires aux sols développés dont 11,7 MWc aux permis autorisés et 2 MWc construits et exploités
- + de 3 000 installations solaires en France



Carte de nos références dans le domaine de l'éolien :

- Parcs développés, construits, exploités par Quénéa Energies Renouvelables
- ◇ Parc éoliens uniquement développés par Quénéa Energies Renouvelables
- Parcs éoliens uniquement construits par Quénéa Energies Renouvelables
- En service ● A construire ● En instruction

Carte 1 : Localisation des parcs éoliens développés par la société QUENEA (source : QUENEA, 2017)

Région	Département	Exploitant	Développeur	Nom du parc éolien	Communes	Année de mise en service	Nombre d'éoliennes	Puissance du parc (MW)	Avancement
Bretagne	Côtes d'Armor (22)	EDP Renewables	Quénéa ENR	Le Gollot et Keranfouler	Pont Melvez	2007	15	19.5	En service
Bretagne	Côtes d'Armor (22)	SARL Jean-Yves Le Duigou	Quénéa ENR	Kerlan	Maël Pestivien	2007	7	5.6	En service
Bretagne	Morbihan (56)	ABO Wind	Quénéa ENR	Menez Goarem	Roudouallec	2008	7	5.6	En service
Bretagne	Côtes d'Armor (22)	Elicio	Quénéa ENR	La Salle et Roc'h ar Vez	Lanrivain	2009	10	8	En service
Bretagne	Côtes d'Armor (22)	Elicio	Quénéa ENR	Penquer I et Penquer II	Moustéru, Tréglamus et Gurunhuel	2010	8	16	En service
Bretagne	Morbihan (56)	Elicio	Quénéa ENR	Beau Soleil	Taupont et Saint-Malo-des-Trois-Fontaines	2010	5	10	En service
Bretagne	Ille et Vilaine (35)	Elicio	Quénéa ENR	Croix des Trois Chesnots	Maure de Bretagne	2010	4	8	En service
Bretagne	Morbihan (56)	Elicio	Quénéa ENR	Les Landiers du Rohallet	Crédin et Réguiny	2010	4	8	En service
Bretagne	Morbihan (56)	Elicio	Quénéa ENR	Pigeon Blanc	Campéneac	2011	6	12	En service
Bretagne	Morbihan (56)	Bay-Wa r.e	Quénéa ENR	L'Oust	Saint-Congard	2014	4	8,2	En service
Bretagne	Morbihan (56)	Elicio	Quénéa ENR	Folleville	Bréhan	2015	3	6,15	En service
Bretagne	Morbihan (56)	Elicio	Quénéa ENR	Houssa	Ruffiac, Saint Laurent sur Oust	2017	4	8	Permis de construire, à construire
Bretagne	Morbihan (56)	Elicio	Quénéa ENR	Grisan	Ruffiac, Saint Nicolas du Tertre	2017	4	8	Permis de construire, à construire
Bretagne	Morbihan (56)	Les Moulins du Lohan	Quénéa ENR	Les Moulins du Lohan	Les Forges	2018	17	50	Permis de construire, à construire
Bretagne	Finistère (29)	Les Energies du Poher	Quénéa ENR	Magoarem	Kergloff	2018	3	6	Permis de construire, à construire
Bretagne	Ille et Vilaine (35)	Quénéa'ch	Quénéa ENR	Les Barbettes	Tresboeuf	2018	4	3,2	Permis de construire, à construire
Bretagne	Côtes d'Armor (22)	Keranna Energies	Quénéa ENR	Keranna	Plumieux, Saint Etienne du Gué de l'Isle	-	5	11,75	En instruction
Bretagne	Côtes d'Armor (22)	Landiers Energies	Quénéa ENR	Les Landiers	Plumieux	-	4	9,4	En instruction
Bretagne	Cotes d'Armor (22)	Botsay Energie	Quénéa ENR	Botsay	Glomel	-	4	8	En instruction
Pays de la Loire	Maine et Loire (49)	Le Grand Champs Energie	Quénéa ENR	Le Grand Champs	Saint Paul du Bois, Lys au Layon	-	3	7,2	En instruction
Pays de la Loire	Mayenne (53)	Grande Lande Energies	Quénéa ENR	La Grande Lande	Saint-Michel-de-la-Roë, La Selle Craonnaise	-	8	16	En instruction
Auvergne Rhône-Alpes	Haute Loire (43)	Les Platayres Energies	Quénéa ENR	Les deux plateaux	Les Vastres	-	5	17	En instruction
								251,6 MW	22 parcs

Tableau 3 : Références dans le domaine éolien de la société QUENEA Energies Renouvelables (source : QUENEA, 2017)

2.2. LOCALISATION DU SITE

2.2.1. Localisation générale

Le parc éolien du Clos Neuf, composé de 4 aérogénérateurs, est localisé sur les territoires communaux de Merdrignac et Illifaut, qui appartiennent à la Communauté de Communes Loudéac Communauté – Bretagne centre, dans la région Bretagne / département des Côtes d'Armor.

Le projet est situé à environ 29 km à l'Est du centre-ville de LOUDEAC, 52 km au Sud-Est de SAINT-BRIEUC et environ 61 km à l'Ouest de RENNES.

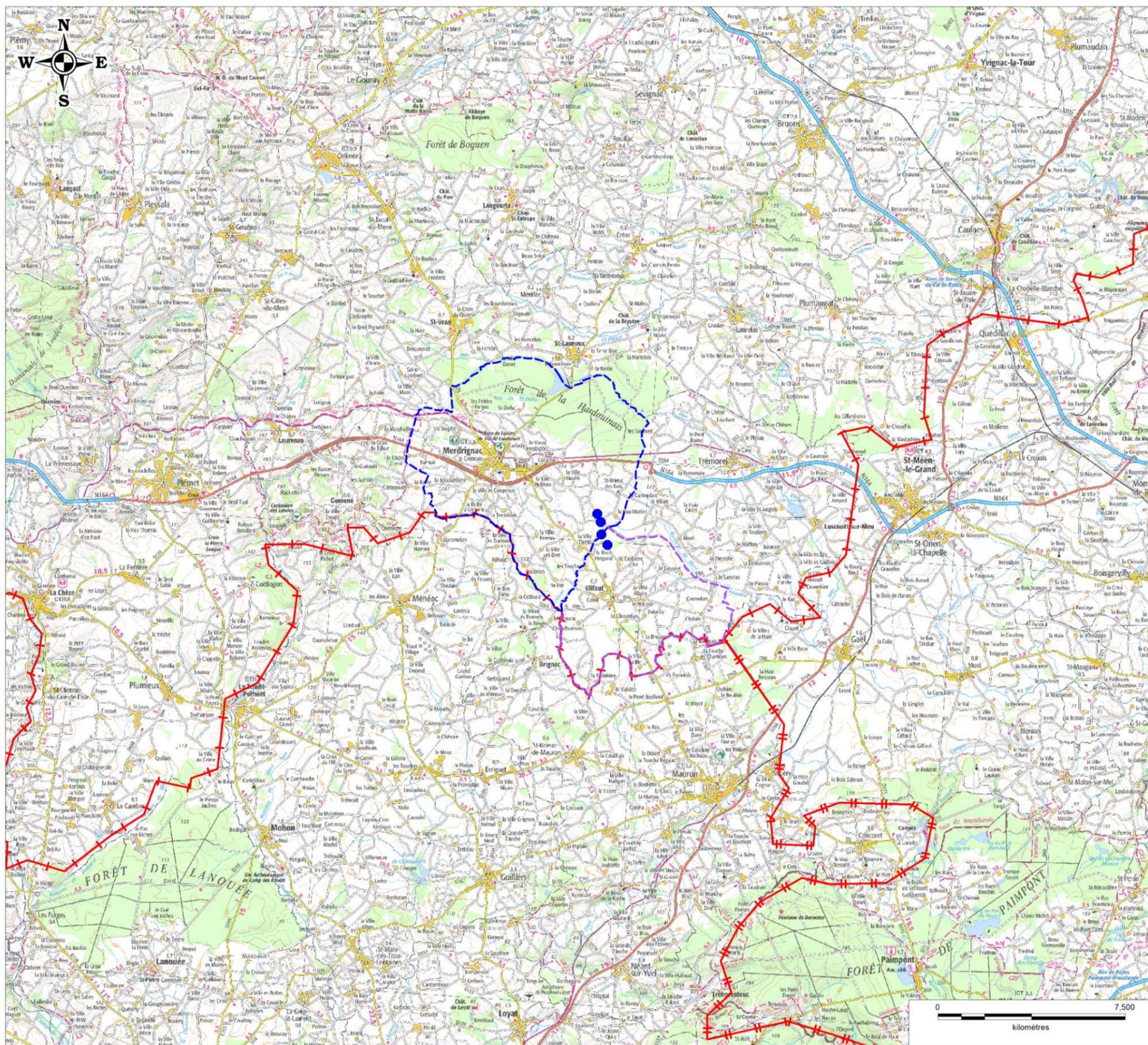
2.2.2. Identification cadastrale

Les parcelles concernées par l'activité de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent sont présentées dans le Tableau 4. Toutes ces parcelles sont maîtrisées par le Maître d'Ouvrage via des promesses de bail emphytéotique et/ou des promesses de constitution de servitudes (accès, câblage, survol) signées avec les propriétaires fonciers, exploitants agricoles et les communes de Merdrignac et d'Illifaut.

Remarque : L'attestation de la maîtrise foncière se trouve dans le dossier intitulé « Volume 3 : Description de la Demande », joint au présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

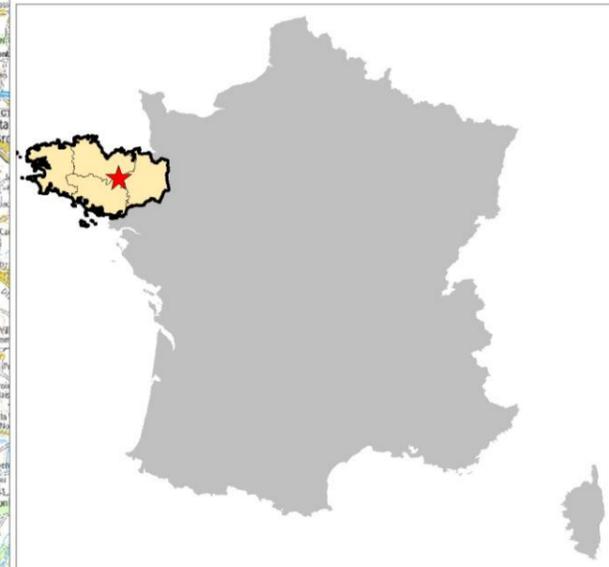
Les limites de propriété de l'installation correspondent aux mâts des éoliennes et au poste de livraison.

Localisation géographique



Légende

- Eolienne
- Limite communale Merdrignac
- Limite communale Illifaut
- Limite départementale
- ★ Localisation du projet



Source : Scan100® ©IGN PARIS - Licence ATER-Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Avril 2017

Carte 2 : Localisation géographique de l'installation

2.3. DEFINITION DU PERIMETRE DE L'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.

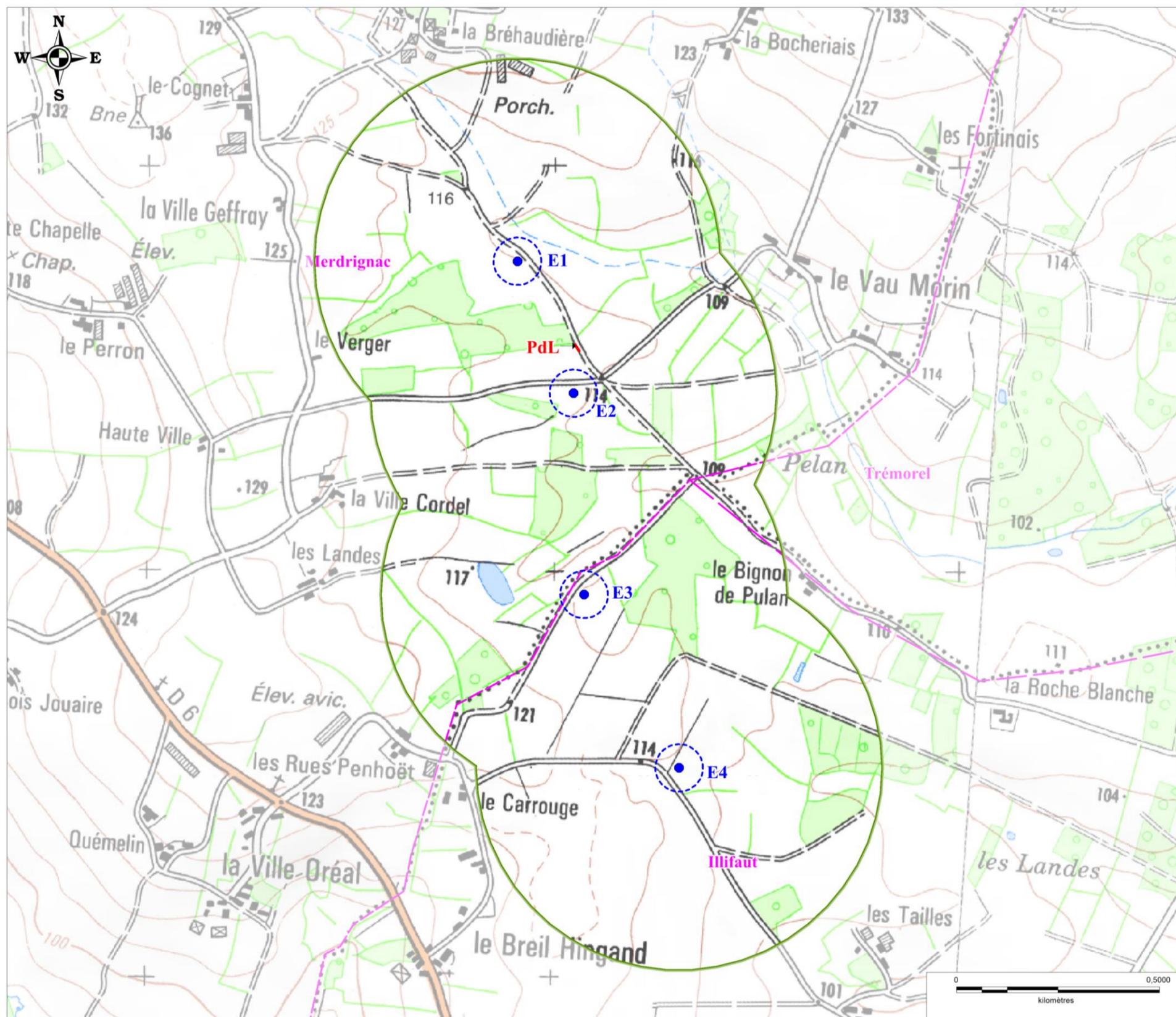
Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 8.2.4.

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

Construction	Commune	Lieu-Dit	Section	Numéro (s)	Superficie des plateformes permanentes (m ²)
E1	Merdrignac	L'Enclos du Verger	YM	22	1 250 m ²
E2	Merdrignac	Lande Pellan	YM	49	1 250 m ²
E3	Illifaut	Le Bignon de Pelan	ZA	12	1 250 m ²
E4	Illifaut	Les Prés	ZA	24 et 25	1 250 m ²
PdL 1	Merdrignac	Le Clos Neuf	YM	26	210 m ²
PdL 2	Merdrignac	Le Clos Neuf	YM	26	

Tableau 4 : Identification des parcelles cadastrales (source : Quénéa, 2017)

Périmètre d'étude de dangers



Légende

- Implantation éoliennes
- Poste de livraison
- Zone de surplomb par les pales (58,5 m)
- Périmètre d'étude de dangers (500 m)
- Limites communales

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Juillet 2017

Carte 3 : Périmètre d'étude de dangers

3 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de décrire l'environnement dans le périmètre d'étude de l'installation, afin d'identifier les principaux intérêts à protéger (enjeux) et les facteurs de risque que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels).

3.1. ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE

3.1.1. Zones urbanisées

A l'origine du projet, le périmètre d'étude a été défini au sein d'une zone agricole à partir de cercles d'évitement de 500 m autour de l'habitat (construit ou à construire au titre des documents d'urbanisme). Les hameaux situés à proximité du site sont :

- Territoire d'Ilifaut :
 - Le Bignon de Pelan à 715 m de l'éolienne E2, 540 m de E3 et 560 m de E4 ;
 - Les Tailles à 620 m de l'éolienne E4 ;
 - Le Carrouge à 525 m de l'éolienne E4 ;
- Territoire de Merdrignac :
 - Les Rues Penhoët à 550 m de l'éolienne E3 et 665 m de l'éolienne E4 ;
 - Les Landes à 665 m de l'éolienne E3 ;
 - La Ville Cordel à 625 m des éoliennes E2 et E3 ;
 - Le Verger à 540 m de l'éolienne E1 et 630 m de l'éolienne E2 ;
 - La ville Geffray à 590 m de l'éolienne E1 ;
 - La Bréhaudière à 560 m de l'éolienne E1 ;
 - La Bocheriais à 810 m de l'éolienne E1 ;
 - Le Vau Morin à 605 m de l'éolienne E1 et 610 m de l'éolienne E2.

Les abords du site d'étude se situent dans un contexte très agricole et présentent donc une majorité de parcelles cultivées.

- ⇒ Dans le périmètre d'étude de dangers, aucune habitation n'est présente.
- ⇒ L'habitation la plus proche est le hameau le Carrouge, situé à 525 m de l'éolienne E4.

Focus démographique sur les communes de Merdrignac, Ilifaut et Trémoriel

Le périmètre d'étude de dangers intègre les communes de Merdrignac et Ilifaut, communes d'accueil du projet, ainsi que la commune de Trémoriel.

L'estimation de la population de ces communes est indiquée dans le tableau ci-dessous (source : Recensement de population INSEE 2012).

Commune	Nb Habitants	Densité (Hab. /km ²)	Nb de logements	Maisons individuelles
Merdrignac	2 895	51	1 520	82,8%
Ilifaut	696	26	374	97,1%
Trémoriel	1 119	33,1	541	83,9%

Tableau 5 : Indicateurs de population et de logement (source : Insee, RP 2012)

La densité de population à l'échelle des communes intégrant le périmètre d'étude de dangers montre qu'elles possèdent toutes une densité de population bien inférieure à celle du département des Côtes d'Armor (87 hab./km²) et de la région Bretagne (119,8 hab. /km²). Ceci illustre le **caractère rural** de ce territoire.

De manière générale, l'habitat est constitué majoritairement de maisons individuelles. Notons que les territoires comptent une zone principale urbanisée, et de nombreux hameaux ou lieux-dits plus ou moins isolés. **L'habitat est donc dispersé.**

Documents d'urbanisme

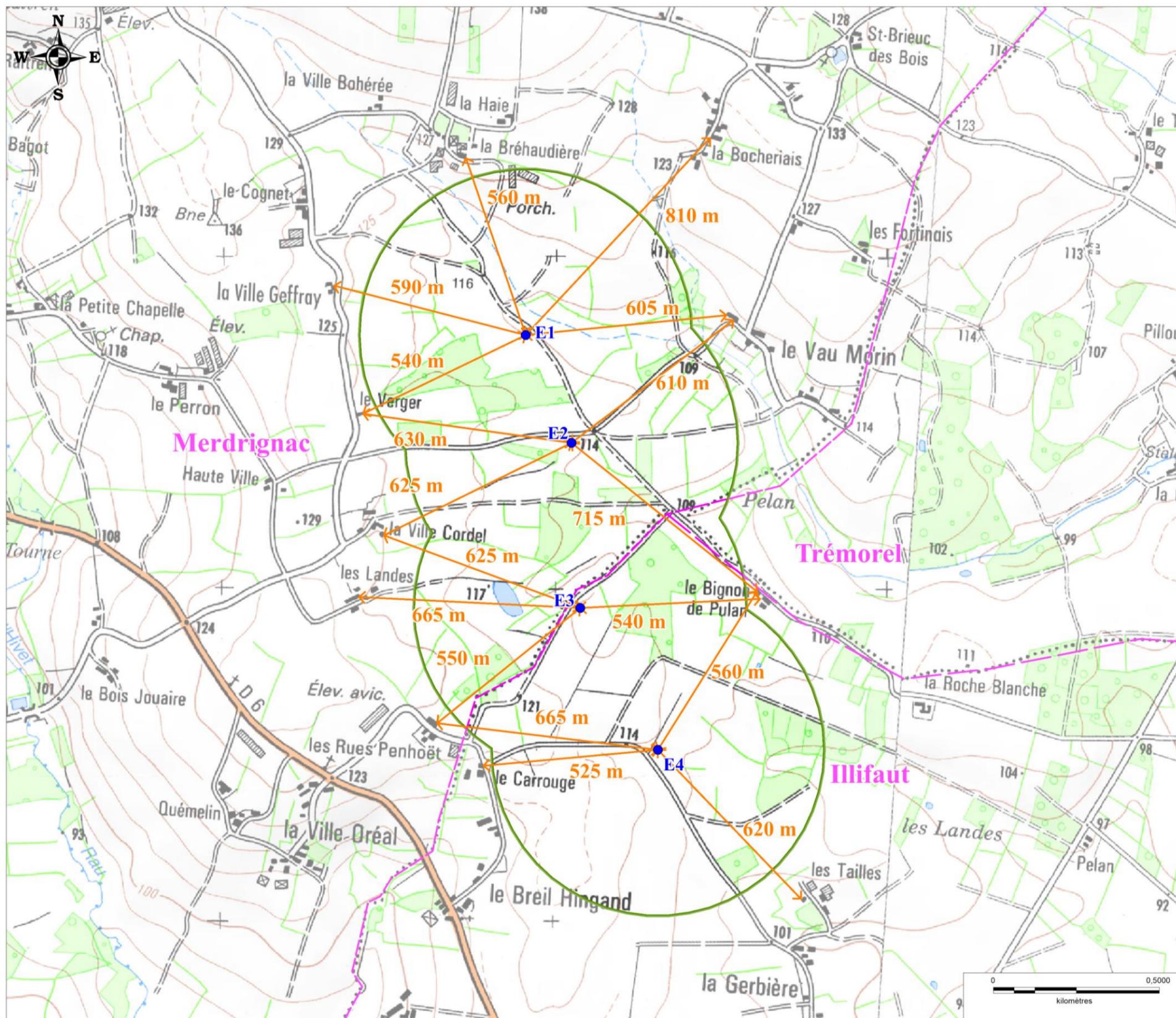
Le territoire d'Ilifaut ne possède pas de document d'urbanisme, c'est le Règlement National d'Urbanisme qui s'applique alors.

L'urbanisation des territoires communaux de Merdrignac et de Trémoriel est régie par un Plan Local d'Urbanisme.

- ⇒ Le projet éolien du Clos Neuf est compatible avec les documents d'urbanisme en vigueur. De plus, les éoliennes sont situées à plus de 500 m des zones urbanisées ou à urbaniser.

Les communes du périmètre d'étude de dangers ne font partie d'aucun SCoT (Schéma de Cohérence Territoriale).

Distance aux habitations



Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER-Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mars 2017

Carte 4 : Distance des éoliennes du Clos Neuf par rapport aux premières habitations

3.1.2. Etablissement recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est présent sur le périmètre d'étude de dangers.

3.1.3. Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base

Installation nucléaire de base

Il n'existe pas de centrale nucléaire en Côtes d'Armor. La centrale nucléaire en activité la plus proche, celle de Flamanville, est située à 260 km au Nord-Est du projet du Clos Neuf. A noter également la présence de l'ancien site nucléaire de Brennilis, situé à 130 km à l'Ouest du projet, à l'arrêt depuis 1985. Aucune commune des Côtes d'Armor n'est donc concernée par ce risque.

⇒ Aucune installation nucléaire de base n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

Etablissement SEVESO

L'établissement concerné par la directive « SEVESO Seuil Haut » le plus proche est situé sur la commune de la Motte (22), à 29 km à l'Ouest du projet du Clos Neuf. Il s'agit de la société EPC France.

L'installation classée « Seveso Seuil Bas (SB) » la plus proche est celle la société Kermené, sur la commune nouvelle du Mené (22), à 20 km au Nord-Ouest du projet.

⇒ Aucun établissement SEVESO n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

Etablissement ICPE – hors éolien

De nombreuses Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) à caractère industriel ou agricole sont présentes sur les communes de Merdrignac, d'Illifaut et de Trémoriel. La plus proche se situe à 460 m au Nord de l'éolienne E1. Il s'agit d'un élevage porcin situé sur la commune de Merdrignac, au lieu-dit la Bréhaudière. Cet établissement classé ICPE est le seul à intégrer le périmètre d'étude de dangers.

⇒ Un établissement ICPE à caractère agricole intègre le périmètre d'étude de dangers. Il s'agit d'un élevage porcin situé à 460 m au Nord de l'éolienne E1.

Etablissement ICPE éolien

Le parc éolien accordé le plus proche est situé à 4,4 km au Sud-Est de l'éolienne E4, la plus proche. Il s'agit du parc éolien de Mauron composé de 5 éoliennes.

⇒ Aucun parc éolien n'intègre le périmètre de l'étude de dangers.

3.1.4. Autres activités

Le périmètre d'étude de dangers recouvre principalement des champs, où une activité agricole est exercée (cultures céréalières et élevage bovin). Les résultats présentés ci-après sont issus des recensements agricoles de 2010 réalisés par l'AGRESTE.

De manière générale, l'activité agricole du territoire est tournée vers la culture et l'élevage avec des exploitations de taille moyenne : environ 45 hectares/exploitation.

Commune	Nombre d'exploitations	SAU	Cheptel en UGB	Superficie labourable	Superficie en cultures permanentes	Superficie toujours en herbe
Merdrignac	71	2 852	8 982	2 735	7	106
Illifaut	52	2 933	13 227	2 827	18	64
Trémoriel	54	2 152	11 299	2 110	2	39

SAU : Surface Agricole Utile ; UGB : Unité Gros Bétail

Tableau 6 : Indicateurs agricoles (source : Agreste, recensement agricole 2010)

D'après les inventaires de terrain et les photographies aériennes, le site éolien à l'étude est essentiellement occupé par des terres arables pour la culture de céréales.

3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

Le territoire d'étude est soumis à un **climat océanique** doux et humide, caractérisé par une atténuation des températures extrêmes et une grande instabilité des types de temps, notamment en raison de la proximité de l'océan Atlantique. Les hivers et les automnes sont pluvieux, le gel et la neige sont rares et les étés sont relativement chauds, bien que les précipitations restent fréquentes.

Remarque : La station de référence la plus proche est celle de Saint-Brieuc, située à 48 km au Nord-Ouest du projet du Clos Neuf.

Températures

Les températures sont régulières et modérées. L'amplitude thermique moyenne entre l'hiver et l'été ne dépasse pas 15°C. La température minimale moyenne est de 7,5°C, tandis que la température maximale moyenne est de 14,5°C. Les températures extrêmes vont de -11,3°C à 38,1°C.

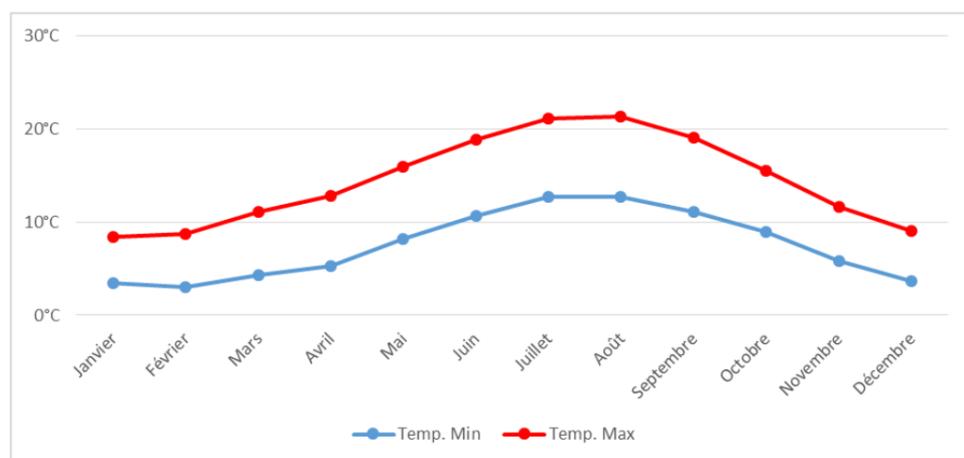


Figure 4 : Normes climatologiques annuelles – Station de Saint-Brieuc (source : Météo France)

Pluviométrie

Les précipitations sont réparties également sur toute l'année, sans réelle tendance de pics de précipitations selon les mois. On mesure en moyenne 60 à 70 cm d'eau par mois, les précipitations sont donc rarement abondantes. Le total annuel des précipitations est relativement modeste avec 776,2 mm annuel en moyenne à Saint-Brieuc.

Cependant, le nombre de jours de pluie, qui est de 130 par an à la station de Saint-Brieuc (contre 63 à Nice) confirme le caractère océanique du climat.

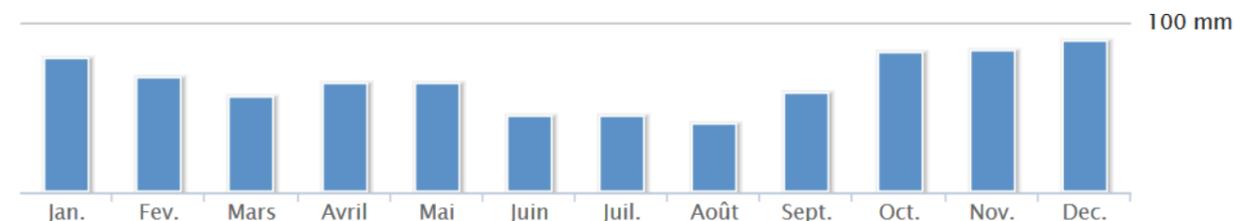


Figure 5 : Précipitations annuelles moyennes – Station de Saint-Brieuc (source : Météo France)

Neige, gel

La ville de Saint-Brieuc ne compte pas de jours de neige par an (14 jours de neige par an pour la moyenne nationale). Les jours de gel sont rares, pour une moyenne nationale de 50 jours environ.

Orage, brouillard, tempête

Les orages sont rares pour la ville de Saint-Brieuc. Le climat est faiblement orageux avec une densité de foudroiement (8) largement inférieure à la moyenne nationale (20). Elle connaît également 92 jours de brouillard par an contre 40 jours par an pour la moyenne nationale.

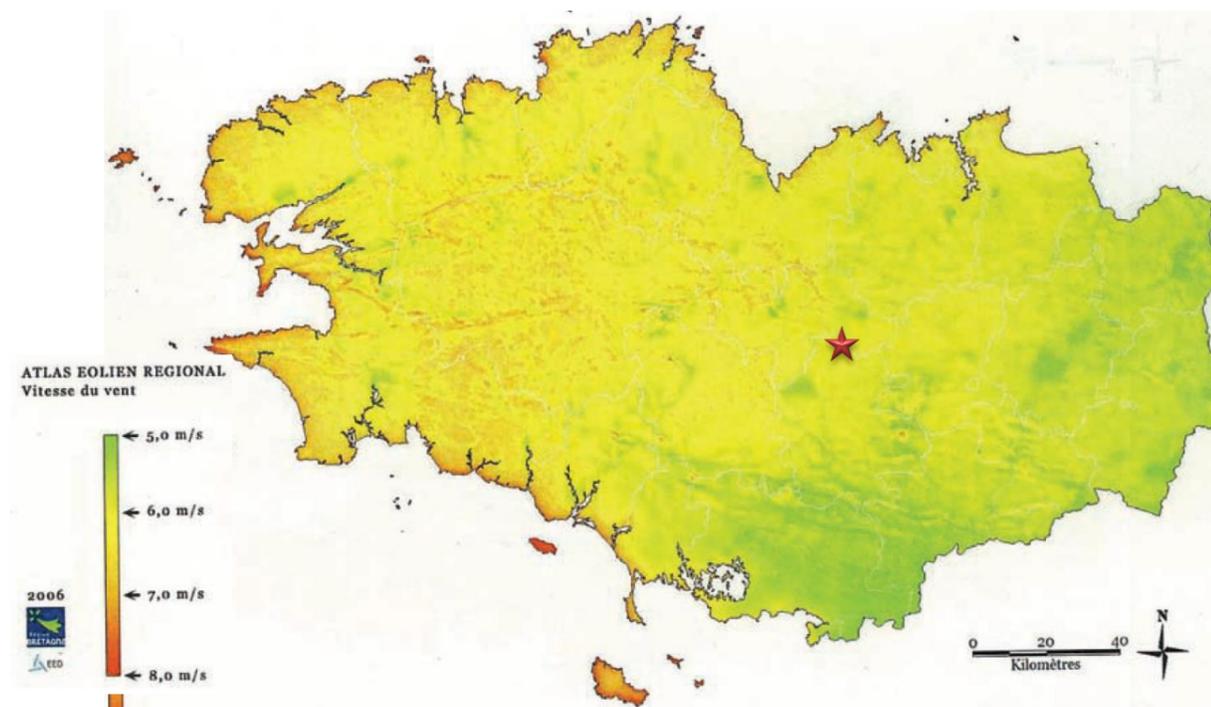
Ensoleillement

Le secteur d'étude bénéficie d'un ensoleillement de 1 565 h pour la station de Saint-Brieuc, inférieur à la moyenne nationale de 1 973 h.

Analyse des vents

Le vent est dit fort lorsque les rafales dépassent 57 km/h. La ville de Saint-Brieuc connaît 45 jours par an de vent fort.

D'après le Schéma éolien de la région Bretagne, la vitesse des vents à 40 m est supérieure à 5 m/s en tout point de la région. Sur le périmètre d'étude de dangers, le potentiel éolien est estimé à plus de 6 m/s.



Carte 5 : Gisement éolien de la Bretagne, à 40 m d'altitude – Légende : Etoile rouge / Localisation du site d'étude (source : Schéma Régional Eolien, 2012)

Un mat de mesure des vents de 80 m de hauteur a été installé de septembre 2008 à octobre 2009 (soit une période de 14 mois) sur le site du projet éolien voisin la Roche Blanche, situé à environ 1,2 km de la zone d'étude du Clos Neuf sur les communes d'Illifaut et Trémorel. Les données de vents issues de ce mat ont été utilisées pour le site du Clos Neuf. La réalisation d'une nouvelle campagne de mesure directement sur site est à l'étude.

