



# Projet du parc « Les Hauts Bouleaux »

Extension du parc « Le Cornouiller », phase II.



## Etude de dangers

Mai 2015 – Version n°2

Version	Elaboré par :	Approuvé par :
18/05/2015	NORDEX France	NORDEX France
	Marc Serra	Loëtitia Hurez/ Clément Lainé



# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>3</b>	<b>6 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE</b> .....	<b>42</b>
<b>1 PREAMBULE</b> .....	<b>5</b>	6-1 <i>Inventaire des accidents et incidents en France</i> .....	42
1-1 <i>Objectif de l'étude de dangers</i> .....	5	6-1.1 Base de données.....	42
1-2 <i>Contexte législatif et réglementaire</i> .....	5	6-1.2 Bilan accidentologie matériel.....	42
1-3 <i>Nomenclature des installations classées</i> .....	6	6-1.3 Bilan accidentologie humain.....	43
<b>2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION</b> .....	<b>7</b>	6-2 <i>Inventaire des accidents et incidents à l'international</i> .....	43
2-1 <i>Renseignements administratifs</i> .....	7	6-3 <i>Inventaire des accidents et incidents survenus sur les sites de l'exploitant</i> .....	44
2-1.1 Un groupe international.....	7	6-4 <i>Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience</i> .....	46
2-1.2 La filiale française.....	7	6-4.1 Analyse de l'évolution des accidents en France.....	46
2-1.3 Leurs références.....	9	6-4.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents.....	46
2-2 <i>Localisation du site</i> .....	11	6-5 <i>Limite d'utilisation de l'accidentologie</i> .....	46
2-2.1 Localisation générale.....	11	<b>7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES</b> .....	<b>48</b>
2-2.2 Identification cadastrale.....	11	7-1 <i>Objectif de l'analyse préliminaire des risques</i> .....	48
2-3 <i>Définition du périmètre de l'étude</i> .....	11	7-2 <i>Recensement des événements exclus de l'analyse des risques</i> .....	48
<b>3 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION</b> .....	<b>13</b>	7-3 <i>Recensement des agressions externes potentielles</i> .....	48
3-1 <i>Environnement lié à l'activité humaine</i> .....	13	7-3.1 Agressions externes liées aux activités humaines.....	48
3-1.1 Zones urbanisées et urbanisables.....	13	7-3.2 Agression externe liées aux phénomènes naturels.....	49
3-1.2 Etablissement recevant du public (ERP).....	14	7-4 <i>Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques</i> .....	49
3-1.3 Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base.....	14	7-5 <i>Effets dominos sur les ICPE</i> .....	51
3-1.4 Autres activités.....	15	7-6 <i>Mise en place des mesures de sécurité</i> .....	51
3-2 <i>Environnement naturel</i> .....	16	7-7 <i>Conclusion de l'analyse préliminaire des risques</i> .....	55
3-2.1 Contexte climatique.....	16	<b>8 ETUDES DETAILLEES DES RISQUES</b> .....	<b>56</b>
3-2.2 Risques naturels.....	17	8-1 <i>Rappel des définitions</i> .....	56
3-3 <i>Environnement matériel</i> .....	21	8-1.1 Cinétique.....	56
3-3.1 Voies de communication.....	21	8-1.2 Intensité.....	56
3-3.2 Réseaux publics et privés.....	21	8-1.3 Gravité.....	56
3-3.3 Patrimoine historique et culturel.....	21	8-1.4 Probabilité.....	57
3-4 <i>Cartographie de synthèse</i> .....	23	8-2 <i>Caractérisation des scénarios retenus</i> .....	58
3-4.1 Les enjeux humains.....	23	8-2.1 Effondrement de l'éolienne.....	58
3-4.2 Enjeux matériels.....	23	8-2.2 Chute de glace.....	59
<b>4 CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION</b> .....	<b>25</b>	8-2.3 Chute d'éléments de l'éolienne.....	60
4-1 <i>Caractéristiques de l'installation</i> .....	25	8-2.4 Projection de pales et de fragments de pales.....	61
4-1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	25	8-2.5 Projection de glace.....	63
4-1.2 Activité de l'installation.....	26	8-3 <i>Synthèse de l'étude détaillée des risques</i> .....	64
4-1.3 Composition de l'installation.....	26	8-3.1 Tableau de synthèse des scénarios étudiés.....	64
4-2 <i>Fonctionnement de l'installation</i> .....	26	8-3.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	64
4-2.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur.....	26	8-3.3 Cartographie des risques.....	64
4-2.2 Sécurité de l'installation.....	28	<b>9 CONCLUSION</b> .....	<b>66</b>
4-2.3 Opération de maintenance de l'installation.....	32	<b>10 ANNEXES</b> .....	<b>67</b>
4-2.4 Stockage et flux de produits dangereux.....	32	10-1 <i>Certification machine Nordex N 100</i> .....	67
4-3 <i>Fonctionnement des réseaux de l'installation</i> .....	32	10-2 <i>Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques</i> .....	68
4-3.1 Raccordement électrique.....	32	10-2.1 Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02).....	68
4-3.2 Autres réseaux.....	33	10-2.2 Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07).....	68
<b>5- IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION</b> .....	<b>36</b>	10-2.3 Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02).....	68
5-1 <i>Potentils de dangers liés aux produits</i> .....	36	10-2.4 Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03).....	69
5-2 <i>Potentils de dangers liés au fonctionnement de l'installation</i> .....	38	10-2.5 Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06).....	69
5-2.1 Chute d'éléments de l'aérogénérateur.....	38	10-2.6 Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10).....	69
5-2.2 Projection de pale / d'éléments de l'éolienne.....	38	10-3 <i>Probabilité d'atteinte et risque individuel</i> .....	70
5-2.3 Effondrement de tout ou partie de l'éolienne.....	38	10-4 <i>Glossaire</i> .....	70
5-2.4 Echauffement des pièces mécaniques.....	38	10-5 <i>Bibliographie et références utilisées</i> .....	72
5-2.5 Court-circuit électrique.....	38	10-6 <i>Table des illustrations</i> .....	73
5-3 <i>Réduction des potentiels de dangers à la source</i> .....	39	10-7 <i>Coordonnées géographiques indicatives</i> .....	74
5-3.1 Principales actions préventives.....	39	10-8 <i>Approbation de construction et de l'exploitation des ouvrages de transport et de distribution d'électricité</i> .....	74
5-3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles.....	40		





# 1 PREAMBULE

## 1-1 Objectif 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 LVI SAS » pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du projet de parc « Les Hauts Bouleaux », autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, et que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre, ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

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

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc « Les Hauts Bouleaux », 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.

