



# PROJET D'EXTENSION DU PARC EOLIEN DU DOUICHE

DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE

MAI 2019

## ÉTUDE DE DANGERS

Communes de  
Equancourt (80)  
Fins (80)  
Heudicourt (80)  
Neuville-Bourjonval (62)

Société PARC EOLIEN NORDEX XXXI S.A.S.

23 rue d'Anjou

75008 PARIS





# Projet d'extension du parc éolien du Douiche

## Etude de dangers





**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 : benoit.saba@ater-environnement.fr

Rédacteur : Benoit SABA

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PREAMBULE</b>	<b>5</b>		
1.1.	Objectifs de l'étude de dangers	5		
1.2.	Contexte législatif et réglementaire	5		
1.3.	Nomenclature des installations classées	6		
<b>2</b>	<b>INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION</b>	<b>7</b>		
2.1.	Renseignements administratifs	7		
2.2.	Un groupe international	7		
2.3.	La filiale française	8		
2.4.	Leurs réalisations	9		
2.5.	Localisation du site	12		
2.6.	Définition du périmètre de l'étude	12		
<b>3</b>	<b>DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION</b>	<b>15</b>		
3.1.	Environnement lié à l'activité humaine	15		
3.2.	Environnement naturel	18		
3.2.	Environnement matériel	24		
3.3.	Cartographie de synthèse	27		
<b>4</b>	<b>DESCRIPTION DE L'INSTALLATION</b>	<b>35</b>		
4.1.	Caractéristiques de l'installation	35		
4.2.	Fonctionnement de l'installation	37		
4.3.	Fonctionnement des réseaux de l'installation	44		
<b>5</b>	<b>IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION</b>	<b>47</b>		
5.1.	Potentils de dangers liés aux produits	47		
5.2.	Potentils de dangers liés au fonctionnement de l'installation	48		
5.3.	Réduction des potentiels de dangers à la source	48		
<b>6</b>	<b>ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE</b>	<b>51</b>		
6.1.	Inventaire des accidents et incidents en France	51		
6.2.	Inventaire des accidents et incidents à l'international	53		
6.3.	Inventaire des accidents et incidents survenus sur les sites de l'exploitant	54		
6.4.	Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	54		
6.5.	Limites d'utilisation de l'accidentologie	55		
<b>7</b>	<b>ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES</b>	<b>57</b>		
7.1.	Objectif de l'analyse préliminaire des risques	57		
7.2.	Recensement des événements exclus de l'analyse des risques	57		
7.3.	Recensement des agressions externes potentielles	58		
7.4.	Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	59		
7.5.	Effets dominos sur les ICPE	60		
7.6.	Mise en place des mesures de sécurité	61		
7.7.	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	64		
<b>8</b>	<b>ETUDES DETAILLEES DES RISQUES</b>	<b>65</b>		
8.1.	Rappel des définitions	65		
8.2.	Détermination des paramètres pour l'étude détaillée des risques	67		
8.3.	Synthèse de l'étude détaillée des risques	73		
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>75</b>		
<b>10</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>77</b>		
10.1.	Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques	77		
10.2.	Probabilité d'atteinte et risque individuel	79		
10.3.	Glossaire	79		
10.4.	Bibliographie	81		
10.5.	Table des illustrations	82		
10.6.	K-bis de la société Parc éolien Nordex XXXI SAS »	83		



# 1 PREAMBULE

## 1.1. Objectifs de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société « Parc éolien Nordex XXXI », Maître d'Ouvrage, pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques de l'extension du parc éolien du Douiche, 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 l'extension du parc éolien du Douiche. 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 l'extension du parc éolien du Douiche, 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 législatif et réglementaire

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. 181-25, 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, en des termes laconiques, par l'article L. 181-25 du Code de l'Environnement :

- risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation ;
- une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite ;
- les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents.

Par ailleurs, 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 la méthodologie attendue pour la réalisation de l'étude de dangers.

## 1.3. Nomenclature des installations classées

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 ;	A	6
	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 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)*

L'extension du parc éolien du Douiche comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (les éoliennes mesurent 90,9 m à hauteur de moyeu) : 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 d'exploiter.

Pour mémoire : De manière plus précise, l'extension du parc éolien du Douiche est constitué de 9 éoliennes NORDEX, d'une puissance totale maximale de 32,4 MW. Les éoliennes sont des modèles N117 d'une puissance nominale maximale de 3,6 MW. La hauteur en bout de pale est de 149,3 m.

## 2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

### 2.1. Renseignements administratifs

Le demandeur est la société « Parc Eolien Nordex XXXI SAS ». Le Maître d'Ouvrage du projet et futur exploitant du parc construira le parc éolien et assurera la maintenance des éoliennes pour la société « Parc Eolien Nordex XXXI SAS ».

<b>Raison sociale</b>	Parc Eolien Nordex XXXI
<b>Forme juridique</b>	Société par Actions Simplifiée (SAS)
<b>Capital social</b>	37 000€
<b>Siège social</b>	23 rue d'Anjou - 75008 PARIS
<b>N° Registre du Commerce</b>	502 753 288 R.C.S de Paris
<b>N° SIRET</b>	502 753 288 00013
<b>Code NAF</b>	3511Z / Production d'électricité

Tableau 2 : Référence administrative de la société « Parc Eolien Nordex 78 SAS » (source : Nordex, 2018)

<b>Nom</b>	DE TOURTIER
<b>Prénom</b>	Anna-Katharina
<b>Nationalité</b>	Française
<b>Qualité</b>	Présidente

Tableau 3 : Référence des signataires pouvant engager la société (Nordex, 2018)

La présente étude de dangers a été rédigée par M Benoit SABA du bureau d'études ATER Environnement dont l'ensemble des coordonnées administratives se trouve au verso de la page de garde.

### 2.2. Un groupe international

**Le groupe Nordex est l'un des pionniers de l'industrie éolienne.** Depuis 1985, il a joué un rôle moteur dans l'établissement de nouveaux standards toujours plus ambitieux pour la production de série d'éoliennes de plus en plus performantes.

Historique	
<b>1985</b>	Création au Danemark
<b>1987</b>	Production de la plus grande éolienne de série au monde (250 kW)
<b>1992</b>	Création du centre de production en Allemagne
<b>1995</b>	Production de la première éolienne de série au monde d'1 mégawatt
<b>1999</b>	Installation de la 1000ème éolienne NORDEX
<b>2000</b>	Mise en service de la première éolienne de série au monde de 2.5 mégawatt
<b>2001</b>	Introduction en Bourse Démarrage de la production industrielle de pales
<b>2003</b>	Installation de la 2000ème éolienne NORDEX
<b>2005</b>	Lancement de la N90/2500 kW
<b>2007</b>	Ouverture de la production de pales en Chine
<b>2009</b>	Lancement de la N100 Installation de la 3000ème éolienne NORDEX
<b>2011</b>	Lancement de la N117
<b>2012</b>	Lancement de la N117 3 MW Lancement de la N100 3,3 MW
<b>2013</b>	Lancement de la N131 3 MW
<b>2016</b>	Lancement de la N117 3,6 MW Lancement de la N131 3,6 MW
<b>2016</b>	Rachat de la filiale Windpower du groupe espagnol Acciona
<b>2017</b>	Lancement de la N149 4.0-4.5 MW
<b>2018</b>	Lancement de la N133 4,8 MW

Tableau 4 : Historique du développement de la société Nordex (Nordex, 2018)

Aujourd'hui, il y a plus de 7 100 éoliennes Nordex en fonctionnement à travers le monde (34 pays), représentant une puissance totale de 13 150 mégawatts. Le groupe est représenté aux quatre coins du globe grâce à un ensemble de filiales dans 15 pays. Cette large présence les dote d'une bonne appréhension des marchés et d'une connaissance des enjeux locaux essentielle compte tenu des évolutions rapides de la filière éolienne à travers le monde.

NORDEX SE, dont le siège social est basé à Rostock en Allemagne, est la maison mère du Groupe. Le siège de la direction et du conseil d'administration est à Hambourg. Le rôle de NORDEX SE est de contrôler et de coordonner les activités de ses filiales à 100%, notamment NORDEX Energy GmbH (construction et fourniture des éoliennes).



Figure 1 : Répartition par constructeur de la puissance éolienne installée totale en France en juin 2017 (source : FEE, 2017)

## 2.3. La filiale française

La société Nordex est active en France depuis le milieu des années 1990, s'imposant notamment sur une large part de l'appel d'offre EOLE 2005.

La société Nordex France fait partie du groupe NORDEX SE. C'est une filiale à 100% de la société NORDEX Energy B.V., comme l'indique la figure ci-dessous.

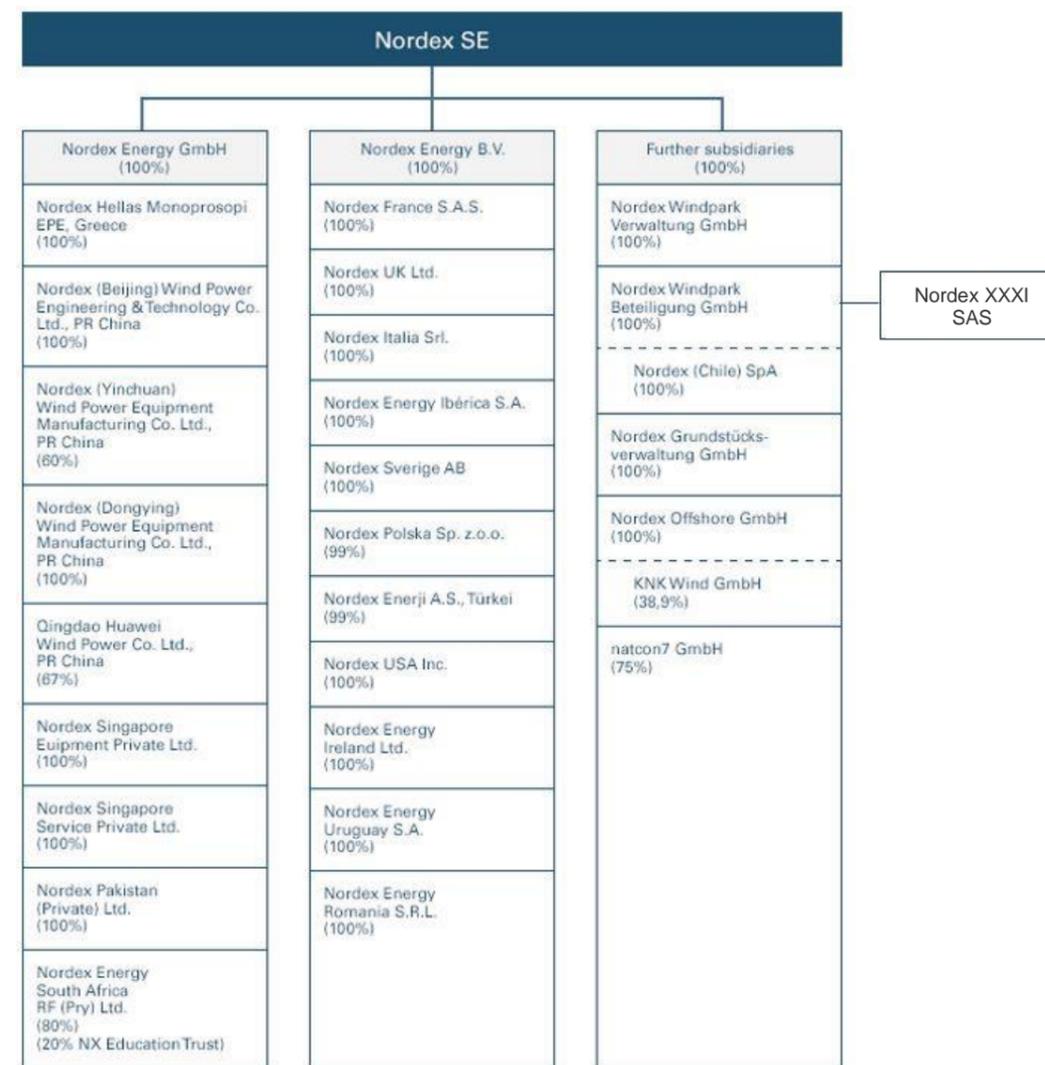


Figure 2 : Structure du groupe NORDEX SE (source : Nordex, 2018)

La filiale Nordex France a été créée en 2001 pour renforcer cette position lorsque le marché français a véritablement démarré. Grâce à sa présence précoce, elle a su capitaliser son expérience pour offrir à ses clients et partenaires des services toujours plus complets et performants bien au-delà de la simple fourniture d'éoliennes : réalisation de chantiers 100% clés-en-main, maintenance et exploitation des éoliennes sur le long terme (s'appuyant sur un large réseau d'antennes locales à travers la France), développement de projets (développement de A à Z ou support à des projets déjà avancés : analyses de production, raccordement électrique, support juridique, ...).

Forte aujourd'hui d'une équipe de plus de 250 personnes en France, Nordex France offre des services à un très large panel de clients : grands groupes énergétiques, développeurs de projets locaux, groupes purement financiers, selon l'ampleur et la nature des services demandés.

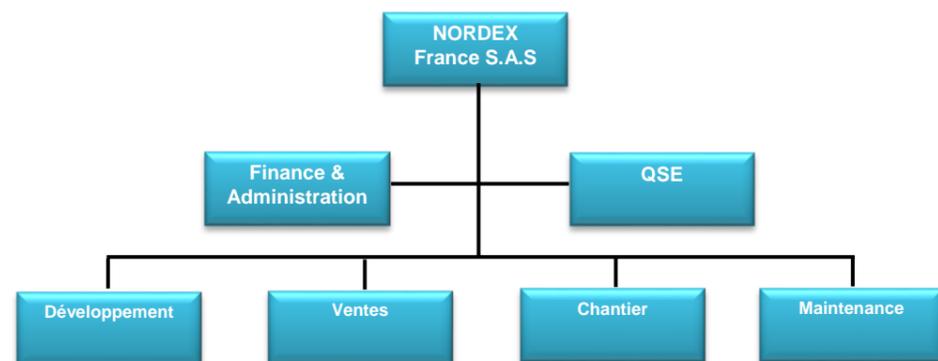


Figure 3 : Organigramme de la société NORDEX France S.A.S. (source : Nordex, 2018)

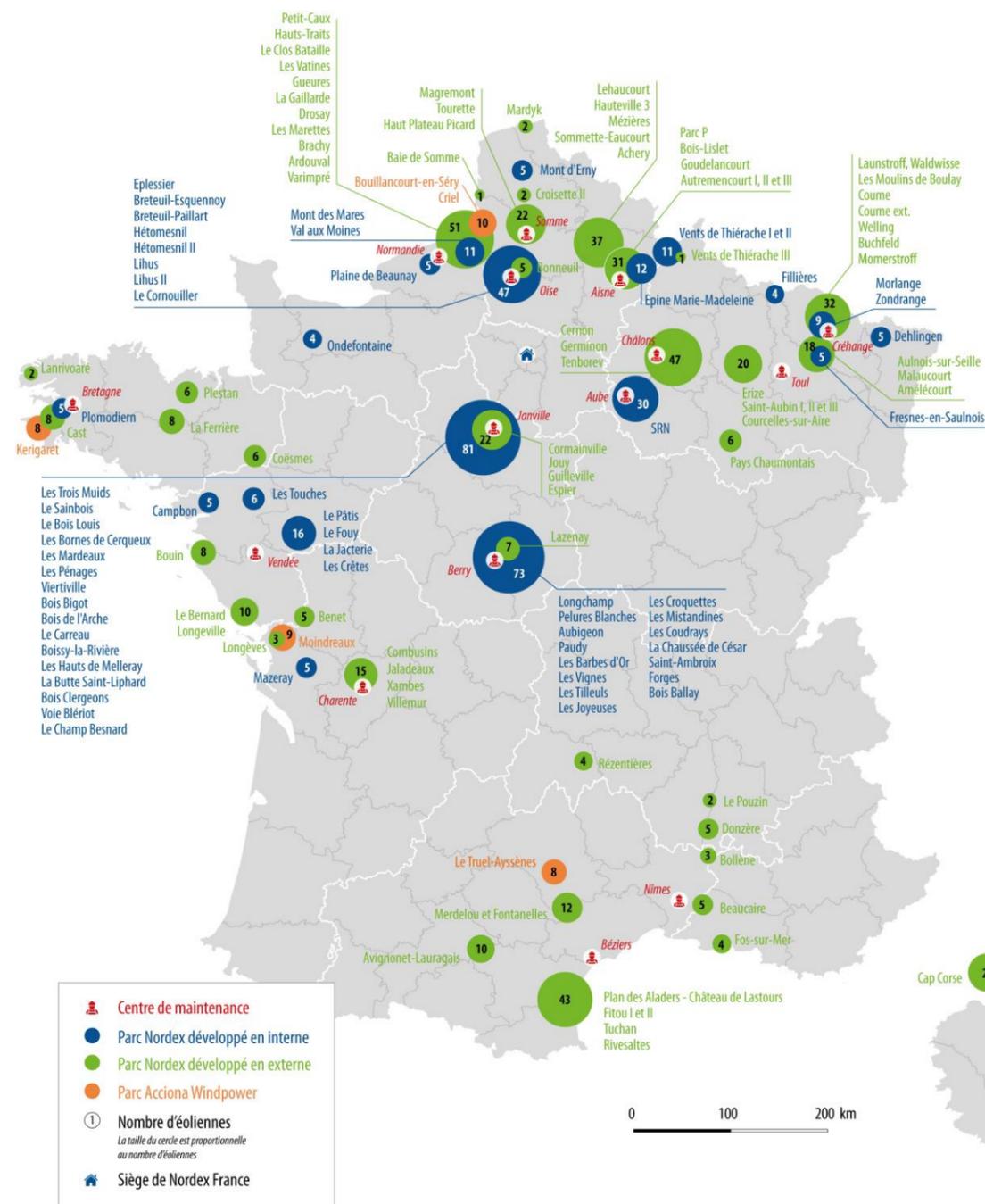
C'est une **Société par Actions Simplifiée (SAS)** dont le siège social est situé à La Plaine-Saint-Denis (93), en région parisienne, mais la majorité de ses employés est répartie sur le territoire français entre les nombreux centres de maintenance installés au plus proche des parcs éoliens NORDEX.

Nordex France est parmi les leaders des constructeurs d'éoliennes sur le marché éolien français : sa compétence, son organisation, son service et ses produits sont unanimement reconnus.

## 2.4. Leurs réalisations

### 2.4.1. En France

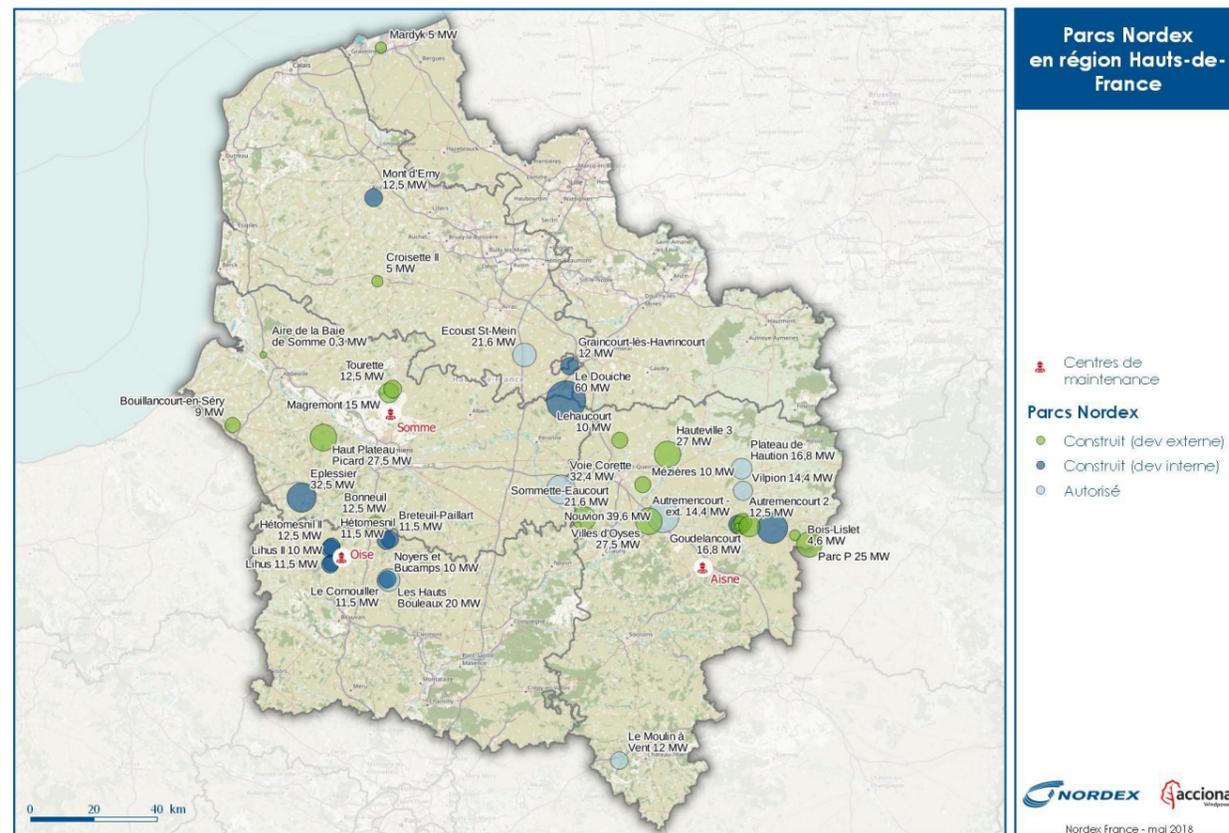
La société Nordex France a développé ou construit 2 082 MW sur le territoire de la France (comprenant la Corse), soit 903 machines.



Carte 1 : Puissance installée par la société Nordex en France (source : Nordex France, 2018)

## 2.4.1. En région Hauts-de-France

Dans la région Hauts-de-France, la société Nordex France compte 393 MW installés soit 156 éoliennes, dont 162 MW soit 64 éoliennes développés par Nordex France.



Carte 2 : Parcs éoliens Nordex en région Hauts-de-France (source : Nordex, 2018)

## 2.4.1. Dans la région Hauts-de-France et dans les départements de la Somme et du Pas-de-Calais

Dans la région Hauts-de-France, la société Nordex France compte 393 MW installés soit 156 éoliennes, dont 162 MW soit 64 éoliennes développés par Nordex France.

Au sein du département de la Somme, la société Nordex France compte :

- 156.8 MW en service ;
- 56.9 MW dont le permis de construire est accordé (source : Nordex France, 2018).

Au sein du département du Pas-de-Calais, la société Nordex France compte :

- 29.5 MW en service ;
- 21.6 MW dont le permis de construire est accordé (source : Nordex France, 2018).

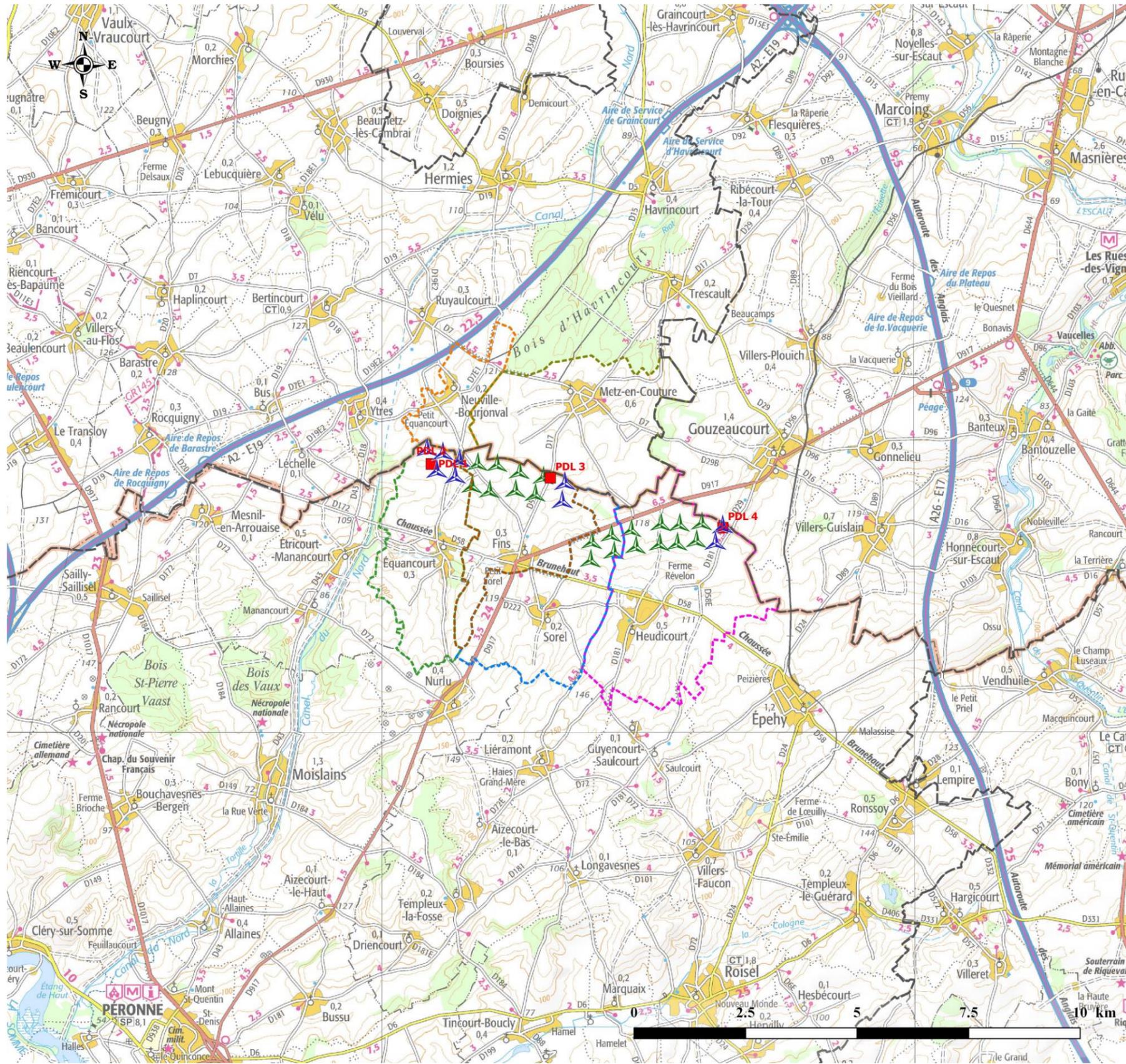
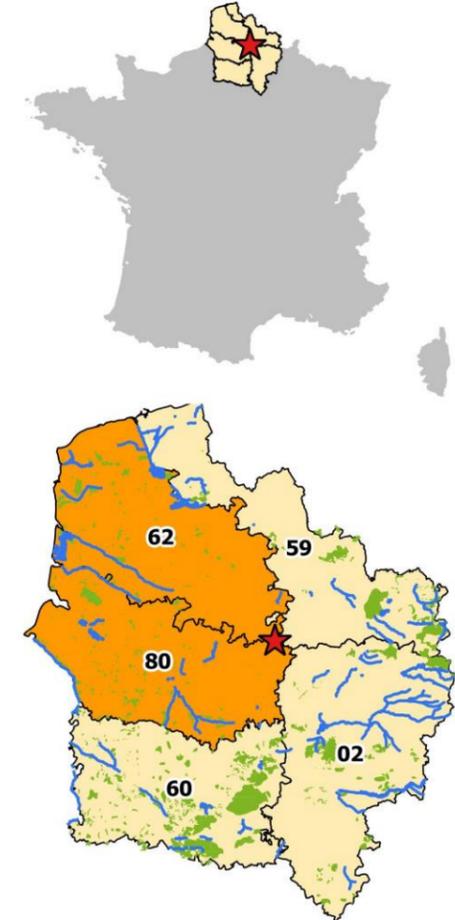
La société Nordex France est devenue, depuis 2001, un acteur important du développement de la filière éolienne.

# Localisation géographique

**ATER** Environnement  
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Mai 2019

Source : IGN 100®  
Copie et reproduction interdites



### Légende

- ★ Localisation du projet
- ▲ Eolienne
- Poste de livraison (x 4)
- ▲ Parc éolien riverain
- Limites territoriales
- Limite territoriale
- Limite de département
- Communes
- Fins
- Equancourt
- Sorel
- Heudicourt
- Neuville-Bourjonval
- Metz-en-Couture

Carte 3 : Localisation géographique de l'installation

## 2.5. Localisation du site

### 2.5.1. Localisation générale

Le projet d'extension du parc éolien du Douiche est situé dans la région Hauts-de-France, au sein des départements du Pas-de-Calais et de la Somme. Il intègre les territoires communaux de Neuville-Bourjonval, Heudicourt, Equancourt et Fins au sein des intercommunalités de la communauté de communes du Sud Artois et de la communauté de communes de la Haute-Somme.

Le projet d'extension du parc éolien du Douiche est situé à environ 12 km au Sud-Est de Bapaume, 15 km au Nord-Est de Péronne, 18 km au Sud-Ouest de Cambrai et 25 km au Nord-Ouest de Saint-Quentin.

### 2.5.2. 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 ci-contre. Toutes ces parcelles sont maîtrisées par le Maître d'Ouvrage via des Accords Fonciers valant promesses de bail emphytéotique et de constitution de servitudes, assorties le cas échéant de conventions de renonciation partielle des baux ruraux en cours et de conventions d'indemnisation.

Le Maître d'Ouvrage dispose de droits réels sur toutes ces parcelles.

Les limites de propriété de l'installation correspondent aux mâts des éoliennes et aux postes de livraisons. Le détail est présenté dans le tableau ci-dessous.