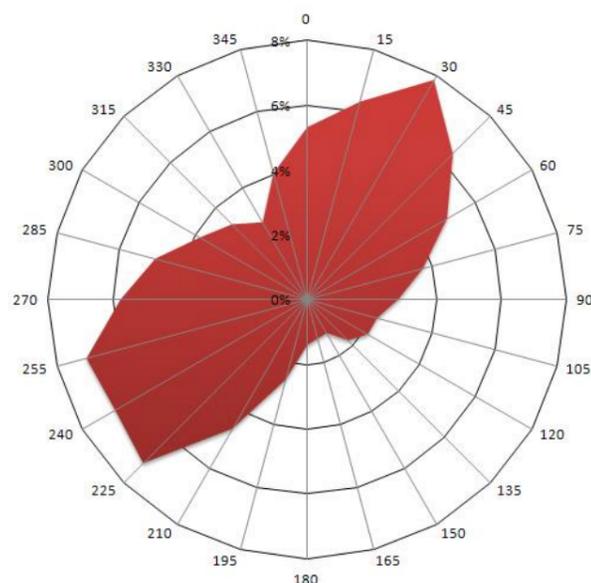


Figure 6 : Rose des vents horaire à 77,5 m moyennée sur 10 minutes du projet de la Roche Blanche (source : Quénéa, 2017)

Les vents dominants du site sont majoritairement des vents Sud-Ouest et Nord-Est.

⇒ Le climat du site d'étude peut être qualifié d'océanique.
 ⇒ La vitesse des vents et la densité d'énergie observées à proximité du site définissent aujourd'hui ce dernier comme correctement venté.

3.3. RISQUES NATURELS

L'information préventive sur les risques majeurs naturels et technologiques est essentielle pour renseigner la population sur ces risques dans le département mais aussi sur les mesures de sauvegarde mises en œuvre par les pouvoirs publics.

Le droit à cette information, institué en France par la loi du 22 juillet 1987 et inscrit à présent dans le Code de l'Environnement, a conduit à la rédaction dans le département des Côtes d'Armor d'un dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), approuvé en 2015. C'est sur ce rapport que s'appuie l'analyse suivante.

⇒ Notons que l'arrêté préfectoral des Côtes d'Armor en date du 12 juin 2015 fixant la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs indique que les territoires communaux du périmètre d'étude de dangers sont concernés par les risques majeurs indiqués dans le tableau ci-dessous.

INSEE	Commune	Pop totale	Risques naturels										Risques technologiques				Risques particuliers			PPR* prescrit ou approuvé		
			Inondation de plaine	Submersion marine	Erosion littorale	Retrait-gonflement des argiles	Cavités souterraines	Mouvement de terrain	Séisme	Feux de forêt	Tempête	Risque industriel SEVESO AS (1) Autres (2)	Rupture de barrage A-B-C	TMD Route (1) Fer (2) route+fer (3)	Gazoduc	Risque minier	Rupture de digue	Changement climatique	radon			
22147	MERDRIGNAC	2884				◆ faible	◆		◆	◆	◆					◆ (1)				◆	◆	
22083	ILLIFAUT	691				◆ faible			◆	◆										◆	◆	
22371	TREMOREL	1120	◆			◆ faible			◆	◆		◆ (2)			◆ (1)					◆	◆	

Tableau 7 : Synthèse des risques majeurs sur le territoire d'implantation du parc projeté (source : DDRM 22, 2015)

Arrêtés de catastrophes naturelles

Les communes envisagées pour l'accueil du parc éolien ont fait l'objet d'arrêtés de catastrophe naturelle pour cause de :

Commune	Nature de la catastrophe naturelle	Date d'arrêté
Merdrignac	Tempête	22/10/1987
	Inondations et coulées de boue	06/02/1995
	Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	29/12/1999
Illifaut	Tempête	22/10/1987
	Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	29/12/1999
Trémorel	Tempête	22/10/1987
	Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	29/12/1999

Tableau 8 : Inventaire des arrêtés de catastrophe naturelle (source : prim.net, 2017)

Inondation

Définition

Une inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau.

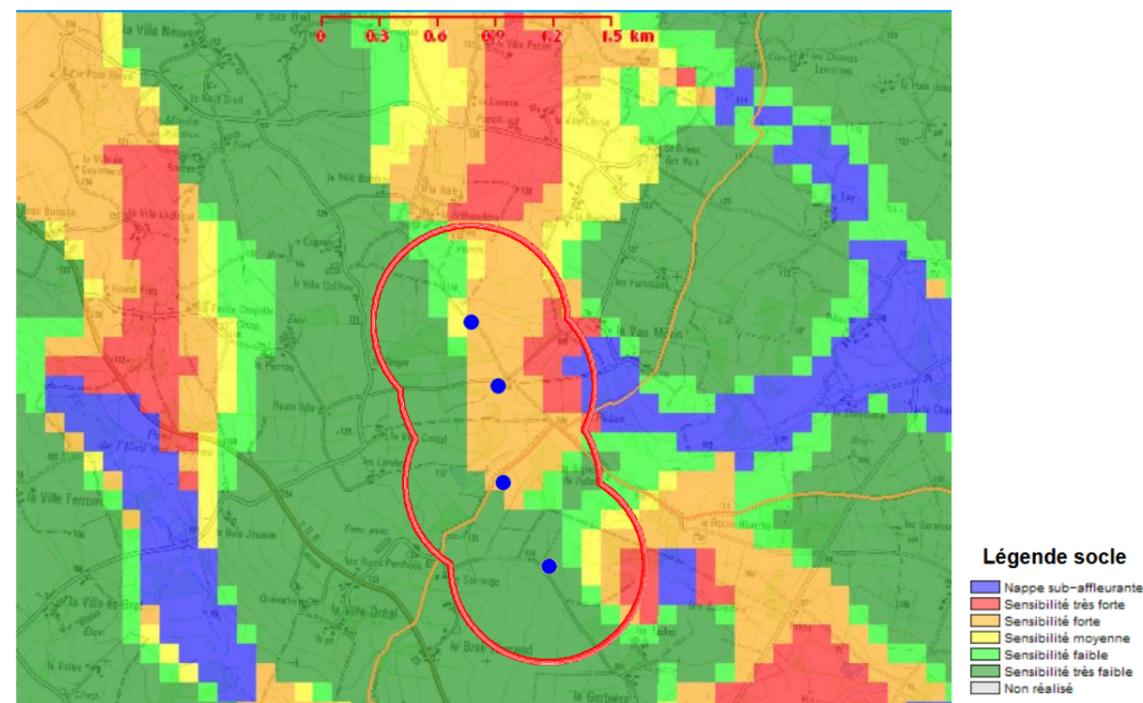
On distingue trois types d'inondations :

- la montée lente des eaux par débordement d'un cours d'eau ou remontée de la nappe phréatique,
- la formation rapide de crues torrentielles consécutives à des averses violentes,
- Le ruissellement pluvial renforcé par l'imperméabilisation des sols et les pratiques culturales limitant l'infiltration des précipitations.

Sur le territoire d'étude

Inondation par remontées de nappes

Le périmètre d'étude de dangers a une sensibilité allant de très faible à la présence de nappes sub-affleurantes au risque d'inondation par remontée de nappes (source : inondationsnappes.fr). Les éoliennes se situent en dehors des zones les plus sensibles.



Carte 6 : Sensibilité du périmètre d'étude de dangers aux phénomènes d'inondations par remontées de nappes (source : inondationsnappes.fr, 2016)

Inondation par débordement de cours d'eau

Aucune commune n'est concernée par un Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI). Les communes du périmètre d'étude de dangers font l'objet d'un Programme d'Action de Prévention contre les Inondations (PAPI de la Vilaine), approuvé en 2012, ainsi que d'un Atlas de Zone Inondable pour les cours d'eau du Meu et de l'Yvel. Le périmètre d'étude de dangers se situe en dehors des zonages réglementaires.

Cependant, le DDRM indique une vulnérabilité faible au risque d'inondation pour les communes de Merdrignac et d'Illifaut, et l'existence d'un risque d'inondation de plaine pour la commune de Trémorel.

- ⇒ Le périmètre d'étude de dangers est concerné par le risque de remontée de nappes phréatiques, par un Programme d'Action de Prévention contre les Inondations et par deux Atlas des Zones Inondables. Cependant seule la commune de Trémorel est classée à risque d'inondation de plaine par le DDRM des Côtes d'Armor.
- ⇒ Aucune commune ne fait l'objet de PPRI .
- ⇒ Le risque d'inondation est modéré dans le périmètre d'étude de dangers.

Mouvements de terrain

Définition

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Les volumes en jeu sont compris entre quelques mètres cubes et quelques millions de mètres cubes. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou très rapides (quelques centaines de mètres par jour).

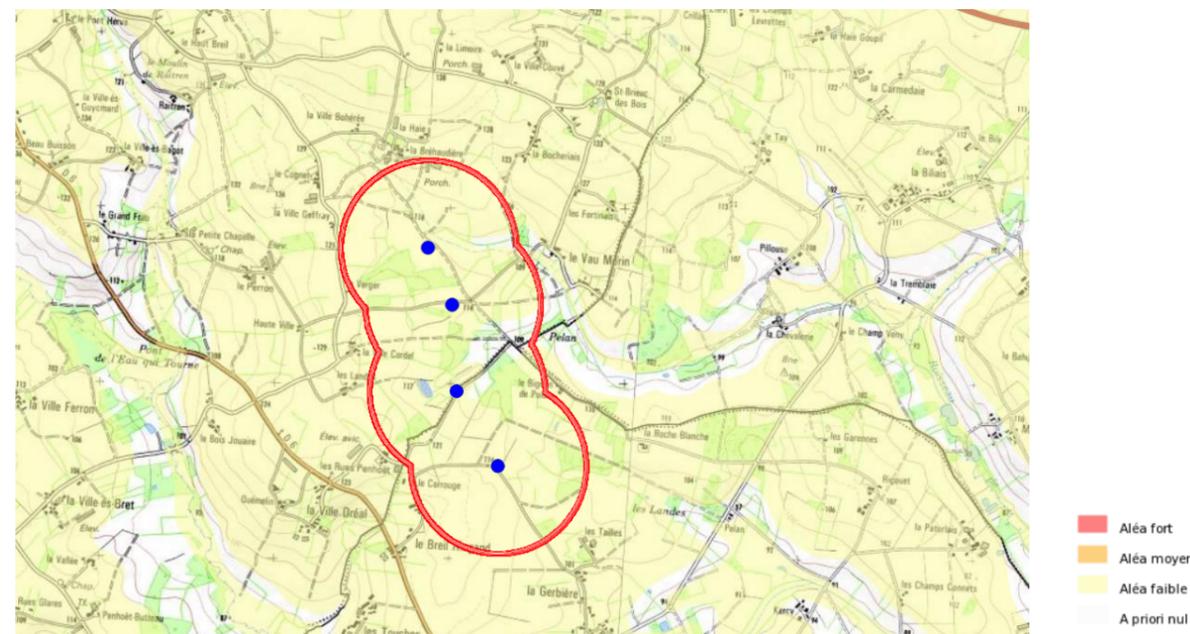
Sur le territoire d'étude

Une seule cavité est recensée sur la commune de Merdrignac, à 3,3 km au Nord-Ouest de l'éolienne E1, la plus proche. En revanche, aucune cavité n'a été identifiée sur les communes d'Illifaut et de Trémorel (source : georisques.gouv.fr, 2017).

Les communes du périmètre d'étude de dangers ont chacune bénéficié d'un arrêté de catastrophe naturelle pour inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues en date du 29 décembre 1999. Aucune des communes étudiées n'a fait l'objet d'un éboulement ou d'un affaissement de terrain.

⇒ Aucune cavité de localisation connue n'est présente sur le périmètre d'étude de dangers.

Relatif à l'aléa retrait et gonflement des argiles :



Carte 7 : Aléa retrait-gonflement des argiles sur le périmètre d'étude de dangers (source : www.argiles.fr, 2016)

⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un aléa nul à faible pour le retrait et gonflement des argiles. Ce point sera confirmé ou infirmé par la réalisation de sondages lors de la phase de travaux.

Risque sismique

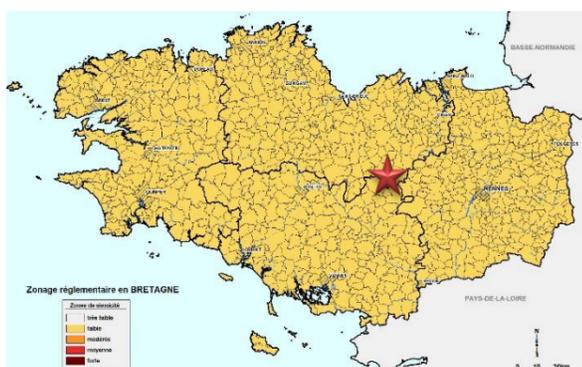
Définition

Un séisme est une fracturation brutale des roches en profondeur créant des failles dans le sol et parfois en surface, et se traduisant par des vibrations du sol transmises aux bâtiments. Les dégâts observés sont fonction de l'amplitude, de la durée et de la fréquence des vibrations.

Le séisme est le risque naturel majeur qui cause le plus de dégâts. Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (source : planseisme.fr).

Sur le territoire d'étude

L'actuel zonage sismique classe le périmètre d'étude de dangers en zone de sismicité 2 (faible). En raison du faible risque sismique dans cette zone, les bâtiments à risque normal n'appartenant pas aux structures stratégiques et indispensables à la gestion de crises (c'est-à-dire les bâtiments classés dans les catégories d'importance I et II selon la nouvelle réglementation parasismique de 2011) ne doivent intégrer aucune règle de construction parasismique particulière. Les bâtiments classés d'importance III ou IV (bâtiments recevant plus de 300 personnes, établissements sanitaires et sociaux, établissements scolaires, centres de production collective d'énergie, bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public, etc.) doivent intégrer des calculs de structures approfondis tenant compte du risque sismique.



Carte 8 : Zonage sismique en Bretagne – Légende : Etoile rouge / localisation du périmètre d'étude de dangers (source : préfecture Bretagne, 2016)

⇒ Les territoires communaux intégrant le périmètre d'étude de dangers sont soumis à un risque sismique faible.

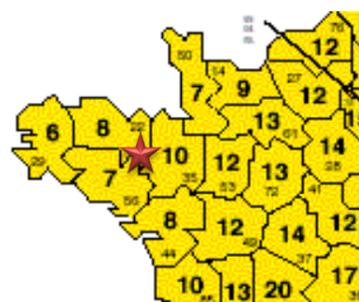
Foudre

Définition

Pour définir l'activité orageuse d'un secteur, il est fait référence à la densité de foudroiement, qui correspond au nombre d'impacts de foudre par an et par km² dans une région.

Sur le territoire d'étude

Le climat global du département est faiblement orageux : la densité de foudroiement est de 8, soit bien plus faible que la moyenne nationale de 20.



Carte 9 : Densité de foudroiement / Légende : Etoile rouge – Localisation du périmètre d'étude de dangers (source : citel, 2014)

⇒ Le risque de foudre est faible, nettement inférieur à la moyenne nationale.

Feux de forêt

Définition

Les feux de forêts sont des incendies qui se déclarent et se propagent sur une surface d'au moins un demi-hectare de forêt, de lande, de maquis, ou de garrigue.

Pour se déclencher et progresser, le feu a besoin des trois conditions suivantes :

- **une source de chaleur** (flamme, étincelle) : très souvent l'homme est à l'origine des feux de forêts par imprudence (travaux agricoles et forestiers, cigarettes, barbecue, dépôts d'ordures...), accident ou malveillance,
- **un apport d'oxygène** : le vent active la combustion,
- **un combustible** (végétation) : le risque de feu est lié à différents paramètres : sécheresse, état d'entretien de la forêt, composition des différentes strates de végétation, essences forestières constituant les peuplements, relief,...

Sur le territoire d'étude

Le département des Côtes-d'Armor est caractérisé par la présence de nombreux massifs forestiers de faible superficie et de zones de landes touristiques. Le risque feu de forêt n'est donc pas un risque majeur important, et provient essentiellement des zones de landes. Les zones à risques avec enjeux concernent les massifs forestiers les plus importants du département, des zones forestières de superficie moins importante ou des zones naturelles touristiques très fréquentées.

La commune de Merdrignac est classée à risque, en raison de la présence de la forêt de la Hardouinais. Cependant, celle-ci est localisée à 2 km au plus proche au Nord de l'éolienne E1, la plus proche.

⇒ Le risque de feux de forêt est présent sur la commune de Merdrignac mais faible sur le périmètre d'étude de dangers en raison de l'absence de landes et de l'éloignement de la forêt de la Hardouinais.

Tempête

Définition

L'atmosphère terrestre est un mélange de gaz et de vapeur d'eau, répartis en couches concentriques autour de la Terre. Trois paramètres principaux caractérisent l'état de l'atmosphère :

- **la pression** : les zones de basses pressions sont appelées **dépressions** et celles où les pressions sont élevées, **anticyclones** ;
- **la température** ;
- **le taux d'humidité**.

Une tempête correspond à l'évolution d'une perturbation atmosphérique, ou dépression, où se confrontent deux masses d'air aux caractéristiques bien distinctes (température – humidité). Cette confrontation engendre un gradient de pression très élevé, à l'origine de vents violents et/ou de précipitations intenses. On parle de tempêtes pour des vents moyens supérieurs à 89 km/h (degré 10 de l'échelle de Beaufort, qui en comporte 12).

Les tempêtes d'hiver sont fréquentes en Europe, car les océans sont encore chauds et l'air polaire déjà froid. Venant de l'Atlantique, elles traversent généralement la France en trois jours, du Sud-Ouest au Nord-Est, leur vitesse de déplacement étant de l'ordre de 50 km/h.

Sur le territoire d'étude

Toutes les communes du département des Côtes-d'Armor sont exposées à des vents plus ou moins violents. De plus, les communes littorales et estuariennes peuvent être touchées par l'amplification du mouvement des vagues et du niveau de la marée. En moyenne et par an, on observe 3 à 4 situations dans le département donnant des rafales de vent dépassant les 100 km/h.

⇒ Le risque de tempête est possible dans l'ensemble du département.

3.4. ENVIRONNEMENT MATERIEL

L'environnement matériel inventorié dans le périmètre d'étude de dangers est présenté sur la carte des enjeux matériels.

3.4.1. Voies de communication

Les seules voies de communication présentes dans le périmètre d'étude de dangers sont des infrastructures routières, aucune voie ferrée ou navigable n'étant présente.

Infrastructure aérienne

Par courrier réponse en date du 6 octobre 2016, la Direction Générale de l'Aviation Civile informe que le projet se situe en dehors de toute servitude aéronautique ou radioélectrique associée à des installations civiles relevant de leur compétence. Aucune objection n'est donc formulée à l'encontre du projet.

Par courriers réponses en date du 24 mars 2014 et du 21 décembre 2016, l'armée de l'air informe que le projet ne fait l'objet d'aucune prescription locale et émet un avis favorable, sous réserve du respect des contraintes radioélectriques en vigueur.

Infrastructure ferroviaire

Aucune voie ferrée n'intègre le périmètre d'étude de dangers. La plus proche est située à 10,4 km au Sud-Est de l'éolienne E4, la plus proche.

Infrastructures routières présentes sur le périmètre d'étude

Introduction

Le domaine routier est confié au Conseil Général des Côtes d'Armor. Pour mémoire, les infrastructures routières suivantes, passant à proximité du site, n'intègrent pas le périmètre d'étude de dangers :

- La **RN 164** reliant Montauban-de-Bretagne à Châteaulin, située à 2,2 km au Nord de l'éolienne E1 ;
- La **RD 6**, reliant Merdrignac à Illifaut, passant au plus près à 0,7 km à l'Ouest de l'éolienne E4.

Sur le périmètre d'étude de dangers

Le périmètre d'étude de dangers ne recoupe que des voies communales et chemins d'exploitation (notés respectivement Vc et Ce dans le tableau suivant, et numérotés sur la carte des enjeux matériels).

Remarque : le chemin d'exploitation mitoyen évoluant en limite communale entre Merdrignac et Illifaut n'étant pas numéroté sur les plans cadastraux, il a été nommé arbitrairement Cem sur les cartes pour les besoins de l'étude.

Définition du trafic

Aucune donnée de comptage routier n'est disponible pour les voies communales et chemins d'exploitation. Cependant, le trafic reste estimé inférieur à 2 000 véhicules par jour (infrastructures non structurantes).

⇒ Aucune infrastructure routière structurante n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

Eolienne	Distance aux voies communales	Distance aux chemins d'exploitation
E1	300 m Vc 18	20 m Ce 78 110 m Ce 68 220 m Ce 119 290 m Ce 77 300 m Ce 80 320 m Ce 118 370 m Ce 76 450 m Ce 70 450 m Ce 71
E2	20 m Vc 18	80 m Ce 76 80 m Ce 78 80 m Ce 81 180 m Ce 82 250 m Ce 80 360 m Cem 440 m Ce 70 460 m Ce 68 460 m Ce 74 480 m Ce 86
E3	410 m Vc 12	30 m Cem 270 m Ce 2 270 m Ce 3 270 m Ce 86 310 m Ce 82 400 m Ce 81
E4	40 m Vc 12	150 m Ce 3 220 m Ce 4 270 m Ce 2 440 m Cem

Tableau 9 : Distance des éoliennes aux infrastructures routières intégrant le périmètre d'étude de dangers dans un périmètre de 500 m autour de chaque éolienne

Eloignement des voiries

Le règlement du Plan Local d'Urbanisme de la commune de Merdrignac préconise un éloignement de 10 m minimum de l'alignement des voiries. Cette disposition ne s'applique pas aux chemins d'exploitation, puisqu'il est cité dans les dispositions générales du règlement du PLU : « Un chemin d'exploitation n'est pas une voie ». Les éoliennes situées sur la commune d'Illifaut ne font l'objet d'aucune préconisation particulière. **Les éoliennes respectent les distances d'implantation par rapport aux voiries communales.** De plus, des conventions de servitude autorisant le surplomb des voiries par les éoliennes ont été signées avec les mairies de Merdrignac et d'Illifaut.

Chemins de Randonnée

Plusieurs portions de chemins de randonnée intègrent le périmètre d'étude de dangers. Ils se superposent aux chemins d'exploitation et voies communales présents dans le périmètre d'étude de dangers.

Risque de transport de matières dangereuses (TMD)

Le risque de transport de marchandises dangereuses, ou risque TMD, est consécutif à un accident se produisant lors du transport de ces marchandises par voie routière, ferroviaire, voie d'eau.

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs des Côtes d'Armor, les communes de Merdrignac et Trémoré sont concernées par un risque de transport de matières dangereuses par voie routière, lié à la présence de la route nationale 164, évoluant au plus proche à 2,2 km au Nord de l'éolienne E1. La commune d'Illifaut n'est pas concernée par le risque TMD.

3.4.2. Réseaux publics et privés

Servitudes de télécommunications

Selon l'Agence Nationale des Fréquences (source : servitudes.anfr.fr, 2016), de nombreuses servitudes de télécommunications et radioélectriques grèvent les communes d'étude. On en recense 6 sur la commune de Merdrignac, et une servitude commune aux territoires de Merdrignac et Illifaut. Aucune servitude hertzienne ne grève la commune de Trémorel.

Par courrier réponse en date du 20 octobre 2016, l'opérateur de téléphonie Orange indique que le projet n'impacte pas de servitudes PT1 et PT2 hertziennes ni servitudes du réseau mobile de l'unité de pilotage réseau Ouest. A noter cependant la proximité de nombreux câbles enterrés de transport et de distribution et d'un réseau dense d'artères aériennes de distribution Orange desservant les hameaux voisins. Un sous-répartiteur téléphonique est également présent au lieu-dit « la Ville Oréal ». **Aucun de ces équipements n'intègre le périmètre d'étude de dangers.**

Par courrier réponse en date du 20 octobre 2016, l'opérateur de téléphonie Bouygues Telecom informe que le projet éolien du Clos Neuf ne pose aucun problème de compatibilité avec ses installations.

Servitude électrique

Aucune servitude électrique aérienne ne recoupe le périmètre d'étude de dangers.

Servitudes liées aux réseaux de transport de matières

Par courrier réponse en date du 18 novembre 2013, la société GRT gaz informe qu'elle ne possède aucun ouvrage de transport de gaz naturel haute pression sur le territoire de ces communes et n'a aucune préconisation à formuler par rapport au projet.

Radar Météo France

Par courrier réponse en date du 18 novembre 2013, Météo France informe que le projet se situe à plus de 20 km des radars hydrométéorologiques, distance supérieure à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie éolienne. Dès lors, l'accord écrit de Météo France n'est pas requis pour la réalisation du projet.

Captage AEP

Le périmètre d'étude de dangers n'intègre aucun captage d'eau potable ni périmètre de protection.

3.4.1. Autres ouvrages publics

Aucun autre ouvrage public n'a été recensé dans le périmètre d'étude de dangers.

3.4.2. Patrimoine historique et culturel

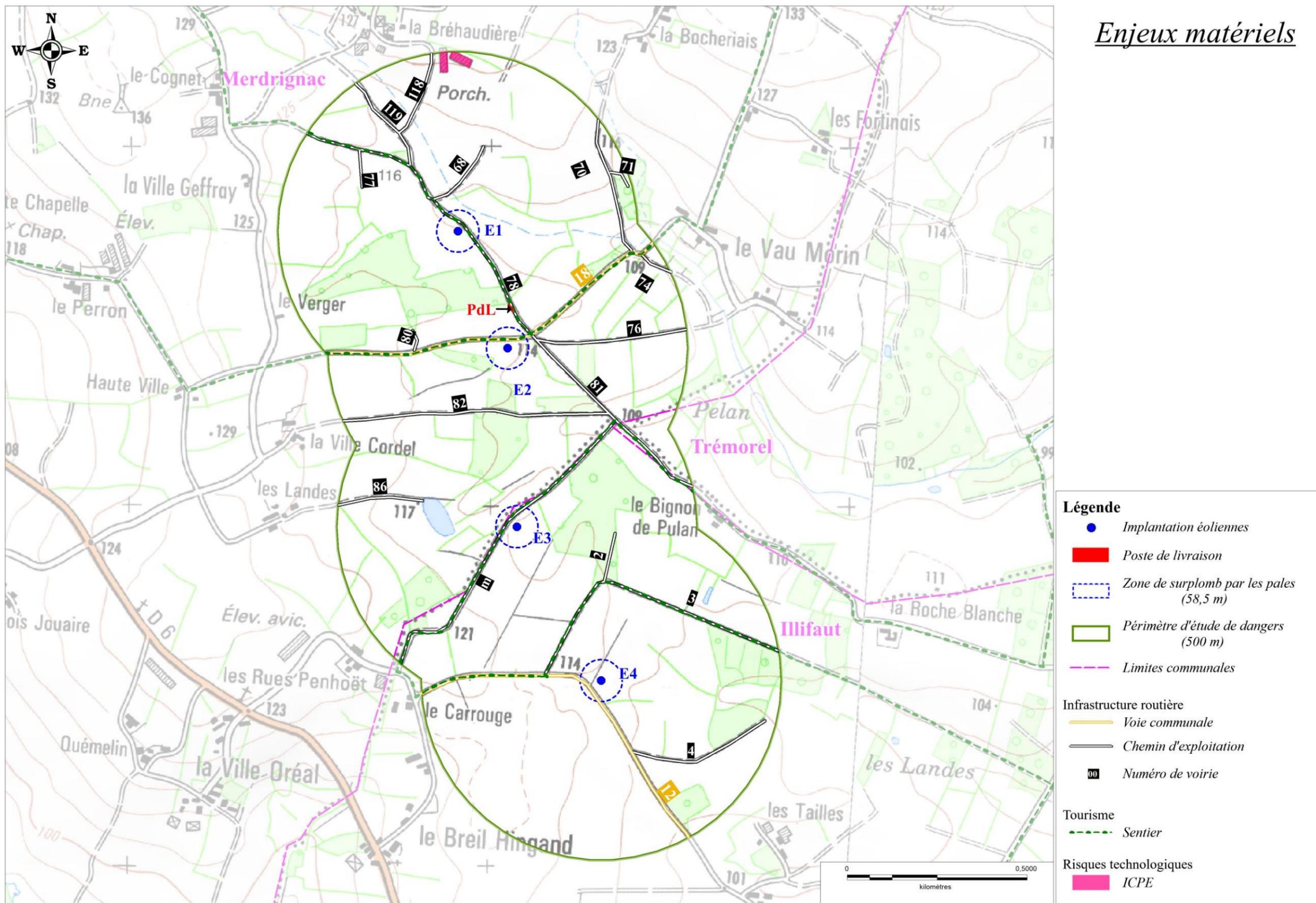
Monument historique

Aucun monument historique ne se situe à l'intérieur du périmètre de l'étude de dangers. Le plus proche est le manoir du Vieux Bourg, sur le territoire communal de Merdrignac. Il s'agit d'un monument historique inscrit, localisé à 3 km au Nord-Ouest de l'éolienne E1.

Archéologie

La société QUENEA ENERGIES RENOUVELABLES a effectué une demande de servitude auprès de la Direction Régionale des Affaires Culturelles en date du 24 octobre 2013. Par courrier réponse en date du 20 décembre 2013, celle-ci informe qu'aucun site archéologique n'est actuellement recensé dans l'emprise de l'aire d'étude ou à sa proximité immédiate. En conséquence la DRAC ne sollicitera pas la réalisation d'un diagnostic archéologique préalable aux travaux envisagés, sauf si un élément nouveau de site ou indice de site archéologique devait ultérieurement être porté à leur connaissance.

En outre, conformément à l'article 1-5 du décret n°2002-89 du 16 janvier 2002 pris pour l'application de la loi n°2001-44 du 17 janvier 2001, le risque de rencontrer des vestiges enfouis non reconnus à ce jour demeurant non nul dans l'environnement du projet, le Service Régional de l'Archéologie doit se voir communiquer, le plus en amont possible, pour instruction, le projet définitif. Un diagnostic archéologique (études des sources archivistiques et de la documentation existante, prospections et sondages archéologiques de reconnaissance dans le sol) pourra en effet être prescrit en préalable à la réalisation du projet, conformément au Code du patrimoine (livre V, titre II) relatif à l'archéologie préventive. Ces investigations complémentaires viseront à permettre une analyse de l'existant et des effets du projet sur le patrimoine archéologique ainsi qu'à la présentation des mesures envisagées (fouille archéologique, conservation partielle du site) pour éviter, réduire ou compenser les conséquences dommageables du projet.



Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Avril 2017

Carte 10 : Enjeux matériels dans le périmètre d'étude de dangers

3.5. CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

En conclusion de ce chapitre, une cartographie de synthèse permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans le périmètre d'étude de dangers (voir carte des enjeux humains). Les différents périmètres d'étude (zone de surplomb, de ruine, de projection de glace, etc.) correspondent aux différents scénarios de risque développés dans le chapitre 8.

3.5.1. Définition des périmètres d'étude

Selon les risques encourus, différents périmètres d'étude (ou zone d'effet) ont été identifiés :

- **Zone de surplomb** (0 – 58,5 m) : elle correspond à la zone de risque de chute d'éléments provenant de l'éolienne ou de chute de glace, par action de la gravité, soit une zone de rayon correspondant au rayon de rotor ;
- **Zone d'effondrement** (0 – 150 m) : aussi appelée zone de ruine de l'éolienne, elle correspond à la zone où elle peut tomber au sol, soit une zone de rayon correspondant à la hauteur totale de l'éolienne.

La surface au sol potentiellement impactée par l'effondrement de l'éolienne est définie par la formule suivante :

$$\text{Hauteur moyeu} \times \text{diamètre base mât} + 3 \times \text{rayon rotor} \times \text{diamètre base pale} / 2$$

La zone d'impact de l'effondrement est de 602 m² en prenant en compte les caractéristiques techniques de l'éolienne N117 (définies au chapitre 1.3).

- **Zone de projection de glace** (0 – 312 m) : elle correspond à la zone où des morceaux de glace, généralement formés sur les pales, peuvent être projetés lors de la mise en route de l'éolienne. Ce périmètre est défini selon la formule suivante :
 $1,5 \times (\text{hauteur au moyeu} + \text{diamètre du rotor})$;
- **Zone de projection de pale** (0 – 500 m) : elle correspond à la zone où des morceaux de pale, dans le cas d'une fracture de cette dernière, peuvent être projetés. Cette zone a été définie par le SER/FEE/INERIS dans sa trame type (2012) comme étant limitée à 500 m du mât de l'éolienne.

3.5.2. Les enjeux humains

Relatifs aux établissements recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est intégré dans le périmètre d'étude de dangers.

Relatif aux terrains non bâtis – terrains non aménagés et très peu fréquentés

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais, etc.), la formule suivante est utilisée : 1 personne par tranche de 100 ha, afin de calculer le nombre d'individus présent sur ces terrains.

Pour chaque éolienne, la superficie de ces terrains non bâtis a été calculée à partir de la formule suivante :

$$Z_E = \pi \times R^2$$

Remarque : Z_E correspond à la zone d'effet du risque identifié (voir paragraphe 8.2).

	Zone de surplomb	Zone de ruine	Zone de projection de glace	Intégralité du périmètre
Rayon (m)	58,5	150	312	500
Superficie (ha)	1,07	7,07	30,6	78,5
Nombre d'individus	0,01 personne	0,07 personne	0,31 personne	0,79 personne

Tableau 10 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non aménagés très peu fréquentés

Relatif aux infrastructures routières structurantes

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, « Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes qui ne sont pas déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installation [...] ».

Dans le guide technique de l'INERIS, utilisé pour la rédaction de la présente étude de dangers (élaboré en concertation par la Direction Générale de la Prévention de Risques (DGPR), le Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et la Fédération Energie Eolienne (FEE)), il est indiqué que les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par plus de 2 000 véhicules/jour. Les routes dont le trafic journalier est inférieur à cette valeur sont assimilées au terrain non bâtis.