## 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. 512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

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

Ainsi, l'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances, et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

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

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

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

Enfin, l'étude de dangers s'intéresse aux risques générés par les aérogénérateurs lorsqu'ils sont en phase d'exploitation. Elle exclut donc la phase de construction.

## 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 ;  2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât à une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée : a) supérieure ou égale à 20 MW..... b) inférieure à 20 MW.....	A	6
		A D	6

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

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

Le parc « Les Hauts Bouleaux » comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (80 m) : 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.

## 2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

### 2-1 Renseignements administratifs

Le demandeur est la société « Parc éolien NORDEX LVI SAS », le Maître d'Ouvrage du projet construira le parc éolien et assurera la maintenance des éoliennes pour la société « Parc éolien NORDEX LVI SAS ».

<b>Raison sociale</b>	Parc éolien NORDEX LVI
<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>	801 988 312 RCS de Paris
<b>N° SIRET</b>	801 988 312 00014
<b>Code NAF</b>	3511Z / Production d'électricité

Tableau 2 : Référence administrative de la société « Parc éolien NORDEX LVI SAS » (source : Nordex, 2014)

<b>Nom</b>	CARARO
<b>Prénom</b>	Pierre
<b>Nationalité</b>	Française
<b>Qualité</b>	Directeur général

Tableau 3 : Référence de signataire pouvant engager la société (source : Nordex, 2014)

#### 2-1.1 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 :

- en 1995 Nordex commercialise la première éolienne de série au monde atteignant la puissance du mégawatt : la N54/1000 kW ;
- en 2000 à nouveau, Nordex a produit le modèle de série le plus puissant au monde : la N80/2500 kW.

Aujourd'hui, il y a plus de 5 800 éoliennes Nordex en fonctionnement à travers le monde (34 pays), représentant une puissance totale de plus de 9 000 mégawatts. Le groupe est représenté aux quatre coins du globe grâce à un ensemble de filiales dans 19 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 Hambourg en Allemagne, est la maison mère du groupe. Le siège de la direction et du conseil d'administration est à Norderstedt, près de Hambourg. Le rôle de Nordex SE est de contrôler et de coordonner les activités des deux filiales à 100% que sont Nordex Energy GmbH et Nordex Energy B.V.

#### 2-1.2 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 filiale Nordex France a été créée en 2001 pour renforcer cette position lorsque le marché français a véritablement démarré. Grâce à leur présence précoce, ils ont su capitaliser leur expérience pour offrir à leurs 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 160 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.

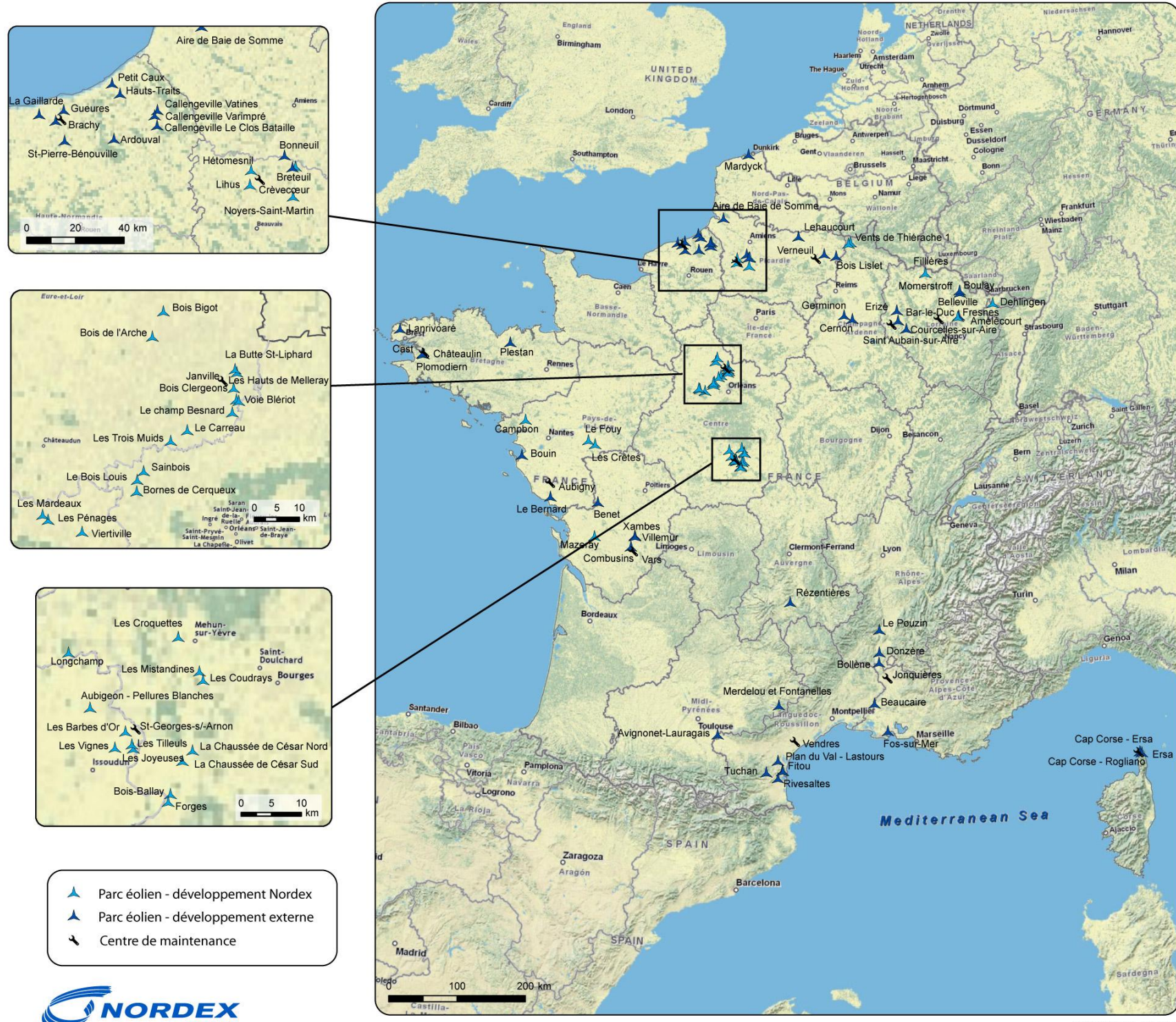
Nordex France est parmi les leaders des constructeurs d'éoliennes sur le marché éolien français : sa compétence, son organisation, son service et ses produits sont unanimement reconnus.