Remarque : la preuve de la maîtrise foncière (attestation) se trouve en annexe du Volume 1 intitulé « Description de la demande », joint au présent dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

Commune	N° de la Parcelle	Superficie en m <sup>2</sup>	Installation(s) concernée(s)
Equancourt	A 5	15 425	Éolienne E1 (éolienne, fondations, aire de grutage)
Equancourt	A 6	7 830	Éolienne E1 (survol)
Equancourt	A 133	22 675	Éolienne E1 (survol)
Equancourt	A 134	26 674	Éolienne E1 (survol)
Equancourt	A 181	65 390	Éolienne E2 (éolienne, fondations, aire de grutage, chemin)
Equancourt	A 182	85 690	Éolienne E2 (survol)
Neuville-Bourjonval	ZC 71	40 690	Éolienne E2 (survol)
Equancourt	A 184	27 500	Éolienne E3 (éolienne, fondations, aire de grutage)
Equancourt	A 17	27 200	Éolienne E3 (survol)
Equancourt	A 185	27 500	Éolienne E3 (survol)

Neuville-Bourjonval	ZC 89	9 240	Éolienne E4 (éolienne, fondations, aire de grutage)
Equancourt	A 127	7 250	Éolienne E4 (survol)
Neuville-Bourjonval	ZC 90	2 069	Éolienne E4 (survol)
Equancourt	A 130	22 000	Éolienne E5 (éolienne, fondations, aire de grutage)
Equancourt	A 129	33 999	Éolienne E5 (survol)
Fins	ZI 19	198 410	Éolienne E6 (éolienne, fondations, aire de grutage, chemin) + Poste de livraison 3
Sorel	ZC 1	25 108	Éolienne E6 (chemin)
Fins	ZI 16	156 446	Éolienne E7 (éolienne, fondations, aire de grutage, chemin)
Heudicourt	ZP 46	16 639	Éolienne E8 (éolienne, fondations, aire de grutage) + Poste de livraison 4
Gouzeaucourt	ZT 51	14 530	Éolienne E8 (survol)
Heudicourt	ZP 45	7 280	Éolienne E8 (survol)
Heudicourt	ZP 40	15 069	Éolienne E8 (survol)
Heudicourt	ZP 67	21 530	Éolienne E9 (éolienne, fondations, aire de grutage, chemin)
Heudicourt	ZP 84	73 500	Éolienne E9 (survol)
Heudicourt	ZP 65	26 379	Éolienne E9 (survol)
Heudicourt	ZP 66	4 000	Éolienne E9 (survol)
Equancourt	A 136	39 690	Postes de livraison 1 et 2

Tableau 5 : Identification des parcelles cadastrales (source : Nordex, 2018)

## 2.6. Définition du périmètre de l'étude

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.

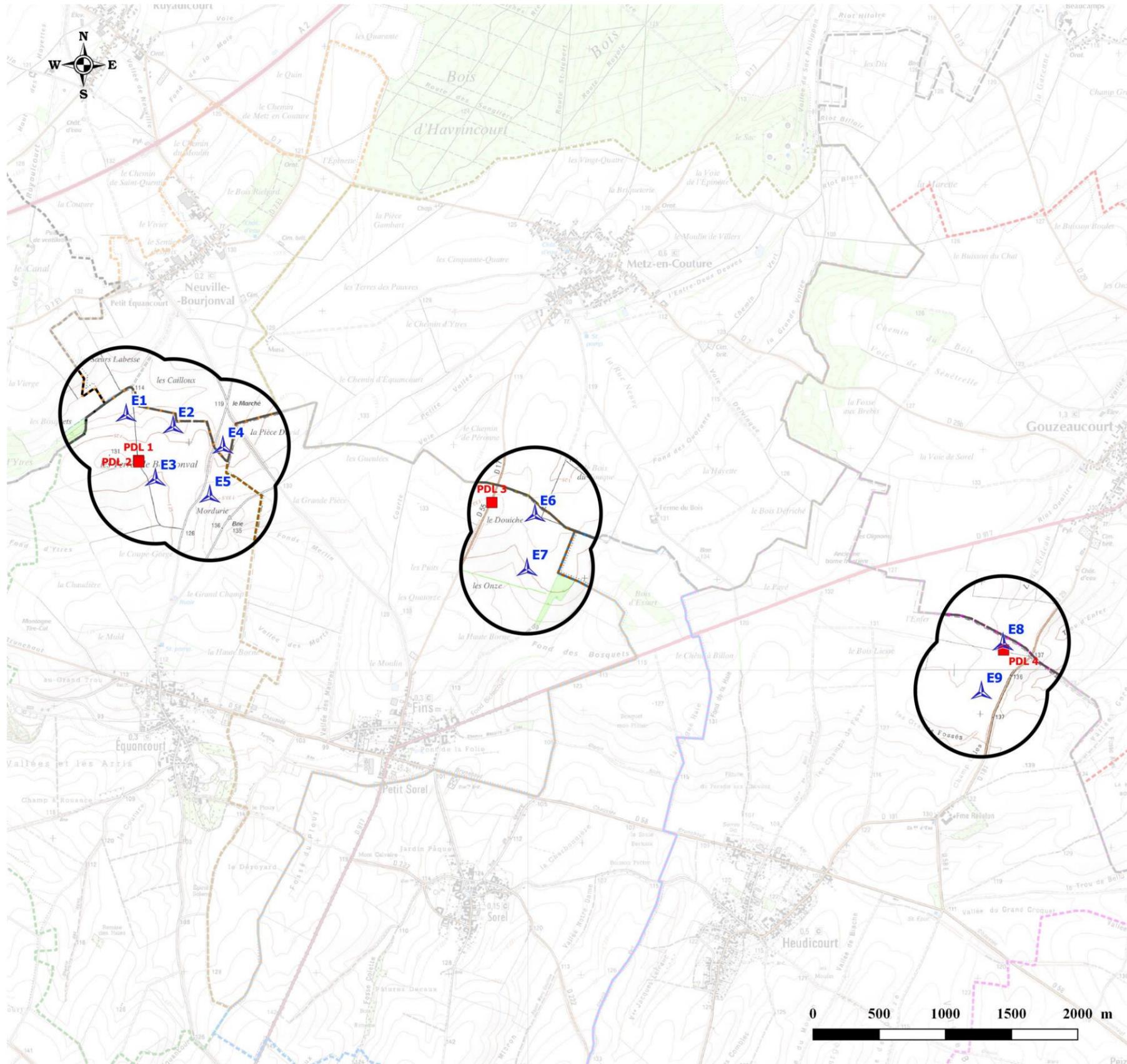
Le périmètre d'étude de dangers n'intègre pas les environs des structures de livraison, qui seront néanmoins représentés sur les cartes. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur des postes de livraison pour chacun des phénomènes dangereux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

# Périmètre de l'étude de dangers

**ATER** Environnement  
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Mai 2019

Source : IGN 100®  
Copie et reproduction interdites



## Légende

▭ Périmètre de l'étude de dangers

Extension du parc éolien du Douiche

▲ Eolienne

■ Poste de livraison (x 4)

Limites territoriales

Communes

▭ Gouzeaucourt

▭ Fins

▭ Equancourt

▭ Sorel

▭ Heudicourt

▭ Neuville-Bourjonval

▭ Metz-en-Couture

▭ Ytres

Limite territoriale

--- Limite de département

Carte 4 : Définition du 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 lié à l'activité humaine

#### 3.1.1. Zones urbanisées et urbanisables

Outre la concentration de l'habitat sur les hameaux principaux, on note également la présence de quelques habitations isolées sur le territoire. Les distances suivantes sont mesurées par rapport aux parcelles cadastrales et non au bâti. Ainsi, le parc projeté est éloigné des zones constructibles (construites ou urbanisables dans l'avenir) de :

- Territoire d'Ytres (Plan Local d'Urbanisme Intercommunal) :
  - ✓ Zone urbanisée à 1 360 m – E1 ;
  - ✓ Zone urbanisée à 1 885 m – E3 ;
- Territoire de Neuville-Bourjonval (Plan Local d'Urbanisme Intercommunal) :
  - ✓ Zone urbanisée à 825 m – E1 ;
  - ✓ Zone urbanisée à 925 m – E2 ;
  - ✓ Zone urbanisée à 1 180 m – E4 ;
- Territoire de Metz-en-Couture (Plan Local d'Urbanisme Intercommunal) :
  - ✓ Habitation isolée à 835 m – E4 ;
  - ✓ Habitation isolée à 870 m – E6 ;
  - ✓ Zone urbanisée à 1 300 m – E6 ;
- Territoire de Gouzeaucourt (Règlement National d'Urbanisme) :
  - ✓ Première habitation à 770 m – E8 ;
- Territoire d'Heudicourt (Plan Local d'Urbanisme) :
  - ✓ Habitation isolée à 890 m – E9 ;
  - ✓ Zone urbanisée à 1 710 m – E9 ;
- Territoire de Fins (Règlement National d'Urbanisme) :
  - ✓ Première habitation à 1 270 m – E7 ;
- Territoire d'Equancourt (Règlement National d'Urbanisme) :
  - ✓ Première habitation à 1 200 m – E5 ;

⇒ Dans le périmètre de la zone d'étude de dangers, aucune habitation, zone d'habitation ou zone destinée à accueillir des habitations n'est présente. La première habitation ou limite de zone destinée à l'habitation est à près de 770 m du parc éolien envisagé, sur la commune de Gouzeaucourt.

#### Focus démographique sur les communes du périmètre de l'étude de dangers

Pour les territoires communaux du périmètre de l'étude de dangers, l'estimation de la population est indiquée dans le tableau suivant.

Commune	Nb Habitant	Densité (Hab./km <sup>2</sup> )	Nb de logement	Résidences principales (en %)
Ytres	435	102,1	184	86,5
Neuville-Bourjonval	171	54,3	84	86,9
Metz-en-Couture	676	63,0	306	85,3
Gouzeaucourt	1 578	130,3	642	93,0
Heudicourt	532	41,9	268	81,9
Fins	282	41,0	130	84,1
Equancourt	296	38,0	154	83,1
Sorel	164	20,7	88	79,5

Tableau 6 : Quelques indicateurs de la population et du logement (source : Insee, RP2015)

Relativement aux territoires concernés par le projet, la commune de Gouzeaucourt est la commune la plus peuplée. Elle compte 1 578 habitants en 2015 d'après les données de l'INSEE, soit 9 fois plus que la commune de Sorel.

L'évolution démographique générale du territoire d'étude tend depuis 1982 vers une faible augmentation de la population sauf pour Gouzeaucourt qui connaît une hausse plus importante..

Les communes d'accueil du projet présentent en 2015 une densité de population inférieure à celles des intercommunalités (108,3 hab./km<sup>2</sup> en moyenne pour les trois intercommunalités) et des départements du Pas-de-Calais, du Nord et de la Somme (61,4 hab./km<sup>2</sup> en moyenne sur les communes contre 255,5 hab./km<sup>2</sup> pour les départements en moyenne). Elles peuvent ainsi être considérées comme **rurales**.

De manière générale, l'habitat est constitué en grande majorité de résidences principales (moyenne de 85%). **L'habitat est plutôt concentré.**

#### Document d'urbanisme

##### Communes d'Equancourt et Fins

Les territoires communaux d'Equancourt et Fins ne disposent ni d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU) rendu public ou approuvé, ni d'un document ayant la même fonction. Ils sont donc soumis au **Règlement National d'Urbanisme** (RNU).

« Les règles générales applicables, en dehors de la production agricole, en matière d'utilisation du sol, notamment en ce qui concerne la localisation, la desserte, l'implantation et l'architecture des constructions, le mode de clôture et la tenue décente des propriétés foncières et des constructions, sont déterminées par des décrets en Conseil d'Etat » - Alinéa 1 de l'article L. 111-1 du Code de l'urbanisme.

Une des dispositions législatives essentielles des communes soumises au RNU est la règle dite de **constructibilité limitée** à savoir « En l'absence de Plan Local d'Urbanisme ou de carte communale opposable aux tiers, ou de tout document d'urbanisme en tenant lieu, seules sont autorisées en dehors des parties actuellement urbanisées de la commune :

- L'adaptation, le changement de destination, la réfection ou l'extension des constructions existantes ;

# Distances aux habitations

**ATER** Environnement  
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Mai 2019

Source : IGN 100®  
Copie et reproduction interdites

## Légende

Extension du parc éolien du Douiche

 Eolienne

 Poste de livraison (x 4)

Urbanisme

 Distance aux habitations (en m)

Zonage PLU Sud Artois

 Zone à urbaniser

 Zone urbanisée

 Zone urbanisée

 Zone urbanisée

Zonage PLU Heudicourt

 Zone urbanisée

Habitations isolées

 Habitations

 500 m aux habitations

 500 m aux zones U et AU des PLU et PLUi

Limites territoriales

Limite territoriale

 Limite de département

Communes

 Gouzeaucourt

 Fins

 Equancourt

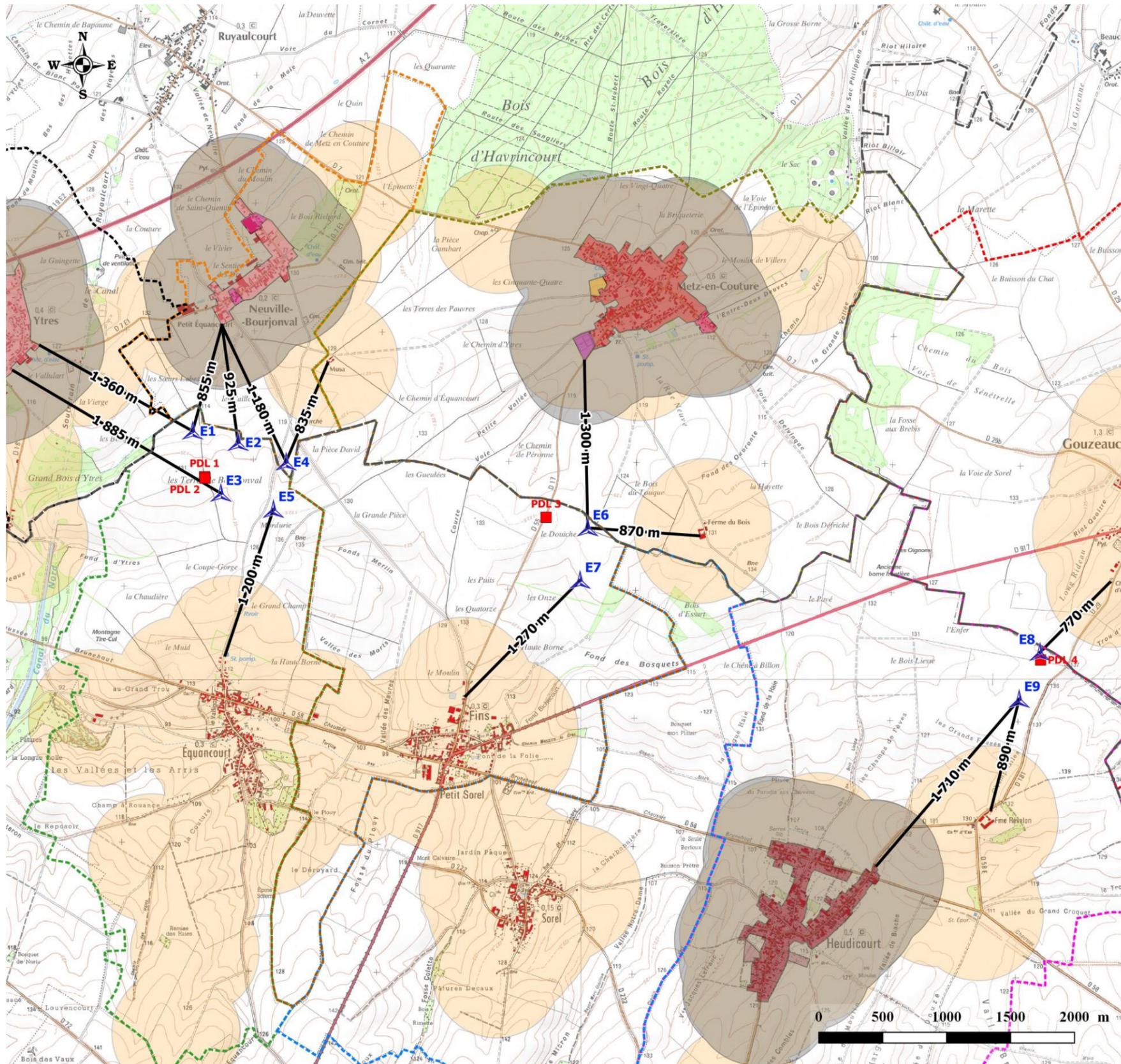
 Sorel

 Heudicourt

 Neuville-Bourjonval

 Metz-en-Couture

 Ytres



Carte 5 : Distance aux premières habitations et aux futures zones constructibles

- Les constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs, à la réalisation d'aires d'accueil ou de terrains de passage des gens du voyage, à l'exploitation agricole, à la mise en valeur des ressources naturelles et à la réalisation d'opérations d'intérêt national ;
- Les constructions et installations incompatibles avec le voisinage des zones habitées et l'extension mesurée des constructions et installations existantes ;
- Les constructions ou installations, sur délibération motivée du conseil municipal, si celui-ci considère que l'intérêt de la commune, en particulier pour éviter une diminution de la population communale, le justifie, dès lors qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages, à la salubrité et à la sécurité publique, qu'elles n'entraînent pas un surcroît important de dépenses publiques et que le projet n'est pas contraire aux objectifs visés à l'article L. 110 et aux dispositions des chapitres V et VI du titre IV du livre 1er ou aux directives territoriales d'aménagement précisant leurs modalités d'application. » - Article L. 111-1-2 du Code de l'Urbanisme.

#### Commune d'Heudicourt

La commune d'Heudicourt est actuellement soumise à un PLU approuvé en date du 30 juillet 2018. La zone d'implantation envisagée intègre la **zone A1** – zone agricole. En outre dans les occupations et utilisations du sol admises sont inclus « les constructions et les installations nécessaires à des équipements collectifs ou à des services publics à la condition qu'elles ne soient pas incompatibles avec le caractère agricole des secteurs ». **Les éoliennes sont assimilées à cette catégorie et sont donc compatibles avec ce zonage.**

#### Commune de Neuville-Bourjonval

Le territoire de Neuville-Bourjonval est doté d'un document d'urbanisme régissant son territoire. Il s'agit d'un Plan Local d'Urbanisme Intercommunal, approuvé le 10 janvier 2014. La zone d'implantation envisagée intègre la **zone A** – zone agricole. En outre dans les occupations et utilisations du sol admises sont inclus « les constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs ou à des services publics dès lors qu'elles ne sont pas incompatibles avec l'exercice de l'activité pastorale, piscicole, aquacole, agricole ou forestière dans l'unité foncière où elles sont implantées et qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages ». **Les éoliennes sont assimilées à cette catégorie et sont donc compatibles avec ce zonage.**

⇒ Le projet d'extension du parc éolien du Douiche est compatible avec les documents d'urbanisme en vigueur sur le territoire, à condition que la zone d'implantation du projet se situe à la distance réglementaire de plus de 500 mètres des habitations.

#### Schéma de Cohérence Territoriale

##### ScoT de l'Arrageois

La commune de Neuville-Bourjonval est intégrée au ScoT de l'Arrageois, approuvé en date du 20 décembre 2012.

L'élaboration du ScoT de la Région d'Arras constitue une révision du Schéma Directeur approuvé le 13 juin 2000. Le PADD du ScoT de l'Arrageois souhaite « promouvoir une gestion économe et responsable de l'énergie, pour cela la politique énergétique vise à accroître **les énergies renouvelables** : le photovoltaïque, l'éolien en tenant compte du SRCAE, la biomasse en lien notamment avec les activités industrielles et la gestion des déchets... » Le document d'orientation et d'objectifs (DOO) souhaite « **développer l'éolien en tenant compte du schéma régional éolien**. Le petit et le grand éolien s'établiront en dehors des secteurs identifiés par le SCOT comme espaces naturels majeurs et comme continuité écologique proche. »

Il est précisé également que la « production d'énergie renouvelable et les économies d'énergie peuvent être facilitées ou favorisées en veillant à ne pas mettre de limitation de hauteur pour les équipements publics ou d'intérêt collectifs afin de permettre l'implantation d'éoliennes (dans les secteurs que le PLU aura choisis), si le PLU ne prévoit pas expressément de règles spécifiques pour les éoliennes. » Le ScoT de l'Arrageois est entré en révision le 05 février 2016.

⇒ Les orientations du ScoT de l'Arrageois sont favorables au développement des énergies renouvelables en général, et à l'énergie éolienne en particulier en cohérence avec le Schéma Régional Eolien.

##### ScoT du Pays Santerre Haute Somme

Les communes d'Equancourt, Fins et Heudicourt sont intégrées au ScoT du Pays Santerre Haute Somme, approuvé en date du 13 décembre 2017.

Le PADD du ScoT du Pays Santerre Haute Somme souhaite accompagner les filières de demain et accompagner leur croissance et identifie que, le territoire est prédisposé au développement de l'éolien qui s'est multiplié ces dernières années et dont les projets seront encore nombreux.

Le PADD précise également vouloir « être attentif à un développement de l'éolien « responsable ». Le territoire dispose d'un potentiel éolien important pour la production d'énergie. Ce potentiel a été identifié dans le Schéma Régional Eolien (SRE) qui considère une partie du territoire du Pays comme favorable à l'accueil d'éoliennes. Ainsi, il faudra se référer aux zones de développement autorisées par le SRE, définies notamment au regard du principe du respect du patrimoine naturel et paysager.

Il est nécessaire d'être attentif au développement de l'éolien et d'encourager les démarches participatives citoyennes dans l'élaboration des projets. »

Le DOO dans son objectif 11 encourage le « **développement raisonné de l'éolien**. Ainsi 3 filières énergétiques sont ciblées dans la transition énergétique la biomasse, l'agro-carburant et l'éolien, première force productive du territoire. Pour cela, il est nécessaire de prendre en compte les **zones identifiées par le Schéma Régional Eolien** pour le développement de l'éolien sur le territoire, évaluer dans le cadre des documents d'urbanisme, les impacts paysagers des projets éoliens et le cas échéant, mettre en place des outils réglementaires afin de préserver les secteurs les plus sensibles »

⇒ Les orientations du ScoT de du Pays Santerre Haute Somme sont favorables au développement des énergies renouvelables en général, et à l'énergie éolienne en particulier.

### 3.1.2. Etablissement recevant du public (ERP)

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

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

#### Installations nucléaires de base

La centrale nucléaire la plus proche du projet est située à 120 km au Nord-Ouest, sur la commune de Gravelines, dans le département du Nord. A Maubeuge, la société SOMANU spécialisée dans le traitement des pièces provenant de réacteurs nucléaires est située à 66 km au Nord-Est du projet éolien de l'extension du Douiche.

⇒ Aucun établissement nucléaire n'est présent dans le périmètre de l'étude dangers.

#### Etablissement SEVESO

Le département du Nord compte 35 établissements concernés par la directive « SEVESO Seuil Haut ». Le plus proche est celui de la société RECYLEX SA située à 20,7 km au Nord-Est l'éolienne E8, sur la commune d'Escaudoevres.

Le département du Pas-de-Calais compte 24 établissements concernés par la directive « SEVESO Seuil Haut ». Le plus proche est celui de la société DE SANGOSSE située à 18,1 km au Nord de l'éolienne E2, sur la commune de Marquion.

Le département de la Somme compte 9 établissements concernés par la directive « SEVESO Seuil Haut ». Le plus proche est celui de la société AJINOMOTO FOODS EUROPE située à 32,8 km au Sud de l'éolienne E5, sur la commune de Mesnil-Saint-Nicaise.

Le département du Nord compte également 18 installations classées « Seveso Seuil Bas (SB) ». L'établissement le plus proche est celui de la société GRAINOR BANTHEUX, localisée à 6,5 km à l'Est de l'éolienne E8, sur la commune de Bantheux.

Le département du Pas-de-Calais compte également 11 installations classées « Seveso Seuil Bas (SB) ». L'établissement le plus proche est celui de la société FM RANCE SAS, localisée à 29 km au Nord-Ouest de l'éolienne E1, sur la commune de Tilloy-lès-Mofflaines.

Le département de la Somme compte également 9 installations classées « Seveso Seuil Bas (SB) ». L'établissement le plus proche est celui de la société BP France, localisée à 16,6 km au Sud de l'éolienne E3, sur la commune de Péronne.

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

### Etablissement ICPE – hors éolien

Relatif aux sites Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.), plusieurs établissements sont inventoriés sur les territoires d'accueil, dans le tableau suivant.

Etablissement	Commune	Distance (km)
Boniface Entreprise	Equancourt	1,3 S
Ledeux Eric Holding	Fins	1,5 S
Lauschke Philippe	Heudicourt	1,6 S
Ledeux Eric	Heudicourt	1,7 S

Tableau 7 : ICPE, hors éolien sur les communes concernées par la zone d'implantation du projet (source : georisques.gouv.fr, 2018)

⇒ Aucun établissement ICPE (hors éolien) n'intègre le périmètre de la zone d'étude de dangers, en l'état de nos connaissances

### Etablissement ICPE éolien

Deux parcs éolien sont présent en partie sur le périmètre de l'étude de dangers. Il s'agit du parc éolien du Douiche dont le présent projet est une extension. L'éolienne la plus proche est située à 412 m de l'éolienne E4. L'autre parc est celui d'Inter-deux-Bos dont l'éolienne la plus proche se situe à 435 m au Nord de l'éolienne E6.

⇒ Deux parcs éolien intègrent le périmètre de la zone d'étude de dangers, il s'agit du parc éolien du Douiche et d'Inter-deux-Bos.

## 3.1.4. Autres activités

Le périmètre d'étude de dangers recouvre principalement des champs où une activité agricole est exercée (cultures de plateau). 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 grande culture.

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

### 3.2.1. Climat et nature des vents

Le territoire d'étude est soumis à un **climat océanique**, qui se caractérise par un été frais et un hiver doux et pluvieux. Ce climat est favorable à une régularisation des précipitations en toutes saisons. Les intersaisons ne sont pas très marquées avec des gelées tardives au printemps et précoces en automne.

**Remarque :** La station de référence la plus proche est celle de Saint-Quentin, à 24 km environ au Sud-Est du projet.

#### Températures

L'amplitude thermique moyenne entre l'hiver et l'été avoisine les 15°C. Les températures moyennes mensuelles chutent rarement en-dessous de 0°C l'hiver, et dépassent peu en moyenne les 20°C l'été.

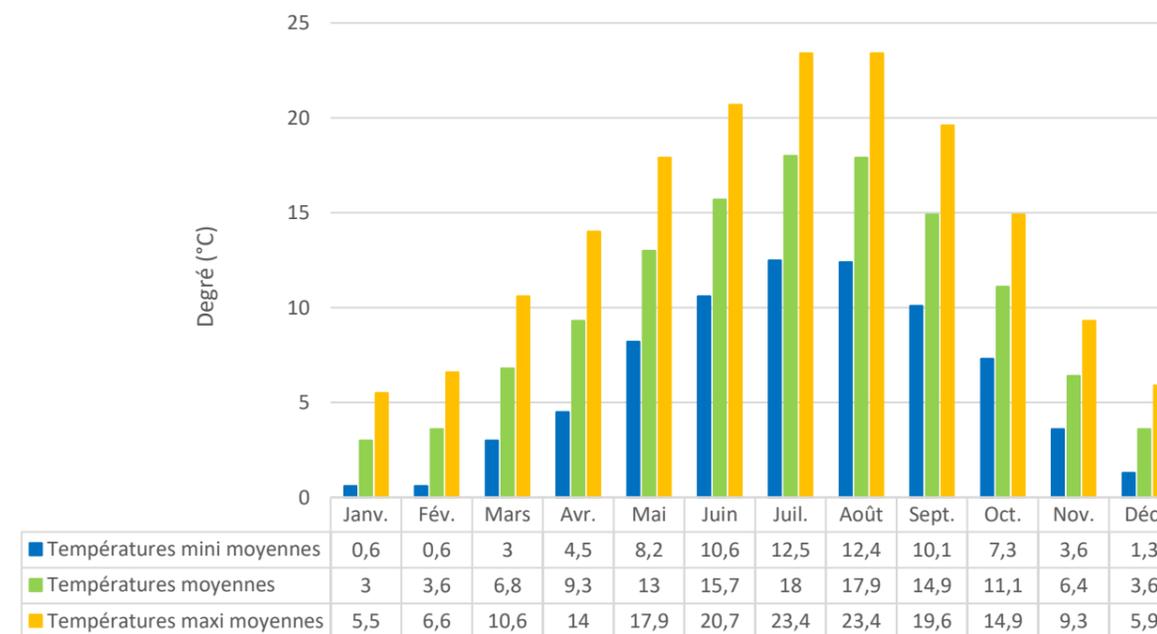


Figure 4 : Illustration des températures moyennes de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin (source : infoclimat.fr, 2018)

#### Pluviométrie

Les précipitations sont réparties également toute l'année, sans tendance réelle de pics de précipitations d'un mois à l'autre. Le total annuel des précipitations est assez élevé avec 702,6 mm annuel en moyenne à Saint-Quentin pour la période 1981-2010 (source : Météo France).

Cependant, le nombre de jours annuel de pluie (122 à Saint-Quentin contre 63 à Nice) confirme le caractère océanique du climat.

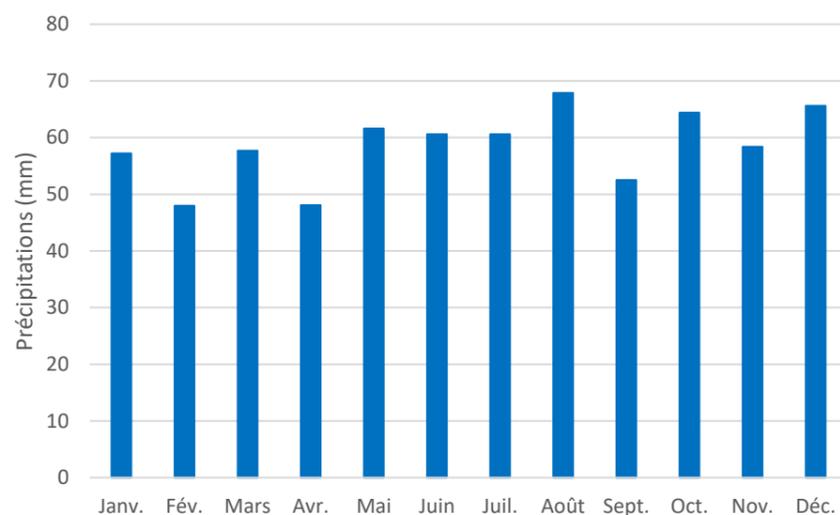


Figure 5 : Illustration des précipitations moyennes de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin (source : infoclimat.fr, 2018)

### Neige, gel

La ville de Saint-Quentin compte en moyenne 15,9 jours de neige par an contre 14 jours par an pour la moyenne nationale. Elle connaît également 56 jours de gel par an, pour une moyenne nationale de 50 jours environ.

### Orage, brouillard, tempête

La ville de Saint-Quentin compte 14,9 jours d'orage par an. Le climat est moyennement orageux avec une densité de foudroiement (19) légèrement inférieure à celle au niveau national (20). Elle connaît également 69 jours de brouillard contre 40 jours par an pour la moyenne nationale.