L'inventaire des voies de communications présentes au sein du périmètre d'étude de dangers est présenté dans la partie 3.4.1 de la présente étude de dangers. **Aucune infrastructure routière structurante (> 2 000 véhicules/jour) ne traverse le périmètre d'étude de dangers.**

Relatif aux infrastructures routières non structurantes – terrains aménagés mais peu fréquentés

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (jardins et zones horticoles, vignes, zones de pêche, gares de triage...) la formule suivante est utilisée : 1 personne par tranche de 10 ha, afin de calculer le nombre d'individus présent sur ces terrains.

Selon le guide de l'INERIS, sont considérés comme terrains aménagés mais peu fréquentés, les voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules par jour).

Les tableaux suivants comptabilisent le nombre de personnes impactées par éolienne par zone d'effet des risques identifiés. Pour les calculs de surface impactée, on considère une largeur d'infrastructure de 5 m pour les chemins d'exploitation et 10 m pour les voies communales.

Eolienne E1				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface (ha)	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Vc 18	Zone de projection de glace	100	0,10	0,01
	Zone de projection de pale	950	0,95	0,10
Ce 68	Zone de ruine	108	0,05	0,01
	Zone de projection de glace	210	0,11	0,01
	Zone de projection de pale	210	0,11	0,01
Ce 70	Zone de projection de pale	390	0,20	0,02
Ce 71	Zone de projection de pale	70	0,04	0,01
Ce 76	Zone de projection de pale	180	0,09	0,01
Ce 77	Zone de projection de glace	35	0,02	0,01
	Zone de projection de pale	100	0,05	0,01
Ce 78	Zone de surplomb	115	0,06	0,01
	Zone de ruine	307	0,15	0,02
	Zone de projection de glace	640	0,32	0,03
	Zone de projection de pale	890	0,45	0,04
Ce 80	Zone de projection de glace	15	0,01	0,01
	Zone de projection de pale	70	0,04	0,01
Ce 81	Zone de projection de pale	150	0,08	0,01
Ce 118	Zone de projection de pale	240	0,12	0,01
Ce 119	Zone de projection de glace	90	0,05	0,01
	Zone de projection de pale	290	0,15	0,01

Tableau 11 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne E1

Eolienne E2				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Vc 18	Zone de surplomb	100	0,10	0,01
	Zone de ruine	290	0,29	0,03
	Zone de projection de glace	620	0,62	0,06
	Zone de projection de pale	1010	1,01	0,10
Ce 68	Zone de projection de pale	130	0,07	0,01
Ce 71	Zone de projection de pale	130	0,07	0,01
Ce 74	Zone de projection de pale	100	0,05	0,01
Ce 76	Zone de ruine	70	0,04	0,01
	Zone de projection de glace	230	0,12	0,01
	Zone de projection de pale	420	0,21	0,02
Ce 78	Zone de ruine	150	0,08	0,01
	Zone de projection de glace	320	0,16	0,02
	Zone de projection de pale	510	0,26	0,03
Ce 80	Zone de projection de glace	70	0,04	0,01
	Zone de projection de pale	70	0,04	0,01
Ce 81	Zone de ruine	90	0,05	0,01
	Zone de projection de glace	265	0,13	0,01
	Zone de projection de pale	480	0,24	0,02
Ce 82	Zone de projection de glace	505	0,25	0,03
	Zone de projection de pale	740	0,37	0,04
Ce 86	Zone de projection de pale	40	0,02	0,01
Ce m	Zone de projection de pale	430	0,22	0,02

Tableau 12 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne E2

Eolienne E3				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Vc 12	Zone de projection de pale	450	0,45	0,05
Ce m	Zone de surplomb	110	0,06	0,01
	Zone de ruine	300	0,15	0,02
	Zone de projection de glace	630	0,32	0,03
	Zone de projection de pale	940	0,47	0,05
Ce 2	Zone de projection de glace	140	0,07	0,01
	Zone de projection de pale	140	0,07	0,01
Ce 3	Zone de projection de glace	190	0,10	0,01
	Zone de projection de pale	530	0,27	0,03
Ce 81	Zone de projection de pale	560	0,28	0,03
Ce 82	Zone de projection de glace	45	0,02	0,01
	Zone de projection de pale	660	0,33	0,03
Ce 86	Zone de projection de glace	40	0,02	0,01
	Zone de projection de pale	240	0,12	0,01

Tableau 13 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne E3

Eolienne E4				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Vc 12	Zone de surplomb	80	0,08	0,01
	Zone de ruine	275	0,28	0,03
	Zone de projection de glace	600	0,60	0,06
	Zone de projection de pale	985	0,99	0,10
Ce m	Zone de projection de pale	365	0,18	0,02
Ce 2	Zone de projection de glace	35	0,02	0,00
	Zone de projection de pale	135	0,07	0,01
Ce 3	Zone de ruine	70	0,04	0,00
	Zone de projection de glace	575	0,29	0,03
	Zone de projection de pale	835	0,42	0,04
Ce 4	Zone de projection de glace	135	0,07	0,01
	Zone de projection de pale	405	0,20	0,02

Tableau 14 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne E4

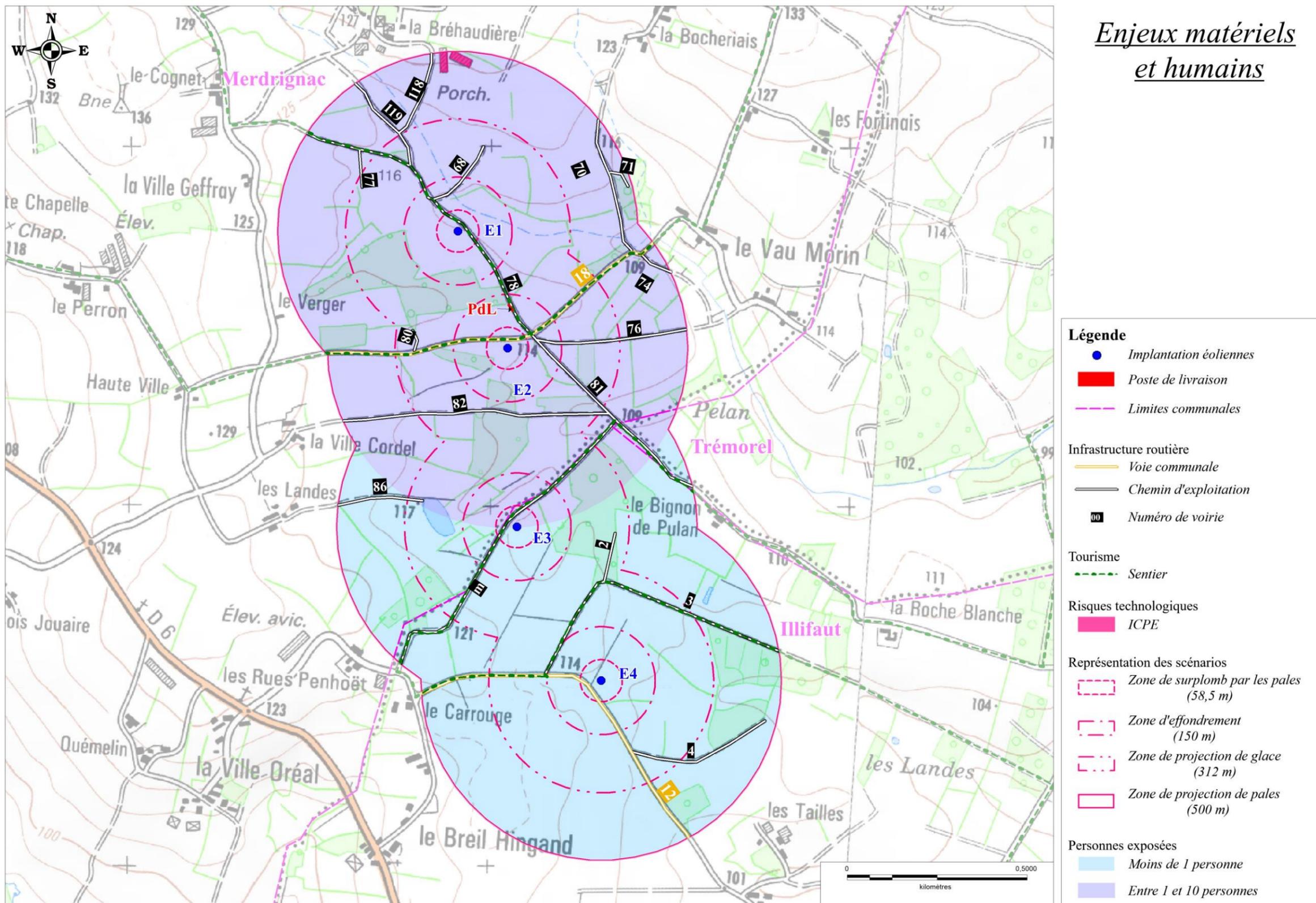
Relatif aux zones d'activité

On recense deux bâtiments d'élevage porcin classés au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement dans le périmètre d'étude de dangers. La circulaire du 10 mai 2010 indique de compter, pour les zones d'activité (industries et autres activités ne recevant habituellement pas de public) le nombre de salariés fréquentant l'établissement, sans compter les routes d'accès. Le nombre de salariés nécessaires aux élevages compris dans le périmètre d'étude de dangers est de 2 personnes (source : societe.com).

Relatif aux chemins de randonnées

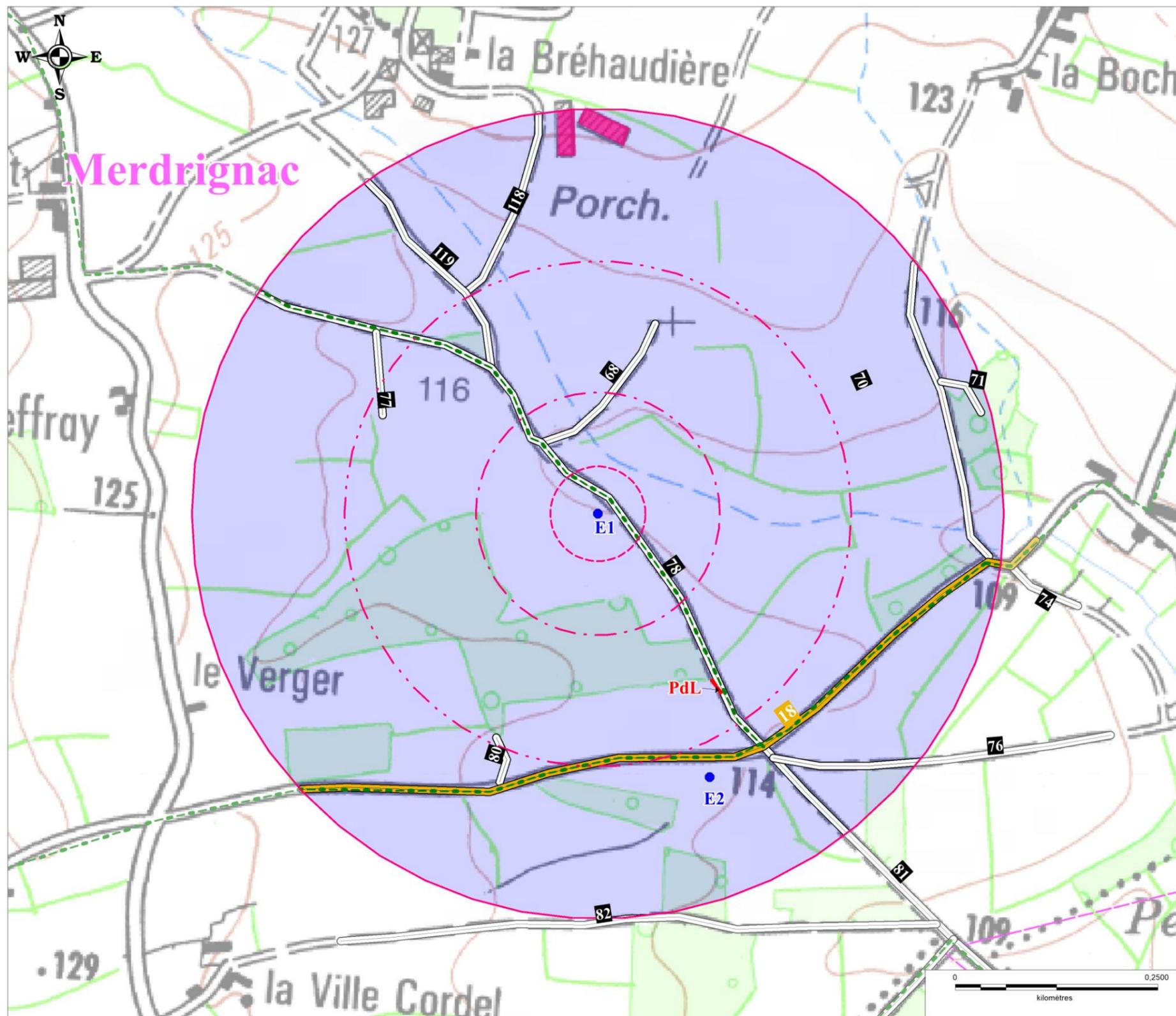
Pour les chemins de promenade, de randonnée, la circulaire du 10 mai 2010 indique de compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne. Or, malgré l'absence de données actuelles, nous pouvons confirmer, de par la connaissance du site, que la fréquentation des chemins de randonnée présents sur le site est plutôt en moyenne de l'ordre de 10 personnes par jour maximum.

Ainsi, ces personnes sont incluses dans la catégorie « terrains aménagés mais peu fréquentés ».



Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Avril 2017

Carte 11 : Enjeux matériels et humains dans le périmètre d'étude de dangers



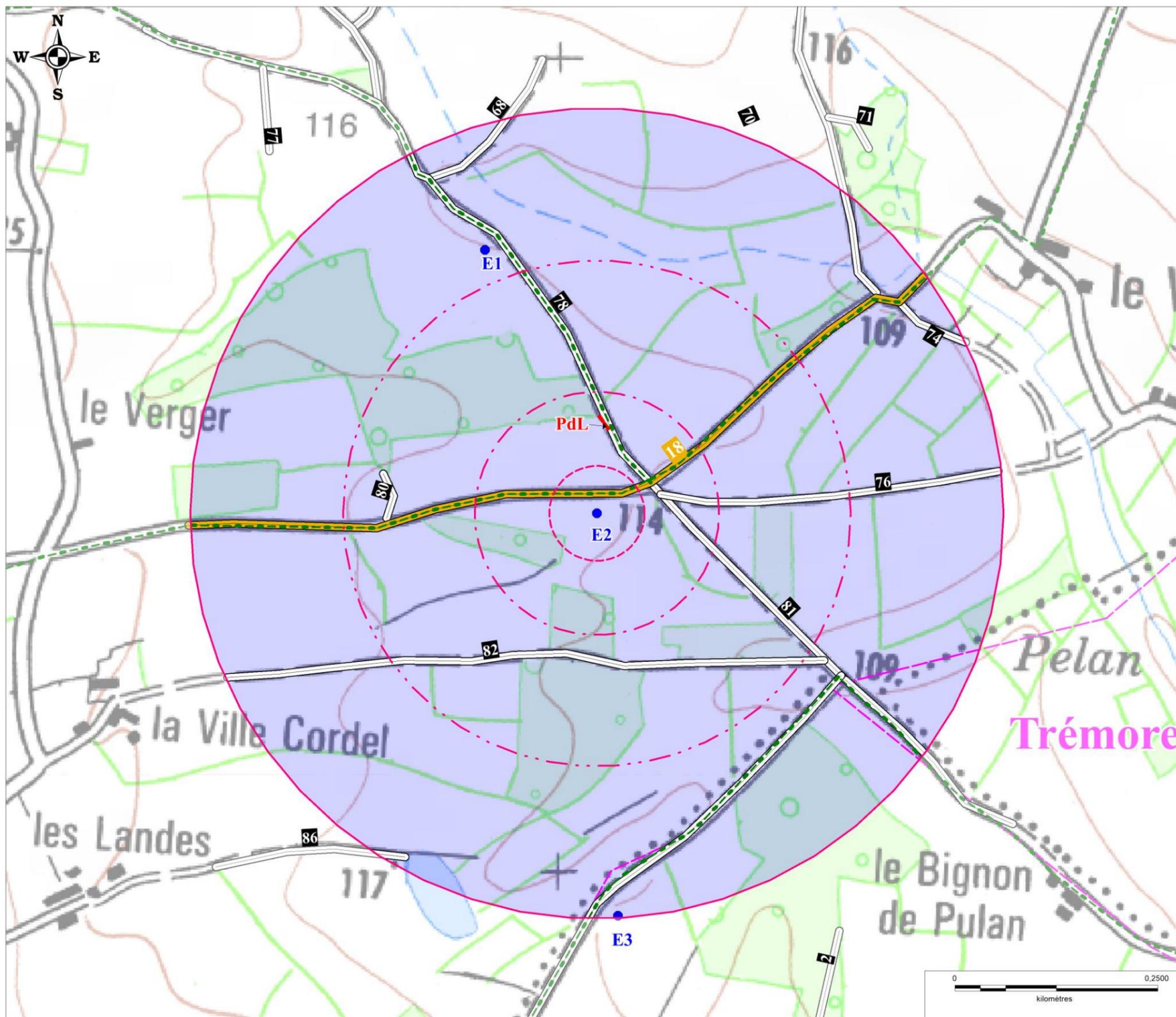
Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mars 2018

Enjeux matériels
et humains
- Eolienne E1 -

Légende

- Implantation
- Poste de livraison
- Limites communales
- Infrastructure routière**
 - Voie communale
 - Chemin d'exploitation
 - 00 Numéro de voirie
- Tourisme**
 - Sentier
- Risques technologiques**
 - ICPE
- Représentation des scénarios**
 - Zone de surplomb par les pales (58,5 m)
 - Zone d'effondrement (150 m)
 - Zone de projection de glace (312 m)
 - Zone de projection de pales (500 m)
- Personnes exposées**
 - Entre 1 et 10 personnes

Carte 12 : Enjeux matériels et humains dans le périmètre d'étude de dangers – Eolienne E1



Enjeux matériels
et humains
- Eolienne E2 -

Légende

- Implantation
- Poste de livraison
- Limites communales

Infrastructure routière

- ▬ Voie communale
- ▬ Chemin d'exploitation
- 00 Numéro de voirie

Tourisme

- Sentier

Représentation des scénarios

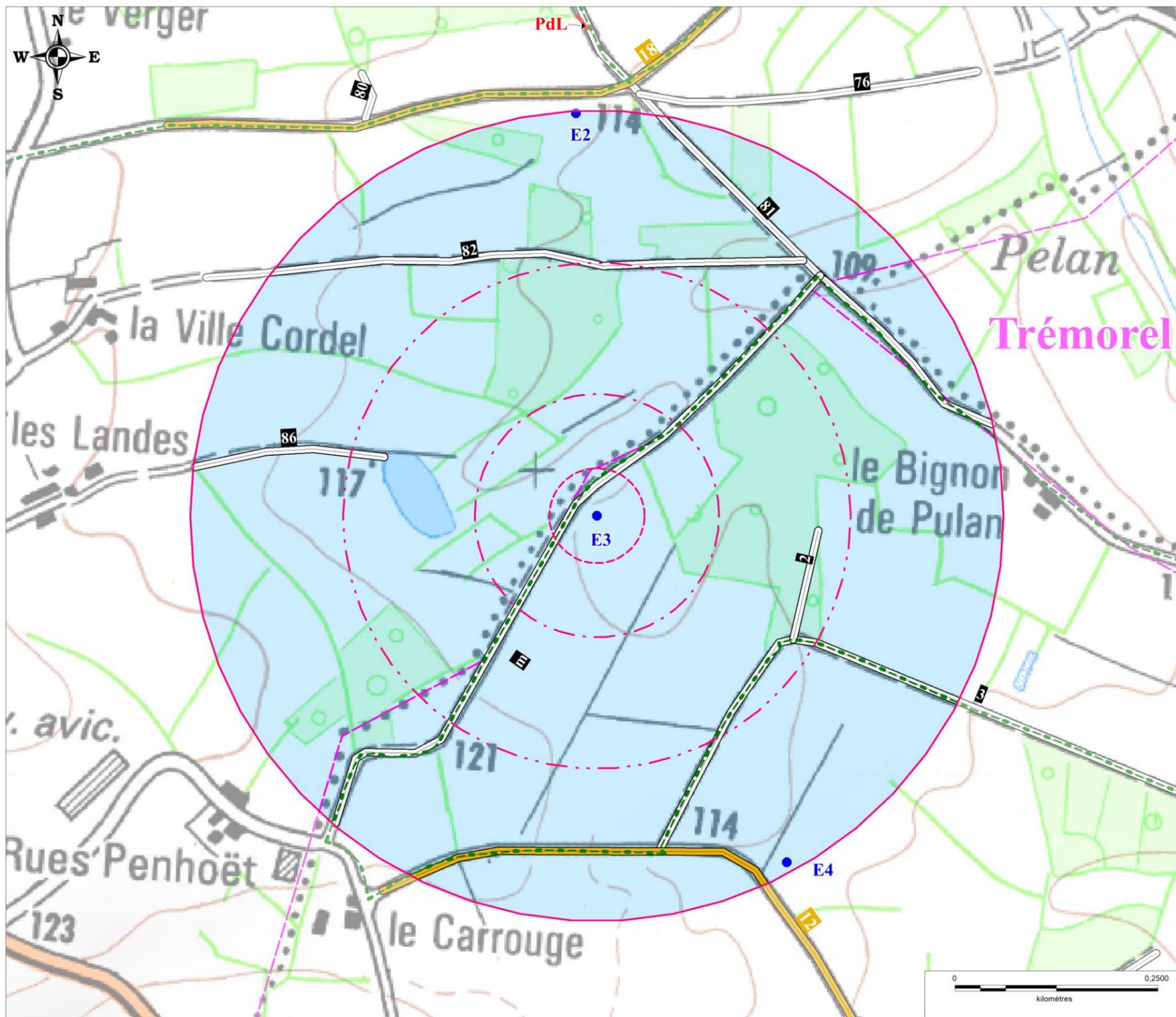
- ▭ Zone de surplomb par les pales (58,5 m)
- ▭ Zone d'effondrement (150 m)
- ▭ Zone de projection de glace (312 m)
- ▭ Zone de projection de pales (500 m)

Personnes exposées

- Entre 1 et 10 personnes

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mars 2018

Carte 13 : Enjeux matériels et humains dans le périmètre d'étude de dangers – Eolienne E2



Enjeux matériels
et humains
- Eolienne E3 -

Légende

- Implantation
- Limites communales

Infrastructure routière

- Voie communale
- Chemin d'exploitation
- 00 Numéro de voirie

Tourisme

- Sentier

Représentation des scénarios

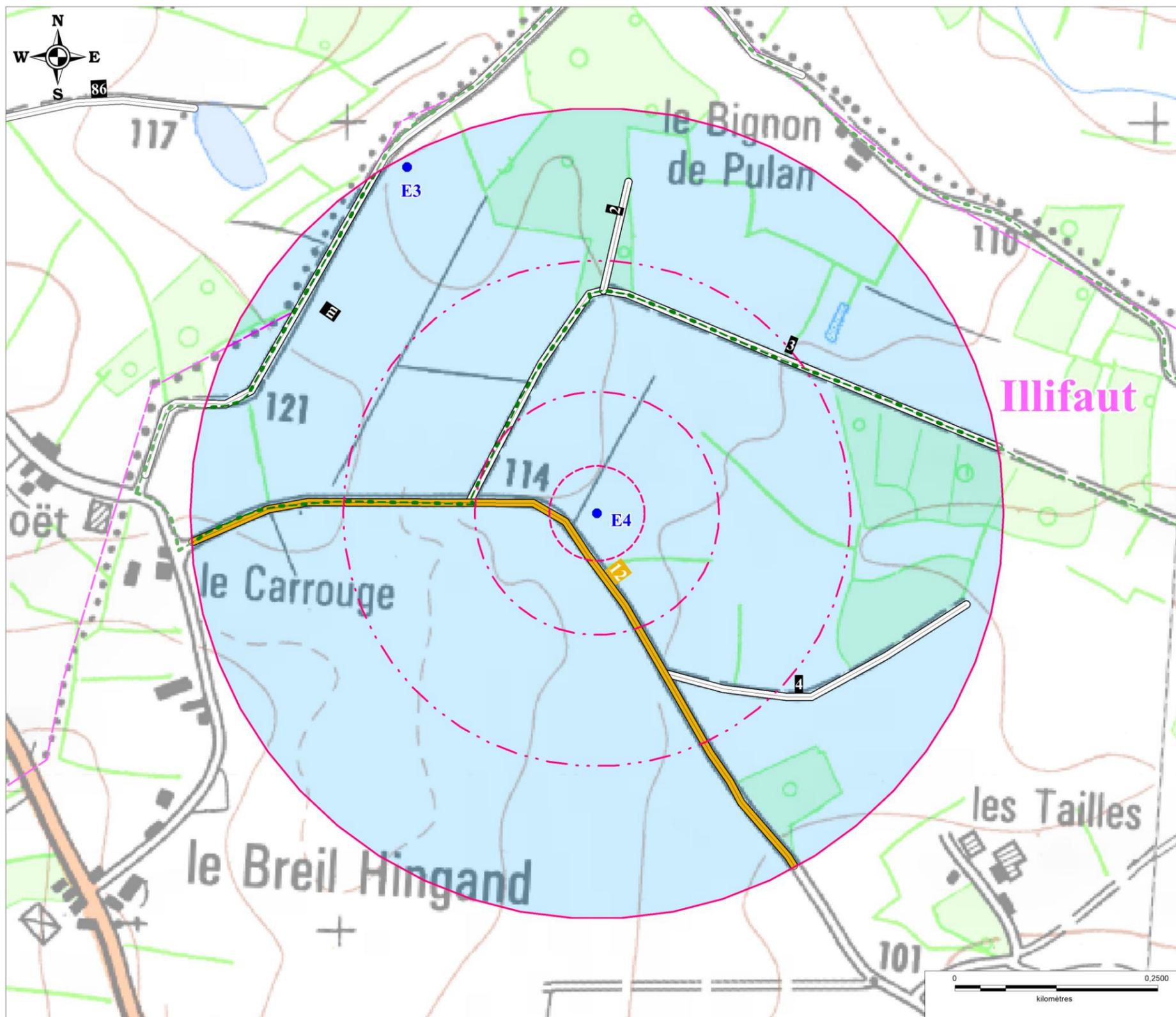
- Zone de surplomb par les pales (58,5 m)
- Zone d'effondrement (150 m)
- Zone de projection de glace (312 m)
- Zone de projection de pales (500 m)

Personnes exposées

- Moins de 1 personne

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mars 2018

Carte 14 : Enjeux matériels et humains dans le périmètre d'étude de dangers – Eolienne E3



Enjeux matériels
et humains
- Eolienne E4 -

Légende

- Implantation
- Limites communales

Infrastructure routière

- Voie communale
- Chemin d'exploitation
- 00 Numéro de voirie

Tourisme

- Sentier

Représentation des scénarios

- Zone de surplomb par les pales (58,5 m)
- Zone d'effondrement (150 m)
- Zone de projection de glace (312 m)
- Zone de projection de pales (500 m)

Personnes exposées

- Moins de 1 personne

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mars 2018

Carte 15 : Enjeux matériels et humains dans le périmètre d'étude de dangers – Eolienne E4

Synthèse des risques

Le tableau ci-dessous présente la synthèse des enjeux humains totaux, cumulant les enjeux humains relatifs aux terrains non aménagés et très peu fréquentés, aux terrains aménagés mais peu fréquentés ainsi qu'à la zone d'activité, pour l'ensemble des éoliennes et scénarios étudiés.

Eolienne	Ensemble homogène	Surface (ha)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
Zone de surplomb					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,02	1 pers / 100 ha	0,02	0,03
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,06	1 pers / 10 ha	0,01	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	0,97	1 pers / 100 ha	0,01	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,10	1 pers / 10 ha	0,01	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,02	1 pers / 100 ha	0,02	0,03
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,06	1 pers / 10 ha	0,01	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	0,99	1 pers / 100 ha	0,01	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,08	1 pers / 10 ha	0,01	
Zone de ruine					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,86	1 pers / 100 ha	0,07	0,10
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,21	1 pers / 10 ha	0,03	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,62	1 pers / 100 ha	0,07	0,12
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,45	1 pers / 10 ha	0,05	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,92	1 pers / 100 ha	0,07	0,09
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,15	1 pers / 10 ha	0,02	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,76	1 pers / 100 ha	0,07	0,11
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,31	1 pers / 10 ha	0,04	
Zone de projection de glace					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	29,97	1 pers / 100 ha	0,30	0,36
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,60	1 pers / 10 ha	0,06	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	29,25	1 pers / 100 ha	0,30	0,44
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,32	1 pers / 10 ha	0,14	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	30,04	1 pers / 100 ha	0,31	0,37
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,52	1 pers / 10 ha	0,06	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	29,59	1 pers / 100 ha	0,30	0,40
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,97	1 pers / 10 ha	0,10	
Zone de projection de pale					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,26	1 pers / 100 ha	0,77	3,00
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,25	1 pers / 10 ha	0,23	
	Zones d'activité	-	Nombre salariés	2,00	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	75,97	1 pers / 100 ha	0,76	1,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,54	1 pers / 10 ha	0,26	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,52	1 pers / 100 ha	0,77	0,97
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,99	1 pers / 10 ha	0,20	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,65	1 pers / 100 ha	0,77	0,96
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,86	1 pers / 10 ha	0,19	

Tableau 15 : Synthèse des enjeux humains

3.5.3. Enjeux matériels

Outre l'installation en elle-même, les principaux enjeux matériels sont :

- Deux bâtiments d'élevage ;
- Les infrastructures routières ;
- Des chemins de randonnées.

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 décrit précédemment.

4.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

4.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien

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 (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe 4.3.1) :

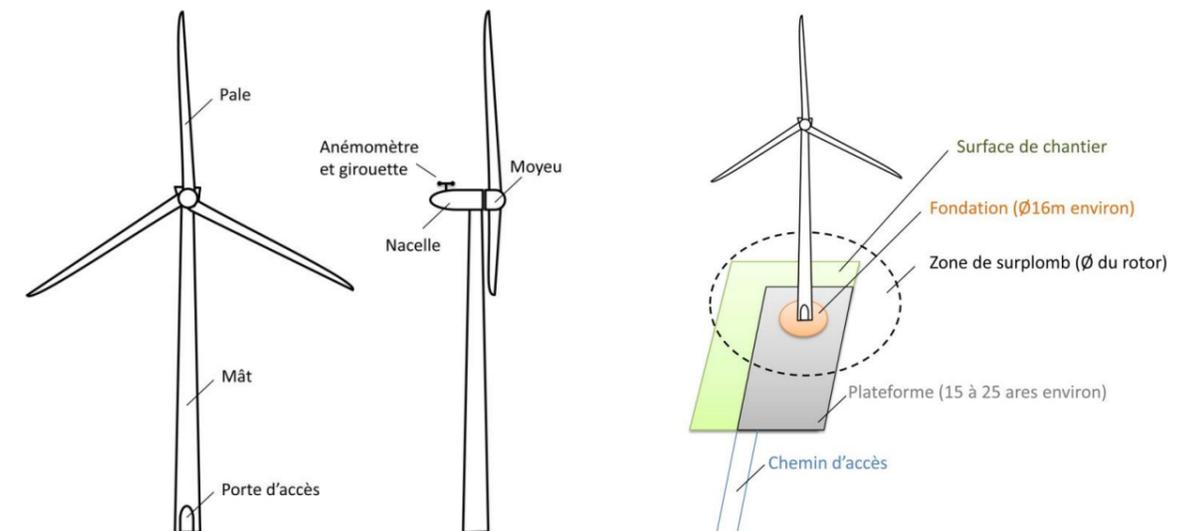
- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Des postes de livraison électriques, 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(x) poste(s) 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 ;
- 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 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, 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. 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 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.



NB : Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale.

Figure 7 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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.

Chemins d'accès

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

- 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 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).

Autres installations

Aucune aire d'accueil du public, ni place de parking, ni parcours pédagogique n'est prévu sur le site du parc éolien du Clos Neuf.

4.1.1. Activité de l'installation

L'activité principale du parc éolien du Clos Neuf est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur de moyeu de 91 mètres (en considérant la Nordex N117). Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

4.1.2. Composition de l'installation

Le parc éolien du Clos Neuf est composé de 4 aérogénérateurs et de deux postes de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 91 mètres et un diamètre de rotor de 117 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 150 mètres.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison dans le système de coordonnées NTF Lambert 93.

Nom de l'entité	Coordonnées L93		Altitude du terrain naturel	Hauteur totale de l'entité
	X	Y		
E1	301 911	6 799 804	116,5 m	266,5 m
E2	302 049	6 799 479	116,25 m	266,25 m
E3	302 075	6 798 983	116,25 m	266,25 m
E4	302 309	6 798 556	113 m	263 m
PdL 1	302 054	6 799 596	117,5 m	119,88 m
PdL 2	302 061	6 799 586	117,5 m	119,88 m

Tableau 16 : Coordonnées géographiques des éoliennes du Clos Neuf – PdL : Poste de Livraison (source : Quénéa, 2017)

Remarque : en annexe 10.6, les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison sont données dans le système de coordonnées Lambert 93 en mètre, mais également dans le système de coordonnées WGS 84 en degré, minute, seconde.

4.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

4.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par l'anémomètre qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 3 m/s. 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 environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 72 km/h environ (variable selon le type d'éoliennes), 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 de transmission à l'intérieur de la nacelle.