Nom	Puissance	Nb machines	Date mise en service	Département
Autremencourt	2,65	11	2009	
Bois-Lislet	4,6	2	2007	Aisne
Lehaucourt	10	4	2007	
Le Pouzin	4,6	2	2009	Ardeche
Vent de Thierache	27	11	2013	Ardennes
Fitou	9,1	7	2002	
Fitou	10,4	8	2006	
Fitou	1,3	1	2004	Aude
Fitou	1,3	1	2007	
Plan du Val - Lastours	1,8	3	2000	
Tuchan	9	15	2002	
Merdelou et Fontanelles	15,6	12	2002	Aveyron
Dehlingen	12	5	2013	Bas-Rhin
Fos-sur-Mer	10	4	2006	Bouches-du-Rhône
Résentières	10	4	2010	
Combuisins	12	5	2008	Cantal
Jaladeaux	10	4	2008	
Villemur	2,3	1	2008	Charente
Xambes	11,5	5	2008	
Mazeray	12	5	2012	Charente-Maritime
Bois Ballay	12	5	2011	
Forges	12	5	2011	
Les Coudrays	10	4	2011	
Les Croquettes	12	5	2011	Cher
Les Mistandines	10	4	2011	
Longchamp	10	4	2011	
Plestan	13,8	6	2007	Côtes-d'Armor
Donzère	3	5	1999	Drôme
Bois Bigot	9,2	4	2006	
Bois Clergeons	11,5	5	2005	
Bois de l'Arche	11,5	5	2006	
La Butte Saint-Liphard	10	4	2007	
Le Carreau	9,2	4	2006	
Le Champ Besnard	10	4	2007	Eure-et-Loir
Les Hauts de Melleray	10	4	2007	
Les Trois Muids	11,5	5	2006	
Voie Blériot Est	11,5	5	2005	
Voie Blériot Ouest	11,5	5	2006	
Cast	20	8	2007	Finistère
Lanrivouaré	2,6	2	2007	
Plomodiern	12	5	2009	
Beucaire	11,5	5	2007	Gard
Cap Corse - Ersa	7,8	13	2000	Haute-Corse
Cap Corse - Rogliano	4,2	7	2000	
Avignonet-Lauragais	8	10	2002	Haute-Garonne
Les Barbes d'Or	12	5	2009	
Les Joyeuses	10	4	2009	Indre
Les Tilleuls	12	5	2009	
Les Vignes	12	5	2009	
Campbon	12	5	2010	Loire-Atlantique
Jouy	12	5	2011	
Le Bois Louis	11,5	5	2006	
Le Sainbois	11,5	5	2006	Loiret
Les Bornes de Cerqueux	11,5	5	2007	
Les Mardeaux	11,5	5	2006	
Les Pénages	11,5	5	2006	Loir-et-Cher
Viertville	11,5	5	2006	
Le Fouy	10	4	2009	
Les Crêtes	10	4	2009	Maine-et-Loire
Cernon	2,75	11	2008	
Germinon	7,5	30	2010	Marne
Jalis	7,5	3	2013	Maine et Loire
Fillières	10	4	2012	Meurthe-et-Moselle
Courcelles-sur-Aire	11,5	5	2008	
Erize	11,5	5	2008	Meuse
Saint-Aubain-sur-Aire	20,7	9	2007	
Saint-Aubain-sur-Aire	2,3	1	2008	
Amélecourt	11,5	5	2008	
Boulay	20	8	2008	
Boulay	10	4	2007	Moselle
Coume	10	4	2012	
Fresnes-en-Saulnois	12	5	2008	
Momerstroff	11,5	5	2006	
Mardyck	2,5	2	2003	Nord
Bonneuil	12	5	2007	
Breteuil-Esquennoy	12	5	2009	
Breteuil-Paillart	11,5	5	2007	
Hétomesnil	11,5	5	2006	Oise
Lihus	11,5	5	2006	
Noyers-Saint-Martin	11,5	5	2007	
Rivesaltes	7,6	8	2003	Pyrénées-Orientales
Ardouval	12	5	2013	
Brachy	12	5	2007	
Gueures	7,5	3	2009	
Hauts-Traits	10	4	2007	
La Gaillarde	12	5	2008	Seine Maritime
Le Clos Bataille	10	4	2008	
Les Marettes	12	5	2010	
Les Vatiines	12	5	2008	
Petit-Caux	10	4	2007	
Varimpré	12	5	2008	
Aire de la Baie de Somme	0,25	1	1998	Somme
Beauval	27	11	2012	
Chaussée César nord	10	4	2013	Val-d'Oise
Chaussée César sud	10	4	2013	
Bollène	6,9	3	2009	Vaucluse
Benet	12	5	2007	
Bouin	19,5	8	2003	Vendée
Le Bernard	12	5	2007	
Longeville-sur-Mer	12	5	2012	
<b>Total</b>	<b>1.536,05</b>	<b>692</b>		

# Nordex France

## Parcs éoliens installés



© Nordex France - Juillet 2011



Un Permis de Construire de 10 MW et un de 12,5 MW sont en phase de préparation de chantier.

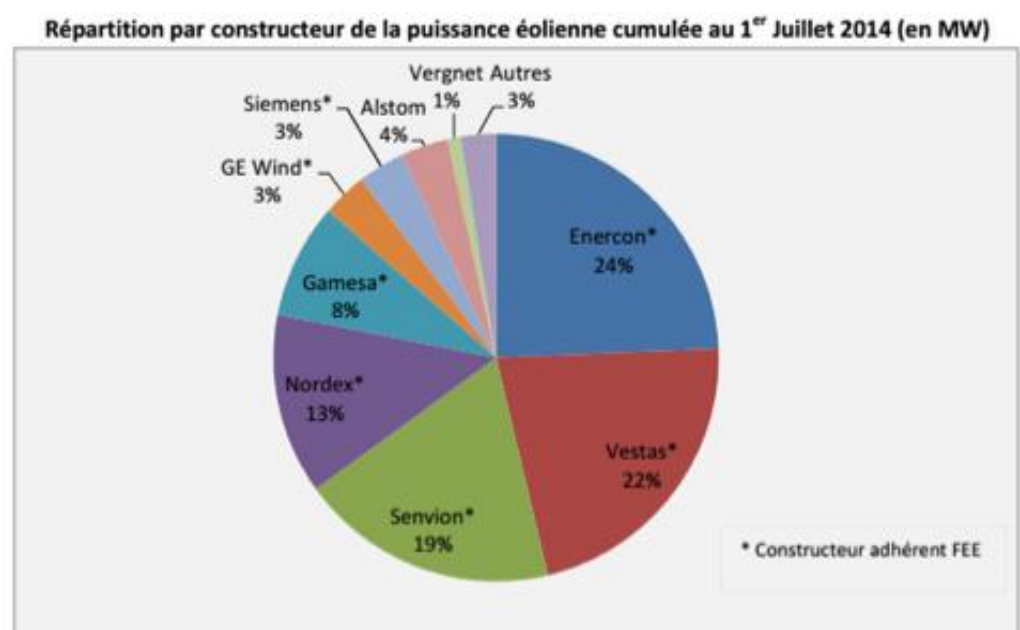


Figure 1 : Répartition par constructeur de la puissance éolienne installée en France au 1er juillet 2014 (source : FEE, juillet 2014)