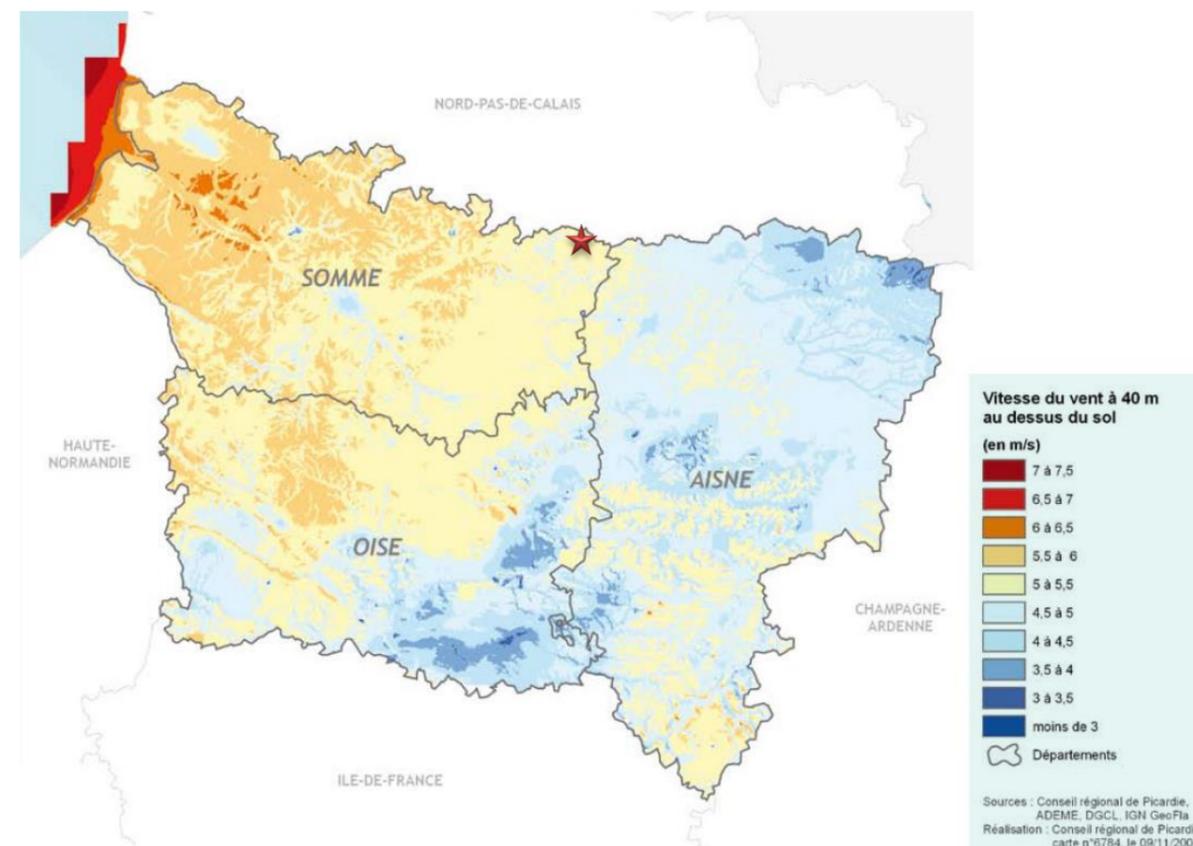
Le vent est dit fort lorsque les rafales dépassent 57 km/h. La ville de Saint-Quentin connaît en moyenne 45,2 jours par an de vent fort.

### Ensoleillement

Le secteur d'étude bénéficie d'un ensoleillement inférieur à la moyenne nationale : 1 659,9 h pour la station de Saint-Quentin contre 1 973 h pour la moyenne française.

### Analyse des vents

En matière d'éolien, les Hauts-de-France présentent un potentiel éolien important, il s'avère que l'ensemble de son territoire présente des conditions favorables à l'implantation d'éoliennes au sens du décret n°2011-678 du 16 juin 2011, à savoir des régimes de vent supérieurs à 4,5 m/s.



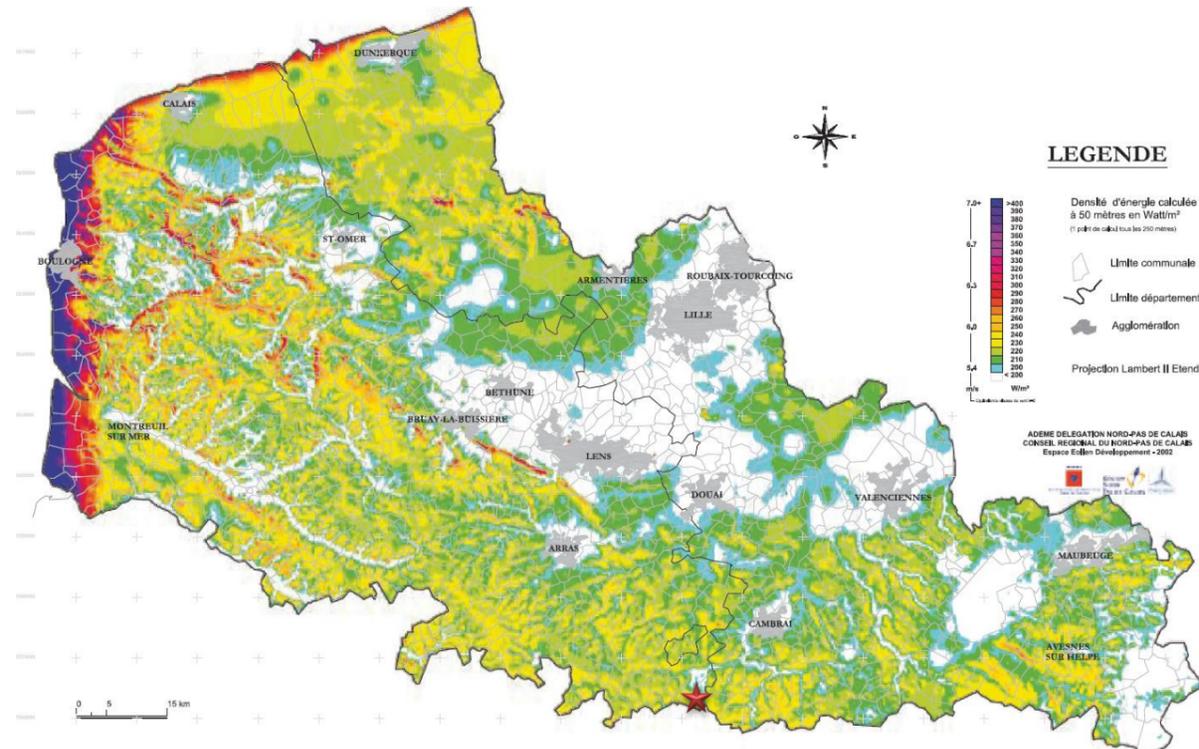
Carte 6 : Vitesse du vent à 40 m d'altitude –Etoile rouge : Localisation du projet (source : Schéma Régional Eolien, 2012)

### 3.2.2. Risques naturels

L'information préventive sur les risques majeurs naturels et technologiques est essentielle, à la fois pour renseigner la population sur ces risques, 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 de la Somme d'un dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), révisé en 2017, le DDRM du Pas-de-Calais le plus récent a été approuvé en 2017 et celui du Nord en 2011. C'est sur ces dernières versions de ce rapport que s'appuie l'analyse suivante.

⇒ Notons que d'après les dernières versions des DDRM qui fixent la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs. Ils indiquent que les territoires communaux sont concernées par les risques majeurs.



Carte 7 : Densité d'énergie à 50 m d'altitude – Etoile rouge : Localisation de la zone d'implantation potentielle (source : Schéma Régional Eolien, 2012)

Un mât de mesure d'une hauteur de 80 mètres a été implanté du 20/02/2014 au 25/02/2018 sur le territoire d'Heudicourt, au lieu-dit « le Petit Frêne ». Ce mât permet de préciser les caractéristiques des vents localement. Ce mât de mesure est équipé de plusieurs anémomètres, de deux girouettes, d'une sonde de température et d'un capteur de pression, afin d'évaluer finement le gisement éolien local. Les relevés sont effectués avec une fréquence de 1 Hertz, avec enregistrement des moyennes sur 10 minutes 24h/24, 365 jours par an.

Ce mât de mesure a révélé une vitesse de vent sur la zone d'implantation du projet comprise entre 6,5 et 7,5 m/s à 80 m.

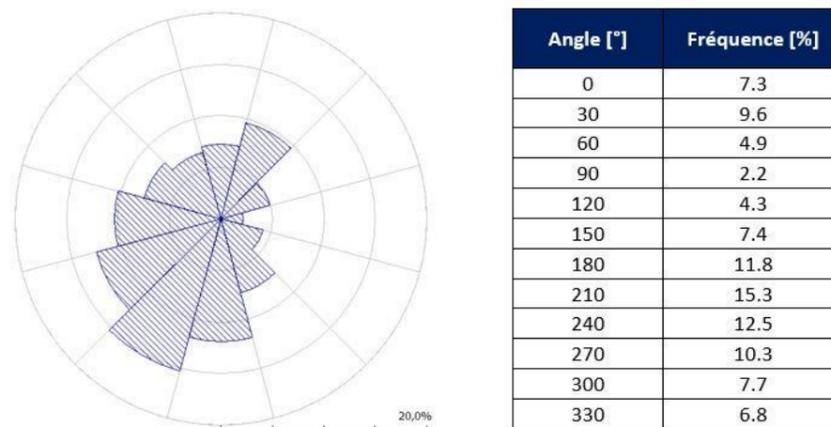


Figure 6 : Rose des vents sur la zone d'implantation du projet (source : Nordex, 2018)

⇒ Le climat du site d'étude peut être qualifié de tempéré et océanique dégradé et suffisamment venté.

Communes	Cavités souterraines	Mouvement de terrain	TMD	Zonage sismique
Gouzeaucourt	X	X		2
Metz-en-Couture	X		X	2
Neuille-Bourjonval	X	X	X	2
Equancourt	X		X	2
Fins	X			2
Heudicourt	X			2
Sorel	X			2
Ytres	X		X	2

Tableau 8 : Risques inventoriés sur les communes concernées par la zone d'implantation potentielle

#### Arrêté de catastrophes naturelles

Les communes concernées par la zone d'implantation potentielle ont fait l'objet d'arrêtés de catastrophe naturelle pour cause de :

Commune	Nature de la catastrophe naturelle	Date d'arrêté
Gouzeaucourt	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
	Inondations et coulées de boue	05/11/2008 28/10/2015
Metz-en-Couture	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
Neuille-Bourjonval	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
	Mouvements de terrain	15/11/2001
Equancourt	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
Fins	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
Heudicourt	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
	Mouvements de terrain	30/03/2011
Sorel	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
Ytres	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999

Tableau 9 : Inventaire des arrêtés de catastrophe naturelle (source : georisques.gouv.fr, 2018)

## 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.

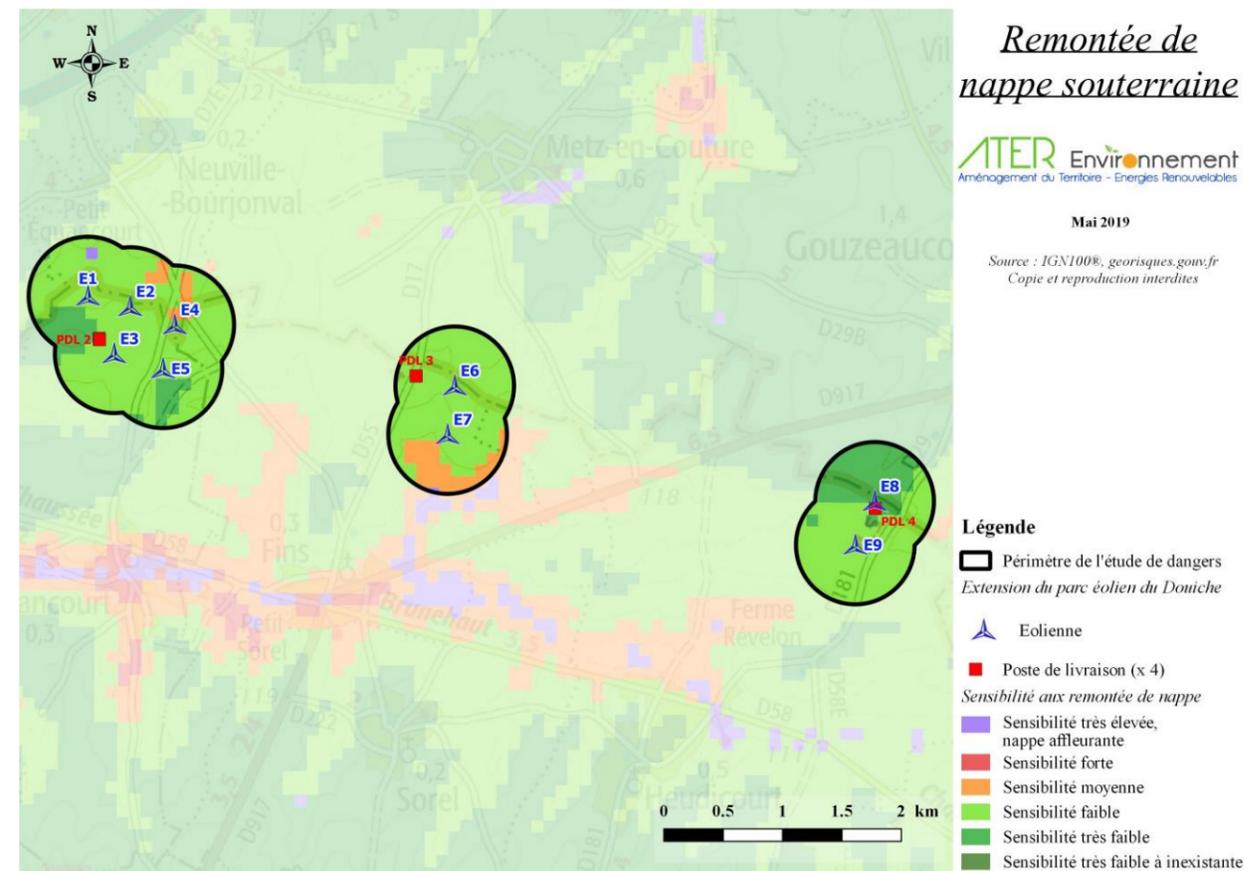
### Sur le territoire d'étude

#### Inondation par débordement de cours d'eau

Les DDRM du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme n'identifient aucun risque lié à un débordement de cours sur les communes concernées par la zone d'implantation potentielle. Toutefois, la commune de Gouzeaucourt, dans le département du Nord, fait l'objet d'un plan de prévention des risques inondation et mouvement de terrain prescrit. Son élaboration est actuellement en cours.

#### Inondation par remontées de nappes

Le périmètre de l'étude de dangers a une sensibilité allant d'inexistante à très faible à moyenne au phénomène d'inondation par remontée de nappes.



Carte 8 : Sensibilité aux phénomènes d'inondations par remontées de nappes

- ⇒ Les communes ne sont pas concernées par le risque inondation d'après les DDRM des départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme ;
- ⇒ Le périmètre de l'étude de dangers possède une sensibilité inexistante à moyenne aux remontées de nappes.

## Mouvement de terrain

### Définition

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

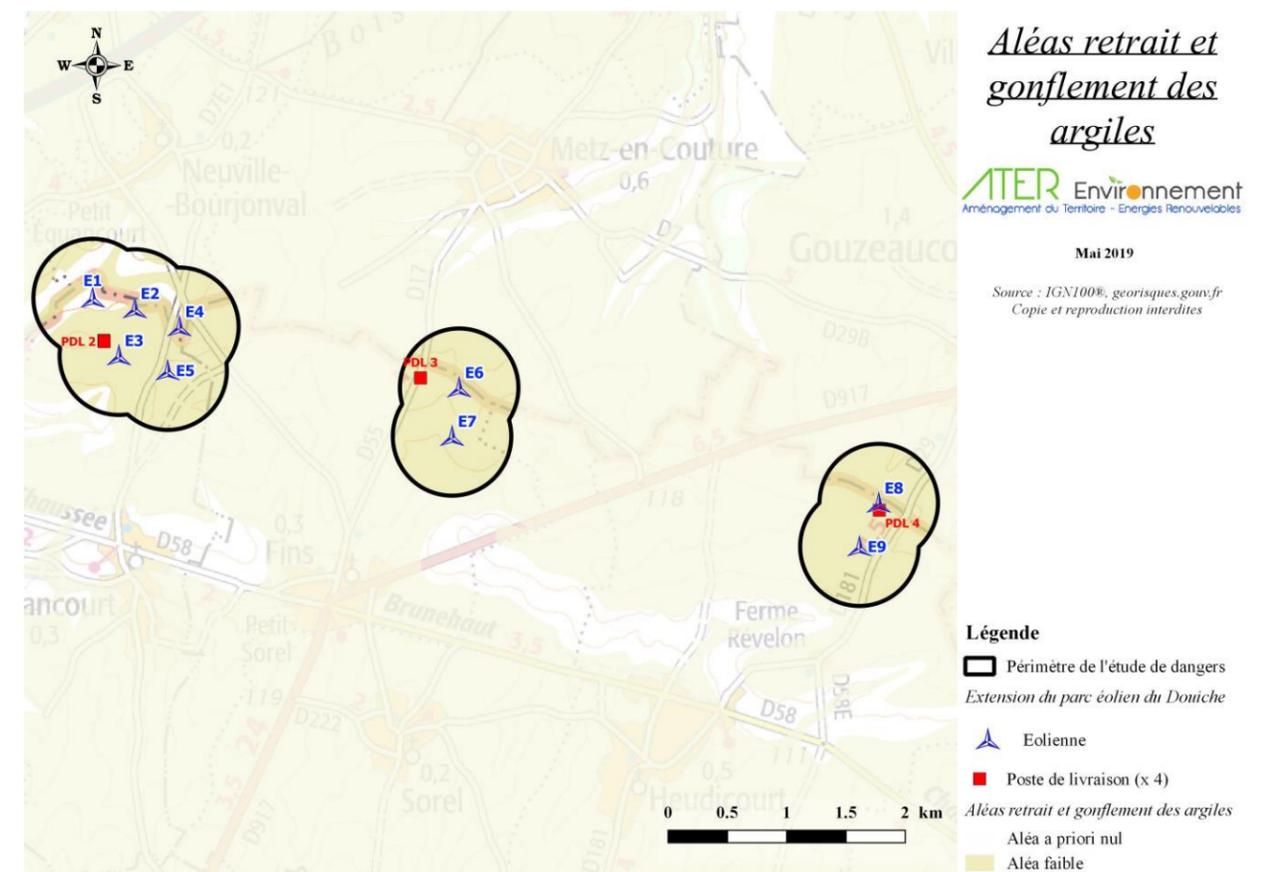
### Sur le territoire d'étude

#### Relatif à la présence de cavités

51 cavités sont présentes sur les huit communes concernées par le périmètre de l'étude de dangers. La cavité la plus proche dont la localisation est connue est située à 549 m au Nord de l'éolienne E6. Toutefois, certaines cavités ont une localisation inconnue et sont localisées au centre de la commune. La commune de Neuville-Bourjonval se situe dans le périmètre d'un plan de prévention du risque mouvements de terrain prescrit le 03 mai 2002, son élaboration est toujours en cours.

#### Relatif à l'aléa retrait et gonflement des argiles

Le périmètre de l'étude de dangers est soumis à un aléa faible concernant les argiles.



Carte 9 : Mouvements de terrain

- ⇒ 51 cavités sont présentes sur les communes d'implantation du projet, mais aucune n'est située directement dans le périmètre de l'étude de dangers.
- ⇒ Le périmètre de l'étude de dangers est soumis à un aléa 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.
- ⇒ Une attention particulière devra être apportée au risque de mouvements de terrain, identifié par les DDRM, lors de la phase de travaux. Si besoin, des mesures particulières seront prises concernant les fondations des constructions.

## 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

En France, ce sont en moyenne chaque année quinze tempêtes qui affectent nos côtes, dont une à deux peuvent être qualifiées de « fortes » selon les critères utilisés par Météo France. Bien que le risque tempête intéresse plus spécialement le quart Nord-Ouest du territoire métropolitain et la façade atlantique dans sa totalité, les tempêtes survenues en décembre 1999 ont souligné qu'aucune partie du territoire n'est à l'abri du phénomène. Les Dossier Départementaux des Risques Majeurs du Nord et du Pas-de-Calais qualifient le risque comme possible. Le DDRM de la Somme ne qualifie pas le risque de tempête.

⇒ Le risque de tempête est possible.

## Feu 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, etc.

### Sur le territoire d'étude

Les Dossier Départementaux des Risques Majeurs du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme n'identifient pas de risque concernant les incendies de forêt. Il peut donc être considéré comme faible.

⇒ Le risque de feux de forêt est faible.

## Parc éolien Nordex XXXI SAS – Projet d'extension du parc éolien du Douiche (62, 80)

Dossier de demande d'Autorisation Environnementale

## 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 en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (source : planseisme.fr).

### Sur le territoire d'étude

L'actuel zonage sismique classe le territoire d'accueil du projet en zone de sismicité 2 (faible). Ce secteur ne présente pas de prescriptions parasismiques particulières pour les bâtiments à risque normal.

Carte 10 : Zonage sismique de la région Hauts-de-France – Légende : Etoile rouge / localisation de la zone d'implantation (source : DREAL Hauts-de-France, 2017)

⇒ Le territoire d'accueil du parc projeté est soumis à un risque sismique faible.

## Foudre

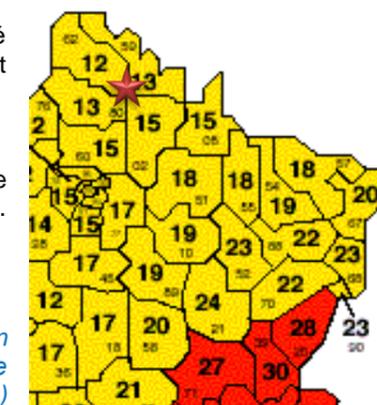
### Définition

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 km<sup>2</sup> dans une région.

### Sur le territoire d'étude

Le climat global du département est moyennement orageux : la densité de foudroiement est de 13, nettement inférieure à la moyenne nationale de 20.

Carte 11 : Densité de foudroiement / Légende : Etoile rouge – Localisation de la zone d'implantation potentielle (source : citel, 2014)



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

## Risque littoral

Le risque littoral se caractérise par la proximité de l'activité humaine avec la survenance de deux types de phénomènes pouvant interférer l'un avec l'autre. D'une part, la submersion marine qui est une inondation lente ou rapide par la mer de zones habituellement hors d'eau. Et d'autre part l'érosion du trait de côte qui est une résultante de l'action combinée des vagues, du vent, des courants et de la flore fixatrice du substrat.

### L'érosion littorale

Elle se manifeste par des glissements ou des écroulements pouvant affecter les côtes à falaises. L'érosion sur les côtes sableuses est plus lente et progressive même si elle peut s'avérer spectaculaire, brutale et très dommageables dans certaines conditions météorologiques.

### La submersion marine

La submersion marine désigne une inondation temporaire de la zone côtière des terres situées en dessous du niveau des plus hautes eaux par la mer dans des conditions météorologiques extrêmes.

Elle résulte de la conjonction de facteurs extrêmes :

- **Une marée de fort coefficient.** En effet plus celle-ci sera forte (coefficient de marée important), plus le phénomène aura des risques de se produire ;
- **Une dépression atmosphérique** qui accompagne une tempête et qui génère une surcote météorologique. La surcote est ainsi la différence entre le niveau prévisible de la marée et le niveau effectivement observé ;
- **La houle (vagues)** provoquée par le vent au large peut également amplifier le phénomène surcote. La houle arrivant sur la côte provoque une hausse relative du niveau de la mer d'autant plus forte qu'elle est importante. C'est ce que l'on nomme la surcote de déferlement ou **setup**, il est variable selon la configuration du littoral (il est nul à l'intérieur des ports par exemple).

⇒ Les communes n'étant pas situées en zone côtière, elles ne sont pas soumises au risque littoral.

## Risque grand froid

### Définition

Un grand froid est un épisode de temps froid caractérisé par sa persistance, son intensité et son étendue géographique. L'épisode dure au moins deux jours. Les températures atteignent des valeurs nettement inférieures aux normales saisonnières de la région concernée. Le grand froid constitue un danger pour la santé de tous.

### Sur le territoire d'étude

En France métropolitaine, les températures les plus basses de l'hiver surviennent habituellement en janvier sur l'ensemble du pays. Mais des épisodes précoces ou tardifs sont également possibles.

Les climatologues identifient des périodes de froid remarquables en tenant compte des critères suivants :

- L'écart aux températures moyennes régionales ;
- Les records précédemment enregistrés, l'étendue géographique ;
- La persistance d'un épisode de froid.

Trois scénarios météorologiques principaux peuvent donner des épisodes froids sur l'Europe. Au cours d'une vague de froid, la situation météorologique peut suivre l'un de ces trois scénarios ou les trois successivement.

- **Un flux de nord** apporte de l'air polaire jusque sur la France. Cette situation dure rarement plus de quelques jours. Elle donne sur l'Hexagone un temps perturbé, instable et assez froid ;
- **Un flux d'est ou de nord-est** apporte de l'air très froid et sec, accompagné d'un vent d'est ou de nord-est glacial sur notre pays. Cette configuration peut perdurer jusqu'à une dizaine de jours. La sensation de froid est ici renforcée par le vent ;
- **Un flux d'est ou de nord-est froid humide et perturbé** apporte de la neige sur tout le pays, y compris sur le littoral méditerranéen. Cette situation peut durer jusqu'à une semaine. Au cours des éclaircies nocturnes, les températures peuvent atteindre des valeurs remarquablement basses sur les sols enneigés.

⇒ Le risque grand froid est possible.

## Risque canicule

### Définition

Le mot « canicule » désigne un épisode de température élevée, de jour comme de nuit, sur une période prolongée. En France, cela correspond globalement à une température qui ne descend pas la nuit en dessous de 18°C pour le nord de la France et 20°C pour le sud, et atteint ou dépasse, le jour, 30°C pour le nord et 35°C pour le sud. La canicule constitue un danger pour la santé de tous.

### Sur le territoire d'étude

En France, la période des fortes chaleurs pouvant donner lieu à des canicules s'étend généralement du 15 juillet au 15 août, parfois depuis la fin juin. Des jours de fortes chaleurs peuvent survenir en dehors de cette période. Toutefois avant le 15 juin ou après le 15 août, les journées chaudes ne méritent que très rarement le qualificatif de « canicule ». Les nuits sont alors suffisamment longues pour que la température baisse bien avant l'aube. Le réchauffement climatique lié aux émissions de gaz à effet de serre va engendrer, selon les scénarios climatiques envisagés :

- Une augmentation du nombre annuel de jours où la température est anormalement élevée ;
- Un allongement de la durée des sécheresses estivales ;
- Une diminution généralisée des débits moyens des cours d'eau en été et en automne.

⇒ Le risque canicule est possible.

## 3.2. Environnement matériel

### 3.3.1. Voies de communication

Dans le périmètre d'étude de dangers, on recense un type de voie de communication : des infrastructures routières.

#### Infrastructure aéronautique

##### Relatif à l'aviation militaire :

Relatif à l'Armée de l'Air, un courrier de consultation a été envoyé. A la date de dépôt du présent dossier, aucune réponse de la part de l'Armée de l'air n'a été réceptionnée. L'Armée a rendu un avis favorable dans le cadre du projet initial du Douiche, construit à ce jour.

##### Relatif à l'aviation civile :

Relatif à la Direction Générale de l'Aviation Civile, une demande sur la présence éventuelle de contrainte aéronautique a été réalisée. A la date de dépôt du présent dossier, aucune réponse de la part de la DGAC n'a été réceptionnée. La DGAC a rendu un avis favorable dans le cadre du projet initial du Douiche, construit à ce jour, pour des éoliennes de 150 m.

⇒ Aucune réponse de la part de l'aviation militaire et civile n'a été réceptionnée à la date de dépôt du dossier.

#### Infrastructure routière

Le domaine routier est confié aux conseils départementaux du Pas-de-Calais, de la Somme et du Nord.

##### Introduction

Pour mémoire, même si le périmètre d'étude de dangers ne recoupe pas toutes ces infrastructures routières, il est noté les éléments suivants :

Trois autoroutes sont présentes dans les différentes aires d'étude :

- L'autoroute A2, au plus proche à 1,5 km au Nord-Ouest de la zone d'implantation potentielle, qui se sépare de l'autoroute A1 dans le département de la Somme et se termine à la frontière franco-belge.
- L'autoroute A26, au plus proche à 3,7 km à l'Est de la zone d'implantation potentielle, qui relie Troyes à Calais. Elle fait partie du grand contournement de Paris. Elle est aussi appelée Autoroute des Anglais.
- L'autoroute A1, au plus proche à 9,1 km à l'Ouest de la zone d'implantation potentielle, qui relie Paris à Lille. Elle mesure 211 km.

Plusieurs routes départementales principales intègrent les différentes aires d'étude du projet :

- La RD 1017, passe au plus près à 6,9 km au Sud-Ouest de la zone d'implantation potentielle ;
- La RD 644, elle permet la liaison entre la frontière entre le Nord et l'Aisne et la ville de Cambrai ;
- La RD 917 (Pas-de-Calais), elle permet la liaison entre la frontière entre le Pas-de-Calais et la Somme et Bapaume ;
- La RD 930 ;
- La RD 1044, elle permet la liaison entre la frontière entre le Nord et l'Aisne et la ville de Saint-Quentin ;
- Un ensemble de routes départementales sert de rocade à la ville de Cambrai, d'où partent des routes importantes en direction des principales villes de la région ;
- La RD 929, elle sert de contournement à la ville de Bapaume et se dirige ensuite en direction d'Albert et d'Amiens.

D'autres départementales, plus locales, permettent de desservir les villages entre eux.

De plus, un maillage fin de voies communales et de chemins ruraux permet de desservir tous les villages environnants.

#### Parc éolien Nordex XXXI SAS – Projet d'extension du parc éolien du Douiche (62, 80)

Dossier de demande d'Autorisation Environnementale

#### Définition du trafic

Concernant les routes du département de la Somme les données de trafic 2017 sont les suivantes (source : somme.fr) :

- D 917 entre Fins et Péronne : 2 746 véhicules par jour dont 12 % de poids lourds ;
- D 917 entre Fins et la limite du département du Nord : 1 549 véhicules par jour dont 15 % de poids lourds ;
- D 58 entre Fins et Epehy : 910 véhicules par jour dont 9 % de poids lourds.