Découpage fonctionnel de l'installation

Fondations

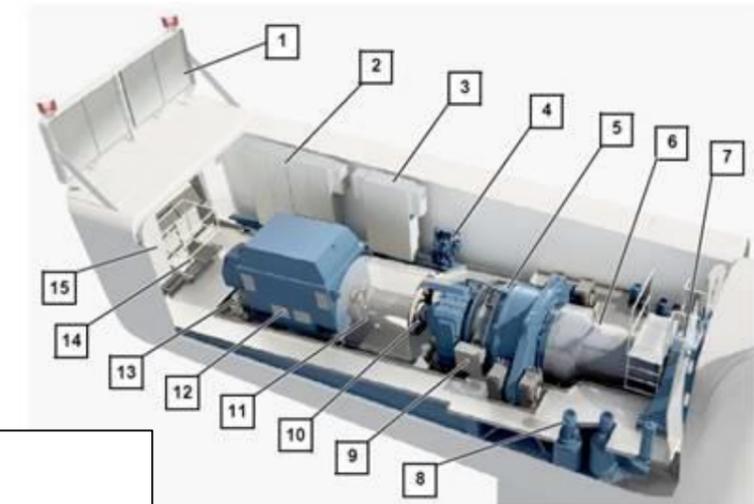
Fonction	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol
Description	Le massif de fondation est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2. Les fouilles des fondations sont creusées sur environ 2 à 3 mètres de profondeur et sur une largeur de 2 m de plus que la taille des fondations, qui peut atteindre 24 mètres de diamètre. Ceci représente une masse de béton d'environ 1 000 tonnes. Un insert métallique disposé au centre du massif sert de fixation pour la base de la tour. Il répond aux prescriptions de l'Eurocode 3. Cette structure doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> Le type d'éolienne ; La nature des sols ; Les conditions météorologiques extrêmes ; Les conditions de fatigue.

Tour / mât

Fonction	Supporter la nacelle et le rotor
Description	<p>La tour des éoliennes (également appelée mât) est constituée de plusieurs sections tubulaires en acier, de plusieurs dizaines de millimètres d'épaisseur et de forme tronconique, qui sont assemblées entre elles par brides. Fixée par une bride à l'insert disposé dans le massif de fondation, la tour est autoportante.</p> <p>La hauteur de la tour, ainsi que ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée.</p> <p>La tour a avant tout une fonction de support de la nacelle mais elle permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Une échelle d'accès à la nacelle ; ▪ Un élévateur de personnes ; ▪ Une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas) ; ▪ Les cellules de protection électriques.
Tension dans les câbles présents dans la tour	Jusqu'à 650 V

Nacelle

Fonctions	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supporter le rotor ▪ Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité
Description	<p>La nacelle se situe au sommet de la tour et abrite les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne (voir figure ci-après).</p> <p>Elle est constituée d'une structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, et est équipée de fenêtres de toit permettant d'accéder à l'extérieur.</p> <p>Le système de refroidissement assure le refroidissement des principaux éléments de l'éolienne et sert également de support pour les balisages lumineux et les capteurs de vent. Ces capteurs à ultrasons mesurent en permanence la vitesse et la direction du vent.</p> <p>Une sonde de température extérieure est placée sous la nacelle et reliée au contrôle commande.</p> <p>La nacelle n'est pas fixée de façon rigide à la tour. La partie intermédiaire entre la tour et la nacelle constitue le système d'orientation, appelé « yaw system », permettant à la nacelle de s'orienter face au vent, c'est-à-dire de positionner le rotor dans la direction du vent (l'orientation du rotor est forcée).</p> <p>Le système d'orientation est constitué de plusieurs dispositifs motoréducteurs solidaires de la nacelle, dont les arbres de sortie comportent un pignon s'engrenant sur une couronne dentée solidaire de la tour. Ces dispositifs permettent la rotation de la nacelle et son maintien en position face au vent. La vitesse maximum d'orientation de la nacelle est de moins de 0,5 degrés par seconde soit environ une vingtaine de minutes pour faire un tour complet.</p> <p>Afin d'éviter une torsion excessive des câbles électriques reliant la génératrice au réseau public, il existe un dispositif de contrôle de rotation de la nacelle. Celle-ci peut faire 3 à 5 tours de part et d'autre d'une position moyenne. Au-delà, un dispositif automatique provoque l'arrêt de l'éolienne, le retour de la nacelle à sa position dite « zéro », puis la turbine redémarre.</p>
Tension dans les armoires électriques	Entre 0 et 1 200 V



- 1- Echangeur thermique
- 2- Armoire électrique 2
- 3- Armoire électrique 1
- 4- Groupe hydraulique
- 5- Multiplicateur
- 6- Arbre Rotor
- 7- Roulement du rotor
- 8- Entraînement Système d'Orientation Nacelle
- 9- Refroidissement à huile du multiplicateur
- 10- Frein rotor
- 11- Accouplement
- 12- Génératrice
- 13- Pompe pour refroidissement à eau
- 14- Trappe grue intérieure
- 15- Armoire électrique 3

Figure 8 : Composants de la nacelle Nordex (source : documentation NORDEX)

Rotor

Fonction	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice
Description	<p>Les rotors sont composés de trois pales fixées au moyeu via des couronnes à deux rangées de billes et double contact radial. La rotation du rotor permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Elle est transmise à la génératrice via le multiplicateur.</p> <p>Les pales peuvent pivoter d'environ 90 degrés sur leur axe grâce à des vérins hydrauliques montés dans le moyeu. La position des pales est alors ajustée par un système d'inclinaison. Ainsi, les variations de vitesse de vents sont constamment compensées par l'ajustement de l'angle d'inclinaison des pales.</p> <p>Dans le cas où la vitesse de vent devient trop importante, risquant d'amener une usure prématurée des divers composants ou de conduire à un emballement du rotor, le système ramène les pales dans une position où elles offrent le moins de prise au vent, dite « en drapeau », conduisant à l'arrêt du rotor (freinage aérodynamique). Ce système comprend également la présence d'accumulateurs hydropneumatiques disposés au plus près des vérins. Ces accumulateurs permettent, même en cas de perte du système de contrôle, de perte d'alimentation électrique ou de défaillance du système hydraulique, de ramener les pales en drapeau.</p> <p>Chaque pale est indépendante et équipée de son propre pitch system afin de garantir un calage continu même en cas de dysfonctionnement du contrôle commande.</p> <p>Plusieurs notions caractérisent les pales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La longueur, fonction de la puissance désirée ; ▪ La corde (largeur maximale), fonction du couple nécessaire au démarrage et de celui désiré en fonctionnement ; ▪ Les matériaux, fonction de la résistance souhaitée. <p>La géométrie de la pale est légèrement vrillée autour de son axe longitudinal pour un meilleur rendement.</p>

Multiplicateur (Gearbox)

Fonction	Multiplier la vitesse de rotation issue de l'arbre lent
Description	<p>Le rotor est directement relié à un arbre de transmission appelé « arbre lent ». Cet arbre, qui tourne à la vitesse du rotor est connecté au multiplicateur. Le multiplicateur (Gearbox) permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur compris entre 100 et 120 selon les modèles, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 1 500 tours par minute.</p> <p>Le dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice (coupling) est un dispositif flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les défauts d'alignement mais surtout afin de constituer une zone de moindre résistance et de pouvoir rompre en cas de blocage d'un des deux équipements.</p> <p>Sur l'arbre rapide du multiplicateur est monté un disque de frein, à commande hydraulique, utilisé pour l'arrêt de la turbine en cas d'urgence.</p>

Générateur et transformateur

Fonction	<ul style="list-style-type: none"> Produire de l'énergie électrique à partir d'énergie mécanique Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau
Description	<p>Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante).</p> <p>Le générateur est ici de type synchrone délivrant un courant alternatif sous 660 V à vitesse nominale. Un système de conversion permet d'assurer la régulation du fonctionnement du générateur et la qualité du courant produit. Il permet d'alimenter le transformateur élévateur de tension en courant alternatif 50 ou 60 Hz sous 660 V. Cette tension est élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur sec, puis régulée par des dispositifs électroniques de façon à pouvoir être compatible avec le réseau public. Le transformateur est localisé dans une pièce fermée à l'arrière de la nacelle. Un câble relie ensuite la nacelle et les cellules de protection du réseau, disposées dans une armoire en partie basse de la tour. Il s'agit de cellules à isolation gazeuse (SF₆) qui permettent une séparation électrique de l'éolienne par rapport aux autres machines du champ éolien en cas d'anomalie (court-circuit, surtension, défaut d'isolement, ...).</p> <p>Le refroidissement du générateur et du dispositif de conversion est effectué par une boucle d'eau.</p>

Connexion au réseau électrique public

Fonction	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public
Description	<p>Les éoliennes d'un même champ éolien sont ensuite raccordées au réseau électrique de distribution (ENEDIS ou régies) ou de transport (RTE) via un ou plusieurs postes de livraison. Ces postes font ainsi l'interface entre les installations et le réseau électrique.</p> <p>Chaque poste est équipé d'appareils de comptage d'énergie indiquant l'énergie soutirée au réseau mais également celle injectée. Il comporte aussi la protection générale dont le but est de protéger les éoliennes et le réseau inter-éolien en cas de défaut sur le réseau électrique amont.</p> <p>Les liaisons électriques entre éoliennes et poste(s) de livraison sont assurées par des câbles souterrains.</p>
Tension dans les câbles souterrains	20 000 V
Tensions dans les postes de livraison	20 000 V

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	<i>Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol</i>	<ul style="list-style-type: none"> En béton armé, de forme circulaire, Dimension : design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction. Jusqu'à 24 m de diamètre à leur base et se resserre jusqu'à 2 m de diamètre représentant 650 m³, soit environ 1 000 tonnes Les dimensions exactes des fondations seront définies suite à l'étude de sol, prévue suite à l'obtention de l'Autorisation Environnementale. Elles seront entièrement enterrées et donc invisibles. Un insert métallique disposé au centre sert de fixation pour la base de la tour. Elles sont conçues pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2 et 3 et aux calculs de dimensionnement des massifs. Profondeur : en standard, 2 à 3 m environ
Mât	<i>Supporter la nacelle et le rotor</i>	<ul style="list-style-type: none"> Tubulaire en acier Hauteur de 89 mètres Composé de 3 à 4 pièces Revêtement multicouche résine époxy Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation Accès : porte verrouillable au pied du mât, échelle d'accès à la nacelle, élévateur de personnes
Nacelle	<i>Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i>	<ul style="list-style-type: none"> Un arbre en rotation, entraîné par les pales Le multiplicateur est à engrenage planétaire comportant plusieurs étages ainsi qu'un étage à roue dentée droite ou à entraînement différentiel – Tension nulle La génératrice annulaire, à double alimentation, qui fabrique l'électricité – Tension de 660 V Poids de la nacelle : 130 tonnes Composition : structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, fenêtres de toit permettant d'accéder à l'intérieur Hauteur : 4 mètres Largeur : 4,30 mètres Longueur : 12,81 mètres
Rotor / pales	<i>Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice</i>	<ul style="list-style-type: none"> Orientation active des pales face au vent Sens de rotation : sens horaire 3 pales par machine Surface balayée de 10 715 m² Vitesse de rotation théorique : entre 7,5 et 13,2 tours par minute Longueur de pale : 57,3 m Poids : 10,4 tonnes Contrôle de vitesse variable via microprocesseur Contrôle de survitesse : Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale Constitué de plastique renforcé à la fibre de verre (GFK), protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 - 400-22 Vitesse de rotation théorique

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	<ul style="list-style-type: none"> Tension de 20 kV à la sortie Localisation : pièce fermée à l'arrière de la nacelle
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	<ul style="list-style-type: none"> Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV Habillage : bardage bois avec une teinte proche de celle du chemin d'accès

Tableau 17 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs Nordex selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012

4.2.2. Sécurité de l'installation

L'installation respecte la réglementation en vigueur en matière de sécurité décrite par l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Article de l'arrêté du 26/08/11	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
3	Distance > 500 m des habitations Distance > 300 m d'une installation nucléaire ou d'une ICPE soumise à l'arrêté du 10/05/2000	-	Habitation la plus proche à 525 m de E4. Site industriel le plus proche : ICPE à 460 m de E1	OUI
4	Distance d'éloignement des radars Aucune gêne du fonctionnement des équipements militaires	-	Respect des distances minimales d'éloignement des radars météorologiques et aéronautiques civils ou militaires	OUI
5	Etude stroboscopique dans le cadre de bureaux à moins de 250 m	-	Non concerné	OUI
6	Limitation du champ magnétique (100 microteslas à 50-60 Hz)	Machine conforme	Les distances d'éloignement par rapport aux habitations permettent d'affirmer que le champ magnétique n'aura aucun impact potentiel sur les personnes (voir Chapitre F-2-3d de l'étude d'impact)	OUI
7	Voie carrossable pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours Accès bien entretenu et abords de l'installation maintenus en bon état de propreté.	-	Les chemins d'accès sont des chemins communaux qui seront renforcés et pour lesquels la SARL Clos Neuf Energies a signé avec les communes une convention de servitude de passage d'utilisation. L'entretien sera assuré et pris en charge par l'exploitant du parc éolien. Les accès seront en permanence dégagés pour les secours.	OUI
8	Conformité aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou IEC 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union Européenne	Machine conforme	-	OUI
9	Mise à la terre de l'installation Conformité à la norme IEC 61 400-24 (version de avril 2015) Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre lors de la maintenance	Machine conforme	-	OUI
10	Conformité de la directive du 17 mai 2006 Conformités aux normes NFC 15-100 (2008), NFC 13-100 (2001) et NFC 13-200 (2009) Contrôle des installations électriques avant la mise en service puis annuellement Vérification des installations fixées par l'arrêté du 10 octobre 2000	Machine conforme	-	OUI
11	Balisage approprié	Machine conforme	Balisage conforme aux articles L6351-6 et L6352-1 du code des transports et R243-1 et R244-1 du code de l'aviation civile. Le parc éolien du Clos Neuf respectera ces normes.	OUI
12	Suivi environnemental sur l'avifaune et les chiroptères - Au moins une fois au cours des 3 premières années de fonctionnement - Puis une fois tous les 10 ans	-	Un tel suivi sera réalisé, notamment d'après les préconisations de l'étude écologique réalisée dans le cadre du chapitre E de l'étude d'impact.	OUI
13	Accès à l'intérieur des aérogénérateurs et des postes de livraison fermés à clef	-	Accès à l'intérieur des éoliennes impossible et interdit aux personnes ne faisant pas partie du personnel d'exploitation. La porte est sans verrouillage depuis l'intérieur pour ne pas rester coincé dans l'éolienne. Les portes des éoliennes peuvent être équipées de contact de porte envoyant également une alarme sur le système de supervision en cas d'ouverture.	OUI
14	Affichage des consignes de sécurité, d'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur, de la mise en garde des risques d'électrocution et de risque de chute de glace.	-	Présence et affichage clair des consignes de sécurité aux abords de l'entrée des chemins d'exploitation et au niveau des plateformes. Affichage, sur le parc éolien, des coordonnées des moyens de secours en cas d'accident ou d'incident.	OUI

Article de l'arrêté du 26/08/11	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
15	Essais d'avant mise en service et contrôle périodique (arrêt, arrêt d'urgence et arrêt survitesse)	Réalisation d'essais prouvant le bon fonctionnement des installations. L'arrêt d'urgence est testé au bout de 3 mois de fonctionnement, puis tous les ans.	Réalisation des tests lors des opérations de maintenance préventive (dont la périodicité n'excède pas 1 an). L'exploitant s'engage à mettre à la disposition des administrations un rapport de test lors de la réception validant ces éléments, ainsi qu'un rapport de contrôle et de bon fonctionnement conformément aux procédures du fabricant des aérogénérateurs.	OUI
16	Interdiction d'entreposer des matériaux combustibles ou inflammables à l'intérieur des éoliennes.	-	Les maintenances comprennent une phase finale de nettoyage de l'éolienne afin de maintenir propre les installations et ne laisser aucun déchet. Le manuel de sécurité indique l'interdiction d'entreposage de matériaux dangereux. Les techniciens de maintenance possèdent des formations en interne concernant le travail à effectuer. Ils sont également soumis à l'obtention de plusieurs habilitations, mises à jour périodiquement : - Travail en hauteur ; - Habilitation électrique BT/HT ; - Sauveteur secouriste du travail ; - Certificat d'aptitude par la médecine du travail.	OUI
17	Formation du personnel sur les risques, les moyens pour les éviter, les procédures d'urgence et mise en place d'exercice d'entraînement	-	Les habilitations de l'ensemble des techniciens sont mises à disposition de la SARL Clos Neuf Energies. Les consignes de sécurité enseignées aux techniciens sont celles conformes à l'article 22 de l'arrêté du 26/08/2011. Le personnel de maintenance procède ponctuellement à des exercices d'entraînement aux situations d'urgence. Les scénarios effectués sont l'évacuation d'une personne sur l'échelle et l'évacuation de l'éolienne en cas d'incendie. Ces exercices d'entraînement sont assurés le cas échéant en lien avec les services de secours.	OUI
18	Contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et contrôle visuel du mât (3 mois, puis un an après la mise en service, puis tous les 3 ans). Contrôle des systèmes instrumentés de sécurité (selon une périodicité qui ne peut excéder un an).	NORDEX fournit les rapports de torquage de leur sous-traitant	Les contrôles correspondants, faisant partie des opérations de maintenance préventive, sont consignés et répertoriés dans les protocoles de maintenance, suivis par l'exploitant.	OUI
19	Tenue, par l'exploitant, d'un manuel d'entretien dans lequel sont précisés la nature et les fréquences des opérations. Tenue également d'un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatés et les opérations correctives engagées.	NORDEX fournit un manuel listant l'ensemble des tâches à accomplir lors de la maintenance, l'ensemble des protocoles de maintenance, ainsi que les fiches d'intervention des équipes de maintenance permettant ainsi à l'exploitant d'établir et de tenir à jour le registre cité par l'arrêté.	La SARL Clos Neuf Energies dispose des rapports de service et des rapports mensuels indiquant : - Les interventions réalisées sur site ; - Le descriptif des actions correctives réalisées ; - Les arrêts mensuels par éolienne. Le registre sera fourni à l'inspecteur des installations classées.	OUI
20	Gestion des déchets	Lors de la maintenance préventive, le constructeur NORDEX fait installer des containers appelés Eolainer. Les déchets engendrés par les maintenances y sont ramenés et triés dans les différents compartiments puis collectés pour leur traitement/valorisation. Des bordereaux de suivi des déchets sont ensuite transmis à l'exploitant.	Les déchets seront triés et stockés de manière à éviter toute contamination du sol. Lors de la production de déchets dangereux, un Bordereau de Suivi des Déchets (BSD) sera émis. La SARL Clos Neuf Energies utilise une charte de suivi de chantier afin de prévenir la gestion des déchets tout au long de cette phase	OUI
21	Elimination des déchets non dangereux	Lors de maintenance préventive, le constructeur NORDEX fait installer des containers appelés Eolainer. Les déchets engendrés par les maintenances y sont ramenés et triés dans les différents compartiments puis collectés pour leur traitement/valorisation. Des bordereaux de suivi des déchets sont ensuite transmis à l'exploitant.	Les déchets provenant du parc éolien sont gérés par la SARL Clos Neuf Energies. Ils sont traités par incinération avec valorisation énergétique.	OUI
22	Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Les consignes de sécurité indiquent également les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité.	NORDEX fournit à ses employés un manuel de sécurité et un plan d'évacuation et participe aux formations annuelles du personnel. Un plan de prévention annuel comprenant une analyse des risques et les moyens mis en œuvre pour les éviter est également lu au personnel	La SARL Clos Neuf Energies s'engage à informer les intervenants des consignes de sécurité du site. Un plan de prévention annuel comprenant une analyse des risques et les moyens mis en œuvre pour les éviter est également communiqué à tous les intervenants. Un plan d'évacuation est affiché en pied d'éolienne (intérieur).	OUI

Article de l'arrêté du 26/08/11	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
23	Mise en place d'un système de détection d'incendie ou de survitesse. Transmission de l'alerte dans un délai de 15 minutes. Opération de maintenance de ce système de détection.	Compatibilité couverture GSM : un système d'alerte automatique équipe chaque éolienne et permet d'alerter les secours ainsi que l'exploitant de l'installation en cas de danger. Les communications et en particulier les signaux d'alarme sont assurés en cas d'urgence.	Chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur. Quénéa Energies Renouvelables, qui assistera la SARL Clos Neuf Energies dans l'exploitation du parc, justifie sa capacité d'alerter les services d'urgence dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur grâce à son contrat d'exploitation 24h/24 et 7j/7 ainsi que grâce à la supervision en temps réel.	OUI
24	Moyens de lutte contre l'incendie à disposition dans chaque aérogénérateur (système d'alarme et deux extincteurs)	-	En cas d'accident, des procédures d'urgence permettent au personnel présent sur le site ou au centre de conduite de prendre les mesures nécessaires à l'évacuation de la nacelle, à l'extinction d'un début d'incendie, ... Sur site, le personnel dispose d'au minimum 2 extincteurs visibles et facilement accessibles (1 situé en bas du mât et 1 situé dans la nacelle) adaptés aux risques à combattre, et d'une trousse de premiers secours. Une fois le permis de construire et les différentes autorisations administratives nécessaires obtenus, un plan d'intervention sera réalisé avec les services de secours afin de lister : - Les noms et numéros des services secours à contacter ; - Les procédures à mettre en place (périmètre de sécurité, moyens de lutte incendie externe pouvant être mis en œuvre, ...) ; - La réalisation régulière d'exercices d'entraînement. Pour faciliter l'accès aux secours, le stationnement des véhicules des techniciens sera réalisé sur une zone de stationnement dédiée et les voies d'accès seront régulièrement entretenues. L'accès sera donc en permanence dégagé.	OUI
25	Mise en place d'un système de détection de formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur	Le système de détection de glace (qui équipe toutes les éoliennes) repose sur une comparaison entre différentes données (températures, vitesse de vent et production). Si une différence entre les productions réelle et attendue est mesurée, sous certaines conditions de température et de vent, l'éolienne s'arrête automatiquement. La remise en route est automatique, après disparition des conditions de givre.	L'exploitant garantit la conservation du système opérationnel et l'utilisation de la procédure d'exploitation conforme à la réglementation en vigueur.	OUI
26-27-28	Emergence contrôlée du bruit, limitation sonore des engins de chantier et suivi des mesures	NORDEX fournit à la SARL Clos Neuf Energies la courbe de bruit des éoliennes N117.	L'adéquation en termes d'émergence sonore de l'éolienne avec le site sera à la charge du Maître d'Ouvrage. Les seuils réglementaires maximum à proximité des éoliennes seront respectés, de jour comme de nuit. Le bruit total chez les riverains ne comportera pas de tonalité marquée au sens de la réglementation ICPE. La réception acoustique du parc éolien sera réalisée dans les 6 mois après la mise en service du parc éolien. Les règles de chantier imposées aux sous-traitants suivent les prescriptions de l'article 27 du 26/08/11.	OUI

Tableau 18 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE

Système de fermeture de la porte

L'accès à l'intérieur de l'éolienne ne peut se faire que par la porte de service située au pied du mât. Cette porte est dotée d'un verrou à clé. Un dispositif manuel permet d'ouvrir et de fermer le verrou de la porte depuis l'intérieur, même si la clé se trouve à l'extérieur de la porte. De plus, l'accès aux postes de livraison est fermé à clef.

Un détecteur avertit les personnels d'exploitation et de maintenance en cas d'ouverture d'une porte d'accès à une éolienne.

Balisage des éoliennes

Le balisage des éoliennes est défini par l'arrêté du 13 Novembre 2009 et du 7 Décembre 2010. **Les modèles d'éoliennes envisagées sont conformes à cet arrêté.**

La couleur des éoliennes est une nuance RAL 7035. Toutes les éoliennes constituant le parc éolien, sont dotées d'un balisage lumineux d'obstacle au niveau de la nacelle.

Les feux de balisage d'obstacles font l'objet d'un certificat de conformité, délivré par le service technique de l'aviation civile de la direction générale de l'aviation civile (STAC), en fonction des spécifications techniques correspondantes.

Les balisages sont conformes aux articles L.6351-6 et L.6352-1 du code des transports, R.243-1 et R.244-1 du code de l'aviation civile, ainsi qu'aux normes IEC 61 400-1 et 3 et 61 400-22.

L'alimentation électrique, desservant le balisage lumineux, est secourue par l'intermédiaire d'un dispositif automatique et commute dans un temps n'excédant pas 15 secondes. La source d'énergie assurant l'alimentation de secours des installations de balisage lumineux possède une autonomie au moins égale à 12 heures.

Le balisage est surveillé par l'exploitant et celui-ci signale dans les plus brefs délais toute défaillance ou interruption du balisage à l'autorité de l'aviation civile territorialement compétente.

Balisage lumineux de jour

Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux de jour assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 candelas [cd]). Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et disposés de manière à assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

Balisage lumineux de nuit

Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux de nuit assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type B (feux à éclats rouges de 2 000 cd). Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et disposés de manière à assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

Le passage du balisage lumineux de jour au balisage de nuit est assuré par un détecteur crépusculaire. Le jour est caractérisé par une luminance de fond supérieure à 500 cd/m², le crépuscule est caractérisé par une luminance de fond comprise entre 50 cd/m² et 500 cd/m², et la nuit est caractérisée par une luminance de fond inférieure à 50 cd/m². Le balisage actif lors du crépuscule est le balisage de jour, le balisage de nuit est activé lorsque la luminance de fond est inférieure à 50 cd/m².

Protection contre le risque incendie

Système de détection et d'alarme

Un système d'alarme est couplé avec un système de détection qui informe l'exploitant à tout moment d'un départ de feu dans une éolienne, via le système SCADA. La détection se fait selon deux zones indépendantes, la base du mât et la nacelle. Le départ d'un feu entraîne l'arrêt d'urgence de l'éolienne, sa mise en sécurité, l'arrêt des ventilations et déclenche une alarme sonore et lumineuse dans l'éolienne.

Ce dernier est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents et de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai respectant la réglementation en vigueur (respectivement 15 et 60 minutes).

Compatibilité couverture GSM : un système d'alerte automatique équipe chaque éolienne et permet à l'exploitant d'alerter les secours en cas de danger. Les communications et en particulier les signaux d'alarme sont assurés en cas d'urgence.

Système de lutte contre l'incendie

Les éoliennes disposent de deux extincteurs et d'un système de détection d'incendie. Les extincteurs sont positionnés de façon bien visible et facilement accessible. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Ils font l'objet d'un contrôle régulier par un organisme agréé.

Par mesure de sécurité, le Service Départemental d'Incendie et de Secours demande la fourniture d'un extincteur par poste de livraison et de deux par éolienne, positionnés dans le pied de la tour à côté de la porte fermée, sur la première plate-forme à gauche de l'échelle et dans la nacelle au niveau de la colonne de la grue.

Procédure d'urgence en cas d'incendie

Un plan d'évacuation permet au personnel d'évacuer l'éolienne en cas d'incendie. Le personnel dispose également d'une procédure d'urgence pour donner l'alerte vers les services de secours en cas d'incendie et est formé pour le faire.

En cas d'incendie, des procédures d'urgence permettent au personnel de prendre les mesures nécessaires à l'évacuation de la nacelle, à l'extinction d'un début d'incendie, etc.

Sur le site, le personnel dispose de 2 extincteurs visibles et facilement accessibles, adaptés aux risques à combattre, et d'une trousse de premiers secours.

Une fois l'Autorisation Environnementale obtenue, un plan d'intervention sera réalisé avec les services de secours afin :

- De lister les noms et numéros des services secours à contacter ;
- D'établir les procédures à mettre en place (périmètre de sécurité, moyens de lutte incendie externe pouvant être mis en œuvre etc.) ;
- De planifier la réalisation régulière d'exercices d'entraînement.

Protection contre le risque foudre

La fonction principale du système de protection contre la foudre est de protéger les vies et les biens contre les effets destructeurs de la foudre.

Tous les éléments du système sont conçus de manière à résister à l'impact de la foudre, et à ce que le courant de foudre puisse être conduit en toute sécurité aux points de mise à la terre sans dommages ou sans perturbations des systèmes.

Les éoliennes sont protégées contre l'impact de la foudre grâce à un système de transmission allant des récepteurs de pale et de nacelle jusqu'aux fondations, en passant par le carénage, le châssis et la tour. Ce système évite le passage de la foudre à travers les composants critiques. Pour ce qui est des systèmes de protection supplémentaires, le système électrique est doté de protecteurs de surtension.

Tous ces systèmes de protection sont conçus pour atteindre un niveau de protection maximal de classe I conformément à la norme IEC 62305. Les normes IEC 61400-22 et IEC 61024 ont été prises comme normes de référence. Le Maître d'Ouvrage tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des éoliennes à la norme précitée.

Protection contre la survitesse

Chaque éolienne est dotée d'un dispositif de freinage pour diminuer les contraintes mécaniques qui s'exercent sur cette dernière lorsque le vent augmente. Ce dispositif arrête tout fonctionnement de l'éolienne en cas de tempête par exemple. Cela s'effectue par une rotation des pales limitant la prise au vent.

En cas de défaillance, un système d'alarme est couplé avec un système de détection de survitesse qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal.

Ce dernier est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents et de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai respectant la réglementation en vigueur.

En cas d'incident (survitesse, échauffement, incendie), Clos Neuf Energies justifie sa capacité à alerter les services d'urgence dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur grâce à son contrat de maintenance 24h/24 et 7j/7, ainsi que grâce à une supervision en temps réel.

En cas d'intervention, des équipes de techniciens sont réparties sur le territoire afin de pouvoir réagir rapidement. Le centre de maintenance NORDEX le plus proche de la zone d'étude pour le parc éolien du Clos Neuf est situé à 140 km, sur la commune de Chateaulin (Finistère). La supervision en temps réel est assurée par les équipes de la SARL Clos Neuf Energies, sociétés assistant l'exploitant, dans la gestion et le suivi de l'exploitation du parc.

Les interventions sont toujours réalisées par une équipe d'au moins deux personnes.

Afin d'assurer la sécurité des équipes intervenantes, un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne est disposé en partie basse de la tour. Ainsi, lors des interventions sur l'éolienne, les opérateurs basculent ce dispositif sur « commande locale » ce qui interdit toute action pilotée à distance.

Toute intervention dans le rotor n'est réalisée qu'après le blocage mécanique de celui-ci. De plus, des dispositifs de sectionnement sont répartis sur l'ensemble de la chaîne électrique afin de pouvoir isoler certaines parties et protéger ainsi le personnel intervenant.

Au-delà de certaines vitesses de vent, les interventions sur les équipements ne sont pas autorisées.

En cas d'accident, nécessitant des moyens externes, l'alerte est donnée au SDIS 22. Le temps d'intervention de ce service dépendra de l'activité opérationnelle et de la typologie de l'intervention. Le centre de secours le plus proche est celui de Merdrignac.

Protection contre la tempête

Tous les principaux composants sont équipés de capteurs de température. Un certain nombre de seuils est prédéfini dans le système de contrôle de l'éolienne.

En cas de dépassement de la vitesse du vent de coupure, si la valeur moyenne sur 10 minutes est supérieure à 20 m/s ou si la valeur moyenne sur 3 secondes est supérieure à 26 m/s, l'éolienne s'arrête. Dans ce cas, des codes d'état associés à des alarmes sont activés et peuvent, le cas échéant, entraîner un ralentissement de la machine (bridage préventif) voire un arrêt de l'éolienne.

Tout phénomène anormal est ainsi répertorié, tracé via le système SCADA du parc, et donne lieu à des analyses et si nécessaire interventions de maintenance sur site afin de corriger les problèmes constatés.

La procédure de coupure sera lancée si la vitesse du vent est supérieure à la vitesse du vent de coupure, en valeur moyennée sur 10 min. Cependant, pour faire face aux rafales, l'éolienne lancera également la procédure de coupure si la vitesse du vent dépasse certains seuils prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne en valeur moyennée sur 30 s, ou en valeur moyennée sur 3 s.

La procédure d'arrêt fera pivoter les pales en position drapeau et arrêtera l'éolienne en toute sécurité. Après l'arrêt et pour des raisons de sécurité, un délai d'attente doit être respecté avant de procéder au redémarrage de l'éolienne. Ce délai d'attente n'est décompté qu'une fois que la vitesse du vent reste inférieure à 20 m/s pendant plus de 120 s.

Protection contre l'échauffement

Tous les principaux composants (paliers, freins, systèmes hydrauliques, enroulements d'alternateur) sont équipés de capteurs de température. Un certain nombre de seuils sont prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne.

En cas de dépassement de seuils (caractéristiques sur chaque type d'aérogénérateur, type de composant et prédéfinis), des codes d'état associés à des alarmes sont activés et peuvent, le cas échéant, entraîner un ralentissement de l'éolienne (bridage préventif) voire un arrêt de celle-ci.

Tout phénomène anormal est ainsi répertorié, tracé via le système SCADA du parc, et donne lieu à des analyses et si nécessaire interventions de maintenance sur site afin de corriger les problèmes constatés.

La procédure d'arrêt fera pivoter les pales en position drapeau et arrêtera l'éolienne en toute sécurité.

Protection contre la glace

Durant les mois d'hiver et au début du printemps, du givre puis de la glace peuvent se former sur les pales et la nacelle des éoliennes entraînant un surpoids, un déséquilibre du rotor et des risques de projection de cette glace. La glace sur les pales de l'éolienne diminue sa puissance et augmente les efforts sur celle-ci. Le balourd, créé, déséquilibre la rotation du rotor. A noter qu'en cas de formation importante de glace, la mise à l'arrêt de l'éolienne concernée est effectuée sous un délai maximum de 60 minutes.

Les éoliennes sont munies d'un système de gestion qui identifie toute anomalie de fonctionnement. Dans ce cas précis, la présence de glace sur les pales est détectée :

- Lorsqu'une température extérieure basse est associée à une perte de production importante ;
- Par un détecteur de givre installé sur la nacelle (détecteur optionnel).

Dans ces cas, une alarme empêche le démarrage de l'éolienne, ou arrête le fonctionnement de l'éolienne.

En cas de condition de gel prolongé, les éoliennes sont maintenues à l'arrêt jusqu'au retour de conditions météorologiques plus clémentes.

Des panneaux sont également mis en place, en pied d'éolienne, informant de la chute de glace possible.