### 2-1.3 Leurs références

#### En France

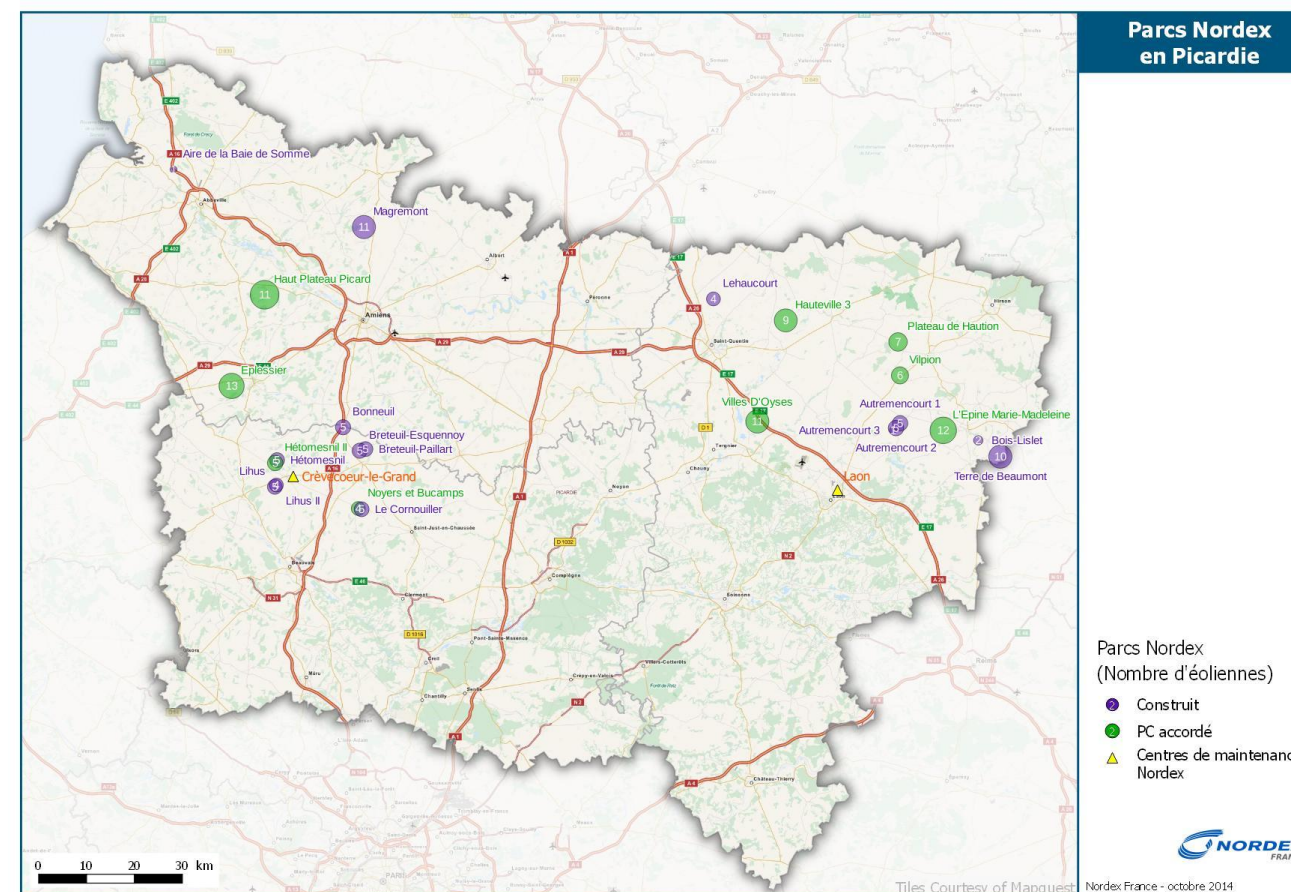
La société Nordex a développé 1536.95 MW sur le territoire de la France (comprenant la Corse), soit 692 machines.

#### En Picardie

Dans la région Picardie, la société NORDEX compte 11 parcs en fonctionnement représentant au total 140 MW, soit 12% de la puissance installée sur ce territoire (1 200 MW au 30/06/2014).

Dans l'Oise, 6 parcs éoliens, d'une puissance totale de 70 MW sont déjà en exploitation :

- Parc éolien de Breteuil – Esquennoy (12 MW) – installé le 20/07/2009 ;
- Parc éolien de « La Branche Morte » (11,5 MW) – installé le 01/12/2006 ;
- Parc éolien « Le Cornouiller » (11,5 MW) – installé le 01/12/2006 ;
- Parc éolien « Le Moulin Démoli » (11,5 MW) – installé le 01/12/2006 ;
- Parc éolien « Les Chandelles » (11,5 MW) – installé le 01/12/2006 ;
- Parc éolien « Moulin de la Somme » (12 MW) – installé le 01/09/2008.