#### Infrastructure routière présente sur le périmètre d'étude

Le périmètre d'étude de dangers recoupe les infrastructures routières suivantes :

- Des voies communales ;
- Des chemins ruraux (nommés aussi communaux).

Ci-dessous sont présentées les distances des éoliennes par rapport aux différentes voies de communication recensées dans le périmètre d'étude de dangers :

Numéro de l'éolienne	Voie communale	Chemin rural	Chemin d'exploitation	RD
E1	-	58 Cr8 210 Cr2 329 Cr1	164 Ce2 167 Ce1 214 Ce3 323 Ce4	-
E2	341 Vc2 464 Vc1	289 Cr8 340 Cr4 384 Cr10 429 Cr3	125 Ce3 230 Ce4 431 Ce2 471 Ce1	-
E3	355 Vc2	58 Cr8 357 Cr9 380 Cr10	-	-
E4	64 Vc2 167 Vc1 447 Vc3	64 Cr4 180 Cr10 188 Cr3 457 Cr7	486 Ce3	-
E5	62 Vc2 232 Vc3 462 Vc1	127 Cr10 336 Cr8 367 Cr7 390 Cr4 444 Cr9	-	-
E6	-	224 Cr5	56 Ce12 79 Ce5 334 Ce9 459 Ce6 488 Ce10 490 Ce11	339 RD17
E7	-	447 Cr6	233 Ce11 236 Ce10 393 Ce12 461 Ce5 466 Ce9	458 Rd17
E8	-	-	71 Ce8 235 Ce7	223 RD29/181
E9	-	-	319 Ce8 457 Ce7	155 RD29/181

Tableau 10 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières

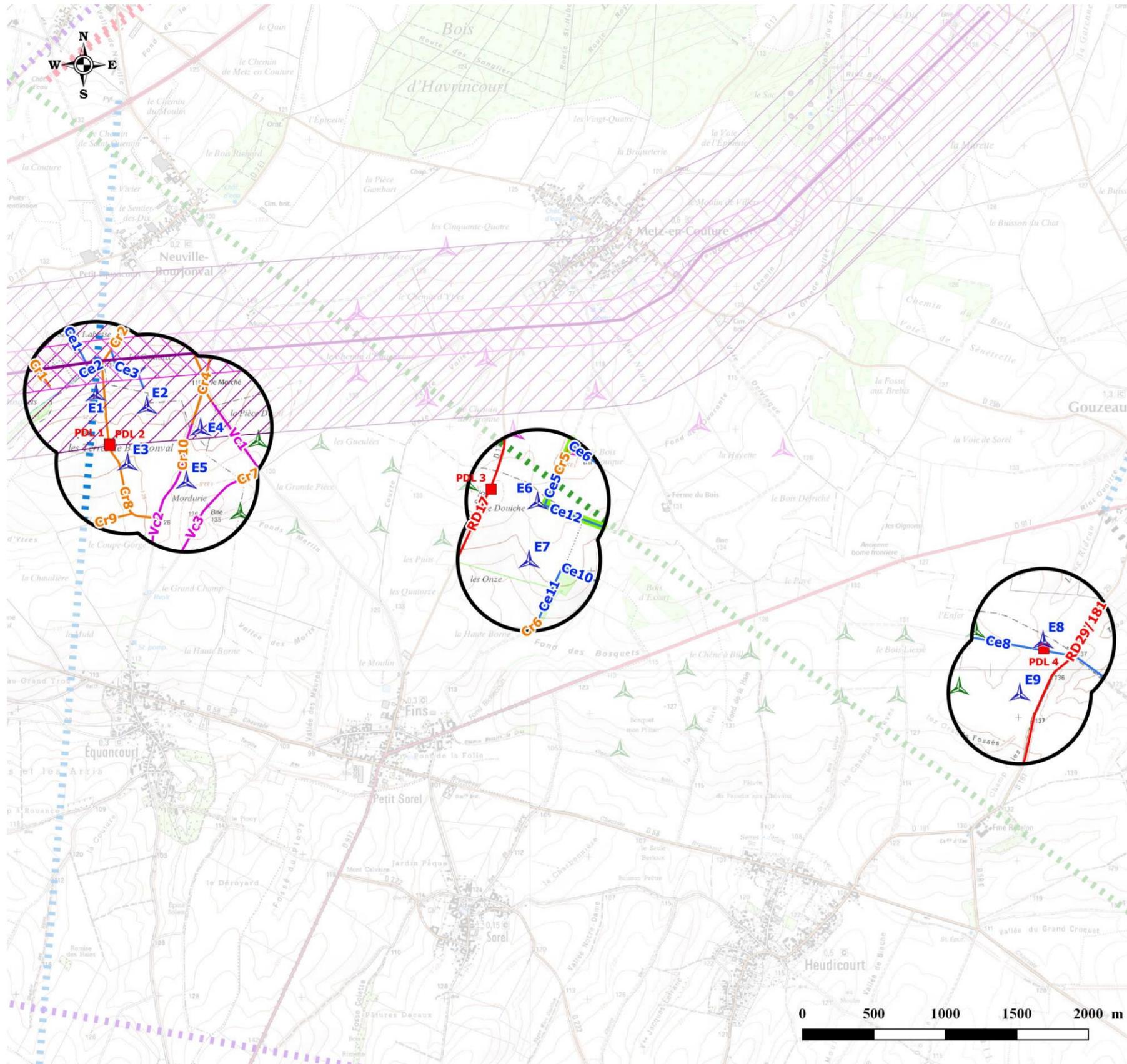
⇒ Aucune voie structurante (trafic supérieur à 2 000 véhicules/jour) n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

# Enjeux matériels



Mai 2019

Source : IGN 100®  
Copie et reproduction interdites



## Légende

Périmètre de l'étude de dangers

Extension du parc éolien du Douiche

Eolienne

Poste de livraison (x 4)

Enjeux matériels

Oléoduc Le Havre - Cambrai

Distance de 149,3 m à l'oléoduc

Distance de 597,2 m à l'oléoduc

Voies de communication

Chemin d'exploitation

Chemin rural

Route départementale

Voie communale

Chemins de randonnée

Télécommunication

Réseau privé

Bouygues

Parc éolien riverain

Parc éolien du Douiche

Parc éolien Inter-deux-Bos

Carte 12 : Enjeux matériels

### Chemins de Randonnée

Des chemins de randonnées intègrent le périmètre d'étude de dangers. Ils se superposent aux chemins ruraux identifiés précédemment.

### Risque de transport de matière dangereuse (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 ou canalisations.

Les communes d'accueil de Metz-en-Couture, Neuville-Bourjonval et Equancourt sont soumises au risque de transport de matières dangereuses lié à la présence d'une canalisation d'hydrocarbures souterraine sur leur territoire.

De plus, GRT Gaz indique, dans son courrier du 19/06/2018, qu'aucun ouvrage de transport de gaz n'est exploité à proximité de la zone d'implantation du projet.

Toutefois, selon la société des transports pétroliers par pipeline (TRAPIL), la zone d'implantation du projet est traversée par le pipeline « Le Havre – Cambrai », canalisation faisant partie du réseau d'Oléoducs de Défense Commune partie française de l'OTAN. Ce pipeline bénéficie d'une DUP, correspondant à une servitude de passage, définie par une bande de 12 mètres, axée sur la conduite. TRAPIL préconise :

- Si la distance entre les éoliennes et le pipeline est comprise entre une à 4 fois de la hauteur de l'éolienne (entre 149,3 et 597,2 mètres), le projet doit faire l'objet d'une « Etude de Risques associé à l'éolien » communiquée à TRAPIL dans le cadre de l'instruction du dossier.
- Si cette distance égale ou inférieure à la hauteur de l'éolienne (149,3 mètres), l'installation devra faire l'objet d'une étude particulière, validée par la DRIRE ou la DREAL.

Eolienne	Distance et localisation par rapport au Pipeline
E1	217 m au Sud
E2	338 m au Sud
E3	723 m au Sud
E4	521 m au Sud
E5	882 m au Sud
E6	1 221 m au Sud
E7	1 625 m au Sud
E8	3 497 m au Sud
E9	3 717 m au Sud

Tableau 11 : Distance entre chaque éolienne et le pipeline de l'OTAN

⇒ Comme demandé par le gestionnaire, une étude de risque associé à l'éolien a été transmise à la société TRAPIL gestionnaire de la canalisation souterraine. La société TRAPIL donne un avis favorable au projet (courrier en annexe de la présente étude).

### 3.3.2. Réseaux publics et privés

#### Faisceaux hertziens

Selon l'Agence Nationale des Fréquences (source : servitudes.anfr.fr, 2018), une servitude grève les communes d'Equancourt, Fins, Heudicourt et Sorel. C'est une servitude au profit de TDF.

#### Parc éolien Nordex XXXI SAS – Projet d'extension du parc éolien du Douiche (62, 80)

Dossier de demande d'Autorisation Environnementale

Selon l'ANFR, les communes de Gouzeaucourt, Neuville-Bourjonval et Metz-en-Couture ne sont grevées par aucune servitude.

Dans son mail réponse du 30 mai 2018, Orange affirme n'avoir aucun « faisceau ou site hertzien actuellement impacté par ce projet de parc éolien localisé sur les communes de Gouzeaucourt, Metz-en-Couture, Neuville-Bourjonval, Equancourt, Fins, Heudicourt et Sorel dans les départements du Nord (59), du Pas-de-Calais (62), et de la Somme (80). »

Dans son mail réponse du 31 mai 2018, Bouygues indique que la « zone impacte pour l'instant le réseau hertzien de Bouygues Telecom. Mais, le Faisceau T40238-T44020 sera supprimé prochainement dans le Cadre du projet CROZON avec SFR. Pour d'éventuelles modifications futures il faut s'adresser à SFR. »

Dans son mail réponse du 08 juin 2018, SFR indique qu'à ce jour, le projet de parc éolien sur les communes de Gouzeaucourt, Metz-en-Couture, Neuville-Bourjonval, Equancourt, Fins, Heudicourt, Sorel (80-62-59) n'impacte à priori pas le réseau de transmission hertzien SFR.

#### Autres réseaux publics ou privés

Dans son courrier réponse du 06 juin 2018, RTE indique qu'aucune ligne aérienne ou souterraine appartenant au réseau public de transport d'énergie ne traverse la zone d'implantation du projet.

#### Captage AEP

Un courrier de servitudes a été adressé à l'Agence Régionale de Santé des Hauts-de-France par le bureau d'études ATER Environnement en date du 29 mai 2018. A la date de dépôt du dossier aucune réponse n'a été réceptionnée.

#### Autres ouvrages publics

Aucun autre ouvrage public n'est présent sur le périmètre d'étude de dangers.

### 3.3.3. Patrimoine historique et culturel

#### Monument historique

Aucun monument historique et aucun périmètre de protection réglementaire d'un monument historique ne recoupe le périmètre de l'étude de dangers.

Le monument le plus proche est la Borne de Gouzeaucourt à 1,1 km au Nord-Ouest de l'éolienne E8.

#### Archéologie

La réponse relative à la demande de servitude réalisée auprès de la direction régionale des affaires culturelles indique que « selon les informations disponibles, les travaux objets de la présente demande n'affectent pas d'éléments du patrimoine archéologique connu et ne feront pas l'objet de prescriptions relatives à la protection de ce patrimoine telles que définies par le code du patrimoine ». (Courrier en date du 28/08/2018)

Dans tous les cas, toute découverte fortuite de vestige sera déclarée sans délai au maire de la commune conformément aux articles L322-2 et L531-14 du code du patrimoine.

### 3.3. 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 ). Les différents périmètres d'étude (zone de surplomb, d'effondrement, de projection de glace ...) correspondent aux différents scénarios de risque développés dans le chapitre 8.

#### 3.4.1. Définitions des périmètres d'étude

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

- **Zone de surplomb** : elle correspond à la zone de risque de la chute d'éléments provenant de la machine ou de la chute de glace, par action de la gravité. Elle est définie dans le tableau ci-dessous :

Eoliennes	Zone de surplomb
E1 à E9	58,4 m

Tableau 12 : Définition de la zone de surplomb

- **Zone d'effondrement** (ou zone de ruine de machine) : elle correspond à la zone où l'éolienne peut tomber au sol, soit une zone de rayon correspondant à la hauteur totale de l'éolienne. Elle est définie dans le tableau ci-dessous :

Eoliennes	Zone d'effondrement
E1 à E9	149,3 m

Tableau 13 : Définition de la zone d'effondrement

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

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

Selon les caractéristiques des éoliennes étudiées, la surface impactée par l'effondrement est de 586,2 m<sup>2</sup>.

- **Zone de projection de glace** : 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 la machine. Ce périmètre est défini selon la formule suivante :

$$1,5 \times (\text{Hauteur au moyeu} + \text{diamètre du rotor}).$$

Eoliennes	Zone de projection de glace
E1 à E9	311,6 m

Tableau 14 : Définition de la zone de projection de glace

- **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 la machine**.

#### 3.4.2. Les enjeux humains

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

##### 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 a été calculée à partir de la formule suivante :

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

Remarque : Z<sub>E</sub> 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
<b>Rayon</b>	58,4 m	149,3 m	311,6 m	500 m
<b>Superficie</b>	1,07 ha	7 ha	30,49 ha	78,54 ha
<b>Nombre d'individus</b>	0,01 personne	0,07 personne	0,30 personne	0,79 personne

Tableau 15 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non aménagés très peu fréquentés

##### Infrastructures routières non structurantes – terrains aménagés peu fréquentés

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, jardins et zones horticoles, vignes, zones de pêche, gares de triage, etc.) 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).

Pour rappel, les terrains non aménagés et très peu fréquentés correspondent aux terrains non bâtis à savoir les champs, prairies, forêts, friches, marais, etc.

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 ruraux, 10 m pour les voies communales et de 15 m pour les routes départementales.

Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés
				1 personne / 10 ha
<b>Eolienne E1</b>				
<b>Cr1</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00

	Zone de projection de pale	215	0,11	0,02
<b>Cr2</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	106	0,05	0,01
	Zone de projection de pale	298	0,15	0,02
<b>Cr8</b>	Zone de surplomb	15	0,01	0,01
	Zone de ruine	276	0,14	0,02
	Zone de projection de glace	508	0,25	0,03
	Zone de projection de pale	703	0,35	0,04
<b>Ce1</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	145	0,07	0,01
	Zone de projection de pale	334	0,17	0,02
<b>Ce2</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	174	0,09	0,01
	Zone de projection de pale	174	0,09	0,01
<b>Ce3</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	276	0,14	0,02
	Zone de projection de pale	409	0,20	0,03
<b>Ce4</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	61	0,03	0,01
<b>Eolienne E2</b>				
<b>Cr2</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	188	0,09	0,01
<b>Cr3</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	404	0,20	0,03
<b>Cr4</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	413	0,21	0,03
<b>Cr8</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	228	0,11	0,02
	Zone de projection de pale	786	0,39	0,04
<b>Cr10</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00

	Zone de projection de pale	113	0,06	0,01
<b>Ce1</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	32	0,02	0,01
<b>Ce2</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	145	0,07	0,01
<b>Ce3</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	25	0,01	0,01
	Zone de projection de glace	241	0,12	0,02
	Zone de projection de pale	410	0,21	0,03
<b>Ce4</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	61	0,03	0,01
	Zone de projection de pale	61	0,03	0,01
<b>Vc1</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	60	0,06	0,01
<b>Vc2</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	311	0,31	0,04
<b>Eolienne E3</b>				
<b>Cr8</b>	Zone de surplomb	6	0,00	0,01
	Zone de ruine	257	0,13	0,02
	Zone de projection de glace	615	0,31	0,04
	Zone de projection de pale	1048	0,52	0,06
<b>Cr9</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	294	0,15	0,02
<b>Cr10</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	113	0,06	0,01
<b>Vc2</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	753	0,75	0,08
<b>Eolienne E4</b>				
<b>Cr3</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00

	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	157	0,08	0,01
	Zone de projection de pale	360	0,18	0,02
<b>Cr4</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	134	0,07	0,01
	Zone de projection de glace	304	0,15	0,02
	Zone de projection de pale	493	0,25	0,03
<b>Cr7</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	128	0,06	0,01
<b>Cr10</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	113	0,06	0,01
	Zone de projection de pale	113	0,06	0,01
<b>Vc1</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	348	0,35	0,04
	Zone de projection de pale	557	0,56	0,06
<b>Vc2</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	132	0,13	0,02
	Zone de projection de glace	308	0,31	0,04
	Zone de projection de pale	499	0,50	0,05
<b>Vc3</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	200	0,20	0,02
<b>Eolienne E5</b>				
<b>Cr4</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	110	0,06	0,01
<b>Cr7</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	142	0,07	0,01
<b>Cr8</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	567	0,28	0,03
<b>Cr9</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	57	0,03	0,01
<b>Cr10</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00

	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	90	0,05	0,01
	Zone de projection de pale	113	0,06	0,01
<b>Vc1</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	378	0,38	0,04
<b>Vc2</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	255	0,26	0,03
	Zone de projection de glace	601	0,60	0,07
	Zone de projection de pale	884	0,88	0,09
<b>Vc3</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	371	0,37	0,04
	Zone de projection de pale	654	0,65	0,07
<b>Eolienne E6</b>				
<b>Cr5</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	86	0,04	0,01
	Zone de projection de pale	277	0,14	0,02
<b>Ce5</b>	Zone de surplomb	24	0,01	0,01
	Zone de ruine	148	0,07	0,01
	Zone de projection de glace	226	0,11	0,02
	Zone de projection de pale	226	0,11	0,02
<b>Ce6</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	253	0,13	0,02
<b>Ce9</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	166	0,08	0,01
<b>Ce10</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	16	0,01	0,01
<b>Ce11</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	13	0,01	0,01
<b>Ce12</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	92	0,05	0,01
	Zone de projection de glace	254	0,13	0,02
	Zone de projection de pale	277	0,14	0,02
<b>RD17</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00

	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	679	1,02	0,11
<b>Eolienne E7</b>				
<b>Cr6</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	86	0,04	0,01
<b>Ce5</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	105	0,05	0,01
<b>Ce9</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	58	0,03	0,01
<b>Ce10</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	76	0,04	0,01
	Zone de projection de pale	266	0,13	0,02
<b>Ce11</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	262	0,13	0,02
	Zone de projection de pale	437	0,22	0,03
<b>Ce12</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	277	0,14	0,02
<b>RD17</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	395	0,59	0,06
<b>Eolienne E8</b>				
<b>Ce7</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	78	0,04	0,01
	Zone de projection de pale	267	0,13	0,02
<b>Ce8</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	263	0,13	0,02
	Zone de projection de glace	526	0,26	0,03
	Zone de projection de pale	717	0,36	0,04
<b>RD29/181</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	497	0,75	0,08

	Zone de projection de pale	913	1,37	0,14
--	----------------------------	-----	------	------

<b>Eolienne E9</b>				
<b>Ce7</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	83	0,04	0,01
<b>Ce8</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	0	0,00	0,00
	Zone de projection de pale	701	0,35	0,04
<b>RD29/181</b>	Zone de surplomb	0	0,00	0,00
	Zone de ruine	0	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	512	0,77	0,08
	Zone de projection de pale	911	1,37	0,14

Tableau 16 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés par éolienne

Remarque : aucune infrastructure routière structurante (plus de 2 000 véhicules/jour) n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

### Structures ferroviaires

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, les voies ferroviaires transportant des voyageurs doivent être prises en compte de la façon suivante :  
« [...] compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie. »

Aucune infrastructure ferroviaire n'a été recensée au sein du périmètre de l'étude de dangers.

### Chemins de randonnées

Pour les chemins de promenade, de randonnée, la circulaire du 10 mai 2010 nous indique de compter deux 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 est plutôt en moyenne de l'ordre de 10 personnes par jour.

Des chemins inscrits au Plan Départemental des Itinéraires de Promenades et Randonnées intègrent le périmètre d'étude de dangers. Ils se superposent aux chemins ruraux identifiés et ont donc déjà été comptabilisés dans les terrains aménagés et peu fréquentés.

### Etablissements recevant du public

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

Synthèse des risques

Ci-dessous se trouve le tableau récapitulatif des différents enjeux humains totaux, cumulant les enjeux humains relatifs aux terrains non aménagés et aménagés, à la voie ferrée et à la présence d'autres activités par périmètre d'étude (ou zone d'effet) et par éolienne.

Eolienne	Ensemble homogène	Superficie exposée (ha ou km)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
<b>Zone de surplomb</b>					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,06	1 pers / 100 ha	0,02	0,03
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,01	1 pers / 10 ha	0,01	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,07	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,07	1 pers / 100 ha	0,02	0,03
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,01	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,07	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,07	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,06	1 pers / 100 ha	0,02	0,03
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,01	1 pers / 10 ha	0,01	
E7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,07	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,07	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E9	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,07	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
<b>Zone de ruine</b>					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,86	1 pers / 100 ha	0,07	0,09
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,14	1 pers / 10 ha	0,02	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,99	1 pers / 100 ha	0,07	0,08
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,01	1 pers / 10 ha	0,01	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,87	1 pers / 100 ha	0,07	0,09
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,13	1 pers / 10 ha	0,02	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,80	1 pers / 100 ha	0,07	0,09
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,20	1 pers / 10 ha	0,02	
E5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,75	1 pers / 100 ha	0,07	0,10

	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,26	1 pers / 10 ha	0,03	
E6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,88	1 pers / 100 ha	0,07	0,09
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,12	1 pers / 10 ha	0,02	
E7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	7,00	1 pers / 100 ha	0,08	0,08
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,87	1 pers / 100 ha	0,07	0,09
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,13	1 pers / 10 ha	0,02	
E9	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	7,00	1 pers / 100 ha	0,08	0,08
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
<b>Zone de projection de glace</b>					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	29,89	1 pers / 100 ha	0,30	0,37
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,60	1 pers / 10 ha	0,07	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	30,23	1 pers / 100 ha	0,31	0,34
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,27	1 pers / 10 ha	0,03	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	30,19	1 pers / 100 ha	0,31	0,35
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,31	1 pers / 10 ha	0,04	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	29,55	1 pers / 100 ha	0,30	0,40
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,94	1 pers / 10 ha	0,10	
E5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	29,48	1 pers / 100 ha	0,30	0,41
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,02	1 pers / 10 ha	0,11	
E6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	30,21	1 pers / 100 ha	0,31	0,34
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,28	1 pers / 10 ha	0,03	
E7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	30,32	1 pers / 100 ha	0,31	0,33
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,17	1 pers / 10 ha	0,02	
E8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	29,45	1 pers / 100 ha	0,30	0,41
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,05	1 pers / 10 ha	0,11	
E9	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	29,73	1 pers / 100 ha	0,30	0,38
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,77	1 pers / 10 ha	0,08	
<b>Zone de projection de pale</b>					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,44	1 pers / 100 ha	0,78	0,89
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,10	1 pers / 10 ha	0,11	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,89	1 pers / 100 ha	0,77	0,94
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,65	1 pers / 10 ha	0,17	

E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,06	1 pers / 100 ha	0,78	0,93
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,48	1 pers / 10 ha	0,15	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,74	1 pers / 100 ha	0,77	0,96
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,80	1 pers / 10 ha	0,19	
E5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,13	1 pers / 100 ha	0,77	1,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,41	1 pers / 10 ha	0,25	
E6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,91	1 pers / 100 ha	0,77	0,94
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,63	1 pers / 10 ha	0,17	
E7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,33	1 pers / 100 ha	0,78	0,91
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,21	1 pers / 10 ha	0,13	
E8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,68	1 pers / 100 ha	0,77	0,96
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,86	1 pers / 10 ha	0,19	
E9	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,78	1 pers / 100 ha	0,77	0,95
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,76	1 pers / 10 ha	0,18	

Tableau 17 : Récapitulatif des enjeux humains

### 3.4.3. Les enjeux matériels

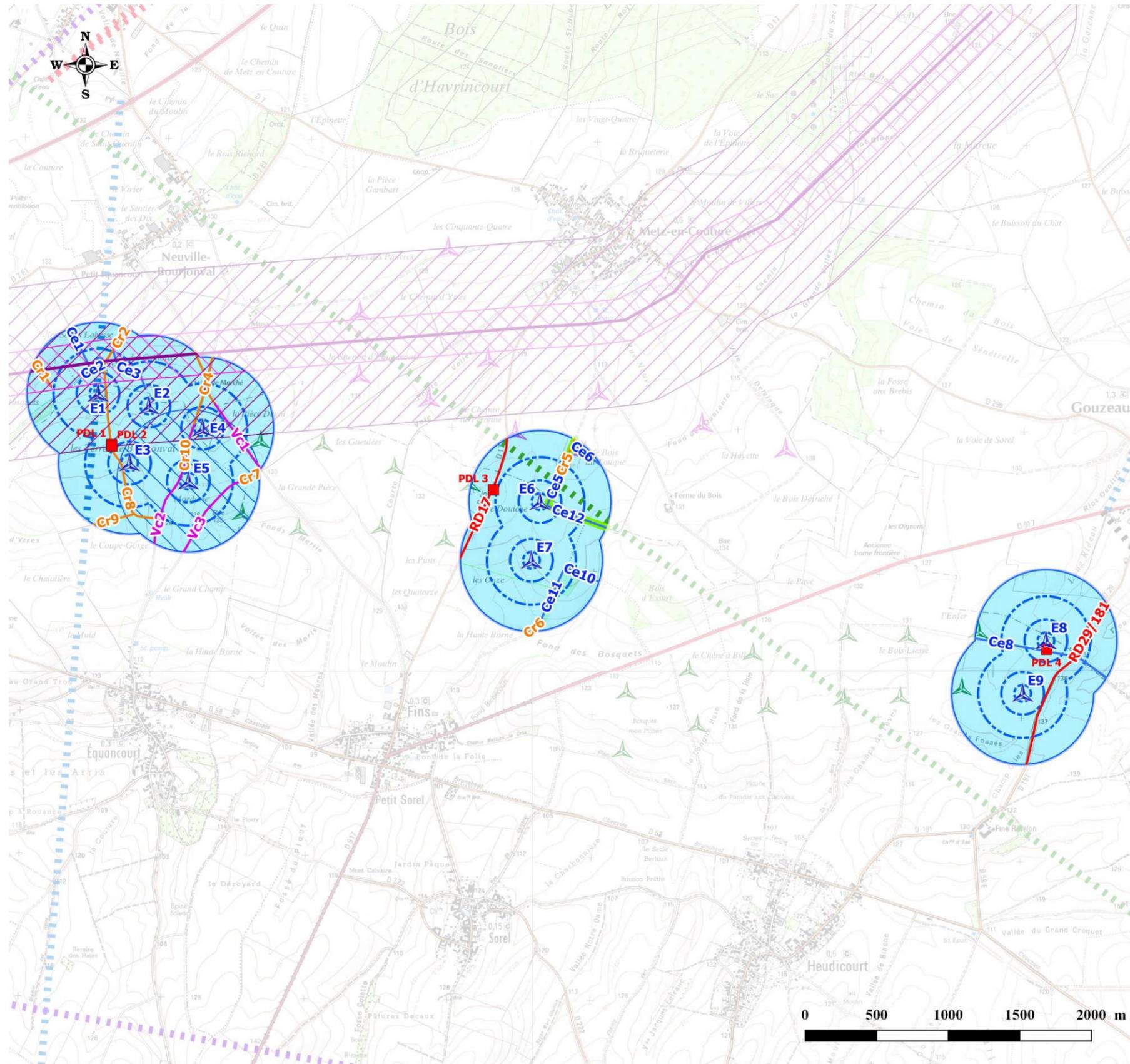
Outre l'installation en elle-même, les principaux enjeux sont les infrastructures routières.