Protection contre le risque électrique

Les installations électriques à l'intérieur de l'éolienne respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006.

Les installations électriques extérieures à l'éolienne sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.

Protection contre le risque de fuite de liquide dans la nacelle

Les nacelles des éoliennes sont conçues de sorte que tout écoulement accidentel de liquide provenant d'éléments de la nacelle (huile multiplicateur et liquide de refroidissement principalement) est récupéré dans un bac de rétention. Un réservoir situé dans la tour de l'éolienne, permet ensuite de recueillir les produits de fuite temporairement avant leur évacuation par les moyens appropriés.

Des vérifications des niveaux sont également partie intégrante des opérations de maintenance préventive.

Sécurité positive de l'éolienne – redondance des capteurs

L'éolienne est dotée d'un grand nombre de capteurs (capteurs de température, de pression, de contact, de mesure de vitesse, d'accélération, du retour d'information de chaque état du système ...) sur absolument chaque partie de l'éolienne.

Ainsi, si l'un d'eux est cassé, celui qui est juste après dans la chaîne détectera l'anomalie et signalera par le biais du système de supervision (SCADA) monitoré 24h sur 24 et 7 jours sur 7.

Un système de surveillance complet garantit la sécurité de l'éolienne. Toutes les fonctions pertinentes pour la sécurité (par exemple : vitesse du rotor, températures, charges, vibrations) sont surveillées par un système électronique et, en plus, là où cela est requis, par l'intervention à un niveau hiérarchique supérieur de capteurs mécaniques. L'éolienne est immédiatement arrêtée si l'un des capteurs détecte une anomalie sérieuse.

Les alertes relatives au fonctionnement de la machine sont remontées automatiquement par le système de surveillance des éoliennes. Un SMS et un courrier électronique est envoyé au personnel de BayWa.r.e et du constructeur en cas d'alerte, 7j/7 et 24h/24.

Le cas échéant, le personnel du constructeur habilité intervient alors sur site.

Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes (SCADA)

Les éoliennes sont des équipements de production d'énergie qui sont disposés à l'écart des zones urbanisées et qui ne nécessitent pas de présence permanente de personnel. Bien que certaines opérations nécessitent des interventions sur site, les éoliennes NORDEX sont surveillées et pilotées à distance.

Pour cela, l'installation est **équipée d'un système SCADA** (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. Les parcs éoliens sont ainsi reliés à des centres de télésurveillance permettant **le diagnostic et l'analyse de leur performance en permanence**, ainsi que certaines actions à distance. Ce dispositif assure la **transmission de l'alerte en temps réel** en cas de panne ou de simple dysfonctionnement.

Il permet également de **relancer aussitôt les éoliennes** si les paramètres requis sont validés et les alarmes traitées. C'est notamment le cas lors des arrêts de l'éolienne par le système normal de commande (en cas de vent faible, de vent fort, de température extérieure trop élevée ou trop basse, de perte du réseau public,...).

Par contre, en cas d'arrêt lié à un déclenchement de capteur de sécurité (déclenchement VOG, déclenchement détecteur d'arc électrique, température haute, pression basse huile, ...), une intervention humaine sur l'éolienne est nécessaire pour examiner l'origine du défaut avant de pouvoir relancer un démarrage.

Dans le cas où le système SCADA est défectueux

Le réseau SCADA permet le contrôle à distance du fonctionnement des éoliennes. Ainsi, le parc dispose d'un SCADA centralisant les informations des éoliennes et permettant de transmettre une information identique à l'ensemble du parc.

Ainsi en cas de dysfonctionnement (survitesse, échauffement) ou d'incident (incendie), l'exploitant est immédiatement informé et peut réagir.

Dans le cas d'une rupture du réseau de fibres optiques

Le système de contrôle de commande des éoliennes est relié par fibre optique aux différents capteurs, avec 2 types de sécurité :

- en anneau : toutes les éoliennes sont reliées entre elles ;
- en étoile : redondance de la communication entre les éoliennes.

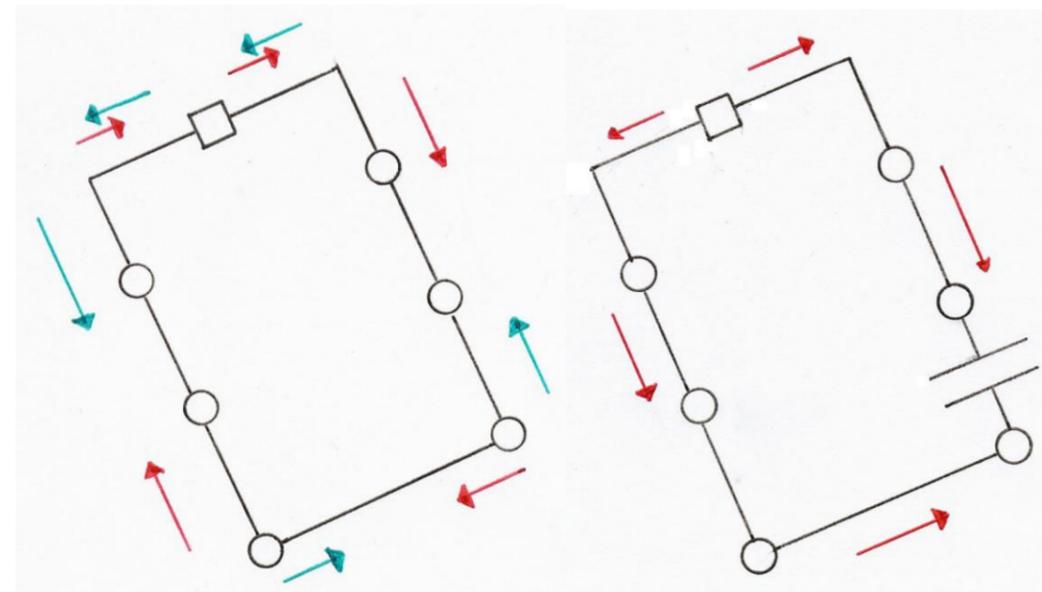


Figure 9 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –

Légende : ○ Eolienne □ SCADA → Circulation de l'information

Conception des éoliennes

Certification de la machine

Les éoliennes sont conformes à la norme IEC 61 400-22 et à la Directive « Machines » du 17 mai 2006 ainsi qu'à la norme NF EN 61400-1 (juin 2006) ou CEI 61400-1 (version 2005) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'UE.

Les éoliennes sont mises à la terre et l'installation répond aux dispositions de la norme IEC 61 400-22.

La SARL Clos Neuf Energies tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

4.2.3. Opération de maintenance de l'installation

La maintenance de l'installation est réalisée par les équipes dédiées du constructeur des éoliennes ou d'autres sociétés spécialisées dans la maintenance des éoliennes pour le compte de la SARL Clos Neuf Energies.

Personnel qualifié et formation continue

Les personnels intervenant sur les éoliennes, tant pour leur montage, que pour leur maintenance, sont des personnels formés au poste de travail et informés des risques présentés par l'activité. Le personnel accédant à l'intérieur de l'éolienne et notamment en nacelle recevra à minima les formations suivantes :

- Formation travail en hauteur et évacuation d'urgence et sauvetage
- Electrique (validée par un titre d'habilitation)
- Sauveteur Secouriste du Travail (SST)
- Utilisation des extincteurs
- Formations spécifiques techniques nécessaires : opération de l'éolienne, utilisation de l'élévateur de personnes.

Ces habilitations sont recyclées périodiquement suivant la réglementation ou les recommandations en vigueur. Des contrôles des connaissances sont réalisés afin de vérifier la validité de ces habilitations.

Des points réguliers concernant la sécurité et les procédures sont effectués avec l'ensemble du personnel de maintenance. Une présentation du fonctionnement de la sécurité est réalisée auprès des nouveaux embauchés.

Planification de la maintenance

Préventive

Une partie de la maintenance réalisée sur l'ensemble des parcs éoliens est préventive. Elle contribue à améliorer la fiabilité des équipements (sécurité des tiers et des biens) et la qualité de la production (en l'absence de panne subie). Cette maintenance préventive se traduit par la définition de plans d'actions et d'interventions sur l'équipement, par le remplacement de certaines pièces en voie de dégradation afin d'en limiter l'usure, par le graissage ou le nettoyage régulier de certains ensembles.

La SARL Clos Neuf Energies dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. Elle tient à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, la SARL Clos Neuf Energies procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât.

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, la SARL Clos Neuf Energies procède également à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.

Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'Inspection des Installations Classées.

Curative

En cas de défaillance, les techniciens interviennent rapidement sur l'éolienne afin d'identifier l'origine de la défaillance et y palier.

Ils se chargent de réparer et de remettre en fonctionnement les machines lors des pannes et assurent les reconnections aux réseaux.

Prise en compte du retour d'expérience

Chaque incident ou défaillance est remonté systématiquement via un rapport détaillé dans une base de données générale. Toutes ces informations sont utilisées dans le cadre d'un processus d'amélioration continue.

Ainsi, les principaux axes d'amélioration ont porté sur :

- La mise en sécurité de la machine lors de vents violents ;
- Une meilleure gestion du risque d'incendie de la nacelle ;
- L'amélioration des dispositifs de protection contre les effets de la foudre ;
- La recherche de solutions pour limiter les effets de la formation de glace ou d'accumulation de neige ;
- L'étude de solutions visant à limiter les contraintes sur les équipements, qui peuvent accélérer l'usure et le vieillissement de ces équipements ;
- L'amélioration des systèmes de protection des personnes.

4.2.4. Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériau combustible ou inflammable ne sera stocké dans les éoliennes du parc éolien du Clos Neuf.

Relatifs aux flux, de l'huile et de la graisse circulent dans l'installation permettant le bon fonctionnement de l'éolienne. Le volume de renouvellement maximum d'huile est de 500 L/générateur tous les 5 ans.

4.2.5. Contrôles réglementaires périodiques

Les contrôles réglementaires concernent les installations électriques, les équipements et accessoires de levage ou les équipements sous pression (accumulateurs hydropneumatiques). Ils sont réalisés par des organismes agréés.

Le matériel incendie est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.

4.3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

4.3.1. Approbation de construction et de l'exploitation des ouvrages de transport et de distribution d'électricité (art. L323-11 code de l'énergie)

Le raccordement électrique inter-éolien ainsi que le raccordement jusqu'aux postes de livraison sera exécuté exclusivement au moyen de câbles souterrains de 20 kV qui seront enfouis à une profondeur minimum de 80 cm en fond de fouille avec grillage avertisseur, et passeront à travers champs ou longeront les chemins d'accès. Cette installation respectera les normes NFC 15-100, NFC 13-100, NFC 13-200 : Installations électriques à basse tension, Installations électriques à haute tension, Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution public HTA.

Dans tous les cas, l'implantation des câbles électriques souterrains respectera strictement les dispositions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

Sur la carte « Réseaux internes à l'installation » est présenté le tracé des câbles de liaison inter-éoliennes, ainsi que des câbles de liaison jusqu'aux postes de livraison.

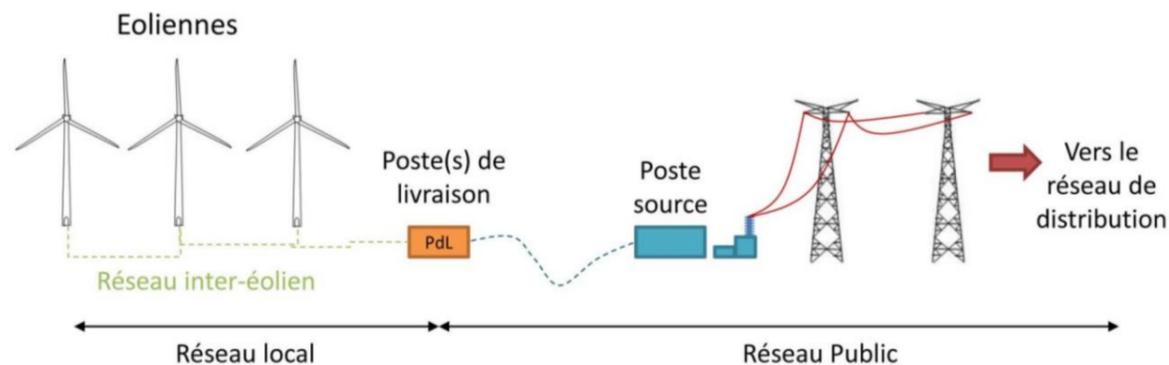


Figure 10 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Réseau inter-éolien (ou réseau local)

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Les postes de livraison et les câbles y raccordant les éoliennes constituent le réseau interne de la centrale éolienne, soumis à approbation de construction et d'exploitation des ouvrages de transport et de distribution d'électricité (article L323-11 du Code de l'Énergie).

Conformité des liaisons électriques

Conformément à l'article 6 II du décret n°2014-450 du 2 mai 2014 relatif à l'expérimentation d'une autorisation unique en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement, le pétitionnaire s'engage à respecter les dispositions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les ouvrages électriques. Les liaisons électriques seront donc conformes avec la réglementation technique en vigueur.

Caractéristiques des câbles électriques

Ces réseaux de raccordement électrique ou téléphonique (surveillance) entre les éoliennes et les postes de livraison seront enterrés sur toute leur longueur en longeant préférentiellement les pistes et chemins d'accès entre les éoliennes et les postes de livraison. La tension des câbles électriques est de 20 000 V. Les câbles, en aluminium, seront d'une section de 3 x 240 mm² maximum.

Caractéristiques des tranchées

Pour le raccordement inter-éolien, les caractéristiques des tranchées sont d'une largeur de 1 m maximum et d'une profondeur de 0,9 à 1,1 m. Des illustrations de coupe type sont présentées ci-après. Les sols traversés sont des roches primaires.

Les impacts directs de la mise en place de ces réseaux enterrés sur le site sont négligeables : les tranchées sont faites au droit des chemins d'accès puis sous les voies existantes dans les lieux présentant peu d'intérêt écologique. Ils passeront également pour partie à travers champs.

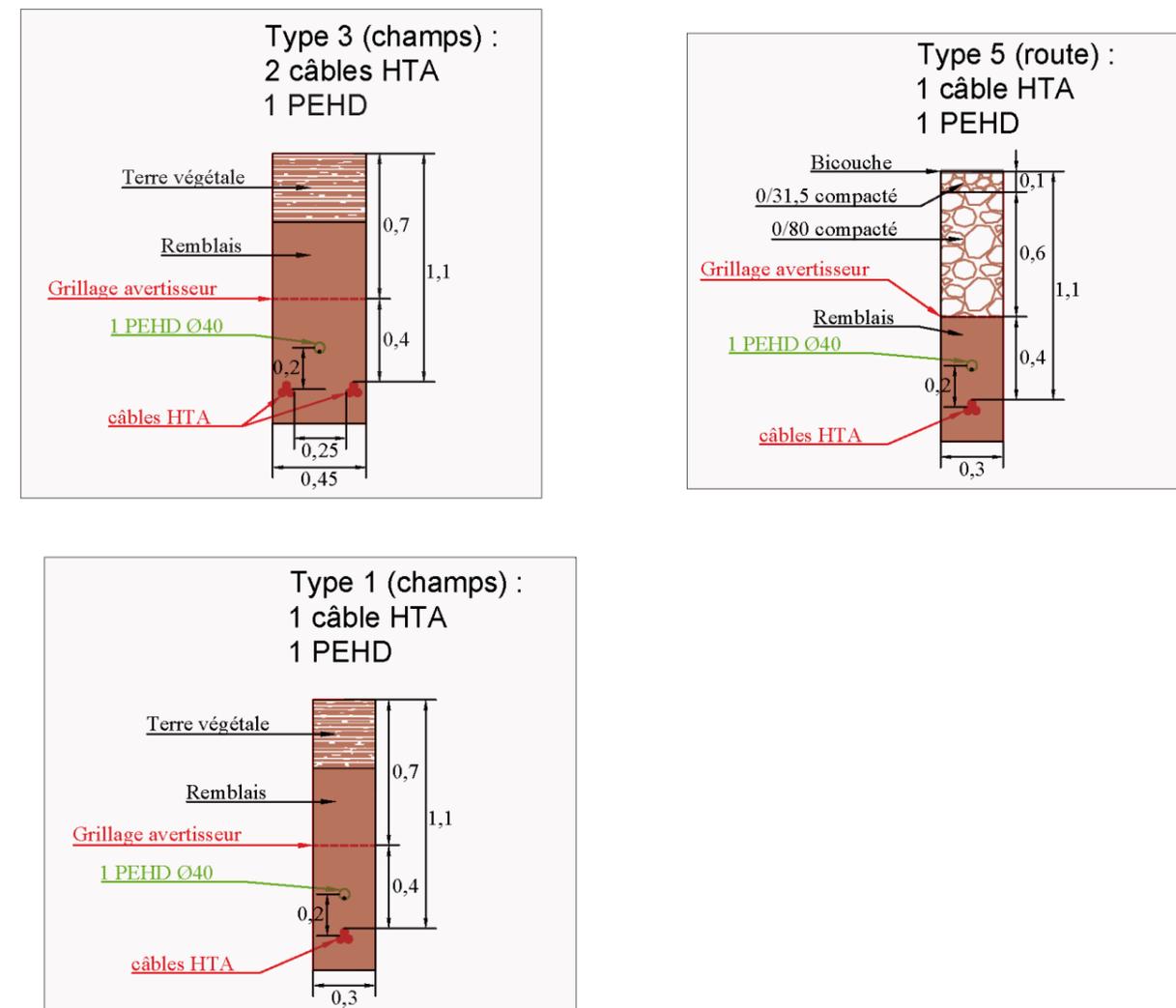


Figure 11 : Vue en coupe des tranchées selon le nombre de câbles passés

Les câbles seront enfouis en utilisant de préférence la technique de pose au soc vibrant. Aucun apport ou retrait de matériaux du site n'est nécessaire. Ouverture de tranchées, mise en place de câbles et fermeture des tranchées seront opérés en continu, à l'avancement, sans aucune rotation d'engins de chantier.

Le pétitionnaire s'engage, conformément à l'article R.333-29 du Code de l'Energie, au gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité, à transmettre les informations permettant à ce dernier d'enregistrer la présence de lignes privées dans son SIG des ouvrages. Il s'engage à diligenter un contrôle technique des travaux en application de l'article R.323-30 du code de l'énergie et de l'arrêté d'application du 14 janvier 2013 et également à procéder aux déclarations préalables aux travaux de construction de l'ouvrage concerné, et à enregistrer ce dernier sur le "guichet unique www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr" en application des dispositions des articles L.554-1 à L.554-4 et R.554-1 et suivants du code de l'environnement qui sont relatives à la sécurité des réseaux souterrains, aériens ou subaquatiques de transport et de distribution.

Représentation graphique

Une carte de situation sur fond IGN « Réseaux internes à l'installation » présente le tracé des canalisations électriques projetées et les ouvrages électriques projetés.

Poste de livraison

Les postes de livraison sont le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Pour le parc éolien du Clos Neuf, deux structures de livraison sont prévues. Chaque structure est composée d'un poste de livraison et d'un local technique dont les dimensions sont de 9,04 m de long par 2,54 m de large.

Les postes de livraison seront situés sur la parcelle cadastrée YM 26.



Figure 12 : Type de poste de livraison électrique (source : Pierre-Yves Haignéré, 2017)

Démarches préalables réalisées

Le pétitionnaire atteste bénéficier des autorisations des propriétaires des terrains traversés par les câblages sous la forme de conventions de tréfonds avec droits d'accès et mention de remise en état du site.

Réseau électrique externe (ou réseau public)

Le réseau électrique externe relie les postes de livraison au poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ENEDIS, anciennement Electricité Réseau Distribution France). Il est lui aussi entièrement enterré.

Dans le cas du parc éolien du Clos Neuf, le poste source du réseau électrique public sur lequel le raccordement du parc éolien paraît actuellement le plus probable est celui de Merdrignac. La SARL Clos Neuf Energies étudie également d'autres solutions alternatives ou complémentaires à ce raccordement électrique.

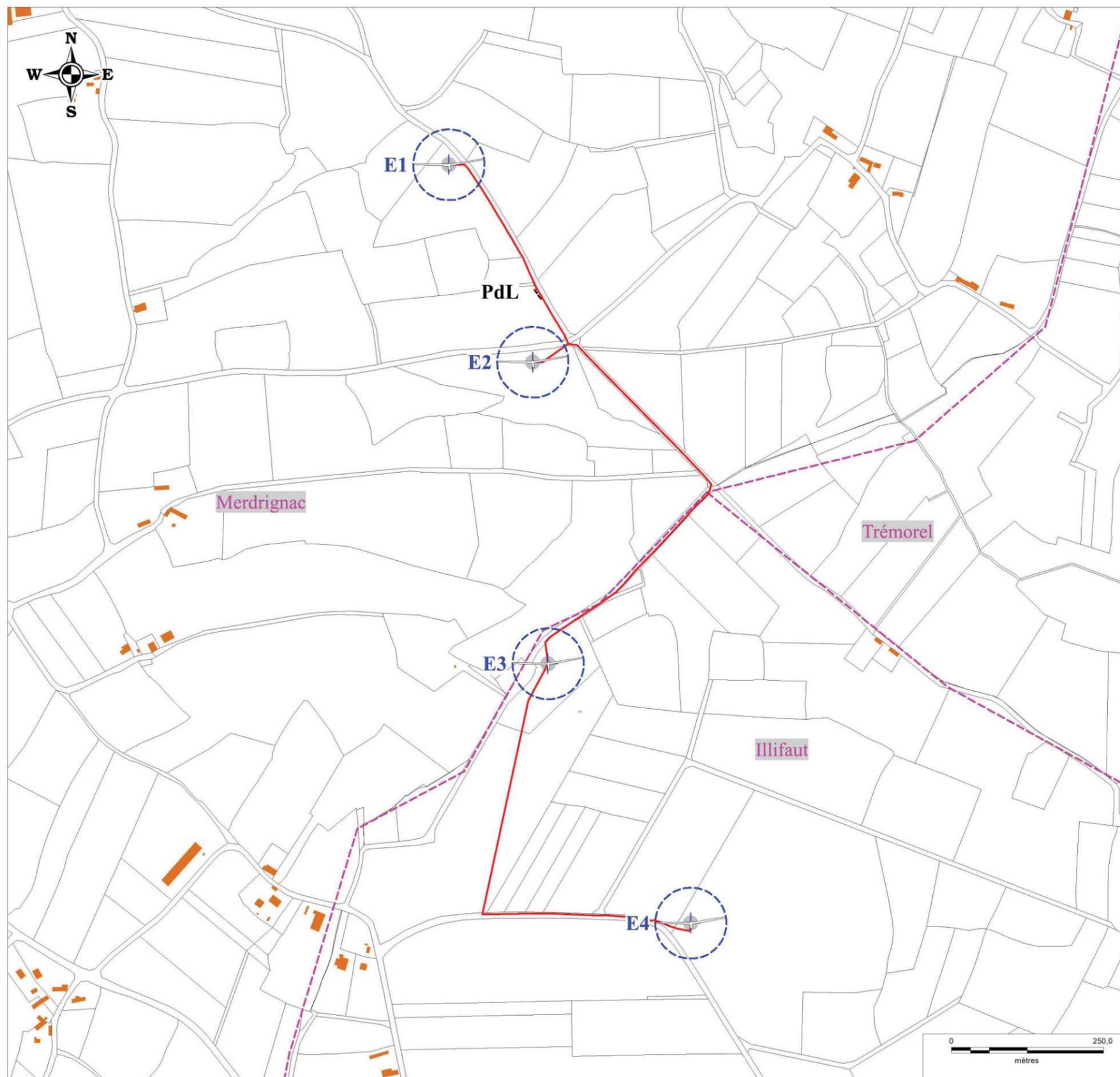
4.3.2. Autres réseaux

Le parc éolien du Clos Neuf ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

Le planning de chantier ci-dessous présente, à titre indicatif, la durée d'exécution de chaque phase.

Travaux	Durée
Terrassement (voies d'accès, plateformes de montage)	7 mois
Fondations et installations des câbles électriques	4 mois
Montage, mise en service et tests des éoliennes	3 mois

Figure 13 : Planning indicatif des travaux



Réseaux électriques internes



Juin 2017

Source : Cadastre
Licence ATER Environnement
Copie et reproduction interdites

Légende

- Eolienne
- Zone de surplomb par les pales (58,5 m)
- Réseau électrique souterrain inter-éolien
- Poste de livraison
- Fondation
- Urbanisme**
- Limite communale
- Limite parcellaire
- Bâti

Carte 16 : Réseaux électriques internes à l'installation

5 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

Ce chapitre de l'étude de dangers a pour objectif de mettre en évidence les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc.

L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux sera traité dans l'analyse de risques, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle.

5.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation. De même, cette activité ne génère pas de déchets, ni d'émissions atmosphériques, ni d'effluents potentiellement dangereux pour l'environnement.

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien du Clos Neuf sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

- Produits nécessaires au bon fonctionnement des installations (graisses et huiles de transmission, huiles hydrauliques pour systèmes de freinage ...), qui une fois usagés sont traités en tant que déchets industriels spéciaux ;
- Produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyants) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...).

L'ensemble de ces produits est listé sur la page ci-contre et dans le tableau ci-après.

Aucun brûlage des déchets à l'air libre ne sera réalisé puisqu'interdit.

⇒ Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun matériau combustible ou inflammable ne sera stocké dans les éoliennes ou les postes de livraison du parc éolien du Clos Neuf.

Code	Désignation	Contenu	Quantités émises	Stockage avant enlèvement	BSD	Opération de traitement
13 02 06*	Huiles usagées	Huiles issues des vidanges lors des opérations de maintenance et de dépannage	500 L / tous les 5 ans / éolienne	Cuve fermée sur rétention	Oui	Régénération
15 01 01	Cartons	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	-	Container fermé	Non	Recyclage
15 01 02	Emballages plastiques	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	-	Container fermé	Non	Recyclage
15 02 02*	Matériaux souillés	Chiffons, contenants souillés par de la graisse, de l'huile, de la peinture ...	250 kg / maintenance	Bacs fermés sur rétention	Oui	Valorisation énergétique
16 01 07*	Filtres à huile ou carburant	Filtres remplacés lors des opérations de maintenance et de dépannage	60 kg / maintenance	Fûts fermés sur rétention	Oui	Recyclage
16 05 04*	Aérosols	Aérosols usagés de peinture, graisse, solvants ... utilisés lors des maintenances et dépannages	10 kg / maintenance	Fûts fermés sur rétention	Oui	Traitement
16 06 01*	Batteries au plomb et acide	Batteries des équipements électriques et électroniques remplacées lors des maintenances et dépannages	-	Bacs sur rétention	Oui	Recyclage
17 04 11	Câbles alu	Câbles électriques remplacés lors des maintenances	-	Bacs	Non	Recyclage
20 01 35*	DEEE	Disjoncteurs, relais, condensateurs, sondes, prises de courant ...	60 kg / maintenance	Bacs	Oui	Recyclage
20 01 40	Ferraille	Visserie, ferrailles diverses ...	-	Bacs	Non	Recyclage
20 03 01	DIB	Équipements de Protection Individuelle usagés, déchets divers (alimentaires, poussières ...)	-	Container fermé	Non	Valorisation énergétique

BSD / Bordereau de Suivi des Déchets - DEEE / Déchets d'Équipement Électrique et Électronique - DIB / Déchets Industriels Banals

Tableau 19 : Produits sortants de l'installation

5.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien du Clos Neuf sont de cinq types :

- Chute d'éléments de l'aérogénérateur (boulons, morceaux d'équipements, etc.) ;
- Projection d'éléments (morceau de pale, brides de fixation, etc.) ;
- Effondrement de tout ou partie de l'aérogénérateur ;
- Echauffement de pièces mécaniques ;
- Courts-circuits électriques (aérogénérateur ou poste de livraison).

Ces dangers potentiels sont recensés de manière générique dans le tableau suivant.

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'énergie mécanique	Survitesse	Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique Départ de feu
Pale	Prise au vent	Bris de pale ou chute de pale	Energie cinétique d'éléments de pales
Aérogénérateur	Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne	Effondrement	Energie cinétique de chute
Poste de livraison, intérieur de l'aérogénérateur	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d'éléments ou de nacelle	Energie cinétique de chute
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets

Tableau 20 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)

5.3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

5.3.1. Principales actions préventives

Cette partie explique les choix qui ont été effectués par le porteur de projet au cours de la conception du projet pour réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Intégration dans le Schéma Régional Eolien

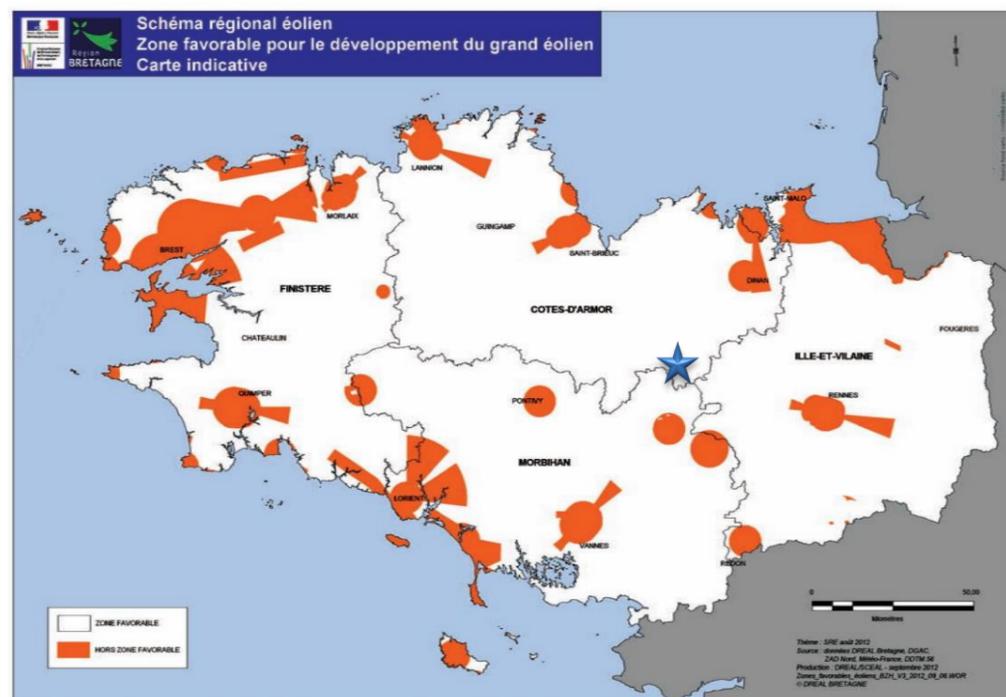
Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement fixé par les lois Grenelle, la région Bretagne a élaboré son Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE), approuvé en date du 4 novembre 2013. L'un des volets de ce schéma très général est constitué par un Schéma Régional Eolien (SRE), approuvé le 28 septembre 2012, qui fixe les objectifs de la région à l'horizon 2020, détermine quelles sont les zones favorables à l'accueil des parcs et quelles puissances pourront y être installées.

Le Schéma Régional Eolien a depuis été annulé par le Tribunal administratif de Rennes en date du 23 Octobre 2015, suite à la reconnaissance d'une erreur de droit. Le Schéma Régional Eolien étant encore en vigueur lors du lancement de l'étude du projet éolien du Clos Neuf, le porteur de projet s'est appuyé sur celui-ci afin de délimiter le territoire d'étude.

L'objectif de ce Schéma Régional Eolien préalablement à son annulation était d'améliorer la planification territoriale du développement de l'énergie éolienne et de favoriser la construction des parcs éoliens dans des zones préalablement identifiées. Cela permet d'**éviter** le mitage du paysage, de **maîtriser** la densification éolienne sur le territoire, de **préserver** les paysages les plus sensibles, et de rechercher une **mise en cohérence** des différents projets éoliens. Vu les caractéristiques du territoire régional et afin de tenir compte de la diversité des situations rencontrées en Bretagne, **il a été considéré que l'ensemble de la région a vocation à constituer une zone favorable pour le développement de l'éolien** à l'exception des zones relevant de contraintes rédhibitoires majeures à l'échelle régionale, à savoir :

- le périmètre de protection étendu du Mont Saint-Michel, site UNESCO (périmètre validé par la commission de l'UNESCO de juillet 2012 interdisant tout éolien, petit, moyen et grand, dans cette zone) ;
- les secteurs impactés par certaines servitudes radars et aéronautiques militaires et de l'aviation civile ainsi que les radars hydrométéorologiques.

Ce schéma affiche une ambition forte de développement de cette filière. En visant un **objectif régional de puissance éolienne terrestre de 1 800 à 2 500 MW à l'horizon 2020**, il suppose la réalisation d'au moins 666 MW supplémentaires entre ml-2012 et 2020 (sur la base d'une puissance régionale autorisée de 1 134 MW au 1^{er} août 2012).



Carte 17 : Carte indicative des zones favorables au développement du grand éolien terrestre – Etoile bleue : localisation du projet (source : SRE, 2012)

⇒ Les communes d'accueil du projet éolien du Clos Neuf se situent en zone favorable du Schéma Régional Eolien.

Choix techniques de développement de projet et de conception

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.

L'éloignement réglementaire de 500 mètres autour des habitations a été respecté dès la conception du projet. De plus, l'absence de servitudes grevant le terrain et les réponses transmises par les différents services administratifs consultés ont participé au choix de localisation, à la définition des aires d'étude et au choix d'implantation des éoliennes.

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

Pour ce projet, la réduction des potentiels de dangers 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.

Lors de l'exploitation, les principaux potentiels de dangers liés aux produits utilisés pour la maintenance, et à l'installation en elle-même (éoliennes et réseaux électriques) sont réduits au maximum à la source :

- Produits :
 - Aucun stockage dans l'aérogénérateur ou dans les postes électriques ;
 - Apport de la quantité nécessaire et suffisante uniquement ;
 - Personnel formé aux risques présentés par les produits utilisés ;
 - Consignes de sécurité strictes, affichées et connues des employés (interdiction de fumer ou d'apporter une flamme nue, arrêt de l'éolienne lors des opérations de maintenance, équipements de travail adaptés, présence d'équipements de lutte incendie...);
 - La maintenance annuelle prévoit un contrôle des systèmes hydrauliques (fuite, niveaux, etc.) ;
 - La tour et la nacelle jouent le rôle de rétentions.
- Installation :
 - Conception de l'éolienne (normes et certifications) ;
 - Maintenance régulière ;
 - Contrôle des différents paramètres d'exploitation (vent, température, niveau de vibrations, puissance électrique, etc.) ;
 - Fonctions de sécurité ;
 - Report des messages d'alarmes au centre de conduite.