Carte 1 : Localisation des parcs éoliens de la société Nordex France en Picardie (source : Nordex, 2014)

Etat du parc éolien	Puissance (MW)
En exploitation / En construction	177.5 MW
Accordé	91 MW
En recours	32,5 MW
En instruction	90.5 MW
En développement	65.5 MW

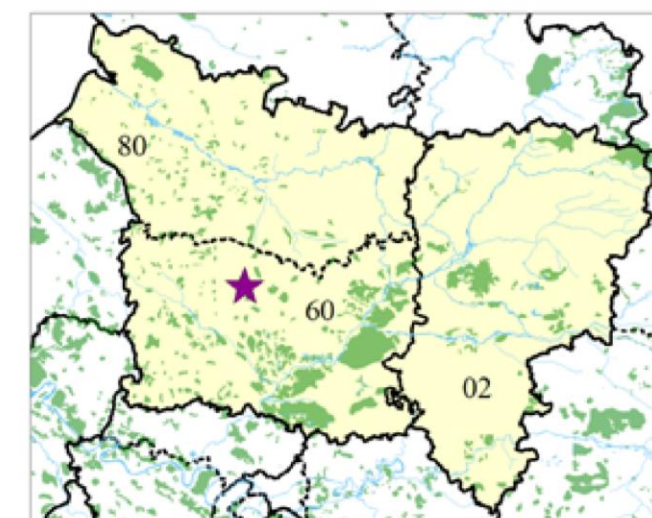
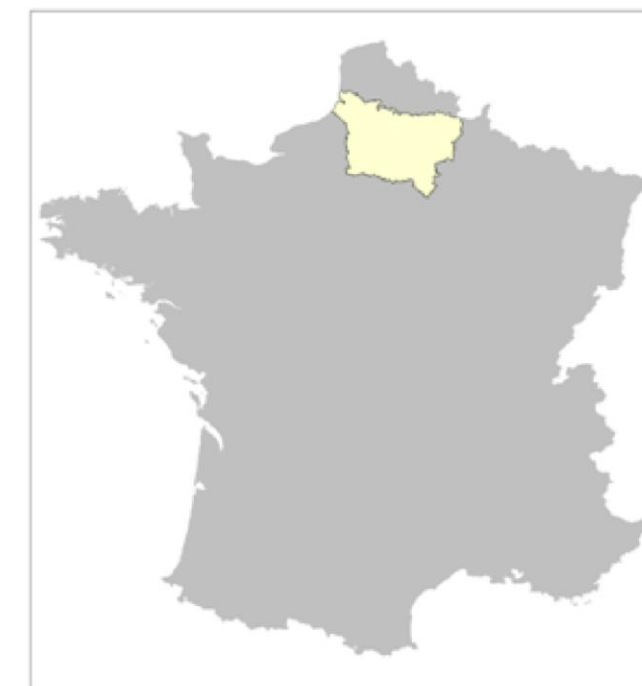
Tableau 4 : Différents stades d'avancement des parcs éoliens Nordex en Picardie (source : Nordex, 2014)





### Localisation géographique

Echelle : 1 / 175 000



#### Légende :

- Zone d'implantation envisagée
- Périmètre de la zone d'étude de 10 km
- Périmètre de la zone d'étude de 15 km
- Territoire de Noyers-Saint-Martin
- Territoire de Thieux

Carte 2 : Localisation géographique du parc « Les Hauts Bouleaux »



## 2-2 Localisation du site

### 2-2.1 Localisation générale

Le parc « Les Hauts Bouleaux », composé de 8 aérogénérateurs, est localisé sur le territoire des communes de NOYERS-SAINT-MARTIN et de THIEUX qui appartiennent à la Communauté de communes des vallées de la Brèche et de la Noye, dans la région Picardie / département de l'Oise (cf. carte n°2).

Il est situé à 19 km au Nord-Est du centre de la ville de BEAUVAIS, à 10 km au Nord-Ouest de SAINT-JUST-EN-CHAUSSEE et à 8 km au Sud de BRETEUIL.

### 2-2.2 Identification cadastrale

Les parcelles concernées par l'activité de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent sont présentées dans le tableau ci-dessous. Toutes ces parcelles sont maîtrisées par le Maître d'Ouvrage via des promesses de bail emphytéotique et servitudes assorties de conventions de renonciation partielle des baux ruraux en cours et de convention d'indemnisation (Cf. attestation de maîtrise en annexe 1).

Eolienne	Lieu-Dit	Section	Numéro	Superficie
1	Champ Dolent	ZK	4	112 313 m <sup>2</sup>
2	Les Hauts Bouleaux	ZK	5	121 535 m <sup>2</sup>
3	Chemin des Noyers	ZL	2	41 621 m <sup>2</sup>
4	Chemin de Gouy	ZL	8	61 691 m <sup>2</sup>
5	Fond du Bois	ZM	7	12 264 m <sup>2</sup>
6	Derrière le Bois	ZN	9	42 519 m <sup>2</sup>
7	Le Chemin de Campremy	Y	92	164 040 m <sup>2</sup>
8	Le Chemin de Campremy	Y	93	43 650 m <sup>2</sup>
<b>Postes de livraison</b>	Le Cornouiller	X	94	239 695 m <sup>2</sup>

*Tableau 5 : Identification des parcelles cadastrales (source : Nordex, 2014)*

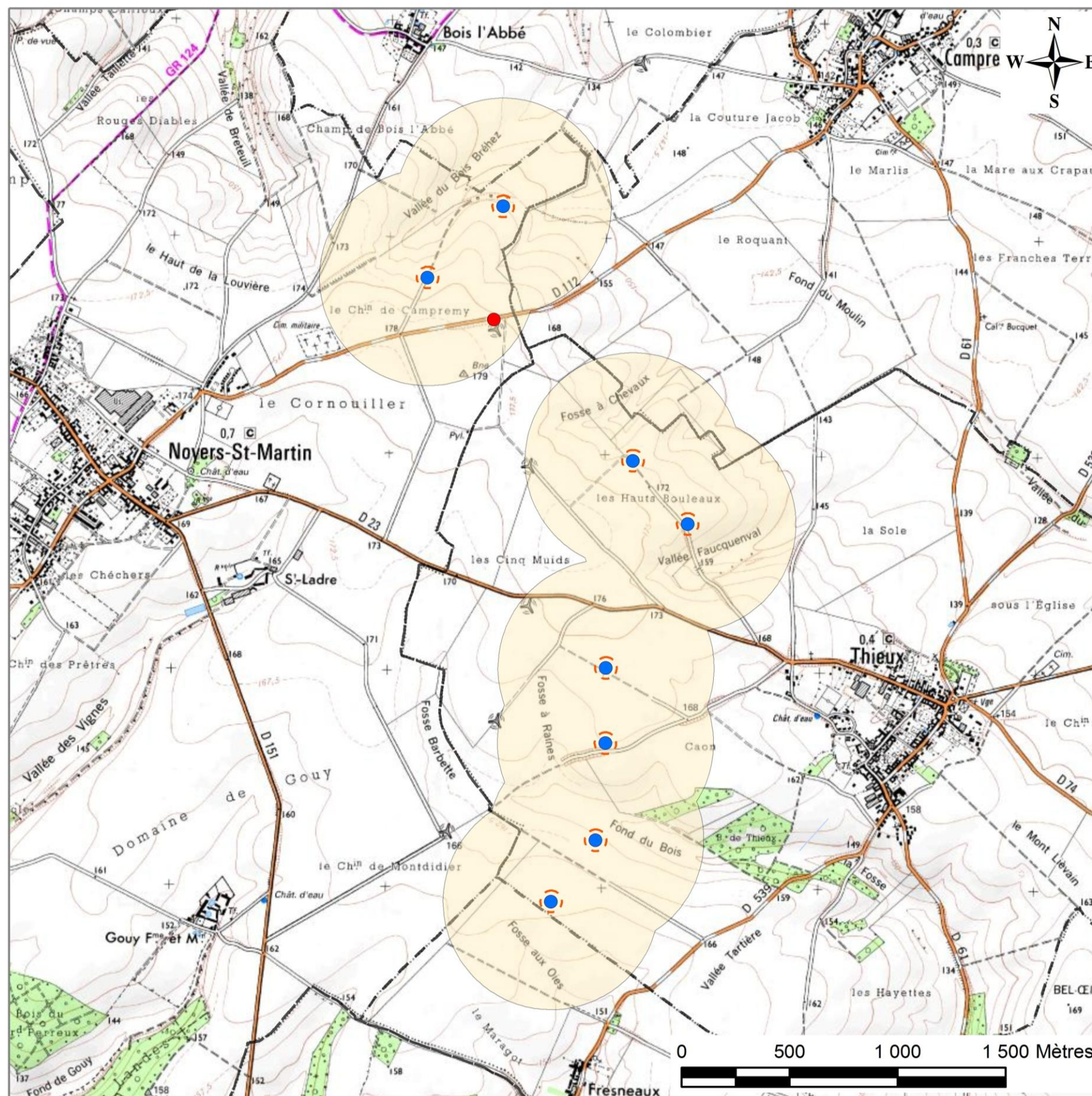
## 2-3 Définition du périmètre de l'étude