# Enjeux humains



Mai 2019

Source : IGN 100®  
Copie et reproduction interdites



## Légende

Extension du parc éolien du Douiche

- Eolienne
- Poste de livraison (x 4)

Enjeux matériels

- Oléoduc Le Havre - Cambrai
- Distance de 149,3 m à l'oléoduc
- Distance de 597,2 m à l'oléoduc

Voies de communication

- Chemin d'exploitation
- Chemin rural
- Route départementale
- Voie communale
- Chemins de randonnée

Télécommunication

- Réseau privé
- Bouygues

Parc éolien riverain

- Parc éolien du Douiche
- Parc éolien Inter-deux-Bos

Scénarios étudiés

- Chute de glace ou d'éléments (entre 0 et 58,4 m)
- Effondrement (entre 0 et 149,3 m)
- Projection de glace (entre 0 et 311,6 m)
- Projection de pale (entre 0 et 500 m)

Persommes exposés

- Inférieur à 1
- Entre 1 et 10

Carte 13 : Enjeux humains et matériels sur le périmètre d'étude de dangers



## 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. Caractéristiques de l'installation

#### 4.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité fonctionnant 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 une ou des structure(s) de livraison. Chaque structure est composée d'un poste de livraison électrique. Ce réseau est appelé « réseau inter-éolien » ;
- Une ou plusieurs structures de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers d'un ou plusieurs postes sources locaux (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au poste de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;
- Un réseau de chemins d'accès ;
- 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 5 tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne pour le transport de l'énergie sur le réseau électrique ;
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - ✓ le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - ✓ le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
  - ✓ le système de freinage mécanique ;
  - ✓ le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;

- ✓ les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
- ✓ le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

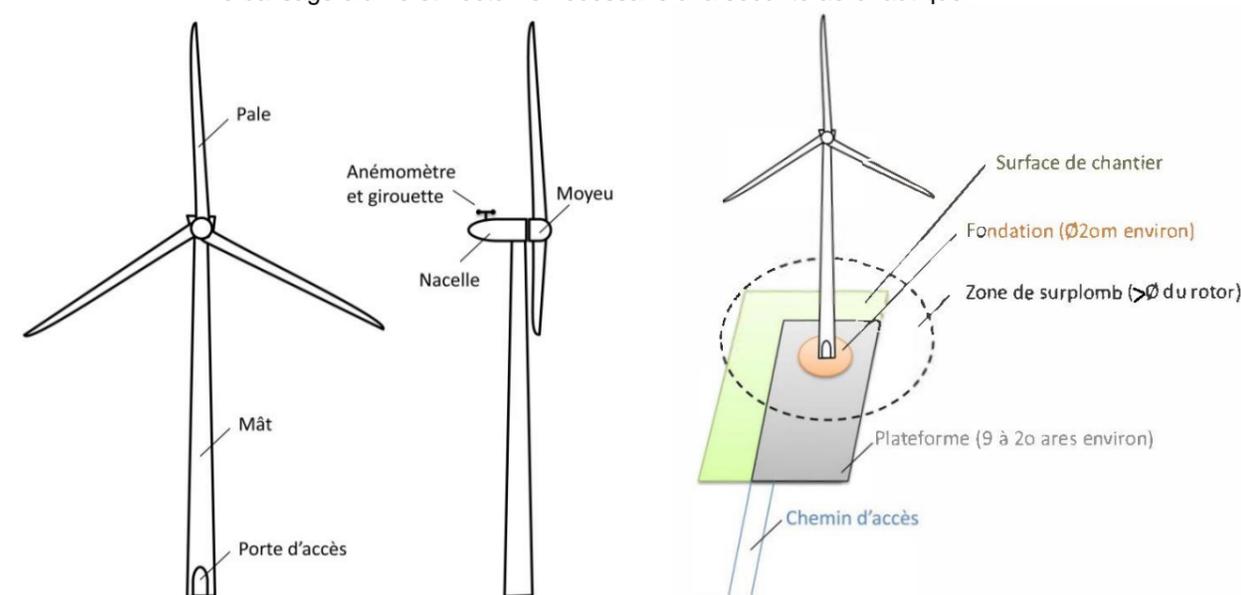


Figure 7 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale)

#### 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° 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 éolien :

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

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

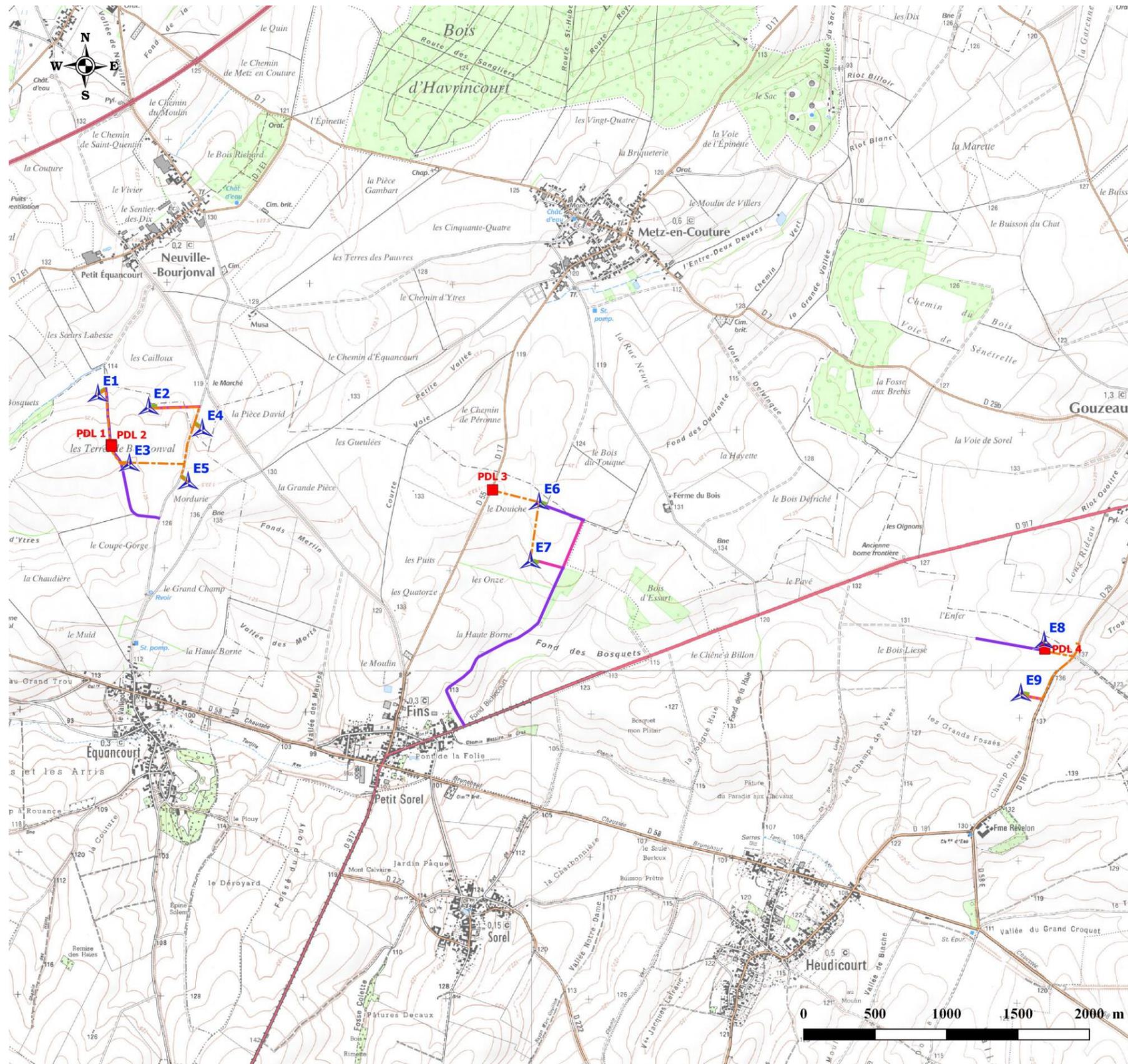
Durant la phase d'exploitation, les chemins sont utilisés par des véhicules légers (maintenance régulière) ou par des engins permettant d'importantes opérations de maintenance (ex : changement de pale).

# Plan de l'installation



Mai 2019

Source : IGN 100®  
Copie et reproduction interdites



### Légende

Extension du parc éolien du Douiche

-  Eolienne
-  Poste de livraison (x 4)
-  Raccordement inter-éolien
-  Plateforme
-  Chemin à renforcer
-  Chemin à créer

Carte 14 : Plan détaillé de l'installation

	A créer	A renforcer
Longueur des chemins d'accès	921 m	3 356 m

Tableau 18 : Longueur des chemins d'accès à créer et à renforcer (Nordex, 2018)

Ces chemins d'accès sont représentés sur la Carte 14, page précédente.

### Autres installations

Certains parcs éoliens peuvent aussi être constitués d'aires d'accueil pour informer le public, de parkings d'accès, de parcours pédagogiques, etc.

## 4.1.2. Activité de l'installation

L'activité principale de l'extension du parc éolien du Douiche est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur de moyeu de 90,9 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

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

	WGS 84		Lambert 93		Z (en m)
	X	Y	X	Y	
<b>E01</b>	3°0'51,11"E	50°3'26,61"N	701 018	6 995 445	116,55
<b>E02</b>	3°1'8,97"E	50°3'23,73"N	701 373	6 995 356	119,00
<b>E03</b>	3°1'2,2"E	50°3'10,89"N	701 239	6 994 959	123,70
<b>E04</b>	3°1'27,86"E	50°3'18,77"N	701 749	6 995 203	122,00
<b>E05</b>	3°1'22,86"E	50°3'6,79"N	701 650	6 994 832	132,40
<b>E06</b>	3°3'26,4"E	50°3'2,1"N	704 110	6 994 688	131,80
<b>E07</b>	3°3'23,37"E	50°2'48,83"N	704 050	6 994 278	125,00
<b>E08</b>	3°6'24,14"E	50°2'30,5"N	707 651	6 993 715	138,00
<b>E09</b>	3°6'15,92"E	50°2'18,62"N	707 488	6 993 347	136,45
<b>PDL 1</b>	3°0'55,84"E	50°3'15,07"N	701 112	6 995 088	127,4
<b>PDL 2</b>	3°0'55,94"E	50°3'14,71"N	701 114	6 995 077	127
<b>PDL 3</b>	3°3'10,07"E	50°3'4,78"N	703 785	6 994 771	132,1
<b>PDL 4</b>	3°6'24,4"E	50°2'28,58"N	707 656	6 993 655	138

Tableau 19 : Coordonnées géographiques du parc éolien (source : NORDEX, 2018)

Remarque : en annexe, les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison sont données dans le système de coordonnées WGS 84 en mètre et 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 la girouette qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

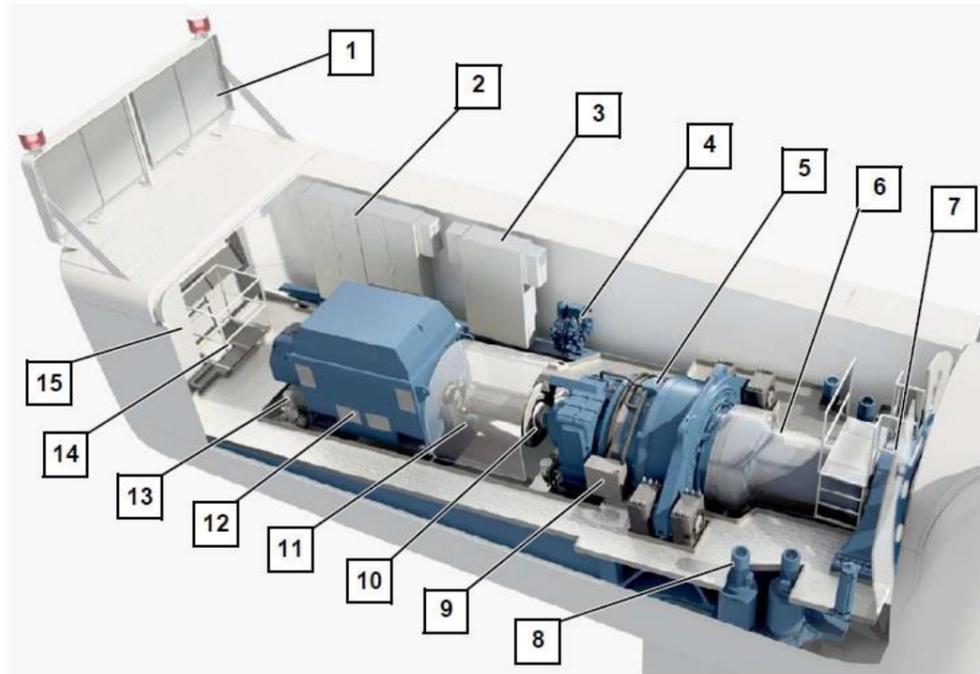
Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h à hauteur de la nacelle, et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 6 et 12 tr/min) 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.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 46,8 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur de 3 MW par exemple, la production électrique atteint 3 000 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité est produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 660 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 72 km/h sur une moyenne de 10 minutes, 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.



- 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 : Ecorché simplifié de l'intérieur de la nacelle NORDEX N 117 (source : Nordex, 2018)

Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
<b>Certificat</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Classe IEC2a</li> </ul>
<b>Conception technique</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Puissance nominale maximale : 3 600 kW</li> <li>▪ Régularisation de puissance : variation active de pale individuelle</li> <li>▪ Diamètre du rotor : 116,8 m</li> <li>▪ Hauteur du moyeu : 90,9 m</li> <li>▪ Concept de l'installation : boîte de vitesse, vitesse de rotation variable</li> <li>▪ Plage de vitesse de rotation du rotor : 7,9 à 14,1 tr/min</li> </ul>
<b>Périodes de fonctionnement</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>1,1 à 3 m/s (soit 4,0 à 10,8 km/h)</u> : Un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent,</li> <li>▪ <u>Environ 3 m/s (soit 10,8 km/h)</u> : Le vent est suffisant pour générer de l'électricité. L'éolienne peut être couplée au réseau électrique,</li> <li>▪ <u>&gt; 3 m/s (soit 10,8 km/h)</u> : La génératrice délivre un courant électrique alternatif, dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent ;</li> <li>▪ <u>12,6 à 25 m/s (soit 46,8 à 90 km/h)</u> : L'éolienne fournit sa puissance nominale. Cette dernière est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales.</li> </ul>
<b>Contrôle commande</b>	Contrôler et surveiller l'éolienne à distance	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>Type matériel logiciel</u> : Remote Field Controller/PLC, Nordex Control 2,</li> <li>▪ <u>Démarrage automatique après coupure de réseau</u> : oui,</li> <li>▪ <u>Démarrage automatique après vent de coupure</u> : oui</li> </ul>
<b>Fondation</b>	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En béton armé, de forme octogonale,</li> <li>▪ <u>Dimension</u> : design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction. En standard, 26 m de diamètre à leur base et se resserre jusqu'à 4,9 m de diamètre représentant environ 600 m<sup>3</sup></li> <li>▪ <u>Profondeur</u> : En standard, 3 mètres</li> </ul>
<b>Mât</b>	Supporter la nacelle et le rotor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>Hauteur</u> : 88,9 m</li> <li>▪ <u>Type</u> : Tubulaire, en acier,</li> <li>▪ <u>Nombre de section</u> : 3 sections</li> <li>▪ <u>Protection contre la corrosion</u> : Revêtement multicouche résine époxy,</li> <li>▪ <u>Fixation du pied du mât</u> : Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation.</li> </ul>
<b>Nacelle</b>	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>Un arbre en rotation</u>, entraîné par les pales,</li> <li>▪ <u>Le multiplicateur</u>, à engrenage planétaire à plusieurs étages + étages à roue dentée droite ou entraînement planétaire – A pour objectif d'augmenter le nombre de rotation de l'arbre – Tension nulle ;</li> <li>▪ <u>La génératrice annulaire</u>, asynchrone, à double alimentation, qui fabrique l'électricité – Tension de 660 V.</li> </ul>
<b>Rotor / pales</b>	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>Type</u> : orientation active des pales face au vent ;</li> <li>▪ <u>Sens de rotation</u> : Sens horaire ;</li> <li>▪ <u>Nombre de pales</u> : 3 par machine ;</li> <li>▪ <u>Longueur de pale</u> : 57,3 m</li> <li>▪ <u>Surface balayée</u> : 10 715 m<sup>2</sup> ;</li> <li>▪ <u>Contrôle de vitesse</u> : Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale ;</li> <li>▪ Plastique renforcé à la fibre de verre (GFK), protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 - 400-24 (Juin 2010).</li> </ul>

<b>Systèmes de freinage</b>	Freine et arrête la machine en cas de maintenance, vent fort ou survitesse	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Frein principal aérodynamique</b> : Orientation individuelle des pales par activation électromagnétique avec alimentation de secours ;</li> <li><b>Frein auxiliaire mécanique</b> : Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre rapide.</li> </ul>
<b>Transformateur</b>	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	<ul style="list-style-type: none"> <li>A l'intérieur du mât,</li> <li>Tension de 20 kV à la sortie.</li> </ul>
<b>Poste de livraison</b>	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV.</li> </ul>

Tableau 20 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs de type N117/3600 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.

#### Méthodes et moyens d'intervention

En cas de sinistre, les pompiers seront prévenus par le personnel du site ou les riverains directement par le 18. L'appel arrivera au Centre de Traitement des Appels (CTA), qui est capable de mettre en œuvre les moyens nécessaires en relation avec l'importance du sinistre. Cet appel sera ensuite répercuté sur le Centre de Secours disponible et le plus adapté au type du sinistre.

Une voie d'accès donne aux services d'interventions un accès facilité au site du parc éolien.

Les moyens d'intervention une fois l'incident ou accident survenu sont des moyens de récupération des fragments : grues, engins, camions.

En cas d'incendie avancé, les sapeurs-pompiers se concentreront sur le barrage de l'accès au foyer d'incendie. Une zone de sécurité avec un rayon de 500 mètres autour de l'éolienne devra être respectée.

Enfin, des consignes en cas d'urgence sont implantées au niveau du pied de la tour ainsi qu'au niveau des nacelles, afin de donner la procédure à suivre aux personnes présentes dans l'éolienne en cas d'accident. Ci-après, un modèle de ces consignes, qui sera bien entendu adapté à chaque éolienne du parc.

On rappelle enfin la présence d'extincteurs ainsi que de trousse de premiers soins, au pied de la tour ainsi que dans la nacelle. Les véhicules des techniciens de maintenance sont également équipés de trousse de premiers soins.

**CONSIGNES EN CAS D'URGENCE  
EMERGENCY INSTRUCTIONS**

**[NOM DU PARC EOLIEN]**  
**[Adresse du parc éolien]**

Identifiant Eolienne / WTG ID		Coordonnées GPS (WGS 84) / GPS Coordinates (WGS 84)	
<b>00</b>	<b>NX</b>	<b>00000</b>	<b>[N/S 00.000000]</b>
Position sur parc éolien Position on wind farm	N°Série (affiché sur l'éolienne) Serial Nr. (mentioned on the WTG)	<b>Latitude</b>	<b>[E/W 00.000000]</b>
		<b>Longitude</b>	

**ACCIDENT - URGENCE MÉDICALE  
ACCIDENT - MEDICAL EMERGENCY**

- 1. Appeler ou faire appeler le 112**  
*Dial or ask someone to dial 112*
- 2. Préciser :**  
*Precise :*
  - Le lieu de l'accident: au moins nom et adresse du parc éolien et numéro de l'éolienne  
*The accident place: at least name and location of the wind farm and WTG identification number*
  - La nature de l'accident (chute de hauteur, électrisation...)  
*The type of accident (fall from height, electrical accident...)*
  - Le nombre de victimes  
*The number of injured persons*
  - L'état de la (des) victime(s) : saignement, conscience, nature et siège des lésions...  
*The status of the injured person(s): bleeding, awareness, kind of injuries, parts of body injured...*
  - La position de la ou des victime(s) : dans la nacelle, au sol, dans la tour, suspendu dans son harnais... Dans le cas d'une intervention en hauteur, demander l'intervention du GRIMP et préciser si la porte de l'éolienne doit être forcée  
*The location of the victim(s): in the nacelle, on the ground, in the tower, suspended in harness... In case of rescue at height, request "GRIMP" intervention and precise if the WTG door has to be broken*
  - S'il persiste un danger pour les équipes de secours  
*If there is still a danger for the emergency services*
- 3. Suivre les instructions**  
*Follow the instructions*
- NE JAMAIS RACCROCHER AVANT LES SECOURS  
DO NOT HANG UP BEFORE THE OPERATOR TELLS YOU TO**
- 4. Si possible, organiser l'accueil des secours**  
*If possible, prepare for the arrival of emergency services*

**INCENDIE  
FIRE**

- 1. Si possible, déconnecter l'éolienne du réseau électrique**  
*If possible, disconnect the wind turbine from the grid*
- 2. Dans la mesure du possible, attaquer le feu. Sinon, évacuer l'éolienne.**  
*If possible, fight the fire. Otherwise, evacuate the wind turbine.*
- 3. Appeler ou faire appeler le 112**  
*Dial or ask someone to dial 112*
- 4. Préciser le lieu de l'incident**  
*Precise the incident place*
- 5. Suivre les instructions**  
*Follow the instructions*
- NE JAMAIS RACCROCHER AVANT LES SECOURS  
DO NOT HANG UP BEFORE THE OPERATOR TELLS YOU TO**
- 6. Si possible, organiser l'accueil des secours**  
*If possible, prepare for the arrival of emergency services*
- PERIMETRE DE SECURITE A ETABLIR AUTOUR DE L'EOLIENNE  
DANGER AREA TO BE DEFINED AROUND THE WIND TURBINE**

**EXPLOITANT DU PARC ÉOLIEN / WIND FARM OPERATOR**  
**[Nom de la société exploitante / Company name]**  
 [N°, rue, avenue... / Street, Nr.]  
 [Code postal et Commune / Zip code & City]  
**Contact : [Numéro de téléphone / Phone number]**

NUMERO D'URGENCE NORDEX (24 / 7) - Urgence sur une éolienne Nordex  
NORDEX EMERGENCY NUMBER (24 / 7) - Emergency on or by Nordex wind turbines
+ 49 381 6663 3727

Figure 9 : Illustration des consignes en cas d'urgence, implantées à la base des mâts et des nacelles pour chaque éolienne NORDEX N117 (source : Nordex, 2018)

### 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.

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

### Balitage des éoliennes

Le balitage des éoliennes est défini par les arrêtés du 13 Novembre 2009, 7 Décembre 2010 et 23 avril 2018. **Les éoliennes retenues 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 balitage lumineux d'obstacle au niveau de la nacelle.

Les feux de balitage 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 balitages sont conformes aux articles L.6351-6 et L.6352-1 du code des transports et R.243-1 et R.244-1 du code de l'aviation civile. Et conformité avec IEC 61 400-1 et 3 et 61 400-22.

L'alimentation électrique, desservant le balitage 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 balitage lumineux possède une autonomie au moins égale à 12 heures.

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

### Balitage lumineux de jour

Chaque éolienne est dotée d'un balitage 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°).

### Balitage lumineux de nuit

Chaque éolienne est dotée d'un balitage 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 balitage lumineux de jour au balitage de nuit est assuré par un détecteur crépusculaire. Le jour est caractérisé par une luminance de fond supérieure à 500 cd/m<sup>2</sup>, le crépuscule est caractérisé par une luminance de fond comprise entre 50 cd/m<sup>2</sup> et 500 cd/m<sup>2</sup>, et la nuit est caractérisée par une luminance de fond inférieure à 50 cd/m<sup>2</sup>. Le balitage actif lors du crépuscule est le balitage de jour, le balitage de nuit est activé lorsque la luminance de fond est inférieure à 50 cd/m<sup>2</sup>.

### Balitage des éoliennes de grande hauteur

Dans le cas d'une éolienne de hauteur totale supérieure à 150 m, le balitage par feux moyenne intensité décrit ci-dessus est complété par des feux d'obstacles basse intensité de type B (rouges fixes 32 cd) installés sur le mât. Ils doivent assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°). Dans le cas du projet d'extension du Douiche, la hauteur totale des éoliennes étant de 149,3 m, les feux basse intensité de type B ne sont pas nécessaires.

### Protection contre le risque incendie

#### Système de lutte incendie

L'éolienne N117 dispose de deux extincteurs portatifs à poudre, installés selon les directives nationales en vigueur : le premier au pied du mât et l'autre dans la nacelle.

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.

#### 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 l'éolienne, via le système SCADA (Cf. Contrôle à distance, ci-après).

Plusieurs capteurs installés dans la nacelle, mesurent la température et la fumée afin de signaler tout incendie. Ce système est uniquement conçu pour être utilisé dans la nacelle et les zones définies.

Les quatre zones définies sont les suivantes :

- les topbox I (armoire d'agrégat) ;
- les topbox II (armoire de commande) ;
- l'armoire du transformateur ;
- la nacelle.

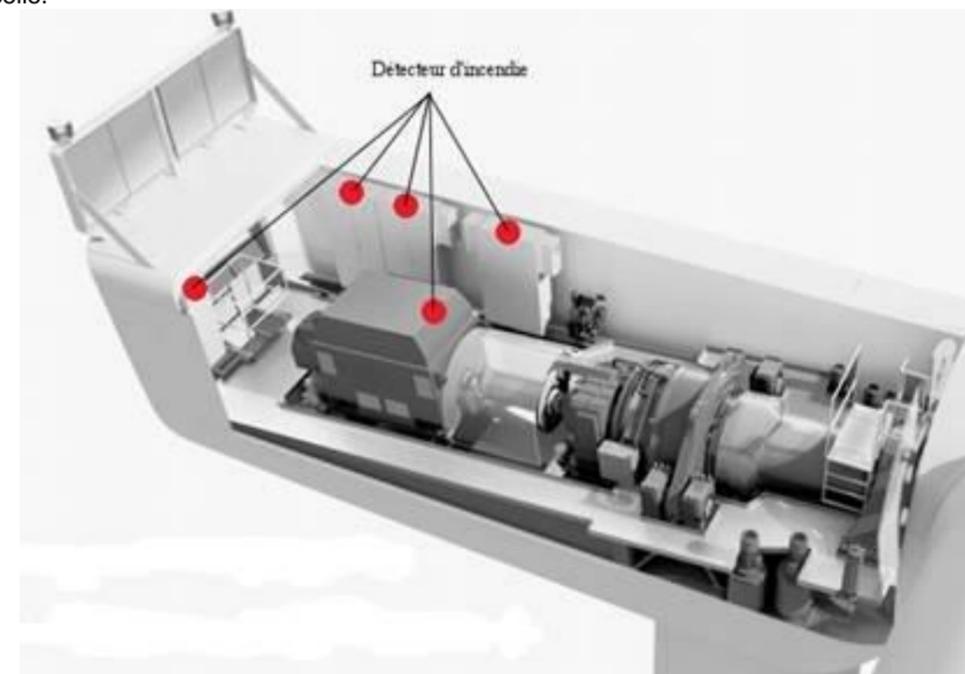


Figure 10 : Positionnement des détecteurs d'incendie dans la nacelle NORDEX N117 (source : Nordex, 2018)

Le système d'alarme est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant la détection de l'incendie. Il doit être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

#### 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.

## Protection contre le risque foudre

La protection contre la foudre est conforme à la norme IEC 61400-24. Le dessin de vue d'ensemble ci-après présente les mesures de protection contre la foudre correspondantes.

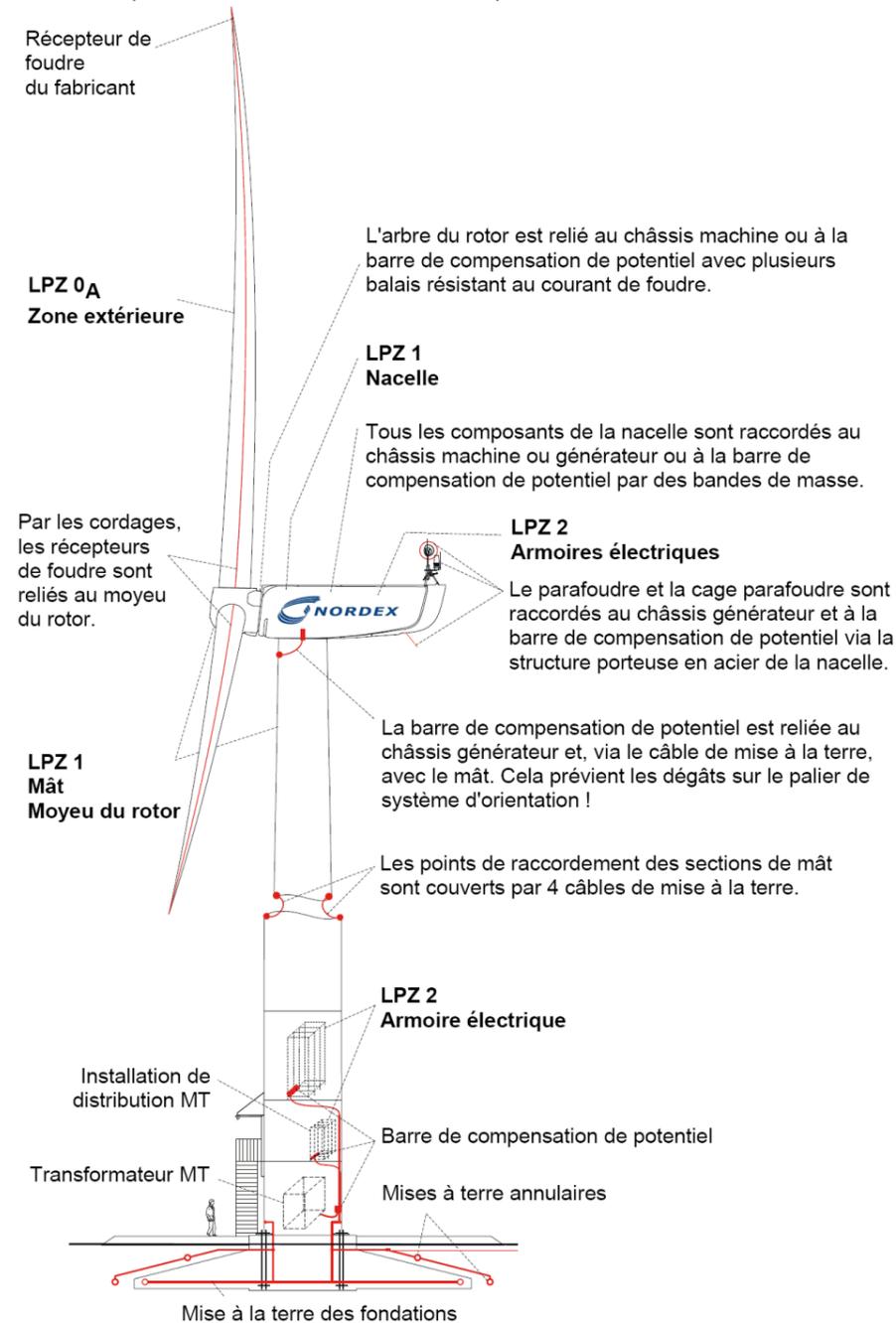


Figure 11 : Vue d'ensemble des dispositifs de protection parafoudre - NORDEX N117 (source : Nordex, 2018)

## 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 puis par des freins moteurs.

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 dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Il doit être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

## Protection contre la tempête

Tous les principaux composants sont équipés de capteurs de vent. Un certain nombre de seuils sont prédéfinis 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 25 m/s ou si la valeur moyenne sur 3 secondes est supérieure à 32 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 la machine.

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 1s.

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 22 m/s pendant plus de 120 s.

## Protection contre l'échauffement

Tous les principaux composants 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 la machine (bridage préventif) voire un arrêt de la machine.

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 3s.

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 la machine (multiplicateur). Le balourd, créé, déséquilibre la rotation du rotor.

Un système de protection contre la glace est donc fourni avec les éoliennes NORDEX pour prévenir de ces dangers.

Le système de protection se base sur :

- les informations données par un détecteur de glace situé sur la nacelle de l'éolienne, couplé à un thermomètre extérieur ;
- l'analyse en temps réel de la variation de la courbe de puissance de l'éolienne traduisant la présence de glace sur les pales.

La détection de glace génère une alarme sur le système de surveillance à distance de l'éolienne (SCADA) et informe l'exploitant de l'événement. Celui-ci stoppe l'éolienne et ne peut la redémarrer que sur place après un contrôle visuel des pales et de la nacelle permettant d'évaluer l'importance de la formation de glace (redémarrage à distance impossible).

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

### 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 auxdites 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 étanche, situé dans la plate-forme supérieure de 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 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.

### Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes (SCADA)

L'exploitation des éoliennes ne fera pas l'objet d'une présence permanente sur site, mis à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement de l'extension du parc éolien du Douiche est entièrement automatisé et contrôlé à distance depuis le centre de maintenance qui s'occupera du parc et depuis le centre de commande central situé à Rostock en Allemagne.

L'exploitation des éoliennes s'effectue grâce à un Automate Programmable Industriel (API) qui analyse en permanence les données en provenance des différents capteurs de l'installation et de l'environnement (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, niveau de pression du réseau hydraulique, etc.) et qui contrôle les commandes en fonction des paramètres.

Sur un moniteur de contrôle placé au niveau du poste électrique de livraison, toutes les données d'exploitation peuvent être affichées et contrôlées, et des fonctions telles que le démarrage, l'arrêt et l'orientation des pales peuvent être commandées.