Etude itérative de limitation des impacts

Dans la limite du périmètre de la zone d'implantation, un travail important d'itérations conduisant au choix de l'implantation a été engagé, faisant intervenir plusieurs spécialistes (ingénieur éolien, écologue et paysagiste, principalement).

Afin de permettre une implantation harmonieuse du parc, le projet a tenu compte de l'ensemble des sensibilités du site : paysagères, patrimoniales et humaines, biologiques, et enfin techniques, afin de réduire systématiquement les impacts sur les éléments les plus sensibles.

Ce travail itératif doit également tenir compte du foncier, des pratiques agricoles et du ressenti et de l'acceptation locale (propriétaires, exploitants, riverains). Pour le foncier par exemple, bien que des promesses de bail soient signées en amont du projet, le choix de l'implantation se fait en concertation avec les propriétaires et exploitants des terrains. En cas d'opposition de ceux-ci, ce dernier paramètre devient, bien sûr, une contrainte majeure. Toute solution retenue résulte alors d'un compromis et cette question doit être prise en compte pour définir des variantes réalistes.

Remarque : le détail des différents scénarii étudiés est présenté dans l'étude d'impacts au chapitre B.

L'implantation de ce projet se situe en dehors des zones de contraintes techniques (distance aux réseaux publics et privés, aux infrastructures aériennes, aux infrastructures routières) et environnementales (éloignement des habitats écologiques les plus sensibles). Les éoliennes sont implantées en une ligne et à distance des habitations afin d'assurer la cohérence paysagère et préserver le cadre de vie.

5.3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, dite directive IPPC (« Integrated Pollution Prevention and Control »), afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles.

Pour l'essentiel, la directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles, dite IED, du 24/11/2010 vise à minimiser la pollution émanant de différentes sources industrielles dans toute l'Union Européenne. Les exploitants des installations industrielles relevant de l'annexe I de la directive IPPC doivent obtenir des autorités des États-membres une Autorisation Environnementale avant leur mise en service.

Les installations éoliennes, ne consommant pas de matières premières et ne rejetant aucune émission dans l'atmosphère, ne sont pas soumises à cette directive.

6 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

Il n'existe actuellement aucune base de données officielle recensant l'accidentologie dans la filière éolienne. Néanmoins, il a été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littératures spécialisées, etc.). Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information.

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans la partie 8 pour l'analyse détaillée des risques.

6.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

6.1.1. Base de données

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien du Clos Neuf. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mai 2012).

Plusieurs sources ont été utilisées pour effectuer le recensement des accidents et incidents au niveau français. Il s'agit à la fois de sources officielles, d'articles de presse locale ou de bases de données mises en place par des associations :

- Rapport du Conseil General des Mines (juillet 2004) ;
- Base de données ARIA du Ministère du Développement Durable ;
- Communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens ;
- Site Internet de l'association « Vent de Colère » ;
- Site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable » ;
- Articles de presse divers ;
- Données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France.

Dans le cadre de ce recensement, il n'a pas été réalisé d'enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d'incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France.

6.1.2. Bilan accidentologie matériel

Selon la base ARIA recensant les accidents technologiques, un total de 60 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2017 (voir tableau ci-après listant les accidents survenus en France). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

Il apparaît dans ce recensement que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.

Le graphique ci-après montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs. L'identification des causes est nécessairement réductrice. Dans ce graphique sont présentés :

- La répartition des événements : effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie, par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elle est représentée par des histogrammes de couleur foncée ;
- La répartition des causes premières pour chacun des événements décrits ci-dessus. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elle est représentée par des histogrammes de couleur claire.

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne dont la cause principale tient aux tempêtes.

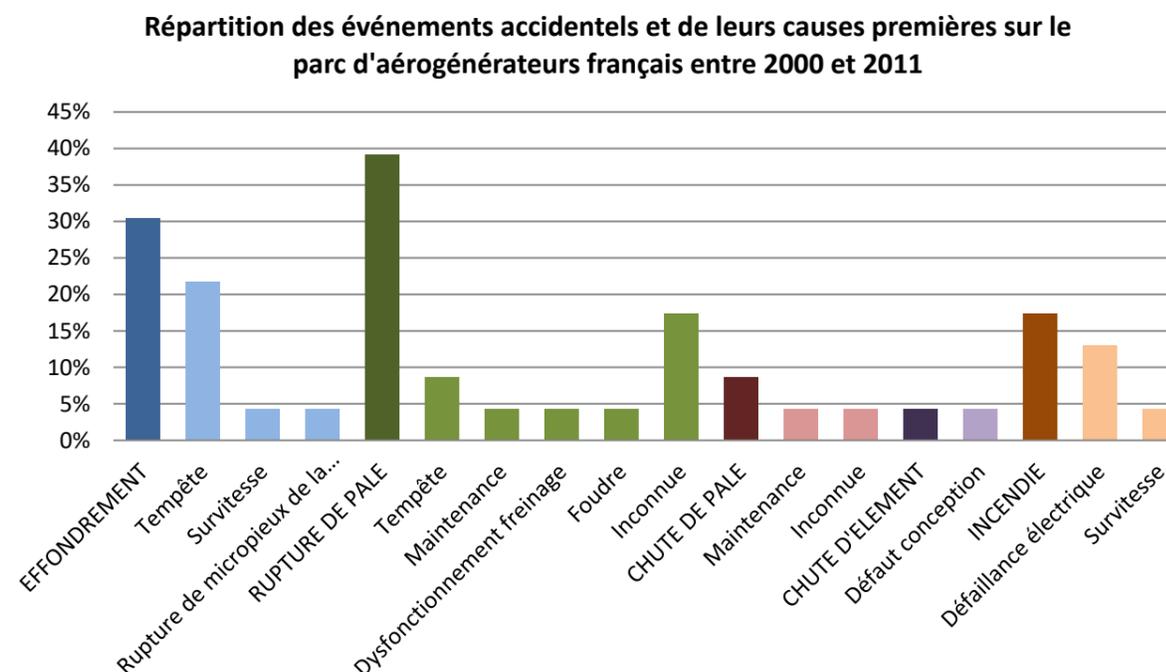


Figure 14 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)

Date	Localisation	Incident
2000	Port la Nouvelle (Aude)	Le mât d'une machine de la ferme éolienne s'est plié lors d'une tempête, suite à la perte d'une pale
2001	Sallèles-Limousis (Aude)	Bris de pale dont la cause n'est pas connue
01/02/2002	Wormhout (Nord)	Bris de pale et mat plié à la suite d'une tempête
25/02/2002	Sallèles-Limousis (Aude)	Bris de pale sur une éolienne bipale, lors d'une tempête
01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean (Aude)	Electrocution et brûlures d'un opérateur par contact avec une partie sous haute tension d'un transformateur
28/12/2002	Nevian (Aude)	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage lors d'une tempête
05/11/2003	Sallèles-Limousis (Aude)	Bris de pales sur 3 éoliennes lié à un dysfonctionnement du système de freinage
2004	Escales-Conilhac (Aude)	Bris des trois pales
02/01/2004	Le Portel - Boulogne-sur-mer (Pas de Calais)	Cassure du mât d'une éolienne et chute de plusieurs pales - Défaut de serrage des boulons servant à relier 2 tronçons du mât (défaillance d'entretien)
20/03/2004	Loon Plage - port de Dunkerque	Une éolienne est abattue par le vent : le mât et une partie de sa fondation ont été arrachés. Cause non identifiée.
22/06/2004	Pleyber-Christ (Finistère)	Premier incident : une pale se brise par vent fort
08/07/2004	Pleyber-Christ (Finistère)	Deuxième incident : une autre pale se brise par vent fort
2005	Wormhout (Nord)	Bris de pale
22/12/2005	Montjoyer-Rochefort (Drôme)	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne en raison de vents forts et d'un dysfonctionnement du système de freinage.
07/10/2006	Pleyber-Christ (Finistère)	Troisième incident : une éolienne perd une pale
18/11/2006	Roquetaillade (Aude)	Incendie de 2 éoliennes – Acte de malveillance
03/12/2006	Bondues (Nord)	Effondrement d'une éolienne en zone industrielle, relatif à une tempête
31/12/2006	Ally (Haute-Loire)	Chute de pale lors de la maintenance visant à remplacer les rotors
02/03/2007	Clitours (Manche)	Bris de pale de 4 m de long, projeté à plus de 200 mètres
11/10/2007	Plouvien (Finistère)	Chute d'un élément de la nacelle (la trappe de visite)
Mars 2008	Dinéault (Finistère)	Emballement de l'éolienne (sans bris de pale associé) lors d'une tempête – dysfonctionnement du système de freinage
Avril 2008	Plouguin (Finistère)	Collision d'un petit avion avec une éolienne, sans gravité pour le pilote amateur, vraisemblablement à cause des mauvaises conditions météo l'obligeant à voler au-dessous de l'altitude autorisée
19/07/2008	Erizée-la-Brulée (Meuse)	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre et un défaut de pale
28/08/2008	Vauvillers (Somme)	Incendie de la nacelle relatif à problème au niveau d'éléments électroniques
26/12/2008	Raival (Meuse)	Chute de pale – cause inconnue
26/01/2009	Clastres (Aisne)	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance suite à l'explosion d'un convertisseur
08/06/2009	Bollène (Vaucluse)	Bout de pale éolienne ouverte liée à un coup de foudre
21/10/2009	Froidfond – Espinassière (Vendée)	Incendie de la nacelle – cause inconnue
30/10/2009	Freyssenet (Ardèche)	Incendie de la nacelle relatif à court-circuit faisant suite à une opération de maintenance
20/04/2010	Toufflers (Nord)	Décès d'un technicien (crise cardiaque) au cours d'une opération de maintenance
30/05/2010	Port la Nouvelle (Aude)	Effondrement d'une éolienne – Rotor endommagé par survitesse
19/09/2010	Rochefort-en-Valdaine (Drôme)	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles lors d'une tempête et relatif à un dysfonctionnement du système de freinage

Date	Localisation	Incident
15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux (Loire-Atlantique)	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance. Aucune blessure grave
31/05/2011	Mesvres (Saône-et-Loire)	Collision entre train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne. Aucun blessé
14/12/2011	Non communiqué	Rupture de pale liée à la foudre
03/01/2012	Non communiqué	Acte de vandalisme : départ de feu au pied de tour
05/01/2012	Widehem (Pas-de-Calais)	Bris de pales – Projection à 380 m
06/02/2012	Lehaucourt (Aisne)	Opération de maintenance dans la nacelle - un arc électrique (690V) blesse deux sous-traitants (brûlure sérieuse au visage et aux mains)
18/05/2012	Fresnay l'Evêque (Eure)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne et rupture du roulement qui raccordait la pale au hub
30/05/2012	Port-la-Nouvelle (Aude)	Chute d'une éolienne liée à des rafales de vent de 130 km/h – Eolienne de 1991, tour en treillis (200 kW)
01/11/2012	Vieillespesse (Cantal)	Projection d'un élément de la pale à 70 m du mât pour une éolienne de 2,5 MW
05/11/2012	Sigean (Aude)	Feu sur une éolienne de 660 KW entraînant une chute de pale et enflammant 80 m ² de garrigue environnante
06/03/2013	Conihac-de-la-Montagne (Aude)	Chute d'une pale liée à un problème de fixation entraînant un arrêt automatique de l'éolienne (détection d'échauffement + vitesse de rotation excessive)
17/03/2013	Euvy (Marne)	Incendie dans une nacelle conduisant à la chute d'une pale et une fuite de 450 L d'huile en provenance du multiplicateur. L'origine du feu est liée à une défaillance électrique. Le feu a été maîtrisé en 1 heure
01/07/2013	Cambon-et-Salvergues (34)	Un opérateur remplissant un réservoir d'azote sous pression dans une éolienne est blessé par la projection d'un équipement. Ses voies respiratoires ont également été atteintes lors de l'accident
03/08/2013	Moreac (Morbihan)	Perte de 270 L d'huile hydraulique d'une nacelle élévatrice intervenant sur une éolienne – pollution du sol sur 80 m ²
09/01/2014	Anthény (Ardennes)	Feu dans une nacelle au niveau de la partie moteur
20/01/2014	Sigean (Aude)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne suite à un défaut de vibration
14/11/2014	Saint-Cirgues-en-Montagne (Ardèche)	Chute d'une pale d'éolienne
05/12/2014	Fitou (Aude)	Chute d'une pale d'éolienne
29/01/2015	Remigny (Aisne)	Feu d'éolienne
06/02/2014	Lusseray (Deux-Sèvres)	Feu d'éolienne
24/08/2015	Santilly (Eure-et-Loir)	Incendie d'une éolienne
10/11/2015	Mesnil-la-Horgne (Meuse)	Chute du rotor
07/02/2016	Aude (Conilhac-Corbières)	Chute de l'aéofrein d'une pale
08/02/2016	Finistère (Dinéault)	Chute d'une pale et déchirement d'une autre lors d'une tempête
07/03/2016	Côtes-d'Armor (Calanhel)	Chute d'une pale
28/05/2016	Eure-et-Loir (Janville)	Défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de l'éolienne entraînant une fuite d'huile
18/08/2016	Dargies (Oise)	Feu dans une éolienne
18/08/2016	Hescamps (Oise)	Feu dans une éolienne

Tableau 21 : Liste des incidents intervenus en France entre 2000 et 2017 (source : aria.developpement-durable.gouv.fr, 15/02/2017)

6.1.3. Bilan accidentologie humaine

Le bilan de l'accidentologie humaine indique que depuis 11 ans environ, en France :

- Aucun tiers, extérieur au parc, n'a été blessé ou tué ;
- Les personnes blessées sont toutes du personnel de maintenance. Sept accidents sont à déplorer conduisant à neuf blessés dont deux morts.

Année	Nb. Individu	Blessure	Cause
2002	1	Electrocution et brulure	Contact avec le transformateur
2009	2	Brûlure	Explosion du convertisseur
2010	1	Décès	Crise cardiaque
2010	1	Blessure légère	Chute de 3 m dans la nacelle
2011	1	Décès	Ecrasement lors du levage d'éléments d'éolienne
2012	2	Brûlure	Arc électrique
2013	1	Fracture du nez et atteinte des voies respiratoires	Projection d'un embout d'alimentation du réservoir d'azote sous pression et jet de gaz au visage

Tableau 22 : Liste des accidents humains inventoriés

⇒ A ce jour, en France, aucun accident affectant des tiers ou des biens appartenant à des tiers n'est à déplorer. Les seuls accidents de personne recensés en France relèvent de la sécurité du travail dans des locaux où des appareils à haute tension sont en service ou lors de phases de construction et de maintenance.

6.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010.

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation par le groupe de travail, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés. Tout comme pour le retour d'expérience français, ce retour d'expérience montre l'importance des causes « tempêtes et vents forts » dans les accidents. Il souligne également le rôle de la foudre dans les accidents.

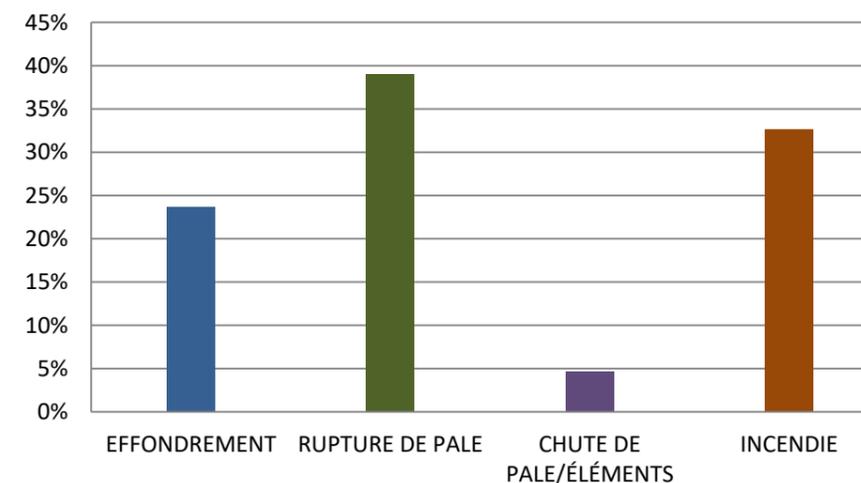


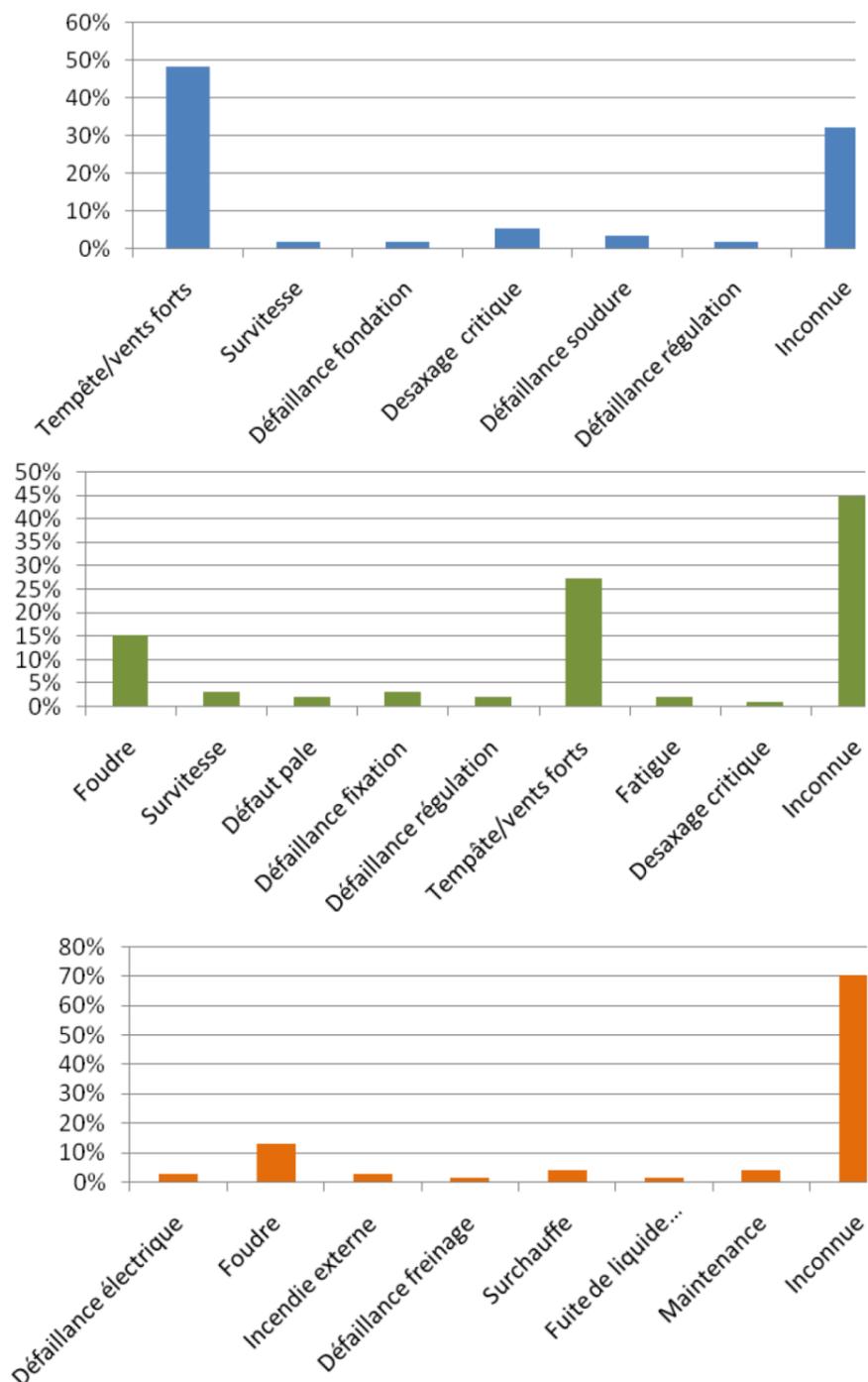
Tableau 23 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)

6.3. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

Aucun accident majeur n'est à recenser sur les parcs exploités par la société BAYWA r.e.

Cependant, des incidents sans gravités pour l'environnement et les personnes sont intervenus sur des parcs exploités par BayWa r.e. :

- Fuite d'huile d'un engin de chantier lors d'une opération de maintenance ponctuelle (réparation de pales) en septembre 2013. Cet incident a été signalé aux services de la DREAL et la zone impactée a été dépolluée conformément aux instructions de la DREAL ;
- Incendie dans la nacelle d'une éolienne en août 2016. L'éolienne en fonctionnement au moment de l'incendie s'est arrêtée automatiquement. La DREAL s'est rendue sur site et a pu constater que la procédure et les consignes en cas d'incendie ont été correctement appliquées ;
- Une chute de pale lors du déchargement du camion de transport pendant la phase de construction d'un parc a entraîné l'endommagement de la pale et son remplacement.



Répartition des causes premières, dans l'ordre d'apparition des graphiques :

- Effondrement
- Rupture de pale
- Incendie

Tableau 24 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)

6.4. SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPÉRIENCE

6.4.1. Analyse de l'évolution des accidents en France

A partir de l'ensemble des phénomènes dangereux qui ont été recensés, il est possible d'étudier leur évolution en fonction du nombre d'éoliennes installées.

La figure ci-dessous illustrant cette évolution fait apparaître clairement que **le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées**. Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'incidents par an reste relativement constant.

Cette tendance s'explique principalement par un parc éolien français assez récent, qui utilise majoritairement des éoliennes de nouvelle génération, équipées de technologies plus fiables et plus sûres.

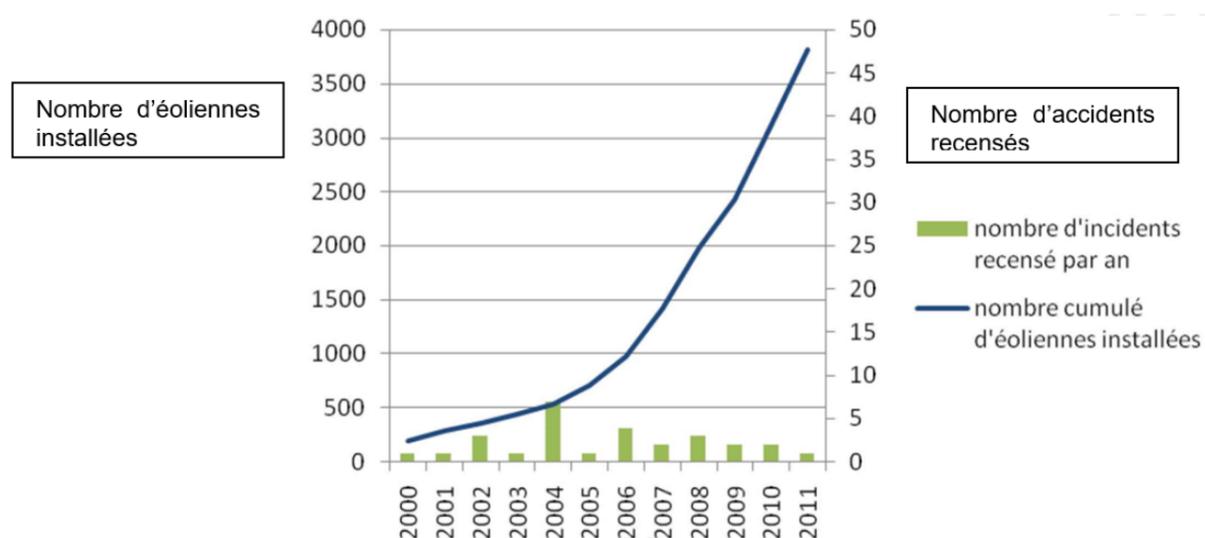


Figure 15 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

6.4.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

Comme le montre l'arbre de défaillance de nombreux phénomènes peuvent être à l'origine d'incidents et d'accidents. Toutefois, la tempête (vent fort) associée à un dysfonctionnement du système de freinage est l'une des principales causes.

Les retours d'expérience de la filière éolienne française et internationale permettent d'identifier les principaux événements redoutés suivants :

- Effondrements ;
- Ruptures de pales ;
- Chutes de pales et d'éléments de l'éolienne ;
- Incendie.

6.5. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

Ces retours d'expérience doivent être pris avec précaution. Ils comportent notamment les biais suivants :

- La non-exhaustivité des événements : ce retour d'expérience, constitué à partir de sources variées, ne provient pas d'un système de recensement organisé et systématique. Dès lors certains événements ne sont pas reportés. En particulier, les événements les moins spectaculaires peuvent être négligés : chutes d'éléments, projections et chutes de glace ;
- La non-homogénéité des aérogénérateurs inclus dans ce retour d'expérience : les aérogénérateurs observés n'ont pas été construits aux mêmes époques et ne mettent pas en œuvre les mêmes technologies. Les informations sont très souvent manquantes pour distinguer les différents types d'aérogénérateurs (en particulier concernant le retour d'expérience mondial) ;
- Les importantes incertitudes sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident : de nombreuses informations sont manquantes ou incertaines sur la séquence exacte des accidents.

L'analyse du retour d'expérience permet ainsi de dégager de grandes tendances, mais comporte de nombreuses incertitudes à une échelle détaillée.

7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

7.1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels 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.

7.2. RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les événements initiateurs (ou agressions externes) suivants sont exclus de l'analyse des risques :

- Chute de météorite ;
- Séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées ;
- Crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- Evènements climatiques d'intensité supérieure aux évènements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes) ;
- Rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R. 214-212 du Code de l'Environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-213 du même code ;
- Actes de malveillance.

D'autre part, plusieurs autres agressions externes qui ont été détaillées dans l'état initial peuvent être exclues de l'analyse préliminaire des risques car les conséquences propres de ces événements, en termes de gravité et d'intensité, sont largement supérieures aux conséquences potentielles de l'accident qu'ils pourraient entraîner sur les aérogénérateurs. Le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

- Inondations ;
- Séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- Incendies de cultures ou de forêts ;
- Pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses ;
- Explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

7.3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les « agressions externes potentielles ». Ces agressions provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes.

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

- les agressions externes liées aux activités humaines ;
- les agressions externes liées à des phénomènes naturels.

7.3.1. Agressions externes liées aux activités humaines

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines. **Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 mètres constituent des agressions potentielles (à l'exception des autres aérogénérateurs, recensés dans un rayon plus large, de 500 mètres, et des aérodromes recensés dans un rayon de 2 km).**

Remarques : Aucun aérodrome n'est présent dans un rayon de 2 km. Aucune ligne électrique Très Haute Tension (THT) ni canalisation (gaz, oléoduc) n'est présente à moins de 200 m des éoliennes projetées. Aucune éolienne d'un parc éolien riverain n'est située dans un périmètre de 500 m.

Infrastructure	Voies de circulation	Aérodrome	Ligne THT	Autres aérogénérateurs
Fonction	Transport	Transport aérien	Transport d'électricité	Production d'électricité
Evènement redouté	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Chute d'aéronef	Rupture de câble	Accident générant des projections d'éléments
Danger potentiel	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	Arc électrique, surtensions	Energie cinétique des éléments projetés
Périmètre	200 m	2 000 m	200 m	500 m
Distance par rapport au mât des éoliennes	E1	20 m Ce 78 110 m Ce 68		
	E2	20 m Vc 18 80 m Ce 76, 78 et 81 180 m Ce 82	-	-
	E3	30 m Ce m		
	E4	40 m Vc 12 150 m Ce 3		

Tableau 25 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

7.3.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels.

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	<ul style="list-style-type: none"> Evènement probable en raison des tempêtes de 1995 et de 1999.
Foudre	<ul style="list-style-type: none"> Densité de foudroiement : 8, inférieure à la moyenne nationale Respect de la norme IEC 61 400-22 ou EN 62 305-3 (Décembre 2006)
Glissement de sols / affaissement minier	<ul style="list-style-type: none"> Aléa nul à faible de retrait et gonflement des argiles ; Cavité : Absence de cavités au sein du périmètre d'étude de dangers

Tableau 26 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-22 ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 décrite dans la Partie 7.6. du présent document.

En ce qui concerne la foudre, on considère que le respect des normes rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable (risque électrique, risque incendie, etc.). En effet, le système de mise à terre permet d'évacuer l'intégralité du courant de foudre. Cependant, les conséquences indirectes de la foudre, comme la possible fragilisation progressive de la pale, sont prises en compte dans les scénarios de rupture de pale.

Comme il a été précisé précédemment, les agressions externes liées à des inondations, à des incendies de forêt ou de cultures et à des séismes ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont largement inférieurs aux dommages causés par le phénomène naturel lui-même.

7.4. TABLEAU D'ANALYSE GÉNÉRIQUE DES RISQUES

Après avoir recensé, dans un premier temps, les potentiels de dangers des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux (voir paragraphes 5.1 et 5.2), l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) doit identifier l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération d'un danger.

Le tableau ci-dessous présente une proposition d'analyse générique des risques. Celui-ci est construit de la manière suivante :

- une description des causes et de leur séquençage (*événements initiateurs* et *événements intermédiaires*) ;
- une description des *événements redoutés centraux* qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident ;
- une description des *fonctions de sécurité* permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux ;
- une description des *phénomènes dangereux* dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident ;
- une évaluation préliminaire de la zone d'effets attendue de ces événements.

L'échelle utilisée pour l'évaluation de l'intensité des événements a été adaptée au cas des éoliennes :

- « 1 » correspond à un phénomène limité ou se cantonnant au surplomb de l'éolienne ;
- « 2 » correspond à une intensité plus importante et impactant potentiellement des personnes autour de l'éolienne.

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événements redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E03	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E04	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention	Chute fragments et chute mât	2
E05	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°11) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abatage et d'arrimage au sol	Projection/chute fragments et chute mât	2
E06	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E7	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

Tableau 27 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

7.5. EFFETS DOMINOS

Lors d'un accident majeur sur une éolienne, une possibilité est que les effets de cet accident endommagent d'autres installations. Ces dommages peuvent conduire à un autre accident.

On peut distinguer deux types d'effets dominos : les effets dominos impactant les éoliennes et ceux créés par les éoliennes.

Les effets dominos créés par l'extérieur et susceptibles d'impacter les éoliennes sont décrits dans les tableaux d'analyse des risques génériques présentés ci-avant (crash d'aéronef, usines extérieures, etc.).

Les effets dominos créés par le parc éolien interviennent lorsqu'un accident ayant lieu sur une des éoliennes impacte une usine voisine, une route très passante, etc. Ce type d'effets peut par exemple survenir lors de la projection de pale impactant les canalisations d'une usine à proximité, ce qui peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses.

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise : « [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...]. Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».

C'est la raison pour laquelle il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

L'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE est limitée aux installations présentes dans un rayon de 100 mètres (source : INERIS/SER/FEE, Mai 2012). Or, sur la zone d'étude, aucune éolienne du parc éolien du Clos Neuf ne se trouve à moins de 100 mètres d'une installation ICPE.

⇒ Aucun effet domino n'est donc à prévoir.

7.6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

La troisième étape de l'analyse préliminaire des risques consiste à identifier les barrières de sécurité installées sur les aérogénérateurs et qui interviennent dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux listés dans le tableau APR et de leurs conséquences.

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mises en œuvre sur les éoliennes du parc éolien du Clos Neuf. Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-après un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou les mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité ;
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple ;
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action) ;
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires ;
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »). Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est recommandé de mesurer cette indépendance à travers les questions suivantes :
 - Est-ce que la mesure de sécurité décrite a pour unique but d'agir pour la sécurité ? Il s'agit en effet ici de distinguer ces dernières de celles qui ont un rôle dans la sécurité mais aussi dans l'exploitation de l'aérogénérateur ;
 - Cette mesure est-elle indépendante des autres mesures intervenant sur le scénario ? ;
- **Temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité. Il s'agit ici de vérifier que la mesure de maîtrise des risques agira « à temps » pour prévenir ou pour limiter les accidents majeurs. Dans le cadre d'une étude de dangers éolienne, l'estimation de ce temps de réponse peut-être simplifiée et se contenter d'une estimation d'un temps de réponse maximum qui doit être atteint. Néanmoins, et pour rappel, la réglementation impose les temps de réponse suivants :
 - une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;
 - une seconde mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes ;
- **Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. Il s'agit de vérifier qu'une mesure de sécurité est bien dimensionnée pour remplir la fonction qui lui a été assignée. En cas de doute sur une mesure de maîtrise des risques, une note de calcul de dimensionnement peut être produite ;
- **Test (fréquence)** : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans

tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.

- **Maintenance (fréquence)** : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'a minima un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

Remarque 1 : Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme « N/A » (Non Applicable).