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.

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





Localisation du périmètre  
de la zone d'étude  
de dangers

Echelle : 1 / 25 000

**Légende :**

- Eoliennes "Les Hauts Bouleaux"
- Postes de livraison
- Zone de surplomb par les pales (50 m)
- Périmètre d'étude de dangers

Carte 3 : 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

L'habitat est relativement concentré dans la zone d'étude même si quelques hameaux ou fermes « au champs » sont observés dans le périmètre d'étude. Ainsi, le parc projeté est éloigné des zones constructibles (construites) de :

- **Territoire de NOYERS-SAINT-MARTIN :**
  - ✓ Bourg de Noyers-Saint-Martin à 965 m (E7),
  - ✓ Hameau de la Ferme de Gouy à 1480 m (E6),
- **Territoire de THIEUX :**
  - ✓ Bourg de Thieux à 810 m (E2),
- **Territoire de BUCAMPS :**
  - ✓ Hameau de Fresnaux à 740 m (E6),
  - ✓ Le bourg de Bucamps est à plus de 2300 m (E6).
- **Territoire de SAINT-ANDRE-FARIVILLERS :**
  - ✓ Hameau de Bois l'Abbé 795 m (E8),
- **Territoire de CAMPREMY :**
  - ✓ Bourg de Campremy 1385 m (E8).

**Remarque :** En l'absence de documents d'urbanisme régissant les territoires de Noyers-Saint-Martin et Thieux, seules les distances aux bâtis existants sont prises en compte.

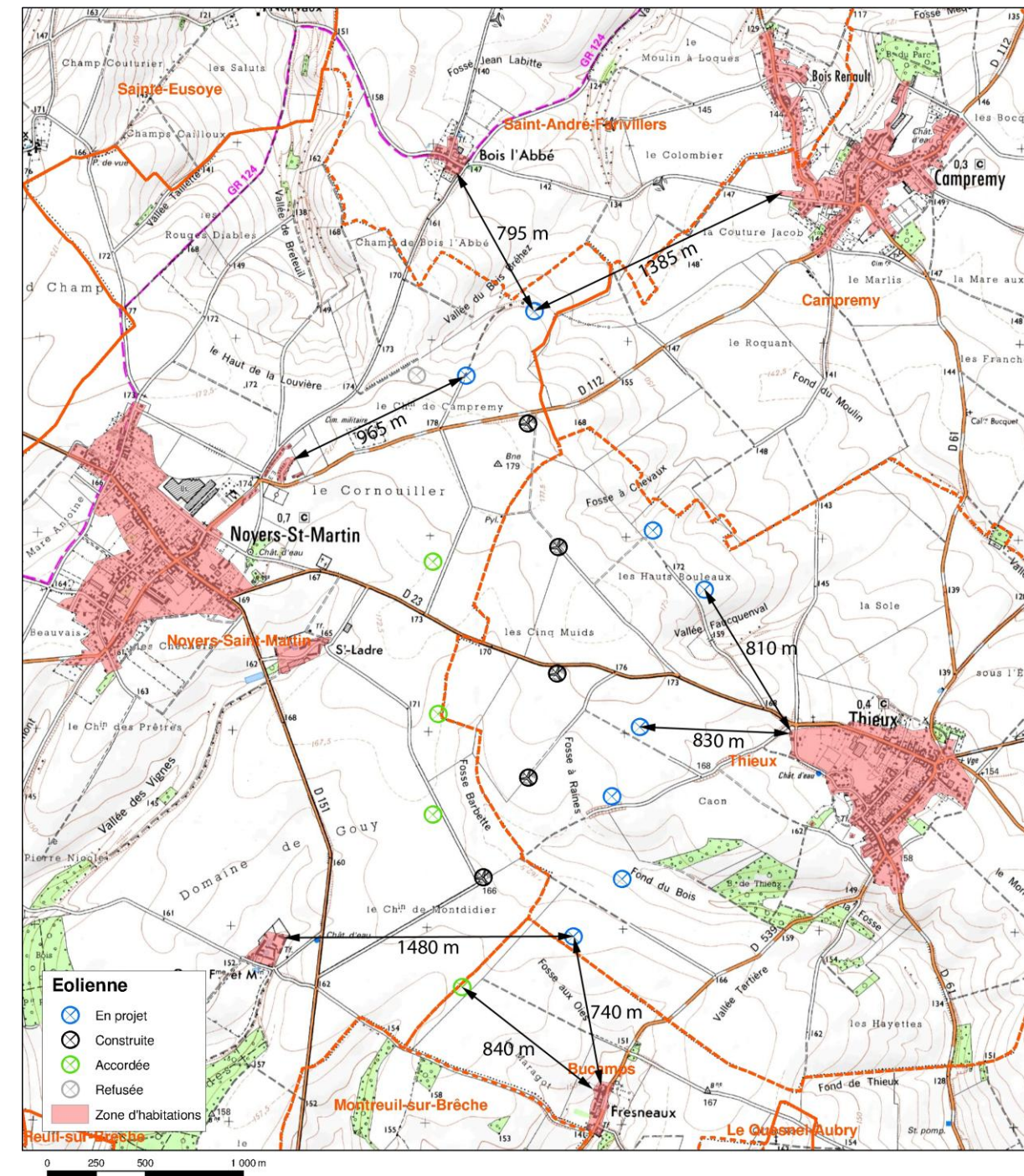
⇒ Dans le périmètre de la zone d'étude de dangers, aucune zone urbanisée n'est présente.