De plus, les éoliennes N117/3600 sont équipées d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance depuis un PC équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS. Le logiciel de supervision (SCADA – Supervising Control And Data Acquisition) utilisé est le Nordex Control 2.

Le SCADA constitue un terminal de dialogue entre l'automate et son système d'entrée/sortie, connecté en réseau au niveau des armoires de contrôle placées dans la nacelle et dans le pied de l'éolienne.

### Dans le cas où le système SCADA est défectueux

Le réseau SCADA permet le contrôle à distance du fonctionnement des éoliennes. Ainsi, chaque éolienne dispose de son propre SCADA relié lui-même à un SCADA central qui a pour objectif principal :

- de regrouper les informations des SCADAS des éoliennes ;
- de transmettre à toutes les éoliennes une information identique, en même temps, plutôt que de passer par chaque éolienne à chaque fois.

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

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système de SCADA central, le contrôle de commande des éoliennes à distance est maintenu puisque ces machines disposent d'un SCADA qui leur est propre. Le seul inconvénient est qu'il faut donner l'information à chacune des éoliennes du parc.

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système SCADA propre à une éolienne, ce dernier entraîne l'arrêt immédiat de la machine.

Ainsi, en cas de défaillance éventuelle du système SCADA de commande à distance, le parc éolien est maintenu sous contrôle soit via le système SCADA propre à la machine, soit par l'arrêt automatique de la machine.

### 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. En cas de rupture de la fibre optique entre deux éoliennes, la transmission peut s'effectuer directement en passant par le SCADA propre à l'éolienne ou par le SCADA central. Il s'agit d'un système en anneau qui permet de garantir une communication continue des éoliennes.

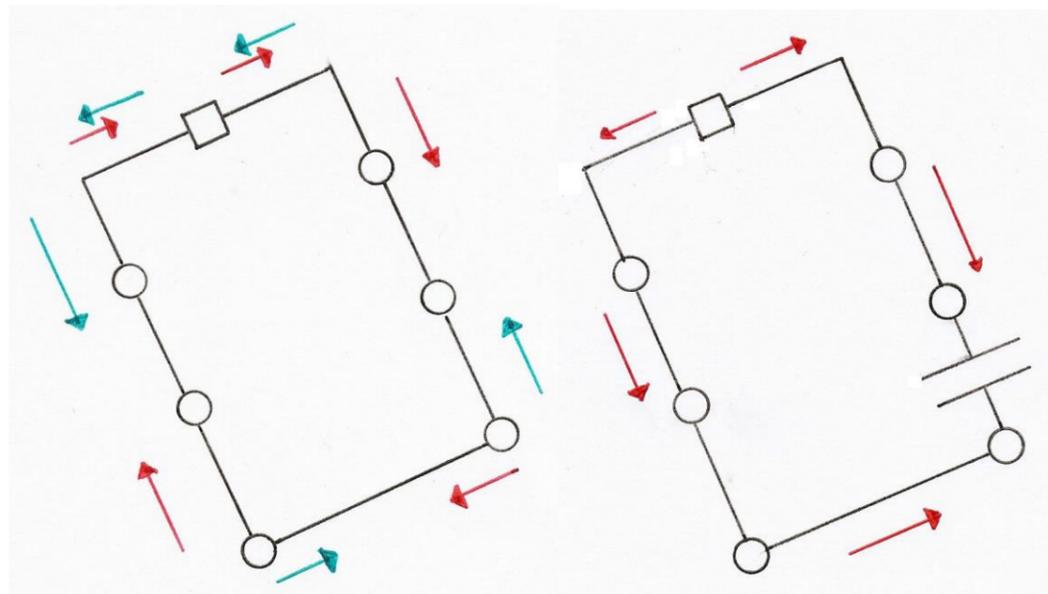


Figure 12 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –

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

## Conception des éoliennes

### Certification de la machine et système qualité

La société Nordex, fournissant les machines et en assurant la maintenance, est certifiée ISO 9001. Le système de management de la qualité et tous les processus de production sont conformes à la norme ISO 9001.

Les aérogénérateurs, N117, font l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes, et notamment :

- **la norme IEC61400-1 / NF EN 61400-1 Juin 2006** intitulée « Exigence de conception », qui spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes. Elle a pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie prévue. Elle concerne tous les sous-systèmes des éoliennes tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien ; La norme IEC 61400-1 spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes ;
- **la norme IEC61400-22 / NF EN 61400-22 Avril 2011** intitulée « essais de conformité et certification » qui définit les règles et procédures d'un système de certification des éoliennes comprenant la certification de type et la certification des projets d'éoliennes installées sur terre ou en mer. Ce système spécifie les règles relatives aux procédures et à la gestion de mise en œuvre de l'évaluation de la conformité d'une éolienne et des parcs éoliens, avec les normes spécifiques et autres exigences techniques en matière de sécurité, de fiabilité, de performances, d'essais et d'interaction avec les réseaux électriques ;
- **la norme CEI/TS 61400-23:2001 Avril 2001** intitulée « essais en vraie grandeur des structures des pales » relative aux essais mécaniques et essais de fatigue.

D'autres normes de sécurité sont applicables :

- la génératrice est construite suivant le standard IEC60034 et les équipements mécaniques répondent aux règles fixées par la norme ISO81400-4 ;
- la protection foudre de l'éolienne répond au standard IEC61400-24 et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 et IEC62305-4
- la Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004 relative aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques ;
- le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 9223.

Au cours de la construction de l'éolienne, le Maître d'Ouvrage mandatera un bureau de vérification pour le contrôle technique de construction. Les performances des éoliennes sont garanties dans la mesure où les conditions d'installation sont conformes aux spécifications NORDEX.

La société « Parc Eolien Nordex XXXI SAS » tient à disposition de l'Inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs aux normes précitées.

### La technologie Nordex

Dès le développement des éoliennes N117, un bureau d'études vérifie le comportement des matériaux et composants aux différentes charge à l'aide de calculs par ordinateur, basés notamment sur la méthode des éléments finis. Des contrôles poussés sont ensuite réalisés dans des centres de tests et sur le terrain.

#### Tests extrêmes des logiciels et du matériel

Dans les centres de tests, les ingénieurs vérifient le comportement des composants et des prototypes en simulant des conditions climatiques extrêmes, notamment en termes de vent. Ils garantissent ainsi que tous les composants sont conformes aux critères de qualité les plus stricts. Par ailleurs, afin de contrôler la fabrication en série de produits haut de gamme, la société Nordex s'impose des tests allant au-delà des spécifications normales (test de charge, de vibration et de résistance aux conditions climatiques extrêmes à long terme, etc. ...).

#### Des pales de qualité garantie

La société Nordex veille particulièrement à respecter des standards de qualité élevés pour les matériaux utilisés dans la fabrication de pales, qui peuvent parfois atteindre des longueurs de 65 m. Des procédés de production automatisés et l'informatisation de toute la chaîne de production, bénéficiant des dernières méthodes de tests et de mesures, assurent un fonctionnement fiable de chaque pale.

#### Les plus hauts standards industriels

La société Nordex produit en série ses propres nacelles et moyeux. Elle ne met pas seulement en place les standards industriels les plus rigoureux mais se focalise également sur une qualité de produit optimale. Plusieurs étapes du procédé d'assemblage sont réalisées dans un hangar de production protégé, un pré-requis indispensable pour une installation efficace des éoliennes sur site.

## 4.2.3. Opération de maintenance de l'installation

La maintenance de l'installation sera réalisée par Nordex pour le compte de la société « Parc Eolien Nordex XXXI SAS ».

### Personnel qualifié et formation continue

Tout personnel amené à intervenir dans les éoliennes est formé et habilité :

- Electriquement, selon son niveau de connaissance ;
- Aux travaux en hauteur, port des EPI, évacuation et sauvetage ;
- Sauveteur secouriste du travail.

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 mensuels 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

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.

Le programme préventif de maintenance s'étale sur quatre niveaux :

- **Type 1** : vérification après 300 à 500 heures de fonctionnement (contrôle visuel du mât, des fixations fondation/tour, tour/nacelle, rotor...et test du système de déclenchement de la mise en sécurité de l'éolienne) ;
- **Type 2** : vérification semestrielle des équipements mécaniques et hydrauliques ;
- **Type 3** : vérification annuelle des matériaux (soudures, corrosions), de l'électrotechnique et des éléments de raccordement électrique ;
- **Type 4** : vérification quinquennale de forte ampleur pouvant inclure le remplacement de pièces.

Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fait l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

Pour la maintenance, une équipe de techniciens spécialisés sera implantée à proximité du parc éolien. La localisation géographique précise de cette dernière n'est pas encore définie. En cas de déviance sur la production ou d'avaries techniques, une équipe de maintenance interviendra sur le site.

La société Nordex 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 société Nordex procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixation, 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 société Nordex 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.

⇒ L'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation.

#### Curative

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

### 4.2.4. Stockage et flux de produits dangereux

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

## 4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation

### 4.3.1. Raccordement électrique

Sur la Carte 15 est présenté le tracé des câbles de liaison inter-éoliennes et des câbles de liaison jusqu'aux postes de livraison.

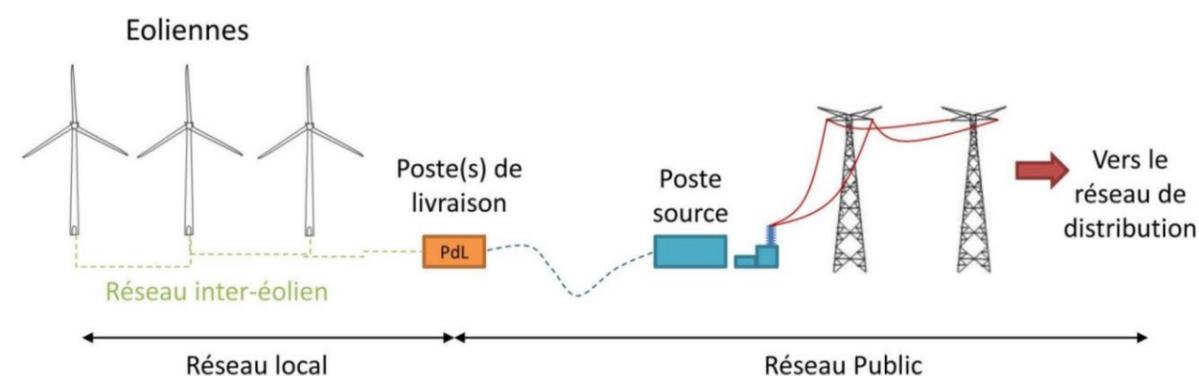


Figure 13 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

#### Caractéristiques principales de l'ouvrage

Le câblage électrique du parc comprend deux parties distinctes : le câblage inter éolienne (objet de la présente demande) et le câblage de raccordement du parc éolien au poste source le plus proche. La jonction entre les deux parties se fait au niveau du poste de livraison du parc éolien.

#### Réseau inter éolien

L'ensemble est réalisé en ligne 20 000 Volts en alternatif triphasé à une fréquence 50 Hz, enterré à une profondeur située entre 0,65 et 1.2 mètre (Vue en coupe : figure 5)

Sous accotement	0,65m
Sous chaussée	0,85 m
Terrain Agricole	1,20

Tableau 21 : Profondeur du réseau

Un grillage avertisseur est placé à 30 cm des canalisations. Les câbles seront de type C33226, l'âme du conducteur sera en aluminium.

Le transformateur électrique (permettant d'élever la tension de 660 Volts en sortie de la génératrice à 20 000 Volts dans le réseau) sera logé au sein de la tour de l'éolienne.

L'éolienne produit en 660 V en sortie de génératrice et dispose d'un transformateur élévateur de tension BT/MT (660 V/20 000 V) qui est logé au pied de la tour de l'éolienne. L'énergie électrique produite est alors dirigée vers le point de livraison qui est raccordé au réseau MT d'ERDF.

NORDEX FRANCE	Spécification Technique	Rev	Date	Auteur / Vérificateur	Commentaires
		0	14/03/11	CEU/FVA	Création
Tranchées pour le passage des câbles haute tension 20kV et de la fibre optique					

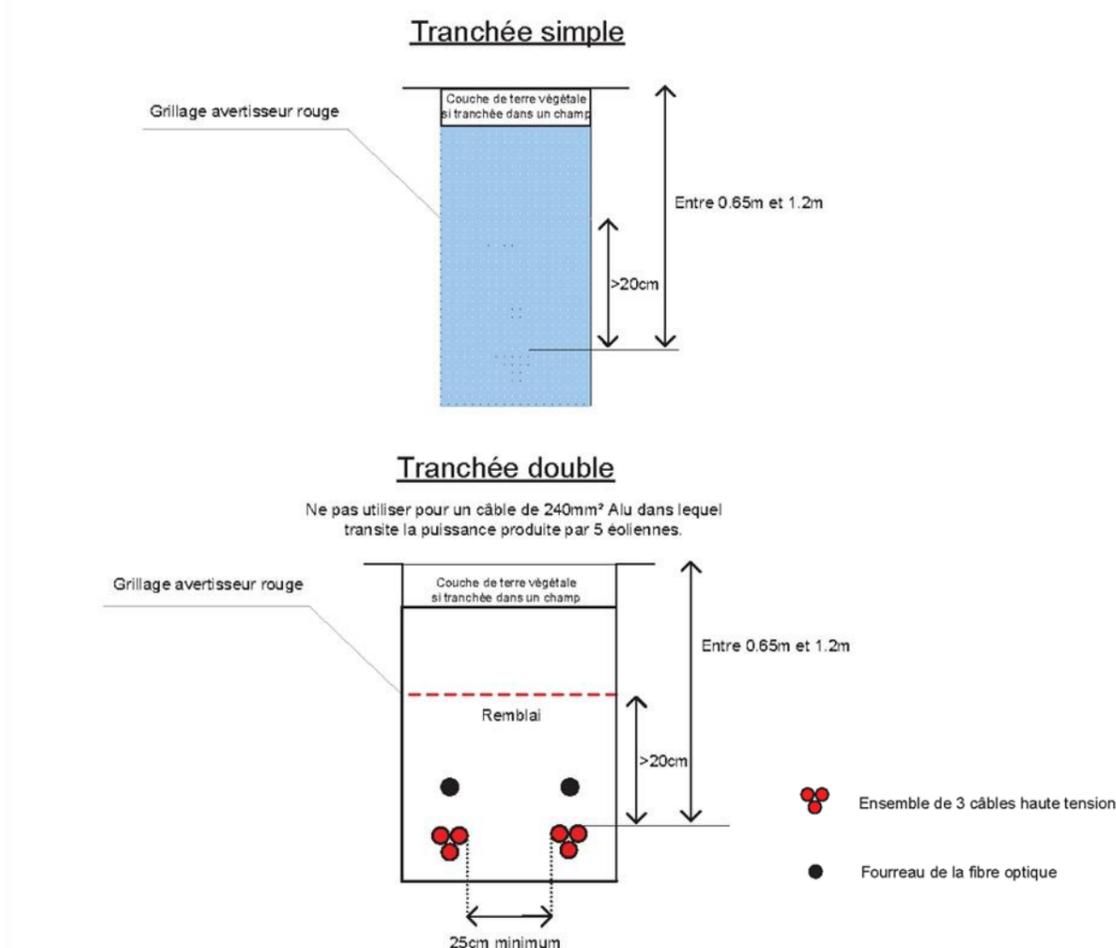


Figure 14 : Coupes-types de tranchées

La tranchée doit être dimensionnée pour y placer :

- Un jeu de 3 câbles haute tension (HTA) permettant d'évacuer l'énergie produite par les éoliennes vers le poste de livraison. Ils peuvent être d'une section de 95mm<sup>2</sup>, 150mm<sup>2</sup>, 240mm<sup>2</sup> ou 300mm<sup>2</sup>
- Un fourreau pour le passage de la fibre optique (PEHD).
- Eventuellement un deuxième jeu de 3 câbles haute tension et un deuxième fourreau pour la fibre optique dans le cas d'un aller-retour de câbles sur un chemin d'accès par exemple.

Les 3 câbles haute tension doivent être de type C33-226 avec enterrabilité directe renforcée. Ils doivent être torsadés ensemble et recouverts d'un tissu géotextile permettant d'assurer une protection mécanique et un refroidissement du câble.

Pour être en accord avec la norme C13-200 et garantir un facteur de charge convenable, un câble de 240mm<sup>2</sup> Alu dans lequel transite la puissance produite par 9 éoliennes doit être seul dans sa tranchée et espacé d'au moins 1m de n'importe quel autre câble électrique. Une autre solution est d'utiliser une section de 300mm<sup>2</sup>.

### Poste de livraison

Les postes de livraison sont compris dans un local préfabriqué de 9,26 m x 2,48 m, soit une emprise au sol de 22,96 m<sup>2</sup>, répondant aux spécifications du guide technique EDF B81, normes NF C13-100, C13-200 et C15-100, la fabrication est réalisée suivant un système qualité certifié AFAQ ISO9002.

Le poste de livraison est placé de manière à optimiser le raccordement au réseau électrique en direction du poste source. Il comprend : un compteur électrique, des cellules de protection, des sectionneurs, des filtres électriques. La tension limitée de cet équipement (20 000 Volts, ce qui correspond à la tension des lignes électriques sur pylônes EDF bétonnés standards des réseaux communs de distribution de l'énergie) n'entraîne pas de risque électromagnétique important. Son impact est donc globalement limité à son emprise au sol : perte de terrain, aspect esthétique.

### Nature des sols

Le site d'étude est localisé en périphérie du Bassin Parisien, présentant des roches (ou faciès) datant du Crétacé supérieur.

Les sols du plateau sont constitués essentiellement de limons. Il s'agit de sols riches et fertiles sur lesquels se développe une agriculture dominée par les grandes cultures céréalières et betteravières.

### Démarches préalables à la réalisation de l'ouvrage

Une première consultation des exploitants de réseaux a été effectuée. Avant la phase travaux, une consultation à travers le portail DICT sera réalisée.

Le pétitionnaire a obtenu les accords avec les propriétaires et exploitants concernés pour les passages en domaine privé. Des conventions de voiries seront, elles, conclues avec les différents gestionnaires de voiries avant la phase chantier.

### Réseau électrique externe (ou réseau public)

Le réseau électrique externe relie les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ENEDIS). Il est lui aussi entièrement enterré. La solution de raccordement retenue est du ressort du gestionnaire du réseau, suivant la demande de raccordement effectuée une fois l'autorisation environnementale unique obtenue.

### Date prévisionnelle des travaux

La date prévisionnelle des travaux de construction des ouvrages de transport et de distribution de l'électricité est tributaire des problématiques de raccordement. A ce jour (mai 2018), la création d'un poste privé est en cours de réflexion.

### 1.1.1. Autres réseaux

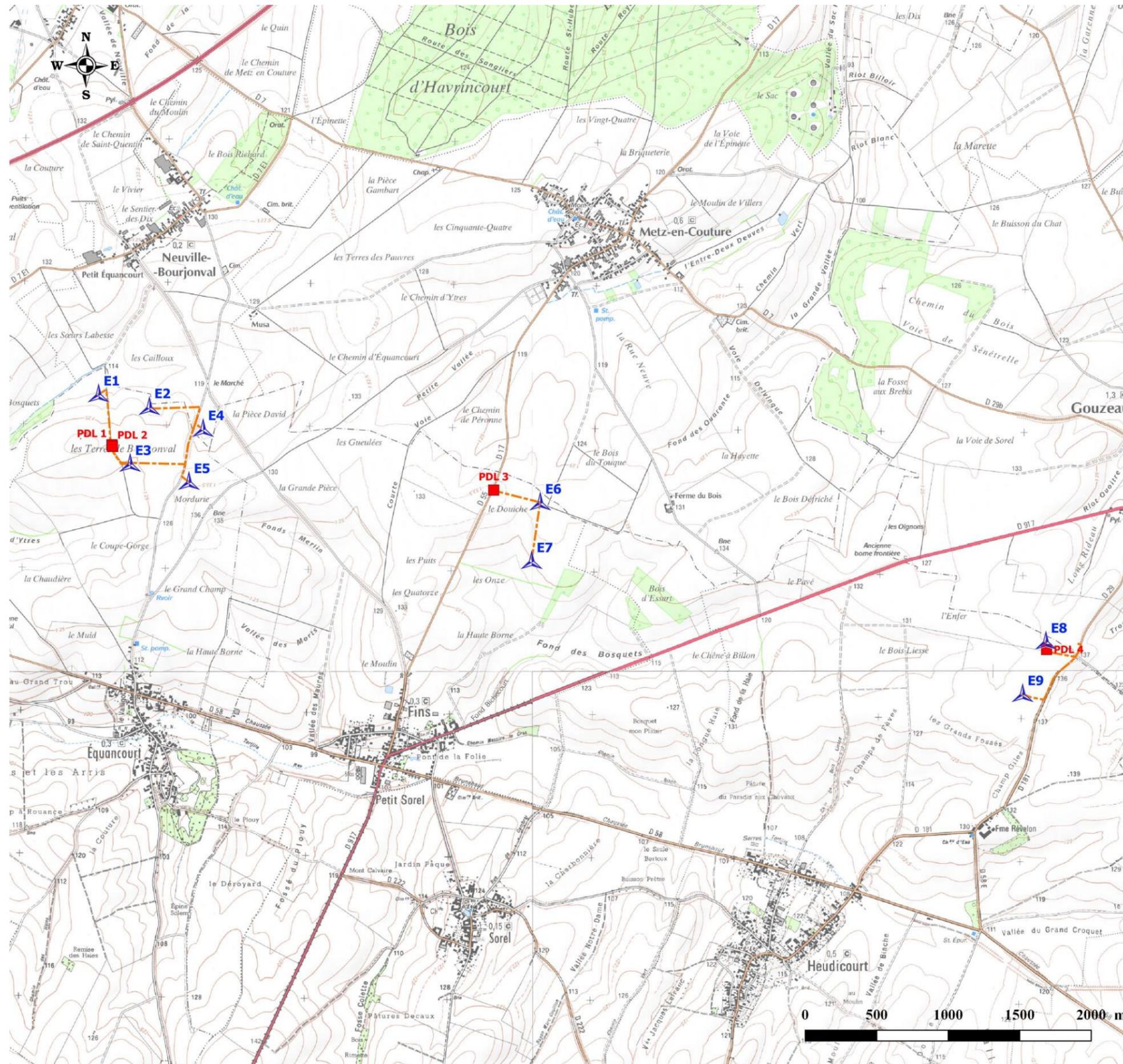
L'extension du parc éolien du Douiche ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

# Raccordement électrique interne



Mai 2019

Source : IGN 100®  
Copie et reproduction interdites



## Légende

Extension du parc éolien du Douiche

-  Eolienne
-  Poste de livraison (x 4)
-  Raccordement inter-éolien

Carte 15 : 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 fonctionnements, etc...

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

### 5.1. Potentiels de dangers liés 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 déchet, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent potentiellement dangereux pour l'environnement.

Les produits identifiés dans le cadre de l'extension du parc éolien du Douiche 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, nettoyeurs) 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.

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	Equipements 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 22 : Produits sortants de l'installation (source : Nordex – 2018)

Lieu de lubrification	Désignation	Lubrifiant	Quantité	Classe de matière dangereuse
Système de refroidissement /Génératrice /Convertisseur	Varidos FSK 45	Liquide de refroidissement	env. 70 L	Xn
Roulements de la génératrice	Klüberplex BEM 41-132	Graisse	env. 9,4 kg	-
Multiplicateurs, circuits de refroidissement inclus	Mobilgear XMP 320 Pour CCV : Optigear Synthetic / A320Optigear Synthetic X320Mobilgear SHC XMP 320	Huile minérale Huile synthétique	450L ou 550 L ou 650 L	-
Système Hydraulique	Shell Tellus S4 VX 32	Huile minérale	env. 25 L	-
Palier de rotor	Mobil SHC Graisse 460 WT	Graisse	env. 30 kg	-
Roulement d'orientation de pale /Voie de roulement	Mobil SHC Graisse 460 WT	Graisse	3 x 4,9 kg	-
Engrenage	Ceplattyn BL gleitmo 585 K pour CCV	Graisse Graisse	env. 0,5 kg	-
Engrenage (orientation de pale)	Mobil SHC 629	Huile synthétique	3 x 11 L	-
Engrenage de système d'orientation	Mobil SHC 629	Huile synthétique	3/4 x 21 L	-
Roulements de système d'orientation /Voie de roulement	Mobil SHC Graisse 460 WT	Graisse	3,8 kg	-
/ Engrenage	Ceplattyn BL gleitmo 585 K pour CCV	Graisse Graisse	env. 0,5 kg	-

Tableau 23 : Liste des autres produits susceptibles d'être mis en œuvre sur l'installation (source : Nordex, 2018)

## 5.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement de l'extension du parc éolien du Douiche 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 dans le tableau suivant.

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

Tableau 24 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)

## 5.3. Réduction des potentiels de dangers à la source

### 2.3.1. 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.

#### Grenelle de l'environnement : nouveau schéma éolien

Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement fixé par les lois Grenelle, l'ancienne région Nord-Pas-de-Calais a élaboré son Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE), approuvé en date du 20 novembre 2012. L'un des volets de ce schéma est constitué par un Schéma Régional Eolien (SRE), approuvé le 25 juillet 2012, qui fixe les objectifs des départements du Nord et du Pas-de-Calais à l'horizon 2020, détermine quelles sont les zones favorables à l'accueil des parcs et quelles puissances pourront y être installées.

Toutefois, dans un arrêté du 19 avril 2016, le tribunal administratif de Lille a annulé le schéma régional éolien (SRE) du Nord-Pas-de-Calais. Le SRE a été invalidé pour défaut d'évaluation environnementale préalable et donc violation du droit communautaire, rendant sa procédure d'adoption irrégulière. Le juge administratif a retenu que ce manquement était "susceptible d'avoir exercé une influence sur le sens de la décision attaquée et privé tant le public que les collectivités concernées d'une garantie".

Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement fixé par les lois Grenelle, l'ancienne région Picardie a élaboré son Schéma régional climat air énergie (SRCAE) validé par arrêté préfectoral du 14 Juin 2012. L'un des volets de ce schéma très général est constitué par un Schéma régional éolien (SRE), qui détermine quelles sont les zones favorables à l'accueil des parcs et quelles puissances pourront y être installées en vue de remplir l'objectif régional d'ici à 2020.

Toutefois, ce dernier a été annulé par la Cour Administrative et d'Appel de Douai, le 16 juin 2016, suite à de nombreuses oppositions et à l'absence d'analyse des enjeux liés aux paysages et à l'environnement préalablement à son adoption.

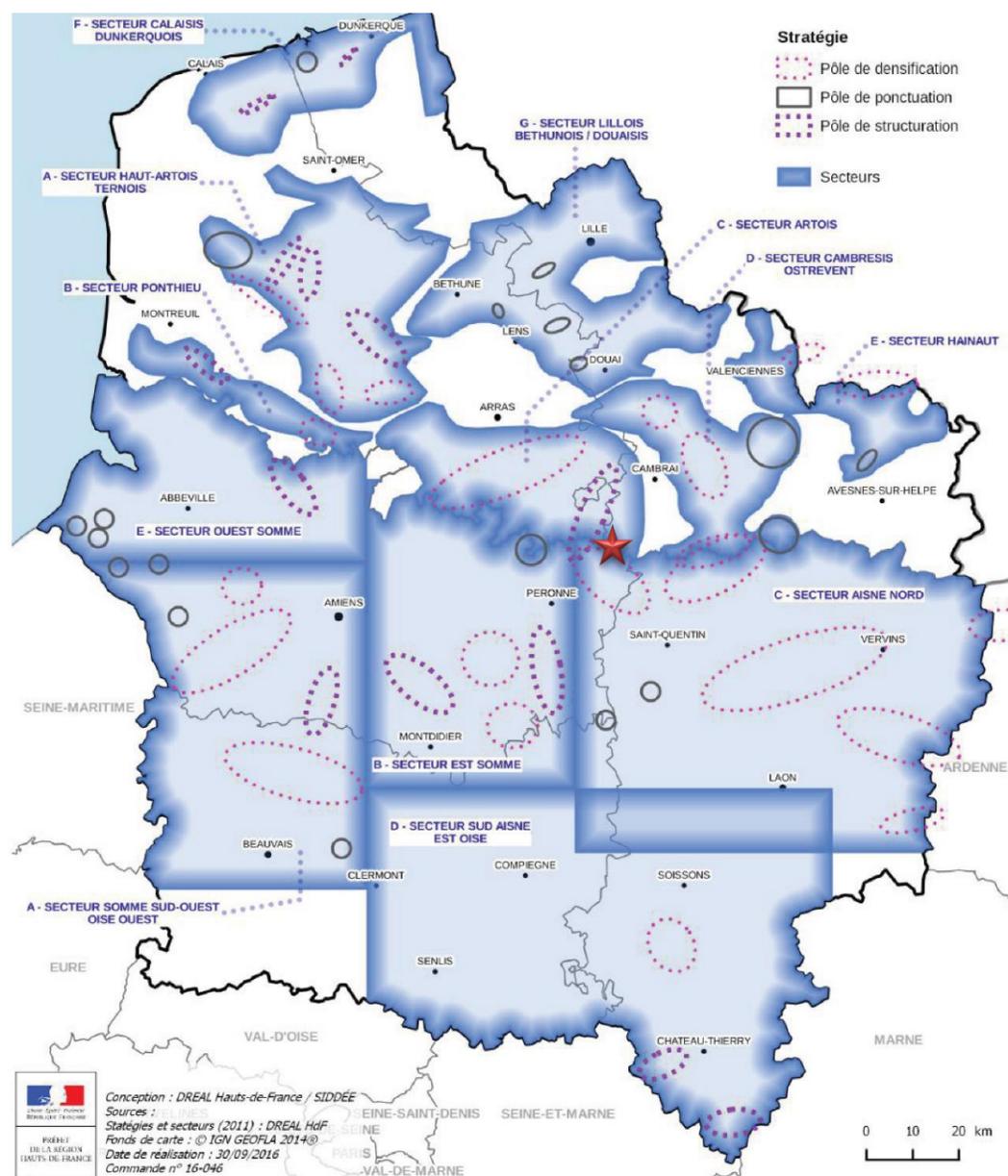
L'objectif de ce Schéma régional éolien est d'améliorer la planification territoriale du développement de l'énergie éolienne et de favoriser la construction des parcs éoliens dans des zones préalablement identifiées. La finalité de ce document est d'**éviter** le mitage du paysage, de **maîtriser** la densification éolienne sur le territoire, de **préserver** les paysages les plus sensibles à l'éolien, et de rechercher une **mise en cohérence** des différents projets éoliens. Pour cela, le Schéma Régional s'est appuyé sur des démarches existantes (Schémas Paysagers Eoliens départementaux, Atlas de Paysages, Chartes, ...). Les données patrimoniales et techniques ont ensuite été agrégées, puis les contraintes ont été hiérarchisées. Il en est alors ressorti une **cartographie** des zones particulièrement favorables à l'éolien (en vert), des zones favorables à l'éolien sous conditions (en orange) et des zones défavorables en raison de contraintes majeures (en blanc), dont un extrait est présenté page suivante.