Remarque 2 : Certaines mesures de maîtrise des risques ne remplissent pas les critères « efficacité » ou « indépendance » : elles ont une fiabilité plus faible que d'autres mesures de maîtrise des risques. Celles-ci peuvent néanmoins être décrites dans le tableau ci-dessous dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de déduction de la formation de glace sur les pales et de mise à l'arrêt de l'éolienne Procédure adéquate de redémarrage		
Description	Système de déduction équipant toutes les éoliennes du parc éolien du Clos Neuf : Le système de déduction de glace repose sur une comparaison entre différentes données (température, vitesse de vent et production). Si une différence entre les productions réelle et attendue est mesurée, sous certaines conditions de température et de vent, l'éolienne s'arrête automatiquement. La remise en route est automatique après disparition des conditions de givre.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde. Mise en pause de la turbine < 60 s, conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100%		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Signalisation du risque par panneauage en pied de l'éolienne Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace sur le chemin d'accès (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	N/A		
Efficacité	100% Compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, il est considéré que l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	N/A		
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de t° pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont en-dessous des seuils d'alarme.		
Description	Des sondes de température sont mises en place sur les équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur). Ces sondes ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine < 1 min.		
Efficacité	100%		
Tests	Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de température de chaque capteur.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis (soit 20 m/s pour le modèle N117 étudié), indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est généralement constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100%		
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupage de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés, et notamment de capteurs chimiques et de capteurs de température sur les câbles de haute puissance qui transmettent une partie de la puissance. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et de la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées. La remise sous tension puis le recouplage de l'éolienne ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle et des protections classiques de court-circuit.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100%		
Tests	Vérification des capteurs chimiques et de température et des protection de court-circuit		
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 22 Dispositif de capture et mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat, dispositif passif		
Efficacité	100%		
Tests	Avant la première mise en route de l'éolienne, une mesure de mise à la terre est effectuée.		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de l'éolienne. Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Intervention des services de secours.		
Description	Détecteurs d'incendie qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de l'éolienne et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. Les éoliennes sont équipées par défaut d'un système autonome de détection composé de plusieurs capteurs de fumée et de chaleur disposés aux possibles points d'échauffements tels que : - La chambre du transformateur ; - Le générateur ; - La cellule haute tension ; - Le convertisseur ; - Les armoires électriques principales ; - Le système de freinage. Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secours (UPS). L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Le couplage des éléments de détection de fumée au système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes par SMS/par courriel, selon les instructions de l'exploitant. L'exploitant ou l'opérateur désigné sera ainsi en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur, conformément à l'article 23 de l'arrêté du 26 août 2011. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100%		
Tests	Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles et capteurs de pression Capteurs de niveau du circuit de refroidissement (niveau bas alarmé avec arrêt après temporisation) Procédure d'urgence Kit antipollution et bacs de rétention		
Description	Le circuit hydraulique est équipé de capteurs de pression (une mesure de pression dans le bloc hydraulique de chaque pale) permettant de s'assurer de son bon fonctionnement. Toute baisse de pression en-dessous d'un seuil préalablement déterminé, conduit au déclenchement de l'arrêt du rotor (mise en drapeau des pales). Afin de pouvoir assurer la manœuvre des pales en cas de perte du groupe de mise en pression ou en cas de fuite sur le circuit, chaque bloc hydraulique (situé au plus près du vérin de pale) est équipé d'un pitch électrique équipé de batteries indépendantes qui permet d'assurer la mise en drapeau de la pale même en cas de coupure d'électricité. La pression du circuit de lubrification du multiplicateur fait également l'objet d'un contrôle, asservissant le fonctionnement de l'éolienne. Les niveaux d'huile sont surveillés d'une part au niveau du multiplicateur et d'autre part au niveau du groupe hydraulique. L'atteinte du niveau bas sur le multiplicateur ou sur le groupe hydraulique, déclenche une alarme et conduit à la mise à l'arrêt du rotor. Le circuit de refroidissement (eau glycolée) est équipé d'un capteur de niveau bas qui, en cas de déclenchement, conduit à l'arrêt de l'éolienne. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; - de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera la surface souillée via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100%		
Tests	Tests des systèmes hydrauliques à la mise en service, au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les ans suivant les manuels de maintenance.		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an. Les vérifications d'absence de fuites sont effectuées à chaque service planifié. Surveillance des niveaux d'huile via déclenchements d'alarme. Inspection et maintenance curative en fonction du type de déclenchement d'alarme.		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblage (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	N/A		
Efficacité	100%		
Tests	N/A		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yaw Gear, boulons de fixation de la nacelle, etc.) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement, puis 1 an puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure de maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	N/A		
Efficacité	100%		
Tests	Traçabilité : rapport de service		
Maintenance	N/A		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	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 (Pitch system).		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue (soit une valeur moyenne sur 10 minutes supérieure à 20 m/s pour le modèle N117).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 min		
Efficacité	100%. NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.		
Tests	Pitch system testé avant mise en service puis tous les ans lors des maintenances préventives.		
Maintenance	Tous les ans.		

Remarque : Le parc du Clos Neuf n'est pas concerné par la fonction de sécurité n°12 (Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques).

Tableau 28 : Ensemble des fonctions de sécurité (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011.

Notamment, suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalise une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

L'arrêt d'urgence des aérogénérateurs est soumis à différentes modalités et procédures :

- **Compétences du personnel**

Le personnel intervenant sur site est formé aux procédures de mise à l'arrêt d'urgence et de remise en service des installations suite à un tel arrêt.

Une situation d'arrêt d'urgence est activée en pressant un des boutons rouges dont les positions sont renseignées dans le manuel de sécurité et connues du personnel. Ainsi, un arrêt d'urgence n'est possible qu'avec présence de personnel sur site.

Le fonctionnement des boutons d'arrêt d'urgence est testé et vérifié annuellement lors des maintenances électriques conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26/08/2011.

- **Modalités de l'arrêt d'urgence**

Quand un arrêt d'urgence est activé, l'éolienne passe en mode "ARRET D'URGENCE" où l'alimentation est coupée sauf pour l'éclairage. Les pales sont mises en drapeau et le frein mécanique est enclenché afin que l'ensemble moyeu/pales soit mis à l'arrêt. Les moteurs d'orientation de la nacelle, les pompes hydrauliques et le ventilateur de la nacelle sont également arrêtés. Par conséquent, toutes les parties mobiles sont mises à l'arrêt.

- **Procédure de remise en route**

Le bouton d'arrêt d'urgence est remis à zéro manuellement lorsqu'il n'y a plus de danger et que la sécurité des personnes est assurée sur le site.

Après la réinitialisation du bouton d'arrêt d'urgence, l'aérogénérateur reste à l'arrêt mais l'alimentation électrique est de nouveau opérationnelle. Lorsque l'erreur est acquittée sur la console de commandes située en bas de la tour et que toutes les personnes ont quitté l'éolienne, celle-ci peut être remise en « RUN » (en fonctionnement) par un intervenant sur la console de commandes.

7.7. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, quatre catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m ² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistantes du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huile dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

Tableau 29 : Scénarios exclus (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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.

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.

8 ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios sélectionnés à l'issue de l'analyse préliminaire des risques en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

8.1. RAPPEL DES DEFINITIONS

Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux sont précisées dans l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005.

Cet arrêté ne prévoit de détermination de l'intensité et de la gravité que pour les effets de surpression, de rayonnement thermique et de substances toxiques.

Cet arrêté est complété par la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

Cette circulaire précise en son point 1.2.2 qu'à l'exception de certains explosifs pour lesquels les effets de projection présentent un comportement caractéristique à faible distance, les projections et chutes liées à des ruptures ou fragmentations ne sont pas modélisées en intensité et gravité dans les études de dangers. Force est néanmoins de constater que ce sont les seuls phénomènes dangereux susceptibles de se produire sur des éoliennes.

Afin de pouvoir présenter des éléments au sein de cette étude de dangers, il est proposé de recourir à la méthode ad hoc préconisée par le guide technique national relatif à l'étude de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

Cette première partie de l'étude détaillée des risques consiste donc à rappeler les définitions de chacun de ces paramètres, en lien avec les références réglementaires correspondantes.

8.1.1. Cinétique

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

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005, la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou « 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 considéré 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.

8.1.2. Intensité

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).

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 tout ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou tout ou partie de pale) ou d'effondrement de l'éolienne.

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 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 thermique. 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 : seuil 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%

Tableau 30 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

8.1.3. Gravité

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.

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 »

Tableau 31 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)

8.1.4. Probabilité

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.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 32 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)

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 :

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

P_{PERC} = 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_{PERC}) a été retenue.

8.1.5. Matrice de criticité

La criticité de l'évènement est définie par le croisement de la probabilité et de la gravité via un tableau nommé « matrice de criticité ».

La criticité de l'évènement est alors définie à partir d'une cotation du couple probabilité-gravité et détermine 3 zones :

- **En vert** : une zone pour laquelle les risques peuvent être qualifiés de **moindres** et donc acceptables, l'évènement est alors jugé sans effet majeur et nécessite pas de mesures particulières ;
- **En jaune** : une zone de risques **intermédiaires**, pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes et la maîtrise des risques concernés doit être assurée et démontrée par l'exploitant (contrôles appropriés pour éviter tout écart dans le temps) ;
- **En rouge** : une zone de risques **élevés**, qualifiés de non acceptables et pour laquelle des modifications substantielles doivent être définies afin de réduire ceux-ci à un niveau acceptable ou intermédiaire, par la démonstration de la maîtrise de ce risque.

GRAVITÉ Conséquences	Classes de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Légende de la matrice :

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

Tableau 33 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

8.2. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

8.2.1. Rappel des caractéristiques du modèle N117

Les caractéristiques techniques de l'éolienne étudiée pour les calculs de risques dans la suite du document sont les suivantes :

Nom de la machine	N117
Constructeur	NORDEX
Puissance nominale	2,91 MW
Hauteur moyeu	91 m
Diamètre rotor	117 m
Hauteur totale machine	150 m
Longueur de pale	57,3 m
Largeur base pale	2,4 m
Diamètre base mât	4,3 m

Tableau 34 : Rappel des caractéristiques techniques de l'éolienne étudiée (source : Nordex, 2017)

8.2.2. Effondrement de l'éolienne

Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 150 mètres dans le cas des éoliennes du projet le Clos Neuf.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie. Les risques d'atteinte d'une personne ou d'un bien en dehors de cette zone d'effet sont négligeables et ils n'ont jamais été relevés dans l'accidentologie ou la littérature spécialisée.

Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale balayée par le rotor et la surface du mat non balayée par le rotor, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien du Clos Neuf. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, d le degré d'exposition, R est le rayon du rotor ($R = 58,5$ m), H la hauteur au moyeu ($H = 91$ m), L la largeur du mat ($L = 4,3$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB = 2,4$ m).

Effondrement de l'éolienne			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = (H \times L) + (3 \times R \times LB / 2)$	$Z_E = \pi \times (H + R)^2$	$d = (Z_I / Z_E) \times 100$	Exposition modérée
602	70 215	0,9% ($d < 1\%$)	

Tableau 35 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de l'effondrement

L'intensité du phénomène d'effondrement est nulle au-delà de la zone d'effondrement.

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

¹ Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée :

Effondrement de l'éolienne						
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés 1 personne / 100 ha		Terrains aménagés mais peu fréquentés 1 personne / 10 ha		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	6,86	0,07	0,21	0,03	0,1	Modérée
E2	6,62	0,07	0,45	0,05	0,12	Modérée
E3	6,92	0,07	0,15	0,02	0,09	Modérée
E4	6,76	0,07	0,31	0,04	0,11	Modérée

Tableau 36 : Evaluation de la gravité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne

Remarque : le calcul du nombre de personnes permanentes est défini dans le chapitre 3-4.

Probabilité

Pour l'effondrement d'une éolienne, les valeurs retenues dans la littérature sont détaillées dans le tableau suivant :

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbine	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances	$1,8 \times 10^{-4}$ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Tableau 37 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » selon l'arrêté du 29 septembre 2005.

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience¹, soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C », à savoir : « Evènement 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 ».

Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'évènement.

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, **le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur**. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place sur les éoliennes récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement. Ces mesures de sécurité sont notamment :

- respect intégral des dispositions de la norme IEC 61 400-1 ;
- contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages ;
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage ;
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique.

On note d'ailleurs, dans le retour d'expérience français, qu'aucun effondrement n'a eu lieu sur les éoliennes mises en service après 2005.

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité d'effondrement.

Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D », à savoir : « s'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité ».

Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien du Clos Neuf, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable).

Effondrement de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable

Tableau 38 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario d'effondrement de l'éolienne

⇒ Ainsi, pour le parc éolien du Clos Neuf, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.3. Chute de glace

Considérations générales

Les périodes de gel et l'humidité de l'air peuvent entraîner, dans des conditions de température et d'humidité de l'air bien particulières, une formation de givre ou de glace sur l'éolienne, ce qui induit des risques potentiels de chute de glace.

Selon l'étude WECO (Wind energy production in cold climate), une grande partie du territoire français (hors zones de montagnes) est concernée par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

Lors des périodes de dégel qui suivent les périodes de grand froid, des chutes de glace peuvent se produire depuis la structure de l'éolienne (nacelle, pales). Normalement, le givre qui se forme en fine pellicule sur les pales de l'éolienne fond avec le soleil. En cas de vents forts, des morceaux de glace peuvent se détacher. Ils se désagrègent généralement avant d'arriver au sol. Ce type de chute de glace est similaire à ce qu'on observe sur d'autres bâtiments et infrastructures.

Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mat de l'éolienne. Pour le parc éolien du Clos Neuf, **la zone d'effet a donc un rayon de 58,5 mètres**. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

Intensité

Pour le phénomène de chute de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien du Clos Neuf. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, d le degré d'exposition, R est le rayon du rotor ($R = 58,5$ m), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG = 1$ m²).

Chute de glace			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	Exposition modérée
1	10 751	0,01% ($d < 1\%$)	

Tableau 39 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace

L'intensité est nulle hors de la zone de survol.

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute de glace et la gravité associée :

Chute de glace						
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés 1 personne / 100 ha		Terrains aménagés mais peu fréquentés 1 personne / 10 ha		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	1,02	0,02	0,06	0,01	0,03	Modérée
E2	0,97	0,01	0,1	0,01	0,02	Modérée
E3	1,02	0,02	0,06	0,01	0,03	Modérée
E4	0,99	0,01	0,08	0,01	0,02	Modérée

Tableau 40 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute de glace »

Probabilité

De façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A », c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10⁻².

Acceptabilité

Le tableau ci-après rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien du Clos Neuf, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable).

Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 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 le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

Chute de glace		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable

Tableau 41 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien du Clos Neuf, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.4. Chute d'éléments de l'éolienne

Zone d'effet

La chute d'éléments comprend la chute de tous les équipements situés en hauteur : trappes, boulons, morceaux de pales ou pales entières. Le cas majorant est ici le cas de la chute de pale. Il est retenu dans l'étude détaillée des risques pour représenter toutes les chutes d'éléments.

Le risque de chute d'éléments est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor, soit 58,5 mètres.

Intensité

Pour le phénomène de chute d'éléments, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière se détachant de l'éolienne) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne, dans le cas du parc éolien du Clos Neuf. Z_I est la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, d le degré d'exposition, R le rayon du rotor (R = 58,5 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB = 2,4 m).

Chute d'éléments de l'éolienne			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	Exposition modérée
70	10 751	0,65% (d < 1%)	

Tableau 42 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute d'éléments

L'intensité en dehors de la zone de survol est nulle.

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne et la gravité associée :

Chute d'éléments de l'éolienne						
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés 1 personne / 100 ha		Terrains aménagés mais peu fréquentés 1 personne / 10 ha		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	1,02	0,02	0,06	0,01	0,03	Modérée
E2	0,97	0,01	0,1	0,01	0,02	Modérée
E3	1,02	0,02	0,06	0,01	0,03	Modérée
E4	0,99	0,01	0,08	0,01	0,02	Modérée

Tableau 43 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

Probabilité

Peu d'éléments sont disponibles dans la littérature pour évaluer la fréquence des événements de chute de pales ou d'éléments d'éoliennes.

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4.47×10^{-4} événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Evènement 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 ».

Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'évènement.

Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien du Clos Neuf, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute d'éléments de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable

Tableau 44 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien du Clos Neuf, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.5. Projection de pale et de fragments de pale

Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 mètres par rapport au mât de l'éolienne (source : Trame type INERIS, Mai 2012). On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie indiquent des distances d'effet inférieures.

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne.

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études présentées aux points 5 et 6 du chapitre 10.4 (bibliographie).

Sur la base de ces éléments et de façon conservatrice, une distance d'effet de 500 mètres est considérée comme distance raisonnable pour la prise en compte des projections de pale ou de fragments de pale dans le cadre des études de dangers des parcs éoliens.

Intensité

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragments de pale, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (500 m).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène projection de pale et de fragments de pale dans le cas du parc éolien du Clos Neuf. Z_I est la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, d le degré d'exposition, R le rayon du rotor ($R = 58,5$ m), LB la largeur de la base de la pale ($LB = 2,4$ m) et R_E correspond au rayon de la zone d'effet, soit 500 mètres. Il n'est pas à confondre avec le R du rayon du rotor.

Projection de pale ou de fragments de pale			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R_E^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	Exposition modérée
70	785 398	0,009% ($d < 1\%$)	

Tableau 45 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pale ou de fragments de pale »

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection dans la zone de 500 mètres autour de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection et la gravité associée :

Projection de pale et de fragments de pale							
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés 1 personne / 100 ha		Terrains aménagés mais peu fréquentés 1 personne / 10 ha		Zone d'activités	Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Nombre de salariés		
E1	76,26	0,77	2,25	0,23	2	3	Sérieuse
E2	75,97	0,76	2,54	0,26	-	1,02	Sérieuse
E3	76,52	0,77	1,99	0,20	-	0,97	Modérée
E4	76,65	0,77	1,86	0,19	-	0,96	Modérée

Tableau 46 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragments de pale »

Probabilité

Les valeurs retenues dans la littérature pour une rupture de tout ou partie de pale sont détaillées dans le tableau suivant :

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assessment for a wind farm project	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990-Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbine	$1,1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances	$6,1 \times 10^{-4}$	Recherche Internet des Accidents entre 1996 et 2003

Tableau 47 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Ces valeurs correspondent à des classes de probabilité de « B », « C » ou « E ».

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 évènements pour 15 667 années d'expérience, soit $7,66 \times 10^{-4}$ évènement par éolienne et par an).

Ces évènements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Evènement 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 ».

Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'évènement.

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place, notamment :

- Les dispositions de la norme IEC 61 400-1 ;
- Les dispositions des normes IEC 61 400-22 et EN 62 305-3 relatives à la foudre ;
- Le système de détection des survitesses et un système redondant de freinage ;
- Le système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique ;
- Utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre, de carbone, résines, etc.).

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité de projection.

Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D » : « s'est produit mais a fait l'objet de mesures correctrices réduisant significativement la probabilité ».

Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien du Clos Neuf, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de pales ou de fragments de pales		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieuse	Acceptable
E2	Sérieuse	Acceptable
E3	Sérieuse	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable

Tableau 48 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pale ou de fragments de pale »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien du Clos Neuf, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.6. Projection de glace

Zone d'effet

L'accidentologie rapporte quelques cas de projection de glace. Ce phénomène est connu et possible, mais reste difficilement observable et n'a jamais occasionné de dommages sur les personnes ou les biens.

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence n°15 du chapitre 10.4 propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

$$\text{Distance d'effet} = 1,5 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{diamètre de rotor}),$$

soit 312 m

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (voir n°17 du chapitre 10.4). A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m²) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien du Clos Neuf. Z_I est la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, d le degré d'exposition, R le rayon rotor (R = 58,5 m), H la hauteur au moyeu (H = 91 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de glace			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z _I = SG	Z _E = π x [1,5 x (H+2 x R)] ²	d = (Z _I /Z _E) x 100	Exposition modérée
1	305 815	0,0003% (d < 1%)	

Tableau 49 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de glace »

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection de glace et la gravité associée :

Projection de glace						
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés 1 personne / 100 ha		Terrains aménagés mais peu fréquentés 1 personne / 10 ha		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	29,97	0,30	0,60	0,06	0,36	Modérée
E2	29,25	0,30	1,32	0,14	0,44	Modérée
E3	30,04	0,31	0,52	0,06	0,37	Modérée
E4	29,59	0,30	0,97	0,10	0,40	Modérée

Tableau 50 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de glace »

Probabilité

Au regard de la difficulté d'établir un retour d'expérience précis sur cet événement et considérant les éléments suivants :

- les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 ;
- le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace.

Une probabilité forfaitaire « B – événement probable » est proposée pour cet événement.

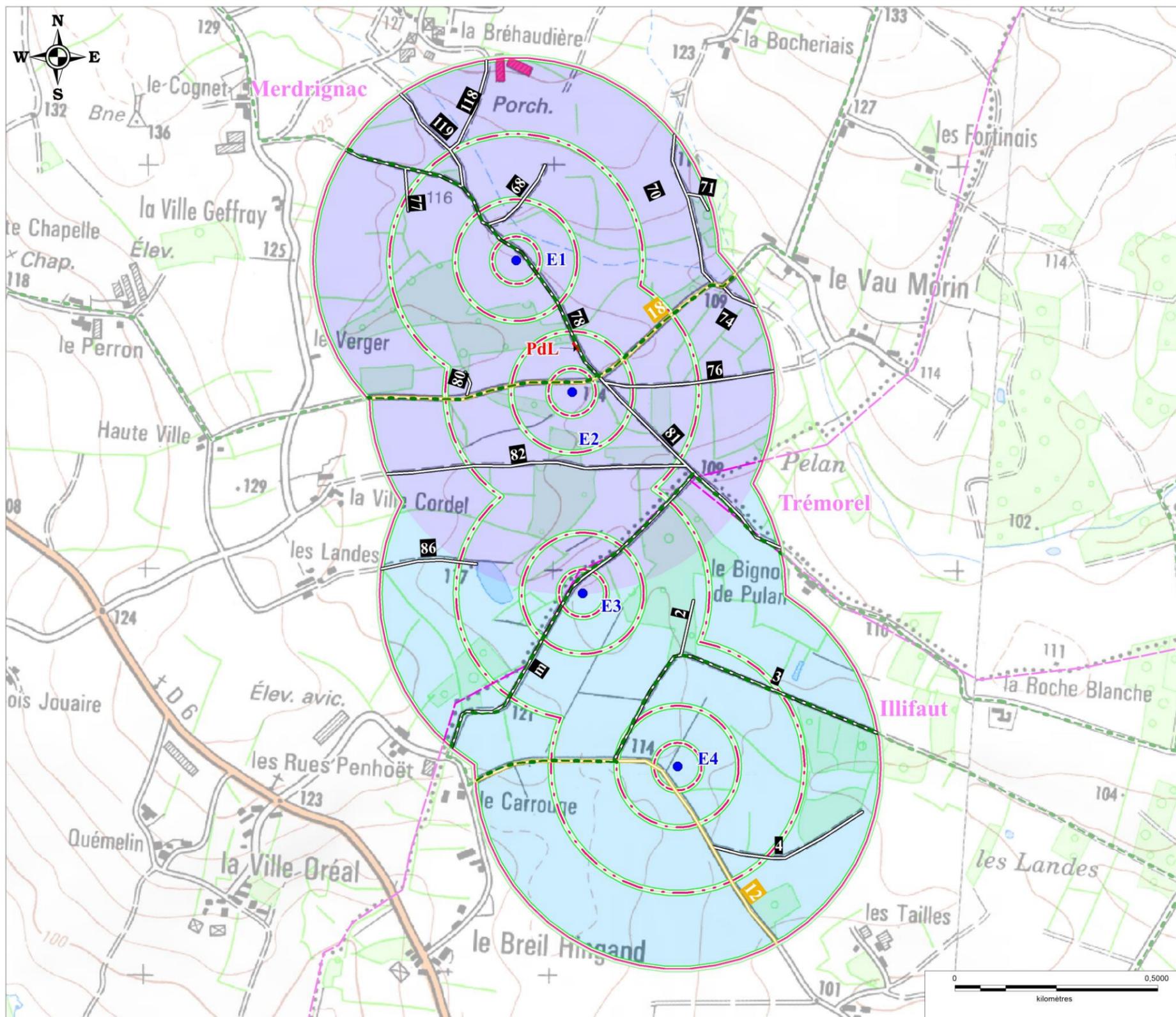
Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien du Clos Neuf, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de glace			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de déduction de glace et procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1	Modérée	oui	Acceptable
E2	Modérée	oui	Acceptable
E3	Modérée	oui	Acceptable
E4	Modérée	oui	Acceptable

Tableau 51 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de glace »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien du Clos Neuf, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.



Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Avril 2017

Synthèse des risques

Légende

- Implantation éoliennes
- Poste de livraison
- Limites communales

Infrastructure routière

- Voie communale
- Chemin d'exploitation
- 00 Numéro de voirie

Tourisme

- Sentier

Risques technologiques

- ICPE

Représentation des scénarios

- Zone de surplomb par les pales (58,5 m)
- Zone d'effondrement (150 m)
- Zone de projection de glace (312 m)
- Zone de projection de pales (500 m)

Personnes exposées

- Moins de 1 personne
- Entre 1 et 10 personnes

Intensité d'exposition

- Modérée

Carte 18 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers

8.3. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

8.3.1. 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 probabilité et la gravité.

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 (150 m)	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée E1 à E4
Chute de glace	Zone de survol (58,5 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée E1 à E4
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol (58,5 m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée E1 à E4
Projection de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieuse E1 et E2 Modérée E3 et E4
Projection de glace	1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne (312 m)	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée E1 à E4

Tableau 52 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc

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

La liste des scénarios pointés dans la matrice sont les suivants :

- Effondrement des éoliennes E1 à E4 (scénarios E_{r1} à E_{r4}) ;
- Chute de glace des éoliennes E1 à E4 (scénarios C_{g1} à C_{g4}) ;
- Chute d'éléments des éoliennes E1 à E4 (scénarios C_{e1} à C_{e4}) ;
- Projection de pale des éoliennes E1 à E4 (scénarios P_{p1} à P_{p4}) ;
- Projection de glace des éoliennes E1 à E4 (scénarios P_{g1} à P_{g4}).

Conséquence / Gravité	Classes de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	P _{p1} , P _{p2}	Jaune	Jaune	Rouge
Modéré	Vert	E _{r1} , E _{r2} , E _{r3} , E _{r4} P _{p3} , P _{p4}	C _{e1} , C _{e2} , C _{e3} , C _{e4}	P _{g1} , P _{g2} , P _{g3} , P _{g4}	C _{g1} , C _{g2} , C _{g3} , C _{g4}

E_r : Effondrement éolienne ; C_g : Chute de glace ; C_e : Chute d'éléments ; P_p : Projection de pale ; P_g : Projection de glace

Légende de la matrice :

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

Figure 16 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

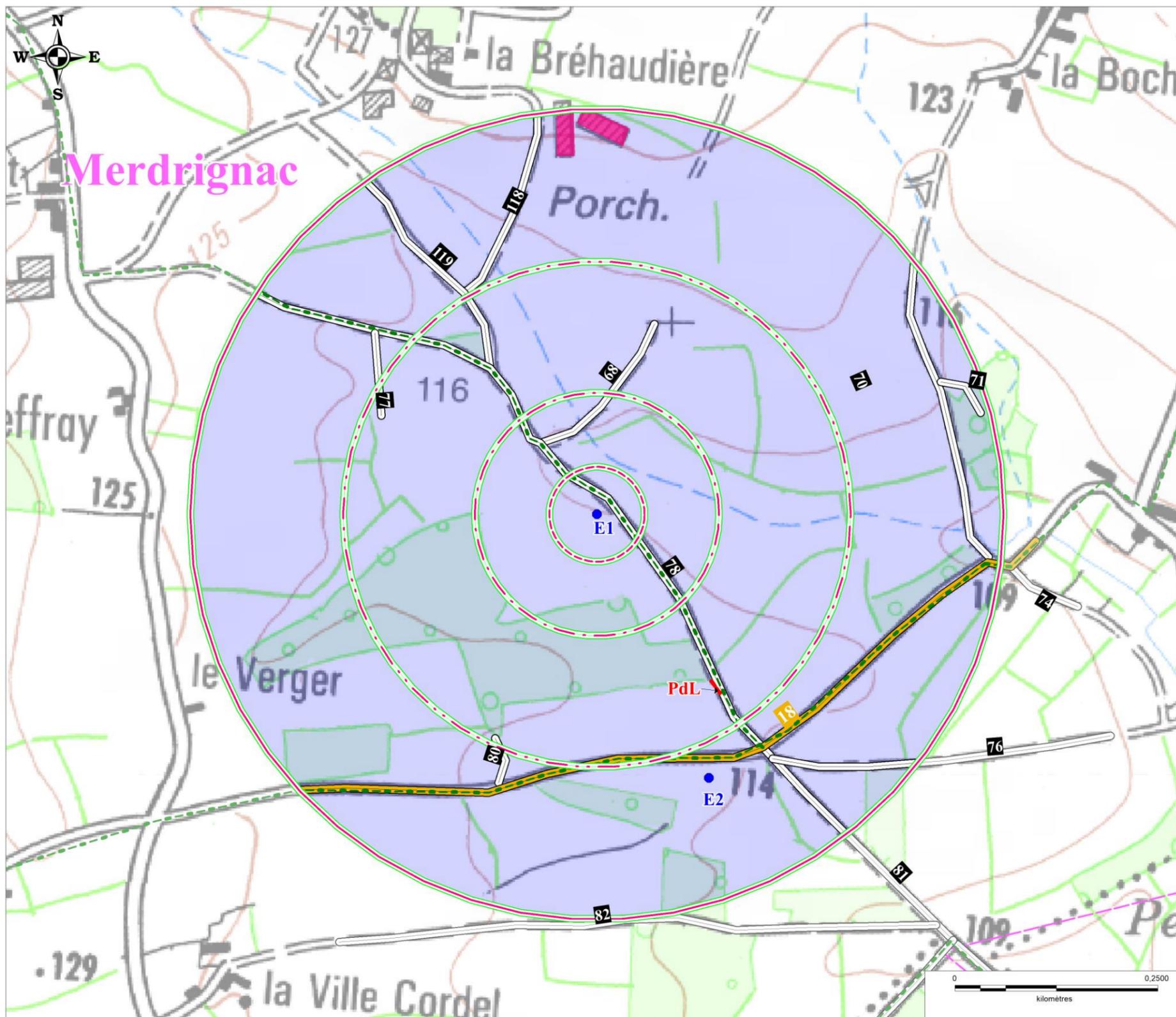
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 sont mises en place.

8.3.3. Cartographie des risques

Une carte de synthèse des risques est présentée à la page précédente. Elle fait apparaître, pour les scénarios les plus critiques :

- Les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques ;
- Une représentation graphique de la probabilité d'atteinte des enjeux.