#### Focus démographique sur les communes de Noyers-Saint-Martin, Thieux, Bucamps, Saint-André-Farivillers et Campremy

La population des communes de NOYERS-SAINT-MARTIN, de THIEUX, de BUCAMPS, de SAINT-ANDRE-FARIVILLERS et CAMPREMY est estimée en 2008, respectivement à 790, 429, 159, 520 et 391 habitants (Recensement Général de la Population, 2009).

En termes de population, la commune de Noyers-Saint-Martin est la sixième commune sur les 41 que compte l'intercommunalité des Vallées de la Brèche et de la Noye dont les communes les plus importantes sont Breteuil (4463 hab.) et Ansaucourt (1226 hab.). La commune de Thieux y occupe la 14<sup>ème</sup> position, la commune de Bucamps, la 35<sup>ème</sup> position, la commune de Saint-André-Farivillers, la 11<sup>ème</sup> position et la commune de Campremy, la 15<sup>ème</sup>.

La densité de population estimée en 2008 s'établit à 59,53 hab./km<sup>2</sup> pour Noyers-Saint-Martin, 46,73 hab./km<sup>2</sup> pour Thieux, 27,32 hab./km<sup>2</sup> pour Bucamps, 45,81 hab./km<sup>2</sup> pour Saint-André-Farivillers et 38,30 hab./km<sup>2</sup> pour Campremy. A titre de référence, le canton de Froissy dans lequel s'intègre ces communes présente une densité de 47,6 hab./km<sup>2</sup>. Cette densité est nettement plus faible que celle de l'Oise (136,5 hab./km<sup>2</sup>) et que celle de Picardie (98,3 hab./km<sup>2</sup>).



Carte 4 : Distance du parc éolien « Les Hauts Bouleaux » aux premières habitations (source : Nordex, 2014)



Le territoire d'étude présente un développement démographique indéniable, avec une population jeune liée principalement à un attrait de la population. Toutefois, les caractéristiques démographiques montrent qu'il s'agit toujours **d'un territoire rural**.

En 2010, les communes de NOYERS-SAINT-MARTIN, de THIEUX, de BUCAMPS, de SAINT-ANDRE-FARIVILLERS et de CAMPREMY comptaient respectivement 322, 170, 72, 212 et 161 logements sur leur territoire. Notons que ce territoire compte plusieurs zones urbanisées. A titre d'exemple, le territoire de Noyers-Saint-Martin compte le bourg, le hameau de Saint Ladre, la ferme de Gouy. **L'habitat est donc relativement dispersé.**

### Document d'urbanisme communal

Sur **les communes de Noyers-Saint-Martin et Thieux**, il n'existe aucun document d'urbanisme. Ces territoires sont donc soumis au Règlement National de l'Urbanisme (RNU, Code de l'Urbanisme).

Notons qu'aucune zone constructible n'est présente à moins de 500 m de l'installation.

### Document d'urbanisme intercommunal

Sur le territoire d'étude est inventorié le **SCoT de l'Oise Picarde qui a été approuvé le 30 janvier 2008**. Le périmètre du SCoT regroupe l'intercommunalités des vallées de la Brèche et de la Noye ainsi que celle de Crèvecœur le Grand.

Dans son Document d'Orientations Générales, et plus particulièrement dans le chapitre « Améliorer l'attractivité du territoire en agissant sur la valorisation du cadre de vie », il est indiqué, dans **les orientations de ce SCoT** : « **Favoriser une gestion spatiale de l'implantation des parcs éoliens en évitant le mitage du territoire par ses infrastructures de production énergétique.** »

« L'établissement de parcs éoliens constitue un atout de développement territorial, aussi l'Oise Picarde a-t-elle engagé des projets dans ce sens. Toutefois, l'implantation de ces infrastructures de production énergétique a des effets significatifs sur les milieux environnementaux et sur les paysages.

Il sera, ainsi, favorisé la mise en œuvre de réflexions à l'échelle de l'ensemble du territoire sur les potentialités d'implantation des éoliennes et sur les capacités du paysage à les recevoir de façon intégrée.

Ces réflexions veilleront à tenir compte notamment :

- de la sensibilité des paysages dans les vallons et à leurs abords immédiats,
- des effets négatifs sur le paysage liés aux covisibilités entre les parcs éoliens qui peuvent s'établir lorsque ceux-ci sont proches les uns des autres ou sont dans des espaces au paysage très ouvert,
- de l'opportunité de grouper les éoliennes sous forme de parcs plutôt que d'implanter des éoliennes de manière isolée. »

Ces orientations s'accompagnent de recommandations visant à illustrer et à proposer des actions complémentaires favorisant la mise en œuvre de ces orientations.

#### Recommandations :

L'implantation des éoliennes pourra s'appuyer sur les principes d'aménagement qui suivent :

- **L'implantation isolée d'éoliennes doit être découragée** au profit de parcs éoliens aménagés sur la base d'une organisation paysagère cohérente au regard des espaces environnants ;
- **La co-visibilité des parcs éoliens entre eux sera évitée**, sauf lorsque les parcs considérés ont fait l'objet d'une organisation paysagère d'ensemble dont le parti choisi a pour vocation de créer un événement paysager de grande taille et qu'il s'établit dans un objectif de valorisation du territoire ;
- L'aménagement interne des parcs privilégiera une implantation des éoliennes qui, dans l'ensemble, tende à **suivre l'orientation des grandes ruptures de pente perceptibles à l'échelle du grand paysage** ;
- Les éoliennes chercheront à conférer **une image valorisante aux lisières forestières proches et lointaines notamment** au regard de l'usage qui peut être fait des sites boisés et de leurs abords dans un objectif touristique, de loisirs ou culturel ;

**Société « Parc éolien NORDEX LVI SAS » – Projet du parc « Les Hauts Bouleaux » (60)**  
**Dossier de demande d'autorisation Unique**