La zone d'implantation du projet pour l'implantation des éoliennes est incluse dans le **secteur Artois**, pour l'ancienne région Nord-Pas-de-Calais et dans le **secteur Aisne Nord** pour l'ancienne région Picardie.

La zone d'implantation du projet appartient à des secteurs favorables au développement éolien. Concernant l'ancienne région Nord-Pas-de-Calais, il est précisé que le paysage de l'Artois est très propice à la densification de l'éolien. Dans ce secteur, trois types développement sont possibles :

- Confortement des pôles de densification avec une densification des projets existants ;
- Développement en structuration avec un accompagnement des lignes de force du canal Seine-Nord-Europe ;
- Développement en ponctuation.

Concernant l'ancienne région Picardie, il est précisé que le secteur est très propice à l'éolien. Ce secteur se caractérise à l'Ouest par le Vermandois qui est propice à la densification de l'éolien. La stratégie globale est une densification de l'éolien tout en prenant en compte la question des respirations paysagères.



Carte 16 : Synthèse des secteurs identifiés par les anciens SRE – Etoile rouge : Zone d'implantation du projet (source : DREAL Hauts-de-France, Analyse du développement de l'éolien terrestre dans la région Hauts-de-France, 2017)

⇒ Le projet se situe sur les communes de Neuville-Bourjonval, Equancourt, Fins et Heudicourt, territoires intégrés à la liste des communes constituant les délimitations territoriales des SRE.

### Etude itérative de limitation des impacts

Dans la limite du périmètre de la zone d'implantation (polygone au-delà de 500 mètres des premières habitations et intégrant d'autres contraintes techniques telles que les distances minimales aux routes etc.), 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.

Compte tenu de la configuration de la zone d'étude, trois variantes d'implantation ont été étudiées. Un cheminement itératif a été mené par le porteur de projet ayant conduit à la définition d'une variante de moindre impact. En effet, la connaissance du site et des contraintes locales se sont affinées avec l'avancée progressive des résultats des études de terrain et les démarches de concertation, ce qui a permis de faire évoluer les projets d'implantation pour limiter les impacts du parc sur son environnement. Ce sont ensuite les expertises naturaliste, paysagère, acoustique et énergétique qui permettent d'affiner la conception du projet.

La variante finale comporte 9 éoliennes et respecte un maximum de contraintes écologiques et paysagères.

### 2.3.2. 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 IPPC 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 Etats-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

#### 3.1.1. Base de données

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter l'extension du parc éolien du DOuiche. 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 (mars 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 de 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.

#### 3.1.2. Bilan accidentologie matériel

Selon la base ARIA recensant les accidents technologiques, un total de 66 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2017 (voir Tableau 25). Les 37 premiers accidents de ce tableau ont été validés par les membres du groupe de travail précédemment mentionné, à travers le guide technique élaboré en mai 2012.

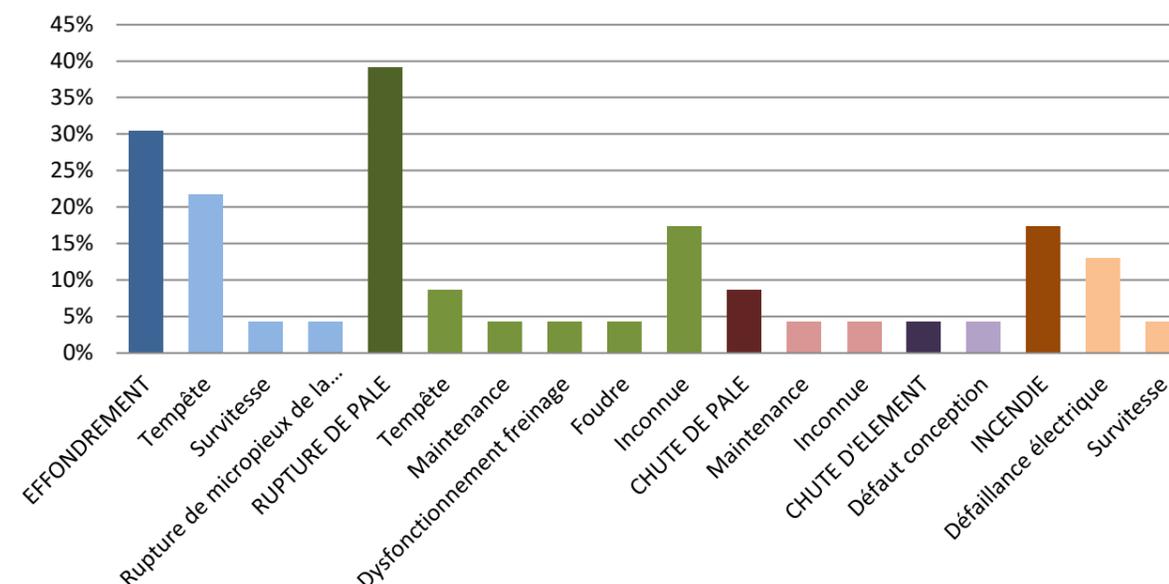
Il apparaît dans ce recensement que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.

Le graphique ci-après montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, ...) 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. Elles sont représentées 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. Elles sont représentées 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.

Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 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 mât 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 de 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 deux 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 a été arrachée. 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 deux 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.
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 main)
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-le-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	Vieillepesse (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 <sup>2</sup> de garrigue environnante
06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne (Aude)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne suite à un défaut de vibration
17/03/2013	Euvry (Marne)	Feu dans une nacelle entraînant une chute de pale
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 <sup>2</sup>
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
06/02/2015	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 (Dineault)	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
14/09/2016	Les Grandes Chapelles (Aube)	Electrisation d'un employé dans une éolienne
27/02/2017	Trayes (Deux-Sèvres)	Chute d'un élément d'une pale d'éolienne
06/06/2017	Allones (Sarthe)	Feu dans la nacelle d'une éolienne
24/06/2017	Concy/Canche (Pas-de-Calais)	Chute d'une pale
03/08/2017	Priez (Aisne)	Détachement d'une pale
26/10/2017	Vaux-les-Mouzon (Ardennes)	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance
01/01/2018	Bouin (Vendée)	Chute d'une éolienne lors d'une tempête
04/01/2018	Nixeville-Blercourt (Meuse)	Chute d'une pale d'éolienne
06/02/2018	Conilhac-Corbières (Aude)	Chute de l'aéofrein d'une pale d'éolienne
02/08/2018	Izenave (Ain)	Incendie d'une éolienne
06/11/2018	Guigneville (Loiret)	Effondrement d'une éolienne
02/01/2019	La Limouzinière (Loire-Atlantique)	Feu dans la nacelle d'une éolienne

17/01/2019	Bambiderstroff (Moselle)	Chute d'un morceau de pale
23/01/2019	Boutavent (Oise)	Le mât d'une éolienne se plie
30/01/2019	Roquetaillade et Conilhac-de-la-Montagne (Aude)	Chute d'une pale

Tableau 25 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)

### 3.1.3. Bilan accidentologie humaine

Le bilan de l'accidentologie humaine indique que depuis 15 ans environ :

- Aucun tiers, extérieur au parc, n'a été blessé ou tué ;
- Les personnes blessées sont toutes du personnel de maintenance. Neuf accidents sont à déplorer conduisant à huit blessés et trois décès.

Année	Nb. Individu	Blessure	Cause
2002	1	Electrocution et brulure	Contact avec le transformateur
2009	2	Brulure	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
2016	1	Brûlure	Arc électrique
2017	1	Décès	Circonstances non encore établies, épisode survenu au cours d'une opération de maintenance

Tableau 26 : 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 à l'international

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il est également basé 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.

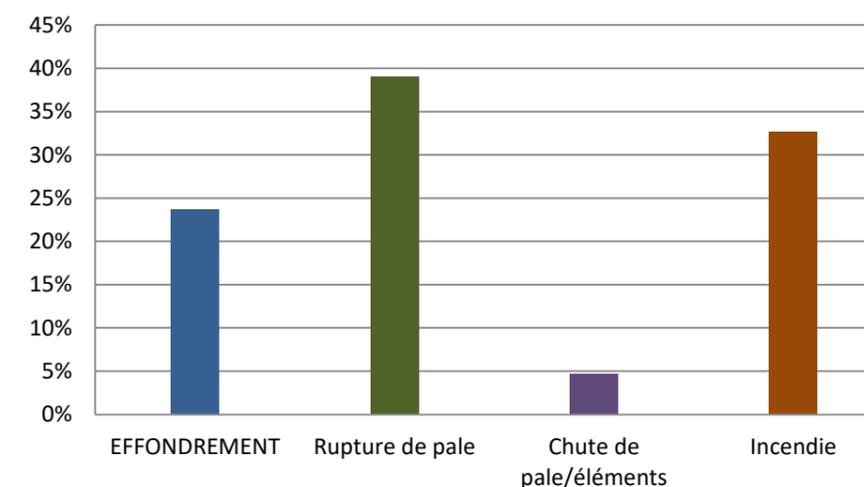
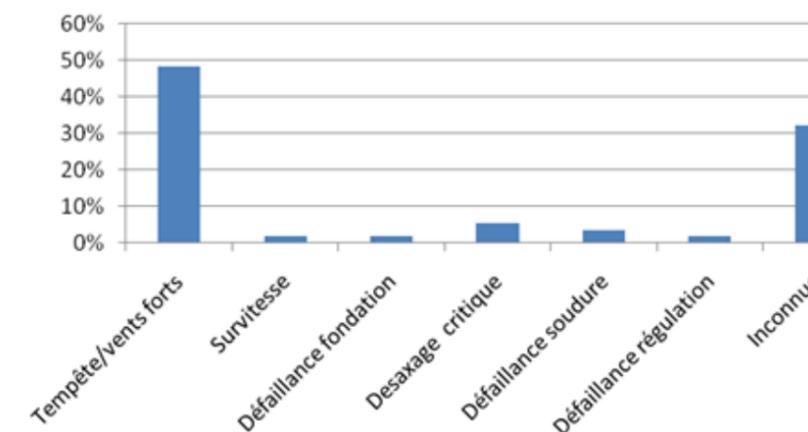
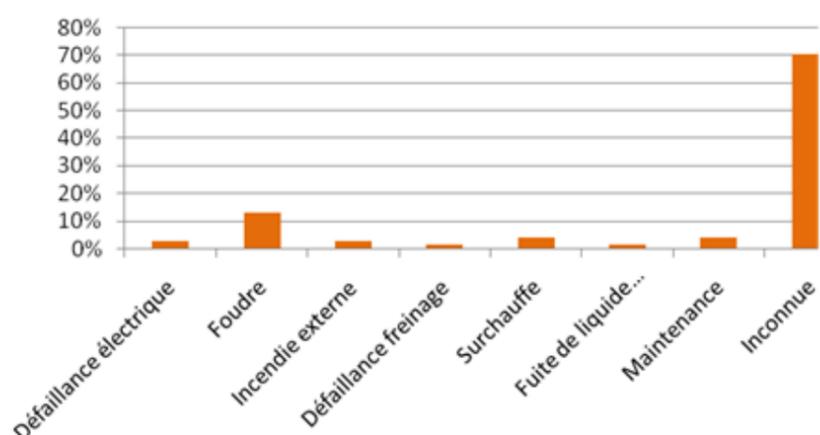
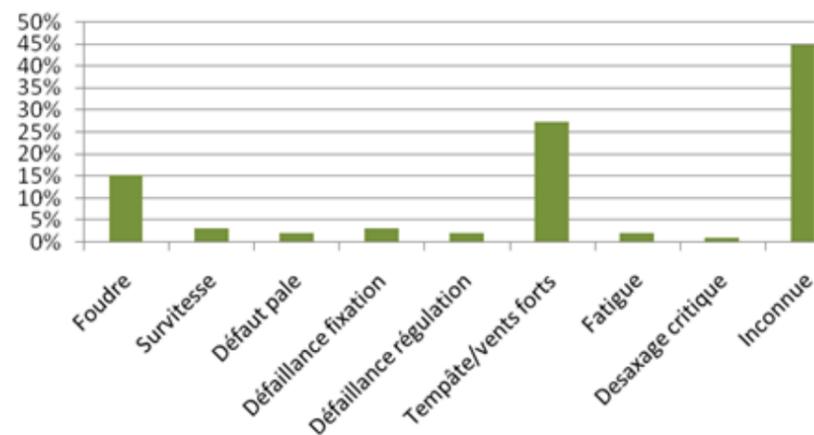


Figure 15 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)





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

- D'effondrement
- De rupture de pale
- D'incendie

Figure 16 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)

## 6.3. Inventaire des accidents et incidents survenus sur les sites de l'exploitant

A la date de rédaction de la présente étude, aucun accident majeur n'est survenu sur les sites exploités par la société « Parc Éolien Nordex XXXI SAS » (source : Nordex, 2018).

## 6.4. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

### 3.4.1. 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 montre cette évolution et il apparaît 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.

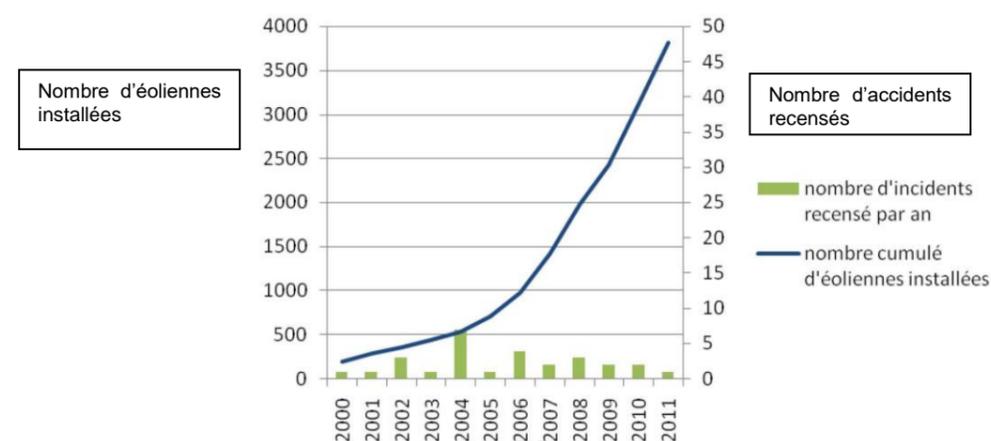


Figure 17 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (INERIS/SER/FEE, 2012)

### 3.4.2. 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.

Le retour d'expérience de la filière éolienne française et internationale permet 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 à une échelle détaillée, elle comporte de nombreuses incertitudes.



## 7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

### 7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques

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

Les 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 événements 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 ;
- Evénements climatiques d'intensité supérieure aux événements 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.

### 4.3.1. Agression externe 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 m 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).

Infrastructure				
Fonction	Transport	Transport aérien	Transport d'électricité	Production d'électricité
Événement 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	<b>200 m</b>	<b>2 000 m</b>	<b>200 m</b>	<b>500 m</b>
Distance par rapport au mât des éoliennes	E1	58 Cr8 164 Ce2 167 Ce1		-
	E2	125 Ce3		-
	E3	58 Cr8		-
	E4	64 Vc2 64 Cr4		412 F1 (Parc du Douiche)
	E5	62 Vc2 127 Cr10	-	434 F5 (Parc du Douiche)
	E6	56 Ce12 79 Ce5		-
	E7	-		-
	E8	71 Ce8		478 HS6 (Parc du Douiche)
	E9	155 RD29/181		428 HS12 (Parc du Douiche)

Tableau 27 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines – Vc : Voie communale, Cr : Chemin rural, Ce : Chemin d'exploitation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

### 4.3.2. Agression externe liées aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Intensité
Tempête	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Risque possible ;</li> </ul>
Foudre	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>Densité de foudroiement</u> : 13 contre 20 en moyenne nationale</li> <li>▪ Respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) et EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)</li> </ul>
Mouvement de terrain	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aléa nul à faible de retrait et gonflement des argiles ;</li> <li>▪ <u>Cavité</u> : Aucune cavité n'est présente sur le périmètre d'étude (géorisques.gouv.fr, septembre 2018).</li> </ul>

Tableau 28 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Comme il a été précisé précédemment, les agressions externes liées à des inondations, à des incendies de forêts ou de cultures ou 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 lui-même.

Le cas spécifique des effets directs 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 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 après.

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.

## 7.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

Après avoir recensé, dans un premier temps, les potentiels de danger 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 doit identifier l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associées pouvant déclencher la libération du 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'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience 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 de la formation de glace sur les pales (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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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
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 importantes sur les pales	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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 lavage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	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)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E06	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	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 29 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Ce tableau présentant le résultat d'une analyse de risque est considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.

Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en Annexe 1 de la présente étude.

## 7.5. Effets dominos sur les ICPE

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. Par exemple, la projection de pale impactant les canalisations d'une usine à proximité peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses. Ce phénomène est appelé « effet domino ».

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 ».

Deux types d'installation sont recensés à proximité des éoliennes de l'extension du parc éolien du Douiche :

- Les éoliennes du parc éolien du Douiche ;
- Les postes de livraison.

Les actions de maintenances spécifiques aux éoliennes et aux postes de livraison sont très ponctuelles et limitées dans le temps. De plus, certaines d'entre-elles ne nécessitent pas une intervention sur le terrain et peuvent s'effectuer à distance. De ce fait, l'enjeu humain au niveau de ces éléments peut être considéré identique à celui qui est observé sur les terrains non bâtis.

L'enjeu matériel concerne les éléments lui-même, qui pourrait être détérioré (suite à la chute d'un élément de l'aérogénérateur, la chute d'un morceau de glace, la chute de l'aérogénérateur ou la projection d'un morceau de glace ou de pale ou d'une pale), ainsi que les cultures aux alentours de ces derniers, qui pourraient être également détériorées en cas d'incendie.

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

On limite l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 m (source : INERIS/SER/FEE, Mai 2012). Or, sur la zone d'étude, aucune éolienne de l'extension du parc éolien du Douiche ne se trouve à moins de 100 m d'une éolienne d'un parc en service ou de toute autre installation ICPE (412 m de l'éolienne la plus proche du parc éolien du Douiche).

- ⇒ Aucun effet domino n'est envisagé ;
- ⇒ L'enjeu humain lié à ce risque est faible.

## 7.6. Mise en place des mesures de sécurité

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 mise en œuvre sur les éoliennes de l'extension du parc éolien du Douiche. 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-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des 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'à 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 « NA » (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.

N° de la fonction de sécurité : 1	Prévenir de la formation de glace sur les pales de l'éolienne	N° de risque concerné : GO2
<b>Mesures de sécurité</b>	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.	
<b>Description</b>	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.	
<b>Indépendance</b>	Non. Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.	
<b>Temps de réponse</b>	Immédiat (L'alarme est déclenchée dès que le capteur est gelé ou détecte de la neige.)	
<b>Efficacité</b>	100 %	
<b>Tests</b>	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne	
<b>Maintenance</b>	Vérification permanente de l'état du système puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.	

N° de la fonction de sécurité : 2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de risque concerné : GO1
<b>Mesures de sécurité</b>	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées	
<b>Description</b>	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).	
<b>Indépendance</b>	Oui	
<b>Temps de réponse</b>	NA	
<b>Efficacité</b>	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.	
<b>Tests</b>	NA	
<b>Maintenance</b>	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.	

N° de la fonction de sécurité : 3		Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de risque concerné : I03/I04
<b>Mesures de sécurité</b>	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice		
<b>Description</b>	En cas de température anormalement haute, une alarme est émise par le système SCADA au centre de contrôle de l'exploitant. Si la température dépasse un seuil haut, l'éolienne est mise à l'arrêt et ne peut être relancée qu'après intervention d'un technicien en nacelle, qui procédera à une identification des causes et à des opérations techniques le cas échéant.		
<b>Indépendance</b>	Oui Ces systèmes s'appuient sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. Ces données sont cependant analysées par l'automate de sécurité embarqué sur chaque éolienne, dont le rôle est dédié à la sécurité de l'installation.		
<b>Temps de réponse</b>	<60 secondes.		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Lors de la phase d'essai de la machine		
<b>Maintenance</b>	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.		

N° de la fonction de sécurité : 4		Prévenir la survitesse	N° de risque concerné : I03/P01
<b>Mesures de sécurité</b>	Détection de survitesse et système de freinage. Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2) et EN 954-1		
<b>Description</b>	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	15 à 60s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté) 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.		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	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.		
<b>Maintenance</b>	Vérification du système après les 500 à 1 500 premières heures de fonctionnement (environ 3 mois). Maintenance préventive annuelle de l'éolienne avec notamment contrôle de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

N° de la fonction de sécurité : 5		Prévenir les courts-circuits	N° de risque concerné : I01/I02/I05/I06
<b>Mesures de sécurité</b>	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
<b>Description</b>	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées. La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d'arc et de l'acquiescement manuel du défaut.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	De l'ordre de la seconde		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Test des détecteurs d'arc à la mise en service puis tous les 6 mois.		
<b>Maintenance</b>	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.		

N° de la fonction de sécurité : 6		Prévenir les effets de la foudre	N° de risque concerné : I02
<b>Mesures de sécurité</b>	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
<b>Description</b>	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Parafoudres sur la nacelle + récepteurs de foudre sur les 2 faces des pales Mise à la terre (nacelle/mât, sections de mât, mât/fondation) Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Immédiat dispositif passif		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Avant la première mise en route de l'éolienne, une mesure de mise à la terre est effectuée.		
<b>Maintenance</b>	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. Contrôle de l'état de l'installation de mise à la terre dans le mât à chaque maintenance préventive.		

N° de la fonction de sécurité : 7		Protection et intervention incendie		N° de risque concerné : I02	
<b>Mesures de sécurité</b>	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours				
<b>Description</b>	DéTECTEURS de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secouru (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)				
<b>Indépendance</b>	Oui				
<b>Temps de réponse</b>	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme 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. Le temps d'intervention des services de secours est, quant à lui, dépendant de la zone géographique.				
<b>Efficacité</b>	100 %				
<b>Tests</b>	Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans.				
<b>Maintenance</b>	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.				

N° de la fonction de sécurité : 8		Prévention et rétention des fuites		N° de risque concerné : I07/F01/F02	
<b>Mesures de sécurité</b>	DéTECTEURS de niveau d'huiles Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération Capteurs de niveau du circuit de refroidissement (niveau bas alarmé avec arrêt après temporisation) Procédure d'urgence Kit antipollution				
<b>Description</b>	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. 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 accumulateur hydropneumatique (pressurisé à l'azote) qui permet la mise en drapeau de la pale. Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants. 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 le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.				
<b>Indépendance</b>	Oui				
<b>Temps de réponse</b>	Dépendant du débit de fuite				
<b>Efficacité</b>	100 %				

<b>Tests</b>	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.
<b>Maintenance</b>	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an

N° de la fonction de sécurité : 9		Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)		N° de risque concerné : C01/C02/C03/P03/E01/E02/E03/E05/E07	
<b>Mesures de sécurité</b>	Surveillance des vibrations Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)				
<b>Description</b>	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 équipées de capteurs de vibration, qui entraînent l'arrêt en cas de dépassement des seuils définis. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223 (peinture et revêtement anti-corrosion).				
<b>Indépendance</b>	Oui				
<b>Temps de réponse</b>	15 à 60s pour les capteurs de vibration (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté)				
<b>Efficacité</b>	100 %				
<b>Tests</b>	Déclenchement manuel des capteurs de vibration et vérification de la réponse du système				
<b>Maintenance</b>	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 Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Inspection visuelle du mât et, si besoin, nettoyage lors des maintenances préventives annuelles.				

N° de la fonction de sécurité : 10		Prévenir les erreurs de maintenance		N° de risque concerné : C01/E07	
<b>Mesures de sécurité</b>	Procédure maintenance				
<b>Description</b>	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel				
<b>Indépendance</b>	Oui				
<b>Temps de réponse</b>	NA				
<b>Efficacité</b>	100 %				
<b>Tests</b>	Vérification du manuel de maintenance avant démarrage de l'exploitation. Formation systématique des techniciens.				
<b>Maintenance</b>	NA				

N° de la fonction de sécurité : 11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de risque concerné : E05
<b>Mesures de sécurité</b>	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 pâles) par le système de conduite	
<b>Description</b>	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.	
<b>Indépendance</b>	Oui	
<b>Temps de réponse</b>	15 à 60 s suivant le programme de freinage	
<b>Efficacité</b>	100 %. <i>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.</i>	
<b>Tests</b>	Test des programmes de freinage lors de la mise en service de l'éolienne. Test automatique du système de freinage mécanique et du fonctionnement de chaque système pitch (freinage aérodynamique) lors de la séquence de démarrage de l'éolienne.	
<b>Maintenance</b>	Maintenance préventive du système pitch (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment vérification du câblage et du système de lubrification automatique, graissage des roulements de pitch. Maintenance préventive du frein mécanique (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment inspection visuelle, vérification de l'épaisseur des plaquettes de frein et des capteurs du frein mécanique.	

N° de la fonction de sécurité : 12	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de risque concerné : E06/P02
<b>Mesures de sécurité</b>	Inspection + actions de sécurité associées	
<b>Description</b>	NA	
<b>Indépendance</b>	Oui	
<b>Temps de réponse</b>	NA	
<b>Efficacité</b>	100 %	
<b>Tests</b>	Dégradation de l'état des équipements surveillée à chaque visite machine.	
<b>Maintenance</b>	Lors de chaque visite sur site	

N° de la fonction de sécurité : 13	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention	N° de risque concerné : E04
<b>Mesures de sécurité</b>	Elaboration du plan de prévention, mise en œuvre des mesures définies	
<b>Description</b>	Plan de prévention fait annuellement incluant une visite commune pour identifier les risques sur site ainsi que les mesures de prévention et d'urgence.	
<b>Indépendance</b>	Oui	
<b>Temps de réponse</b>	NA	
<b>Efficacité</b>	100 %	
<b>Tests</b>	Visite sécurité 2 fois par an par le constructeur sur site et vérification de l'application des consignes du plan de prévention.	
<b>Maintenance</b>	Annuelle ou à chaque opération non-routinière (intervention d'une grue externe par exemple).	

Tableau 30 : 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.

## 7.7. Conclusion de l'analyse préliminaire 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
<b>Incendie de l'éolienne (effets thermiques)</b>	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 <sup>2</sup> 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.
<b>Incendie du poste de livraison ou du transformateur</b>	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant 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 et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
<b>Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C</b>  <i>Ne concerne pas le projet d'extension du DOuiche</i>	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.
<b>Infiltration d'huile dans le sol</b>  <i>Ne concerne pas le projet d'extension du Douiche</i>	En cas d'infiltration d'huiles 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 31 : 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 ETUDES DETAILLEES 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 définitions

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 toxique.

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 nationale 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.

#### 5.1.1. 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 considérée comme rapide.

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

#### 5.1.2. 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 toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

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

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

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

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

Le degré d'exposition est défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection.

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

Tableau 32 : 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.

### 5.1.3. 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 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« Important »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« Modéré »	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

Tableau 33 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)

### 5.1.4. 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)
<b>A</b>	<b>Courant</b> 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>B</b>	<b>Probable</b> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
<b>C</b>	<b>Improbable</b> Événement 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.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
<b>D</b>	<b>Rare</b> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
<b>E</b>	<b>Extrêmement rare</b> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 34 : 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 :

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

$P_{\text{ERC}}$  = 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)

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

$P_{\text{atteinte}}$  = 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 ( $P_{\text{accident}}$ ) à la probabilité de l'événement redouté central ( $P_{\text{ERC}}$ ) a été retenue.

### 5.1.5. Matrice de criticité

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

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

- **En vert** : une zone pour laquelle les risques peuvent être qualifiés de moindre et donc acceptable, et l'évènement est 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 acceptable pour laquelle des modifications substantielles doivent être définies afin de réduire le risque à un niveau acceptable ou intermédiaire, par la démonstration de la maîtrise de ce risque.

GRAVITÉ Conséquences	Classe 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	Vert	Jaune	Jaune	Rouge
Modéré	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune

Légende de la matrice :

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

Tableau 35 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

## 8.2. Détermination des paramètres pour l'étude détaillée des risques

### 5.2.1. 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, 149,3 m pour les éoliennes de l'extension du parc éolien du Douiche.

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 mât 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 présente les résultats pour chacun des modèles.  $Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  est la zone d'effet,  $d$  le degré d'exposition,  $R$  est le rayon du rotor,  $H$  la hauteur au moyeu,  $L$  la largeur du mât et  $LB$  la largeur de la base de la pale.

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = (H \times L) + (3 \times R \times LB / 2)$	$Z_E = \pi \times (H + R)^2$	$d = (Z_I / Z_E)$	
586	70 028	0,837%	Exposition modérée

Tableau 36 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de « effondrement de l'éolienne »

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 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 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 d'effondrement et la gravité associée :

Effondrement de l'éolienne						
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	1 personne / 100 ha		1 personne / 10 ha			
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	6,86	0,07	0,14	0,02	0,09	Modérée
E2	6,99	0,07	0,01	0,01	0,08	Modérée
E3	6,87	0,07	0,13	0,02	0,09	Modérée
E4	6,80	0,07	0,20	0,02	0,09	Modérée
E5	6,75	0,07	0,26	0,03	0,10	Modérée
E6	6,88	0,07	0,12	0,02	0,09	Modérée
E7	7,00	0,08	0,00	0,00	0,08	Modérée
E8	6,87	0,07	0,13	0,02	0,09	Modérée
E9	7,00	0,08	0,00	0,00	0,08	Modérée

Tableau 37 : 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 38 : 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'expérience<sup>1</sup>, 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

<sup>1</sup> 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.

les machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement. Ces mesures de 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 de l'extension du parc éolien du Douiche, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1 à E9	Modérée	Acceptable

Tableau 39 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « effondrement de l'éolienne »

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

## 5.2.2. 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, une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) 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 mât de l'éolienne. Pour l'extension du parc éolien du Douiche, la zone d'effet a donc un rayon de 58,4 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 de l'extension du parc éolien du Douiche.  $Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  est la zone d'effet,  $R$  correspond au rayon rotor ( $R=58,4$  m),  $SG$  est la surface du morceau de glace majorant ( $SG=1$  m<sup>2</sup>).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $1/D =$ zone de survol)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E)$	
1	10 715	0,009 (<1 %)	Exposition modérée

Tableau 40 : 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 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 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 :

Eolienne	Chute de glace				Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés		Terrains aménagés mais peu fréquentés			
	1 personne / 100 ha	1 personne / 10 ha	1 personne / 100 ha	1 personne / 10 ha		
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	1,06	0,02	0,01	0,01	0,03	Modérée
E2	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E3	1,07	0,02	0,00	0,01	0,03	Modérée
E4	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E5	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E6	1,06	0,02	0,01	0,01	0,03	Modérée
E7	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E8	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E9	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée

Tableau 41 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute de glace »

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

### 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 suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur de l'extension du parc éolien du Douiche, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute de glace		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1 à E9	Modérée	Acceptable

Tableau 42 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »

⇒ Ainsi, pour l'extension du parc éolien du Douiche, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

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.