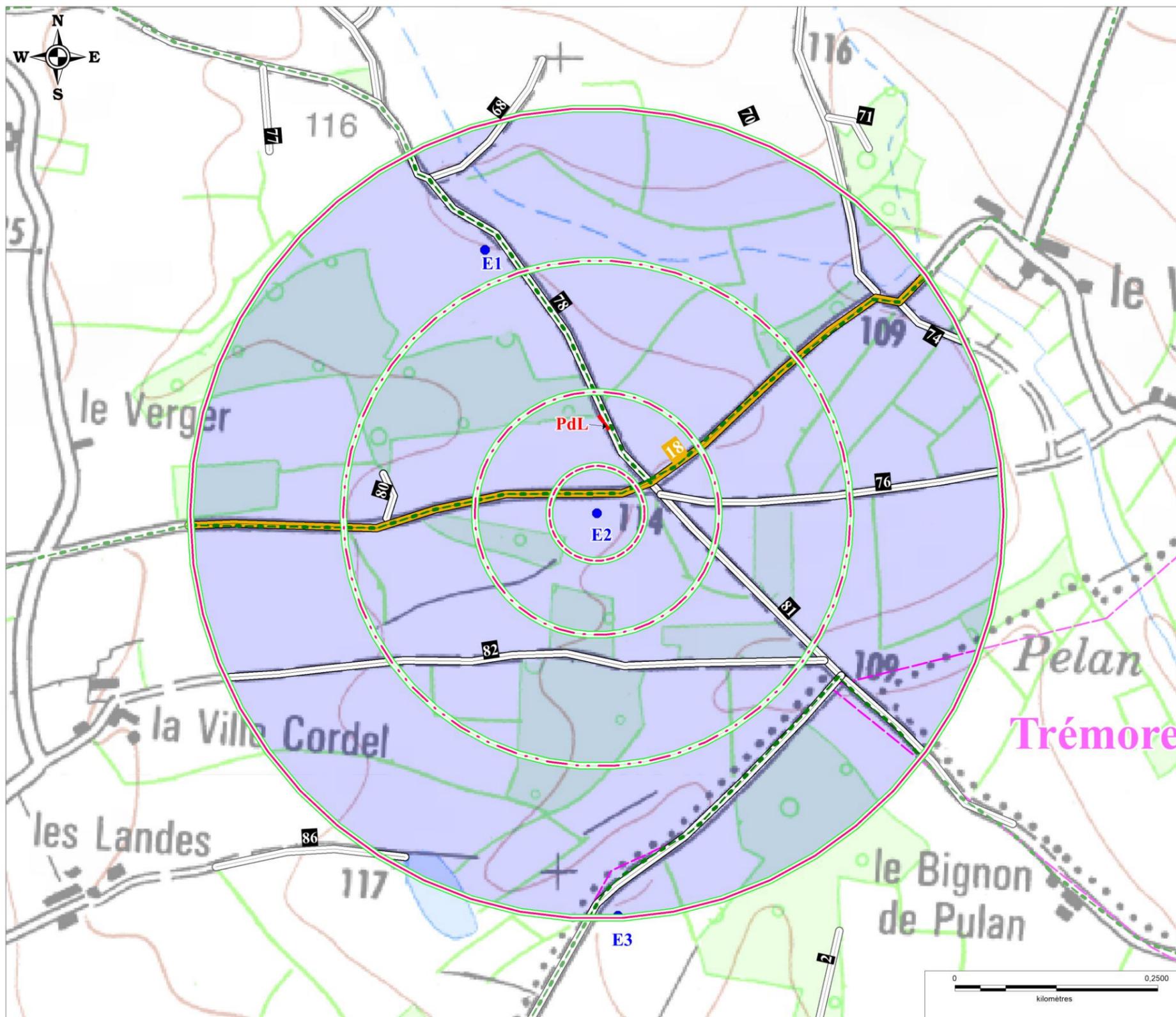


Synthèse des risques - Eolienne E1 -

Légende	
●	Implantation
	Poste de livraison
	Limites communales
Infrastructure routière	
	Voie communale
	Chemin d'exploitation
00	Numéro de voirie
Tourisme	
	Sentier
Risques technologiques	
	ICPE
Représentation des scénarios	
	Zone de surplomb par les pales (58,5 m)
	Zone d'effondrement (150 m)
	Zone de projection de glace (312 m)
	Zone de projection de pales (500 m)
Personnes exposées	
	Entre 1 et 10 personnes
Intensité d'exposition	
	Modérée

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mars 2018

Carte 19 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers – Eolienne E1



Synthèse des risques

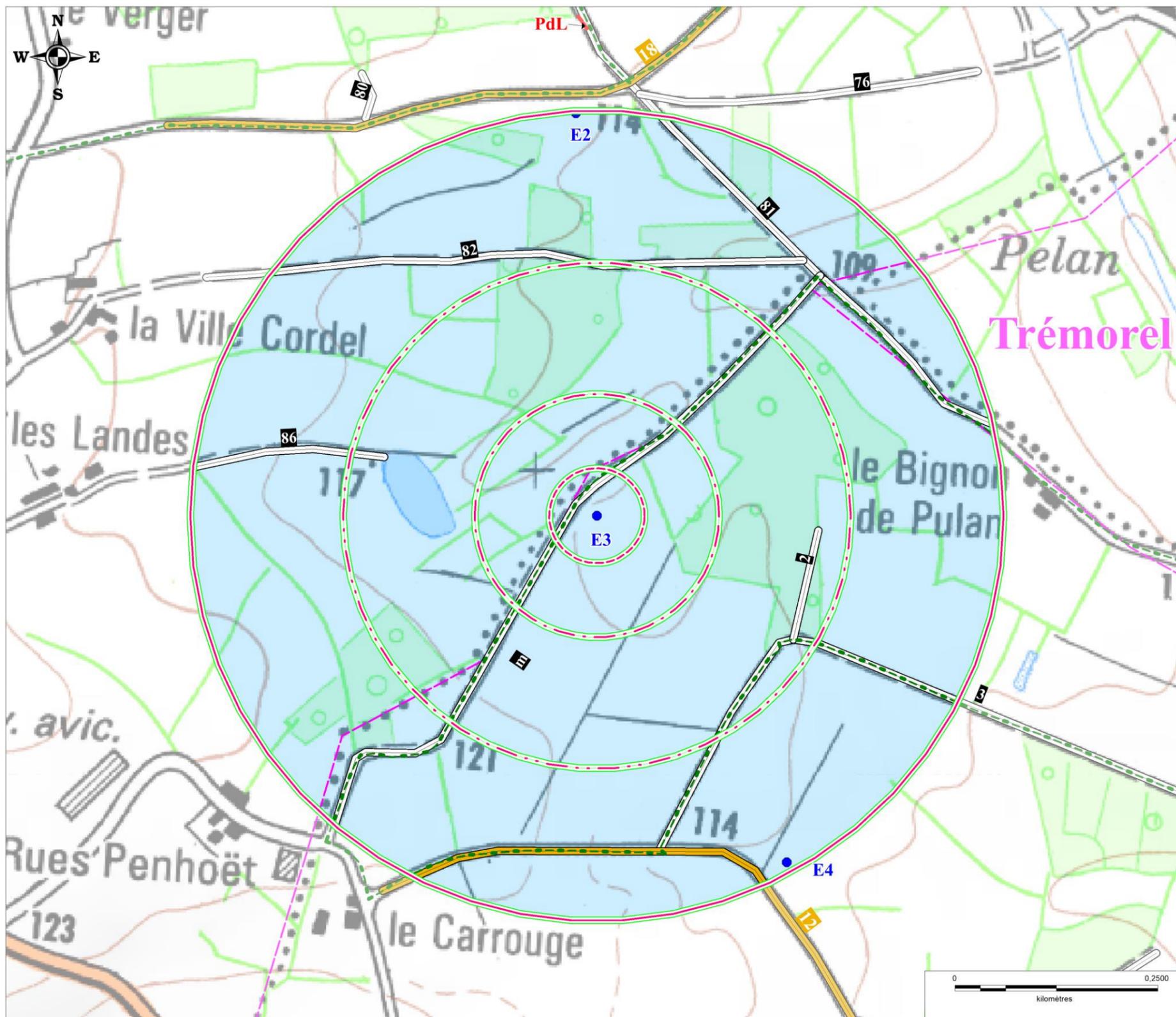
- Eolienne E2 -

Légende

- Implantation
- Poste de livraison
- - - Limites communales
- Infrastructure routière**
- Voie communale
- Chemin d'exploitation
- 00 Numéro de voirie
- Tourisme**
- Sentier
- Représentation des scénarios**
- Zone de surplomb par les pales (58,5 m)
- Zone d'effondrement (150 m)
- Zone de projection de glace (312 m)
- Zone de projection de pales (500 m)
- Personnes exposées**
- Entre 1 et 10 personnes
- Intensité d'exposition**
- Modérée

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mars 2018

Carte 20 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers – Eolienne E2



Synthèse des risques - Eolienne E3 -

Légende

- Implantation
- Limites communales

- Infrastructure routière**
- Voie communale
- Chemin d'exploitation
- 00 Numéro de voirie

- Tourisme**
- Sentier

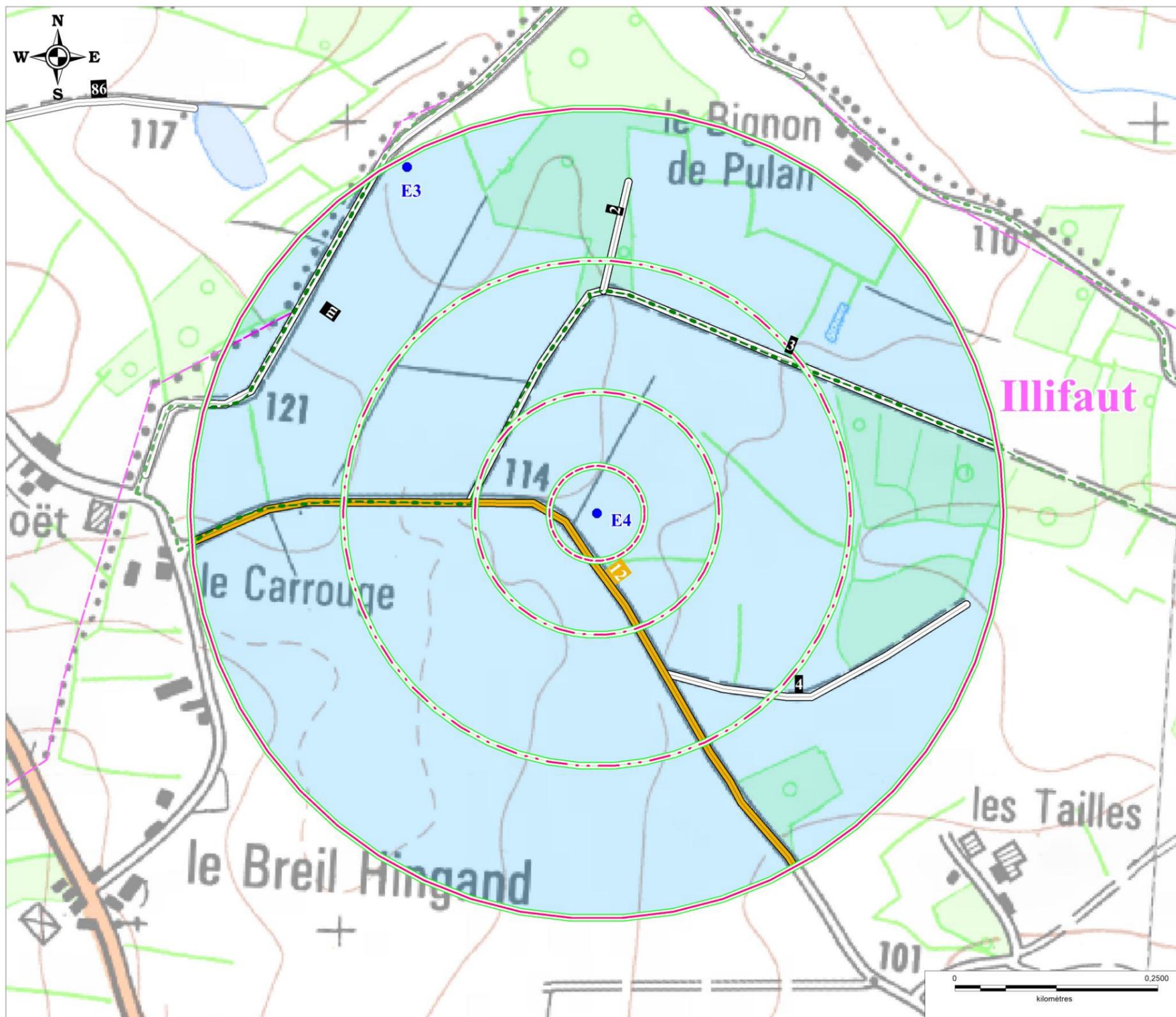
- Représentation des scénarios**
- Zone de surplomb par les pales (58,5 m)
- Zone d'effondrement (150 m)
- Zone de projection de glace (312 m)
- Zone de projection de pales (500 m)

- Personnes exposées**
- Moins de 1 personne

- Intensité d'exposition**
- Modérée

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mars 2018

Carte 21 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers – Eolienne E3



Synthèse des risques

- Eolienne E4 -

Légende

- Implantation
- Limites communales
- Infrastructure routière
 - Voie communale
 - Chemin d'exploitation
 - ☐ Numéro de voirie
- Tourisme
 - Sentier
- Représentation des scénarios
 - ☐ Zone de surplomb par les pales (58,5 m)
 - ☐ Zone d'effondrement (150 m)
 - ☐ Zone de projection de glace (312 m)
 - ☐ Zone de projection de pales (500 m)
- Personnes exposées
 - ☐ Moins de 1 personne
- Intensité d'exposition
 - ☐ Modérée

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ATER Environnement - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mars 2018

Carte 22 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers – Eolienne E4

9 CONCLUSION

Les principaux risques d'accidents majeurs identifiés pour le parc éolien du Clos Neuf sont ceux les plus fréquents au regard de l'accidentologie, à savoir :

- Le bris de pale ;
- L'effondrement de l'éolienne ;
- La chute d'éléments ;
- La chute et le bris de glace.

La probabilité d'atteinte d'un enjeu par un projectile est variable en fonction du scénario :

- D pour l'effondrement de l'éolienne ;
- C pour la chute d'éléments ;
- A pour la chute de glace ;
- D pour la projection de pale ou d'un fragment de pale ;
- B pour la projection de glace.

Dans la zone de surplomb des éoliennes, là où s'observent la chute de glace et d'éléments, l'enjeu humain est au maximum de 0,03 personne, engendrant une gravité qualifiée de modérée. Sur cette zone, des portions de voies communales et chemins d'exploitation sont présents, ainsi que des champs. L'enjeu humain reste inférieur à 1 personne.

Dans la zone d'effondrement de l'éolienne (dite également zone de ruine), l'enjeu humain est évalué à 0,12 personne au maximum. Sur cette zone sont présents des champs, des voies communales et des chemins d'exploitation. Toutefois, en l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain reste nettement inférieur à 1 personne, la gravité est qualifiée de modérée.

Dans la zone de projection de glace, l'enjeu humain est au maximum de 0,44 personne. Sur cette zone, sont présents des champs, des voies communales et des chemins d'exploitation. Toutefois, en l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain reste nettement inférieur à 1 personne, la gravité est qualifiée de modérée.

Enfin, sur le reste de la zone, l'enjeu humain est sérieux pour les éoliennes E1 et E2 pour lesquelles il est estimé respectivement 3 et 1,02 personnes. On recense principalement des champs, des voies communales et des chemins d'exploitation, mais également pour l'éolienne E1 la présence de deux bâtiments d'élevage. L'enjeu humain des éoliennes E3 et E4, de 0,97 et 0,96 personne, reste modéré.

La SARL Clos Neuf Energies, de par sa démarche en amont, a réussi à limiter les risques. En effet, elle a choisi de s'éloigner des habitations et les distances aux différentes infrastructures (ERP, routes) sont suffisantes pour avoir un risque acceptable au niveau des 5 accidents majeurs identifiés.

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

Enfin, dans le but de garantir un risque acceptable sur l'installation, la SARL Clos Neuf Energies 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 déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur - Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor - Procédure adéquate de redémarrage
2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	- Signalisation en pied d'éolienne - Éloignement 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 alarme - Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement
4	Prévenir la survitesse	Détection de survitesse du générateur et système de freinage
5	Prévenir les courts-circuits	Coupage de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique
6	Prévenir les effets de 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 l'éolienne - Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle - Intervention des services de secours : SDIS 22.
8	Prévention et rétention des fuites	- Détecteurs de niveaux d'huiles - Procédure de gestion des situations d'urgence - Kits antipollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence - Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits
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 - Certificat CE
10	Prévenir les erreurs de maintenance	- Procédure maintenance
11	Prévenir la dégradation de l'état de l'équipement	- Procédure de contrôle des équipements - Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes
12	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

[Tableau 53 : Mesures de sécurité](#)

Les principales mesures de maîtrise des risques mises en place pour prévenir ou limiter les conséquences de ces accidents majeurs sont donc :

- Des barrières de prévention ;
- Une maintenance préventive régulière avec des vérifications étendues ;
- Un personnel formé ;
- Des éoliennes certifiées.

L'ensemble des scénarios étudiés est en zone de risques très faible à faible, pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes et la maîtrise des risques concernés est assurée et démontrée par l'exploitant (contrôles appropriés pour éviter tout écart dans le temps).

Les mesures de maîtrise des risques mises en place sur le parc éolien du Clos Neuf suffisent à garantir un risque acceptable pour chacun des phénomènes dangereux retenus dans l'étude détaillée.

10 ANNEXES

10.1. SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE

Cette partie apporte un certain nombre de précisions par rapport à chacun des scénarios étudiés par le groupe de travail technique dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques.

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie 7.4. de la trame type de l'étude de dangers. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes et pourra par conséquent être repris à l'identique dans les études de dangers.

La numérotation des scénarios listés ci-après reprend celle utilisée dans le tableau de l'analyse préliminaire des risques, avec un regroupement des scénarios par thématique, en fonction des typologies d'événements redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience par le groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

10.1.1. Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)

Scénario G01

En cas de formation de glace, les systèmes de préventions intégrés stopperont le rotor. La chute de ces éléments interviendra donc dans l'aire surplombée par le rotor, le déport induit par le vent étant négligeable.

Plusieurs procédures/systèmes permettront de détecter la formation de glace :

- Système de détection de glace ;
- Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor ;
- Arrêt préventif en cas de givrage de l'anémomètre.

Scénario G02

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d'éventuels redémarrages de l'éolienne encore « glacée », ou en cas de formation de glace sur le rotor en mouvement simultanément à une défaillance des systèmes de détection de givre et de balourd.

Aux faibles vitesses de vents (vitesse de démarrage, ou « cut-in »), les projections resteront limitées au surplomb de l'éolienne. A vitesse de rotation nominale, les éventuelles projections seront susceptibles d'atteindre des distances supérieures au surplomb de l'éolienne.

10.1.2. Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)

Les éventuels incendies interviendront dans le cas où plusieurs conditions seraient réunies (exemple : foudre + défaillance du système parafoudre → incendie).

Le moyen de prévention des incendies consiste en un contrôle périodique des installations.

Dans l'analyse préliminaire des risques, seulement quelques exemples sont fournis. La méthodologie suivante pourra aider à déterminer l'ensemble des scénarios devant être analysés :

- Découper l'installation en plusieurs parties : rotor, nacelle, mât, fondation et poste de livraison ;
- Déterminer à l'aide de mots clés les différentes causes (cause 1, cause 2) d'incendie possibles.

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'emballement du rotor (survitesse). Plusieurs moyens de prévention sont mis en place :

- Concernant le défaut de conception et fabrication : contrôle qualité ;
- Concernant le non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : formation du personnel intervenant, contrôle qualité (inspections) ;
- Concernant les causes externes dues à l'environnement : mise en place de solutions techniques visant à réduire l'impact. Suivant les constructeurs, certains dispositifs sont de série ou en option. Le choix des options est effectué par l'exploitant en fonction des caractéristiques du site.

L'emballement peut notamment intervenir lors de pertes d'utilités (à savoir la perte d'un élément nécessaire au fonctionnement de l'installation). Ces pertes d'utilités peuvent être la conséquence de deux phénomènes :

- Perte de réseau électrique : l'alimentation électrique de l'installation est nécessaire pour assurer le fonctionnement des éoliennes (orientation, appareils de mesures et de contrôle, balisage, etc.) ;
- Perte de communication : le système de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance du parc peut être interrompu pendant une certaine durée.

Concernant la perte du réseau électrique, celle-ci peut être la conséquence d'un défaut sur le réseau d'alimentation du parc éolien au niveau du poste source. En fonction de leurs caractéristiques techniques, le comportement des éoliennes face à une perte d'utilité peut être différent (fonction du constructeur). Cependant, deux systèmes sont couramment rencontrés :

- Déclenchement au niveau du rotor du code de freinage d'urgence, entraînant l'arrêt des éoliennes ;
- Basculement automatique de l'alimentation principale sur l'alimentation de secours (batteries) pour arrêter les aérogénérateurs et assurer la communication vers le superviseur.

Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée.

En revanche, en cas de perte de communication pendant une longue durée, le superviseur du parc éolien concerné dispose de plusieurs alternatives dont deux principales :

- Mise en place d'un réseau de communication alternatif temporaire (faisceau hertzien, agent technique local, etc.) ;
- Mise en place d'un système autonome d'arrêt à distance du parc par le superviseur.

Les solutions aux pertes d'utilités étant diverses, les porteurs de projets pourront apporter dans leur étude de danger une description des protocoles qui seront mis en place en cas de pertes d'utilités.

10.1.3. Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

Les fuites éventuelles interviendront en cas d'erreur humaine ou de défaillance matérielle.

Une attention particulière est à porter aux mesures préventives des parcs présents dans des zones protégées au niveau environnemental, notamment en cas de présence de périmètres de protection de captages d'eau potable (identifiés comme enjeux dans le descriptif de l'environnement de l'installation). Dans ce dernier cas, un hydrogéologue agréé devra se prononcer sur les mesures à prendre en compte pour préserver la ressource en eau, tant au niveau de l'étude d'impact que de l'étude de dangers. Plusieurs mesures pourront être mises en place (photographie du fond de fouille des fondations pour montrer que la nappe phréatique n'a pas été atteinte, comblement des failles karstiques par des billes d'argile, utilisation de graisses végétales pour les engins, etc.).

Scénario F01

En cas de rupture de flexible, perçage d'un contenant, etc., il peut y avoir une fuite d'huile, graisse ou autres fluides, alors que l'éolienne est en fonctionnement. Les produits peuvent alors s'écouler hors de la nacelle, couler le long du mât et s'infiltrer dans le sol environnant l'éolienne.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher l'écoulement de ces produits dangereux :

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance ;
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances ;
- Procédure de gestion des situations d'urgence.

Deux événements peuvent être aggravants :

- Ecoulement de ces produits le long des pales de l'éolienne, surtout si celle-ci est en fonctionnement. Les produits seront alors projetés aux alentours ;
- Présence d'une forte pluie qui dispersa rapidement les produits dans le sol.

Scénario F02

Lors d'une maintenance, les opérateurs peuvent accidentellement renverser un bidon d'huile, une bouteille de solvant, un sac de graisse ou autres produits. Ces produits dangereux pour l'environnement peuvent s'échapper de l'éolienne ou être renversés hors de cette dernière et infiltrer les sols environnants.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher le renversement et l'écoulement de ces produits :

- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence ;
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits.

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

Événement aggravant : fortes pluies qui disperseront rapidement les produits dans le sol.

10.1.4. Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)

Les scénarios de chutes concernent les éléments d'assemblage des aérogénérateurs. Ces chutes sont déclenchées par la dégradation d'éléments (corrosion, fissures, etc.) ou des défauts de maintenance (erreur humaine).

Les chutes sont limitées à un périmètre correspondant à l'aire de survol.

10.1.5. Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P03)

Les événements principaux susceptibles de conduire à la rupture totale ou partielle de la pale sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Défaut de conception et de fabrication ;
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance ;
- Causes externes dues à l'environnement : glace, tempête, foudre, etc.

Si la rupture totale ou partielle de la pale intervient lorsque l'éolienne est à l'arrêt, on considère que la zone d'effet sera limitée au surplomb de l'éolienne.

L'emballage de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballage peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite au 10.1.2 de la présente partie (scénarios incendies).

Scénario P01

En cas de défaillance du système d'arrêt automatique de l'éolienne en cas de survitesse, les contraintes importantes exercées sur la pale (vent trop fort) pourraient engendrer la casse de la pale et sa projection.

Scénario P02

Les contraintes exercées sur les pales - contraintes mécaniques (vents violents, variation de la répartition de la masse due à la formation de givre, etc.), conditions climatiques (averses violentes de grêle, foudre, etc.) - peuvent entraîner la dégradation de l'état de surface et à terme l'apparition de fissures sur la pale.

Prévention : Maintenance préventive (inspections régulières des pales, réparations si nécessaire).

Facteurs aggravants : Infiltration d'eau et formation de glace dans une fissure, vents violents, emballement de l'éolienne.

Scénario P03

Un mauvais serrage de base ou le desserrage avec le temps des goujons des pales pourrait amener au décrochage total ou partiel de la pale, dans le cas de pale en plusieurs tronçons.

10.1.6. Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10)

Les événements pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Erreur de dimensionnement de la fondation : contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : formation du personnel intervenant ;
- Causes externes dues à l'environnement : séisme, etc.

10.2. PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

Le risque individuel encouru par un nouvel arrivant dans la zone d'effet d'un phénomène de projection ou de chute est appréhendé en utilisant la probabilité de l'atteinte par l'élément chutant ou projeté de la zone fréquentée par le nouvel arrivant. Cette probabilité est appelée probabilité d'accident.

Cette probabilité d'accident est 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.

Par souci de simplification, la probabilité d'accident sera calculée en multipliant la borne supérieure de la classe de probabilité de l'événement redouté central par le degré d'exposition. Celui-ci est défini comme le ratio entre la surface de l'objet chutant ou projeté et la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous récapitule les probabilités d'atteinte en fonction de l'événement redouté central.

Evènement redouté central	Borne supérieure de la classe de probabilité de l'ERC (pour les éoliennes récentes)	Degré d'exposition	Probabilité d'atteinte
Effondrement	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Chute de glace	1	$5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$ (A)
Chute d'éléments	10^{-3}	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$ (D)
Projection de tout ou partie de pale	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Projection de morceaux de glace	10^{-2}	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$ (E)

Les seuls ERC pour lesquels la probabilité d'atteinte n'est pas de classe E sont ceux qui concernent les phénomènes de chutes de glace ou d'éléments, dont la zone d'effet est limitée à la zone de survol des pales dans laquelle des panneaux sont mis en place pour alerter le public de ces risques.

De plus, les zones de survol sont comprises dans l'emprise des baux signés par l'exploitant avec le propriétaire du terrain, ou à défaut dans l'emprise des autorisations de survol si la zone de survol s'étend sur plusieurs parcelles. La zone de survol ne peut donc pas faire l'objet de constructions nouvelles pendant l'exploitation de l'éolienne.

10.3. GLOSSAIRE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens

conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

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

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

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

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

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

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

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

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

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

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

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

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

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

Aérogénérateur : Dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur

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

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

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

SER : Syndicat des Energies Renouvelables

FEE : France Energie Eolienne

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

EDD : Etude De Dangers

APR : Analyse Préliminaire des Risques

ERP : Etablissement Recevant du Public

Braam H. (2005) – *Handboek Risicozonering Winturbines – 2^e versie. S1.*

DDT de la Mayenne (2011) – Dossier Départemental des Risques Majeurs

Guillet R., Leteurtrou J.-P. - Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - (2004) ;

INERIS/SER/FEE (déc. 2011) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens ;

Région Pays de la Loire (2012) – Schéma Régional Eolien ;

WECO (déc. 1998) – Wind energy production in cold climate.

10.4. BIBLIOGRAPHIE

- L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (réf DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011 ;
- NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006 ;
- Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum ;
- Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest ;
- Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24 ;
- Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005 ;
- Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieuresgesellschaft, 2004 ;
- Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public ;
- Interest Energy Research Program, 2006 ;
- Omega 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005 ;
- Arrêté du 26 aout 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003 ;
- Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil General du Val-de-Marne ;
- Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- Alpine test site Gutsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al. ;
- Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000 ;
- Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil General des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004 ;
- Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kroning J. - DEWI, avril 2003 ;
- Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005 ;
- DDT des Côtes d'Armor (2012) – Dossier Départemental des Risques Majeurs ;
- INERIS/SER/FEE (2012) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens.

Sites internet consultés :

- www.argiles.fr;
- www.asn.fr;
- www.cartes-topographiques.fr ;
- www.inondationsnappes.fr ;
- www.planseisme.fr
- www.prim.net ;
- www.statistiques-locales.insee.fr

10.5. TABLE DES ILLUSTRATIONS

10.5.1. Liste des figures

Figure 1 : Chiffres clés du groupe BayWa (source : Clos Neuf Energies, 2017)	7
Figure 2 : Secteurs d'activité de BayWa r.e. (source : Clos Neuf Energies, 2017)	7
Figure 3 : Références européennes de BayWa r.e. (source : Clos Neuf Energies, 2017)	7
Figure 4 : Normes climatologiques annuelles – Station de Saint-Brieuc (source : Météo France)	18
Figure 5 : Précipitations annuelles moyennes – Station de Saint-Brieuc (source : Météo France)	18
Figure 6 : Rose des vents horaire à 77,5 m moyennée sur 10 minutes du projet de la Roche Blanche (source : Quénéa, 2017)	19
Figure 7 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	35
Figure 8 : Composants de la nacelle Nordex (source : documentation NORDEX)	37
Figure 9 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –	44
Figure 10 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	46
Figure 11 : Vue en coupe des tranchées selon le nombre de câbles passés	46
Figure 12 : Type de poste de livraison électrique (source : Pierre-Yves Haigneré, 2017)	47
Figure 13 : Planning indicatif des travaux	47
Figure 14 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)	53
Figure 15 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	57
Figure 16 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	77

10.5.2. Liste des tableaux

Tableau 1 : Nomenclature ICPE pour l'éolien terrestre (source : décret n°2011-984 du 23 août 2011)	6
Tableau 2 : Références administratives de la société Clos Neuf Energies (source : Quénéa, 2017)	7
Tableau 3 : Références dans le domaine éolien de la société QUENEA Energies Renouvelables (source : QUENEA, 2017)	9
Tableau 4 : Identification des parcelles cadastrales (source : Quénéa, 2017)	12
Tableau 5 : Indicateurs de population et de logement (source : Insee, RP 2012)	15
Tableau 6 : Indicateurs agricoles (source : Agreste, recensement agricole 2010)	17
Tableau 7 : Synthèse des risques majeurs sur le territoire d'implantation du parc projeté (source : DDRM 22, 2015)	19
Tableau 8 : Inventaire des arrêtés de catastrophe naturelle (source : prim.net, 2017)	19
Tableau 9 : Distance des éoliennes aux infrastructures routières intégrant le périmètre d'étude de dangers dans un périmètre de 500 m autour de chaque éolienne	22
Tableau 10 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non aménagés très peu fréquentés	25
Tableau 11 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne E1	26
Tableau 12 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne E2	26
Tableau 13 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne E3	27
Tableau 14 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne E4	27
Tableau 15 : Synthèse des enjeux humains	33
Tableau 16 : Coordonnées géographiques des éoliennes du Clos Neuf – PdL : Poste de Livraison (source : Quénéa, 2017)	36
Tableau 17 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs Nordex selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012	39
Tableau 18 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE	41
Tableau 19 : Produits sortants de l'installation	49
Tableau 20 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)	50
Tableau 21 : Liste des incidents intervenus en France entre 2000 et 2017 (source : aria.developpement-durable.gouv.fr, 15/02/2017)	54
Tableau 22 : Liste des accidents humains inventoriés	55

Tableau 23 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	55
Tableau 24 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	56
Tableau 25 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	59
Tableau 26 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	60
Tableau 27 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	61
Tableau 28 : Ensemble des fonctions de sécurité (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	65
Tableau 29 : Scénarios exclus (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	66
Tableau 30 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	67
Tableau 31 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)	68
Tableau 32 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)	68
Tableau 33 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	69
Tableau 34 : Rappel des caractéristiques techniques de l'éolienne étudiée (source : Nordex, 2017)	69
Tableau 35 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de l'effondrement	70
Tableau 36 : Evaluation de la gravité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne	70
Tableau 37 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	70
Tableau 38 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario d'effondrement de l'éolienne	71
Tableau 39 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace	71
Tableau 40 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute de glace »	72
Tableau 41 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »	72
Tableau 42 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute d'éléments	72
Tableau 43 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »	73
Tableau 44 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »	73
Tableau 45 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pale ou de fragments de pale »	73
Tableau 46 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragments de pale »	74
Tableau 47 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	74
Tableau 48 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pale ou de fragments de pale »	74
Tableau 49 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de glace »	75
Tableau 50 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de glace »	75
Tableau 51 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de glace »	75
Tableau 52 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc	77
Tableau 53 : Mesures de sécurité	83

10.5.3. Liste des cartes

Carte 1 : Localisation des parcs éoliens développés par la société QUENEA (source : QUENEA, 2017)	8
Carte 2 : Localisation géographique de l'installation	11
Carte 3 : Périmètre d'étude de dangers	13
Carte 4 : Distance des éoliennes du Clos Neuf par rapport aux premières habitations	16
Carte 5 : Gisement éolien de la Bretagne, à 40 m d'altitude – Légende : Etoile rouge / Localisation du site d'étude (source : Schéma Régional Eolien, 2012)	18
Carte 6 : Sensibilité du périmètre d'étude de dangers aux phénomènes d'inondations par remontées de nappes (source : inondationsnappes.fr, 2016)	20
Carte 7 : Aléa retrait-gonflement des argiles sur le périmètre d'étude de dangers (source : www.argiles.fr, 2016)	20
Carte 8 : Zonage sismique en Bretagne – Légende : Etoile rouge / localisation du périmètre d'étude de dangers (source : préfecture Bretagne, 2016)	21
Carte 9 : Densité de foudroiement / Légende : Etoile rouge – Localisation du périmètre d'étude de dangers (source : citel, 2014)	21
Carte 10 : Enjeux matériels dans le périmètre d'étude de dangers	24
Carte 11 : Enjeux matériels et humains dans le périmètre d'étude de dangers	28
Carte 12 : Enjeux matériels et humains dans le périmètre d'étude de dangers – Eolienne E1	29
Carte 13 : Enjeux matériels et humains dans le périmètre d'étude de dangers – Eolienne E2	30
Carte 14 : Enjeux matériels et humains dans le périmètre d'étude de dangers – Eolienne E3	31
Carte 15 : Enjeux matériels et humains dans le périmètre d'étude de dangers – Eolienne E4	32
Carte 16 : Réseaux électriques internes à l'installation	48
Carte 17 : Carte indicative des zones favorables au développement du grand éolien terrestre – Etoile bleue : localisation du projet (source : SRE, 2012)	51
Carte 18 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers	76
Carte 19 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers – Eolienne E1	78
Carte 20 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers – Eolienne E2	79
Carte 21 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers – Eolienne E3	80
Carte 22 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers – Eolienne E4	81

10.6. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES EOLIENNES ET DES POSTES DE LIVRAISON

Les coordonnées sont données à titre indicatif, les plans du dossier faisant foi.

Nom de l'entité	Coordonnées L93		Coordonnées WGS84	
	X	Y	O	N
E1	301 911	6 799 804	2° 21' 35.1810"	48° 10' 37.0294"
E2	302 049	6 799 479	2° 21' 27.4457"	48° 10' 26.8291"
E3	302 075	6 798 983	2° 21' 24.5610"	48° 10' 10.8563"
E4	302 309	6 798 556	2° 21' 11.8544"	48° 9' 57.5698"
PDL 1	302 054	6 799 596	2°21'27.5882"	48°10'30.6214"
PDL 2	302 061	6 799 586	2°21'27.2171"	48°10'30.3136"

10.7. K-BIS DE LA SARL CLOS NEUF ENERGIES POUR LE PARC EOLIEN DU CLOS NEUF



Greffes du Tribunal de Commerce de Paris
1 quai de la Corse
75198 Paris CEDEX 04
N° de gestion 2016823795

Extrait Kbis

EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIETES

à jour au 14 juin 2017

IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE

Immatriculation au RCS, numéro 823 293 923 R.C.S. Paris
Date d'immatriculation 25/10/2016
Dénomination ou raison sociale **CLOS NEUF ENERGIES**
Forme juridique Société à responsabilité limitée (Société à associé unique)
Capital social 1 000,00 EUROS
Adresse du siège 50 ter rue de Malte 75011 Paris
Activités principales Le développement, la conception, le financement, la réalisation et l'exploitation d'installations utilisant l'énergie mécanique du vent pour la production d'énergie électrique.
Durée de la personne morale Jusqu'au 24/10/2115
Date de clôture de l'exercice social 31 décembre
Date de clôture du 1er exercice social 31/12/2017

GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTROLE, ASSOCIES OU MEMBRES

Gérant

Nom, prénoms Nalbantoglu Can
Date et lieu de naissance Le 22/06/1974 à BERLIN (ALLEMAGNE)
Nationalité Allemande
Domicile personnel 1 place Robert Desnos 75010 Paris

Gérant

Nom, prénoms Guedon Caroline
Date et lieu de naissance Le 26/04/1980 à Dieppe (76)
Nationalité Française
Domicile personnel 6 rue Eugène et Marie Louise Cornet 93500 Pantin

RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ACTIVITE ET A L'ETABLISSEMENT PRINCIPAL

Adresse de l'établissement 50 ter rue de Malte 75011 Paris
Activité(s) exercée(s) Production d'énergie électrique.
Date de commencement d'activité 13/09/2016
Origine du fonds ou de l'activité Création
Mode d'exploitation Exploitation directe

IMMATRICULATION HORS RESSORT

R.C.S. Saint-Brieuc