### 5.2.3. 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'élément 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 (58,4 m).

#### 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 de l'extension du parc éolien du Douiche, d est le degré d'exposition, Z<sub>I</sub> la zone d'impact, Z<sub>E</sub> la zone d'effet, R correspond au rayon rotor (R= 58,4 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB= 2,5 m).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à 1/D = zone de survol)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E)$	
73	10 715	0,681 (< 1%)	

Tableau 43 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace

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 de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 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 :

Eolienne	Chute d'éléments				Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés		Terrains aménagés mais peu fréquentés			
	1 personne / 100 ha	1 personne / 10 ha	1 personne / 100 ha	1 personne / 10 ha		
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	1,06	0,02	0,01	0,01	0,03	Modérée
E2	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E3	1,07	0,02	0,00	0,01	0,03	Modérée
E4	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E5	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E6	1,06	0,02	0,01	0,01	0,03	Modérée
E7	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E8	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E9	1,07	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée

Tableau 44 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

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

#### 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 x 10<sup>-4</sup> 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 de l'extension du parc éolien du Douiche, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable).

Chute d'éléments de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1 à E9	Modérée	Acceptable

Tableau 45 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

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

## 5.2.4. Projection de pales et de fragments de pales

### 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. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent 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 au chapitre 10.5 (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 pales ou de fragments de pales dans le cadre des études de dangers des parcs éoliens.

### Intensité

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment 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 de projection de pale ou de fragment de pale dans le cas de l'extension du parc éolien du Douiche.  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_I$  la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $R$  correspond au rayon rotor ( $R=58,4$  m) et  $LB$  la largeur de la base de la pale ( $LB=2,5$  m).

Projection de pale ou de fragment de pale Zone de 500 m autour de chaque éolienne			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z=R \times LB/2$	$Z_E=\pi \times R_E^2$	$d = (Z_I/Z_E)$	
73	785 398	0,009 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 46 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

Remarque :  $R_E$  correspond au rayon de la zone d'effet, soit 500 m. Il n'est pas à confondre avec le  $R$  du rayon de la 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 m autour de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 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 :

Eolienne	Projection de pales ou de fragments de pales				Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés		Terrains aménagés mais peu fréquentés			
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
	1 personne / 100 ha		1 personne / 10 ha			
E1	77,44	0,78	1,10	0,11	0,89	Modérée
E2	76,89	0,77	1,65	0,17	0,94	Modérée
E3	77,06	0,78	1,48	0,15	0,93	Modérée
E4	76,74	0,77	1,80	0,19	0,96	Modérée
E5	76,13	0,77	2,41	0,25	1,02	Sérieuse
E6	76,91	0,77	1,63	0,17	0,94	Modérée
E7	77,33	0,78	1,21	0,13	0,91	Modérée
E8	76,68	0,77	1,86	0,19	0,96	Modérée
E9	76,78	0,77	1,76	0,18	0,95	Modérée

Tableau 47 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

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

### 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 assesment for a wind farm project	$1 \times 10^{-6}$	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 48 : 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 61 400-24 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 ;
- L'utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou 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 de l'extension du parc éolien du Douiche, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de pale ou de fragment de pale		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Sérieuse	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable
E9	Modérée	Acceptable

Tableau 49 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

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

## 5.2.5. 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 dommage 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 10.5 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 :

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

Cette distance est de 311,6 m.

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (voir référence 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 m<sup>2</sup>) 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 de l'extension du parc éolien du Douiche. d est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R correspond au rayon rotor, H la hauteur au moyeu, et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace			
Dans un rayon RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
ZI = SG	ZE = π x (DxR) <sup>2</sup>	D = ZI/ZE x 100	
1	304 934	0,0003%	Exposition modérée

Tableau 50 : 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 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 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		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	1 personne / 100 ha		1 personne / 10 ha			
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	29,89	0,30	0,60	0,07	0,37	Modérée
E2	30,23	0,31	0,27	0,03	0,34	Modérée
E3	30,19	0,31	0,31	0,04	0,35	Modérée
E4	29,55	0,30	0,94	0,10	0,40	Modérée
E5	29,48	0,30	1,02	0,11	0,41	Modérée
E6	30,21	0,31	0,28	0,03	0,34	Modérée
E7	30,32	0,31	0,17	0,02	0,33	Modérée
E8	29,45	0,30	1,05	0,11	0,41	Modérée
E9	29,73	0,30	0,77	0,08	0,38	Modérée

Tableau 51 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de morceaux de glace »

### Probabilité

Au regard de la difficulté d'établir un retour d'expérience précis sur cet événement et considérant des 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 proposé pour cet événement.

### Acceptabilité

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

Projection de morceaux de glace			
Dans un rayon RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1 à E9	Modérée	oui	Acceptable

Tableau 52 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de morceaux de glace »

⇒ Ainsi, pour l'extension du parc éolien du Douiche, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

## 8.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques

### 5.3.1. 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 gravité et la probabilité. Les tableaux regrouperont les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Scenario	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 (= 149,3 m)	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée
Chute de glace	Zone de survol (= 58,4 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (= 58,4 m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée
Projection de pale ou de fragment de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	E1, E2, E3, E4, E6, E7, E8 Modérée E5 Sérieuse
Projection de glace	1,5 x (H + Diamètre rotor) autour de l'éolienne (= 311,6 m)	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée

Tableau 53 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc - Légende : H est la hauteur au moyeu et R le rayon du rotor

### 5.3.2. 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-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus sera utilisée.

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

- Chute d'éléments des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 (scénario Ce1, Ce2, Ce3, Ce4, Ce5, Ce6, Ce7, Ce8, Ce9) ;
- Chute de glace des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 (scénario Cg1, Cg2, Cg3, Cg4, Cg5, Cg6, Cg7, Cg8, Cg9) ;
- Effondrement des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 (scénario Ef1, Ef2, Ef3, Ef4, Ef5, Ef6, Ef7, Ef8, Ef9) ;
- Projection de glace des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 (scénario Pg1, Pg2, Pg3, Pg4, Pg5, Pg6, Pg7, Pg8, Pg9) ;
- Projection de pale des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 (scénario Pp1, Pp2, Pp3, Pp4, Pp5, Pp6, Pp7, Pp8, Pp9).

### 5.3.3. Cartographie des risques

Gravité \ Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreuse					
Catastrophique					
Importante					
Sérieuse		Pp5			
Modérée		Ef1, Ef2, Ef3, Ef4, Ef5, Ef6, Ef7, Ef8, Ef9 Pp1, Pp2, Pp3, Pp4, Pp6, Pp7, Pp8, Pp9	Ce1, Ce2, Ce3, Ce4, Ce5, Ce6, Ce7, Ce8, Ce9	Pg1, Pg2, Pg3, Pg4, Pg5, Pg6, Pg7, Pg8, Pg9	Cg1, Cg2, Cg3, Cg4, Cg5, Cg6, Cg7, Cg8, Cg9

Une carte de synthèse des risques est présentée. 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.

Légende de la matrice :

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

Figure 18 : 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.

## 9 CONCLUSIONS

**Les principaux accidents majeurs identifiés** au travers de l'étude de dangers pour l'extension du parc éolien du Douiche 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 d'un fragment de pale ;
- B pour la projection de glace.

Dans la zone de surplomb des éoliennes, là où s'observe la chute de glace et d'éléments, l'enjeu humain est au maximum de 0,03 personne, ce qui représente une gravité modérée. Seules sont présentes des zones agricoles et des portions de chemins ruraux. L'enjeu humain est nettement inférieur à une personne.

Dans la zone d'effondrement de la machine (dite également zone de ruine), l'enjeu humain est évalué entre 0,08 et 0,12 personne, ce qui représente une gravité modérée. Seules sont présentes des zones agricoles, des portions de voies communales et de chemins ruraux. En effet, en l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain est nettement inférieur à une personne.

Dans la zone de projection de glace, l'enjeu humain est compris entre 0,33 et 0,41 personnes. Sont présents des zones agricoles, des portions de voies communales et de chemins ruraux. 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, correspondant à la zone de projection de pales ou de fragments de pales, l'enjeu humain reste modéré puisqu'il s'agit, pour l'essentiel, de parcelles agricoles pour lesquelles il est estimé au maximum 1,02 personne. Sont présents des zones agricoles, des portions de routes départementales, de voies communales et de chemins ruraux. La gravité est qualifiée de modérée pour les éoliennes sauf E5. Elle devient sérieuse pour l'éolienne E5. Le risque reste néanmoins acceptable et très faible à faible pour toutes les éoliennes étudiées.

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

- Des barrières de prévention avec :
  - ✓ Des balisages des éoliennes ;
  - ✓ Des détecteurs de feux ;
  - ✓ Des détecteurs de survitesse ;
  - ✓ Un système antifoudre ;
  - ✓ Des protections contre la glace
  - ✓ Des protections contre l'échauffement des pièces mécaniques ;
  - ✓ Des protections contre les courts-circuits ;
  - ✓ Des protections contre la pollution environnementale.
- Une maintenance préventive et vérification :
  - ✓ Planning de maintenance préventive ;
  - ✓ Maintenance des installations électriques ;
  - ✓ Vérifications électrique, incendie, annuelle par un organisme agréé.
- Un personnel formé ;
- Des machines certifiées.

L'ensemble des scénarios étudiés en zone de risques intermédiaires, 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).

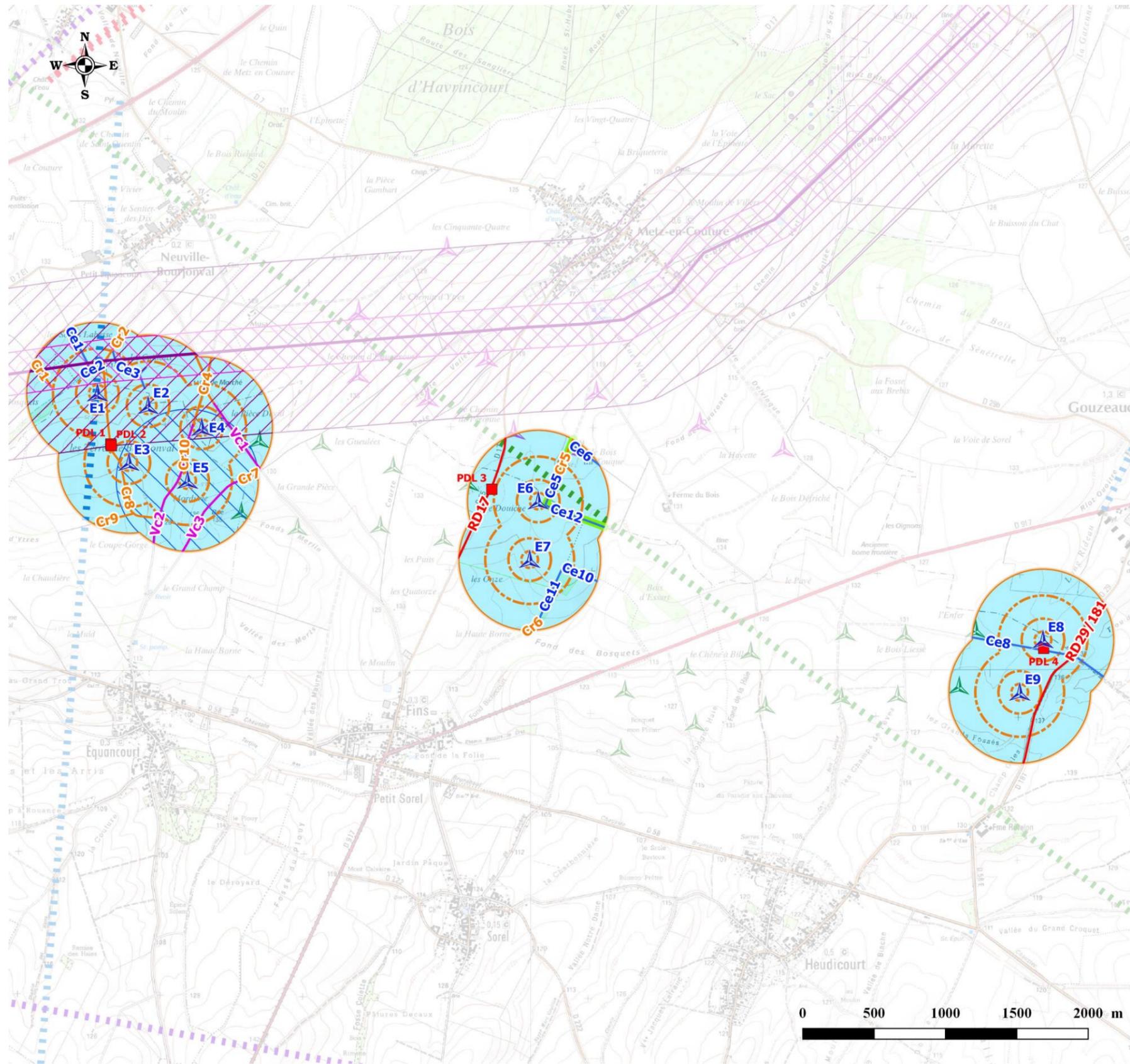
**Les mesures de maîtrise des risques mises en place sur l'installation sont suffisantes pour garantir un risque acceptable pour chacun des phénomènes dangereux retenus dans l'étude détaillée.**

# Synthèse des enjeux



Mai 2019

Source : IGN 100®  
Copie et reproduction interdites



## Légende

Extension du parc éolien du Douiche

- Eolienne
- Poste de livraison (x 4)

Enjeux matériels

- Oléoduc Le Havre - Cambrai
- Distance de 149,3 m à l'oléoduc
- Distance de 597,2 m à l'oléoduc

Voies de communication

- Chemin d'exploitation
- Chemin rural
- Route départementale
- Voie communale
- Chemins de randonnée

Télécommunication

- Réseau privé
- Bouygues

Parc éolien riverain

- Parc éolien du Douiche
- Parc éolien Inter-deux-Bos

Scénarios étudiés

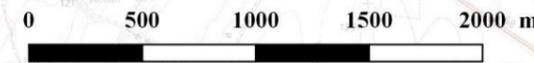
- Chute de glace ou d'éléments (entre 0 et 58,4 m)
- Effondrement (entre 0 et 149,3 m)
- Projection de glace (entre 0 et 311,6 m)
- Projection de pale (entre 0 et 500 m)

Personnes exposées

- Inférieur à 1
- Entre 1 et 10

Intensité

- Modérée



Carte 17 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers

# 10 ANNEXES

## 10.1. Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques

Cette partie apporte un certain nombre de précisions par rapport à chacun des scénarios du tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques, présenté au chapitre 7.4.

La numérotation des scénarios ci-dessous reprend celle utilisée dans le tableau de l'analyse préliminaire des risques, avec un regroupement des scénarios par thématique, en fonction des typologies d'événement 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 redémarrage de la machine 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 la machine.

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

Les éventuels incendies interviendront dans le cas ou plusieurs conditions seraient réunies (Ex : Foudre + défaillance du système parafoudre = Incendie).

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

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'emballement du rotor

(survitesses). Plusieurs moyens sont mis en place en matière de prévention :

- 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. 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, ...)
- 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...)
- Mise en place d'un système autonome d'arrêt à distance du parc par le superviseur.

### 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 danger. 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, ...).

#### Scénario F01

En cas de rupture de flexible, perçage d'un contenant ..., il peut y avoir une fuite d'huile ou de graisse ... 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 ... 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, ...) 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...

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'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite en Annexe, dans la partie 10-1.2 (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...), conditions climatiques (averses violentes de grêle, foudre...) - 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)

Facteur aggravant : Infiltration d'eau et formation de glace dans une fissure, vents violents, emballement de l'éolienne

### Scénarios 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 (E1 à E9)

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, ...

## 10.2. Probabilité 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 :

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

$P_{\text{ERC}}$  = 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)

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

$P_{\text{atteinte}}$  = 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 et où 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...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz...), à une disposition (élévation d'une charge...), 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), associés 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 (branche éolienne du SER)  
**INERIS :** Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques  
**EDD :** Etude de dangers  
**APR :** Analyse Préliminaire des Risques  
**ERP :** Etablissement Recevant du Public  
**DDRM :** Dossier Départemental des Risques Majeurs

Braam H. (2005) – *Handboek Risicozonering Winturbines – 2<sup>e</sup> versie. S1.*  
DDT de l'Aisne (2018) – Dossier Départemental des Risques Majeurs  
Guillet R., Leteurtois 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 Picardie (2012) – Schéma Régional Eolien ;  
WECO (déc. 1998) – Wind energy production in cold climate.

Sites internet consultés :

- [www.argiles.fr](http://www.argiles.fr);
- [www.cartes-topographiques.fr](http://www.cartes-topographiques.fr) ;
- [www.inondationsnappes.fr](http://www.inondationsnappes.fr) ;
- [www.planseisme.fr](http://www.planseisme.fr);
- [www.prim.net](http://www.prim.net) ;
- [www.alstom.com](http://www.alstom.com) ;
- [www.statistiques-locales.insee.fr](http://www.statistiques-locales.insee.fr).

## 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 ingenieurgesellschaft, 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., Leteutrois 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 du Pas-de-Calais et de la Somme (2018) – Dossiers Départementaux des Risques Majeurs ;
- INERIS/SER/FEE (2012) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens.

## 10.5. Table des illustrations

### 10.5.1. Liste des figures

Figure 1 : Répartition par constructeur de la puissance éolienne installée totale en France en juin 2017 (source : FEE, 2017)	8
Figure 2 : Structure du groupe NORDEX SE (source : Nordex, 2018)	8
Figure 3 : Organigramme de la société NORDEX France S.A.S. (source : Nordex, 2018)	9
Figure 4 : Illustration des températures moyennes de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin (source : infoclimat.fr, 2018)	18
Figure 5 : Illustration des précipitations moyennes de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin (source : infoclimat.fr, 2018)	19
Figure 6 : Rose des vents sur la zone d'implantation du projet (source : Nordex, 2018)	20
Figure 7 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale)	35
Figure 8 : Ecorché simplifié de l'intérieur de la nacelle NORDEX N 117 (source : Nordex, 2018)	38
Figure 9 : Illustration des consignes en cas d'urgence, implantées à la base des mâts et des nacelles pour chaque éolienne NORDEX N117 (source : Nordex, 2018)	39
Figure 10 : Positionnement des détecteurs d'incendie dans la nacelle NORDEX N117 (source : Nordex, 2018)	40
Figure 11 : Vue d'ensemble des dispositifs de protection parafoudre - NORDEX N117 (source : Nordex, 2018)	41
Figure 12 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –	43
Figure 13 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	44
Figure 14 : Coupes-types de tranchées	45
Figure 15 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	53
Figure 16 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	54
Figure 17 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (INERIS/SER/FEE, 2012)	54
Figure 18 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	74

### 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 : Référence administrative de la société « Parc Eolien Nordex 78 SAS » (source : Nordex, 2018)	7
Tableau 3 : Référence des signataires pouvant engager la société (Nordex, 2018)	7
Tableau 4 : Historique du développement de la société Nordex (Nordex, 2018)	7
Tableau 5 : Identification des parcelles cadastrales (source : Nordex, 2018)	12
Tableau 6 : Quelques indicateurs de la population et du logement (source : Insee, RP2015)	15
Tableau 7 : ICPE, hors éolien sur les communes concernées par la zone d'implantation du projet (source : georisques.gouv.fr, 2018)	18
Tableau 8 : Risques inventoriés sur les communes concernées par la zone d'implantation potentielle	20
Tableau 9 : Inventaire des arrêtés de catastrophe naturelle (source : georisques.gouv.fr, 2018)	20
Tableau 10 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières	24
Tableau 11 : Distance entre chaque éolienne et le pipeline de l'OTAN	26
Tableau 12 : Définition de la zone de surplomb	27
Tableau 13 : Définition de la zone d'effondrement	27
Tableau 14 : Définition de la zone de projection de glace	27
Tableau 15 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non aménagés très peu fréquentés	27
Tableau 16 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés par éolienne	30

Tableau 17 : Récapitulatif des enjeux humains	32
Tableau 18 : Longueur des chemins d'accès à créer et à renforcer (Nordex, 2018)	37
Tableau 19 : Coordonnées géographiques du parc éolien (source : NORDEX, 2018)	37
Tableau 20 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs de type N117/3600 selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012	39
Tableau 21 : Profondeur du réseau	44
Tableau 22 : Produits sortants de l'installation (source : Nordex – 2018)	47
Tableau 23 : Liste des autres produits susceptibles d'être mis en œuvre sur l'installation (source : Nordex, 2018)	47
Tableau 24 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)	48
Tableau 25 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)	53
Tableau 26 : Liste des accidents humains inventoriés	53
Tableau 27 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines – Vc : Voie communale, Cr : Chemin rural, Ce : Chemin d'exploitation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	58
Tableau 28 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	58
Tableau 29 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	60
Tableau 30 : Ensemble des fonctions de sécurité (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	64
Tableau 31 : Scénarios exclus (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	64
Tableau 32 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	65
Tableau 33 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)	66
Tableau 34 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)	66
Tableau 35 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	67
Tableau 36 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de « effondrement de l'éolienne »	67
Tableau 37 : Evaluation de la gravité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne	68
Tableau 38 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	68
Tableau 39 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « effondrement de l'éolienne »	68
Tableau 40 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace	69
Tableau 41 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute de glace »	69
Tableau 42 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »	69
Tableau 43 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace	70
Tableau 44 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »	70
Tableau 45 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »	70
Tableau 46 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	71
Tableau 47 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	71
Tableau 48 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	71
Tableau 49 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	72
Tableau 50 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de glace »	72
Tableau 51 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de morceaux de glace »	73
Tableau 52 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de morceaux de glace »	73
Tableau 53 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc - Légende : H est la hauteur au moyeu et R le rayon du rotor	73

### 10.5.3. Liste des cartes

Carte 1 : Puissance installée par la société Nordex en France (source : Nordex France, 2018)	9
Carte 2 : Parcs éoliens Nordex en région Hauts-de-France (source : Nordex, 2018)	10
Carte 3 : Localisation géographique de l'installation	11
Carte 4 : Définition du périmètre d'étude de dangers	13
Carte 5 : Distance aux premières habitations et aux futures zones constructibles	16
Carte 6 : Vitesse du vent à 40 m d'altitude –Etoile rouge : Localisation du projet (source : Schéma Régional Eolien, 2012)	19

Carte 7 : Densité d'énergie à 50 m d'altitude – Etoile rouge : Localisation de la zone d'implantation potentielle (source : Schéma Régional Eolien, 2012)	20
Carte 8 : Sensibilité aux phénomènes d'inondations par remontées de nappes	21
Carte 9 : Mouvements de terrain	21
Carte 10 : Zonage sismique de la région Hauts-de-France – Légende : Etoile rouge / localisation de la zone d'implantation (source : DREAL Hauts-de-France, 2017)	22
Carte 11 : Densité de foudroiement / Légende : Etoile rouge – Localisation de la zone d'implantation potentielle (source : citel, 2014)	22
Carte 12 : Enjeux matériels	25
Carte 13 : Enjeux humains et matériels sur le périmètre d'étude de dangers	33
Carte 14 : Plan détaillé de l'installation	36
Carte 15 : Réseaux électriques internes à l'installation	46
Carte 16 : Synthèse des secteurs identifiés par les anciens SRE – Etoile rouge : Zone d'implantation du projet (source : DREAL Hauts-de-France, Analyse du développement de l'éolien terrestre dans la région Hauts-de-France, 2017)	49
Carte 17 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers	76

## 10.6. K-bis de la société Parc éolien Nordex XXXI SAS »

**PARC EOLIEN NORDEX XXXI**  
RCS 502 753 288 (2008B05019)



**Greffe du Tribunal de Commerce de Paris**  
1 quai de la Corse  
75198 Paris CEDEX 04

N° de gestion 2008B05019

*Extrait Kbis*

**EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIÉTÉS**  
à jour au 31 juillet 2018

**IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE**

*Immatriculation au RCS, numéro* 502 753 288 R.C.S. Paris  
*Date d'immatriculation* 27/02/2008

*Dénomination ou raison sociale* **PARC EOLIEN NORDEX XXXI**  
*Forme juridique* Société par actions simplifiée (Société à associé unique)  
*Capital social* 37 000,00 EUROS  
*- Mention n° 12 du 08/12/2017* CONTINUATION DE LA SOCIÉTÉ MALGRÉ UN ACTIF NET DEVENU INFÉRIEUR À LA MOITIÉ DU CAPITAL SOCIAL. ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 06-11-2017

*Adresse du siège* 23 rue d'Anjou 75008 Paris  
*Domiciliation en commun*  
*Nom ou dénomination du domiciliataire* AGENCE PARISIENNE DE FORMALITES  
*Immatriculation au RCS, numéro* 402 335 145

*Activités principales* Production d'électricité ainsi que toutes activités pouvant se rattacher à l'objet social  
*Durée de la personne morale* Jusqu'au 26/02/2107  
*Date de clôture de l'exercice social* 31 décembre

**GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTRÔLE, ASSOCIÉS OU MEMBRES**

**Président**

*Nom, prénoms* Larretgere Anna-Katharina  
*Nom d'usage* de Tourtier  
*Date et lieu de naissance* Le 26/03/1975 à Boulogne-Billancourt (92)  
*Nationalité* Française  
*Domicile personnel* 10 villa de Lorraine 75019 Paris

**Directeur général**

*Nom, prénoms* Cararo Pierre  
*Date et lieu de naissance* Le 26/12/1965 à Dijon (21)  
*Nationalité* Française  
*Domicile personnel* 3 rue Aristide Briand 94340 Joinville-le-Pont

**Commissaire aux comptes titulaire**

*Nom, prénoms* SOUDIER Brigitte  
*Date et lieu de naissance* Le 13/05/1975 à WOIPPY (57)  
*Nationalité* Française  
*Domicile personnel ou adresse professionnelle* 14 avenue de la gare 55600 Montmedy

**Commissaire aux comptes suppléant**

*Dénomination* LCD AUDIT ET EXPERTISE  
*Forme juridique* Société à responsabilité limitée (Société à associé unique)  
*Adresse* 359 boulevard des Technologies 54710 Ludres  
*Immatriculation au RCS, numéro* 529 152 316 Nancy

Greffe du Tribunal de Commerce de Paris  
EDIT 01/08/2018 09:19:54 Page 4/5  
18964734

PARC EOLIEN NORDEX XXXI  
RCS 502 753 288 (2008B05019)



**RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ACTIVITE ET A L'ETABLISSEMENT PRINCIPAL**

Adresse de l'établissement 23 rue d'Anjou 75008 Paris  
 Activité(s) exercée(s) Production d'électricité ainsi que toutes activités pouvant se rattacher à l'objet social  
 Date de commencement d'activité 25/10/2007  
 Origine du fonds ou de l'activité Création  
 Mode d'exploitation Exploitation directe

Le Greffier  
  
  
 FIN DE L'EXTRAIT

R.C.S. Paris - 01/08/2018 - 09:19:53

Greffier du Tribunal de Commerce de Paris

EDIT 01/08/2018 09:19:54 Page 5/5

18964734

## 10.7. Réponse de TRAPIL



OLÉODUCS DE DÉFENSE COMMUNE (ODC)  
22B - ROUTE DE DEMIGNY - CHAMPFORGEUIL - CS 30081  
71103 CHALON-SUR-SAONE  
TÉL. : 03 85 42 13 00 - FAX : 03 85 42 13 05

Nos réf SYP/NEB  
ODC/CL/0668-18

Affaire suivie par **Mme VERGIER**

Tel **03.85.42.13.65**  
Mail [odclignes@trapil.com](mailto:odclignes@trapil.com)

**NORDEX**

**194, avenue du Président Wilson  
93210 LA PLAINE SAINT-DENIS**

À l'attention de M. Marc SERRA

Objet : Projet d'extension du parc éolien de la Douiche Champforgeuil, le 21 SEP. 2018  
 Ligne : **LE HAVRE - CAMBRAI**  
 Communes : **NEUVILLE BOURJONVAL (62)**  
 Dossier : **8362/CA**

Monsieur,

Nous accusons réception de votre courriel contenant l'étude de dangers du projet d'extension du parc éolien de la Douiche, comprenant 9 aérogénérateurs.

Après examen du dossier, nous constatons que les distances d'éloignement des éoliennes les plus proches sont 217m (E1), 338m (E2) et 521m (E4) ; soit une distance comprise entre 1 à 4 fois la hauteur d'une éolienne (149.3m).

Il n'est pas prévu de construction de poste de livraison dans la zone d'emprise du pipeline.

Les créations de voiries ou de chemins d'accès devront faire l'objet d'une demande de travaux.

Au vu des précisions apportées dans la synthèse de l'acceptabilité des risques, nous donnons un avis favorable à ce projet.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de notre considération distinguée.

Le Chef du Réseau  
des Oléoducs de Défense Commune,

**O. ORELLE**  
P/O V. CALCAGNO  
Chef de la Division HSE-Lignes

Copies :  
BPIA : M. Mian  
SNOI  
TRAPIL/DRPO  
TRAPIL/ODC/Région Nord (Mme Marquis)

SIÈGE SOCIAL : 7 et 9, RUE DES FRÈRES MORANE - 75738 PARIS CEDEX 15 - TÉL. 01 55 76 80 00 - FAX : 01 55 76 80 03 - www.trapil.com  
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 13 240 800 - R.C.S. PARIS B 572 086 213 - IDENTIFICATION FISCALE : FR 15 572 086 213 - APE 4850Z