- Les éoliennes pourront notamment observer **un recul d'environ 500 m par rapport aux lisières des bois et des forêts les plus proches** (distance approximative mesurée en plan donnant un ordre de grandeur). Ce recul s'étudiera conjointement au contexte topographique de façon à ce que les boisements conservent l'aspect de leur densité et leur échelle de motif paysager vertical ;
- **Le long des grands axes routiers** et grâce à l'implantation des éoliennes, il sera **favorisé une mise en scène paysagère** qui cherchera à :
  - ✓ **Dynamiser le paysage** en affinant vers le haut les séquences paysagères existantes (gestion de la pente, de la distance de perception et du rapport d'échelle entre les éoliennes et les motifs paysagers proches). Par exemple, dans les espaces à très faible relief, il sera évité les parcs sous forme compacte sauf si ces parcs sont très éloignés et s'intègrent à l'arrière-plan de la scène paysagère. S'ils sont proches du lieu de perception, il pourra être privilégié des parcs de forme plutôt allongée tendant à suivre les courbes de niveau. Dans les espaces vallonnés, l'implantation des éoliennes cherchera à augmenter les effets du relief.
  - ✓ **Former de nouveaux motifs paysagers** qui constituent un événement valorisant et innovant dans des espaces de typicité moyennement marquée. Il s'agit ici de contribuer à une image attractive du territoire par l'adjonction de nouveaux motifs du paysage qui peuvent présenter un aspect singulier (par exemple, aux abords de la voie ferrée).
  - ✓ **Conduire le regard vers des éléments forts du grand paysage** (un clocher, une silhouette urbaine, un vallon accentué, un château...),
  - ✓ **L'implantation des parcs éoliens par rapport au bâti s'étudiera selon les contextes locaux**. Il est toutefois recommandé que le bâti soit séparé des éoliennes par une distance minimale de 500 m. Aux abords des franges urbaines ou des entrées de ville le long des grands axes routiers, l'aménagement de parcs éoliens fera l'objet d'un soin renforcé visant à permettre une évolution du paysage qui :
    - *ne rompt pas la perception d'une frange urbaine existante composée de constructions ayant un intérêt architectural et/ou patrimonial,*
    - *ne crée pas de conflits de perspectives avec celles existantes sur le patrimoine architectural,*
    - *participe à annoncer la proximité d'un centre urbain en conduisant le regard à se diriger dans sa direction.*

## 3-1.2 Etablissement recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'intègre le périmètre d'étude de la zone de dangers. Le plus proche est le cimetière militaire et civil, soviétique, situé à plus de 500 m.

Peu de personnes viennent dans ce lieu de recueillement. Seule une manifestation annuelle est réalisée autour du 8 mai, avec la présence de l'ambassadeur de Russie. Elle regroupe selon les années entre 500 et 600 personnes (source : communication personnelle Mairie de Noyers-Saint-Martin, 12/06/2012).

Enfin, notons que l'association des Anciens combattants entretient ce lieu. Aucune donnée n'est disponible sur la fréquentation. Néanmoins, nous pouvons estimer par rapport à l'état de ce lieu que 2 personnes interviennent à raison de 2 fois par mois en période estivale (tonte de la pelouse, coupage de la haie ...).

⇒ Aucun établissement recevant du public n'intègre le périmètre d'étude de la zone de dangers

## 3-1.3 Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base

### Installation nucléaire de base

Le département de l'Oise n'accueille pas sur son territoire d'installation nucléaire de base. La plus proche est celle de Penly, localisée dans le département de la Seine-Maritime, à environ 140 km au Nord-Ouest du site.

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

### Etablissement SEVESO

Aucun établissement classé SEVESO n'est recensé sur les territoires de NOYERS-SAINT-MARTIN, THIEUX, BUCAMPS, SAINT-ANDRE-FARIVILLERS et CAMPREMY L'établissement SEVESO le plus proche est à Bresles (à 19 km au SSO du site). Il s'agit de la société DHL (transport logistique).

⇒ 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.), **cinq sites sont inventoriés sur le territoire de Noyers-Saint-Martin dont trois ne sont plus en activité** (source : Basias, 2011). Sont présents un fabricant de charpentes et autres menuiseries et un magasin de vente de matériel agricole (tracteur ...) et de réparation.

**Le territoire de Thieux compte 2 installations classées dont une n'est plus en activité** (garage, atelier mécanique et soudure ...). Ainsi, seule l'installation classée de dépôt liquides inflammables reste en activité.

**Le territoire de Campremy compte, quant à lui, 3 installations classées mais aucune d'entre elles n'est encore en activité.**

**Enfin, le territoire de Saint-André-Farivillers compte 3 installations classées, toutes en activité.** Sont présents une métallurgie et un magasin de vente de matériel agricole (tracteur ...) et de réparation.

Aucune ICPE n'est inventoriée sur le territoire de Bucamps.

⇒ Aucun établissement ICPE (hors éolien) n'intègre le périmètre de la zone d'étude de dangers. Le plus proche est à 1 370 m de l'éolienne E7, sur le territoire de Noyers-Saint-Martin.

### Etablissement ICPE éolien

Un parc éolien « Le Cornouiller », développé par la société Nordex, intègre pour partie le périmètre de dangers du parc proposé (3 des 5 aérogénérateurs, les plus au Nord). Ainsi, l'éolienne E1 du parc de « Le Cornouiller » sera à 400 m de l'éolienne E7 du parc proposé. L'éolienne E2 du parc de « Le Cornouiller » sera à 480 m de l'éolienne E1 du parc proposé. Enfin l'éolienne E3 du parc de « Le Cornouiller » sera à 460 m de l'éolienne E3 du parc proposé.

Rappelons que cette installation ainsi que le parc éolien proposé intègrent l'un des pôles de concentration du SRCAE.

⇒ Trois éoliennes du parc éolien « Le Cornouiller » développé par la société Nordex intègrent le périmètre de la zone d'étude de dangers.

## 3-1.4 Autres activités

Le périmètre d'étude de dangers recouvre principalement des champs de culture de plaine, où une activité agricole est exercée. Ainsi, d'après la Chambre de l'Agriculture de la Picardie, le temps moyen passé dans un champ par type de culture pour un cycle de culture est le suivant :

	Blé	Escourgeon mouture	Orge de printemps	Pois protéagineux	Féverole	Mais Grain	Colza	Luzerne déshydratée	Betterave sucrière
<b>Temps</b>	8h/ha	7h/ha	7h/ha	7,5h/ha	6h/ha	7h/ha	10h/ha	6h/ha	9h/ha
	Pomme de terre féculé (non irriguée)		Pomme de terre de consommation		Lin fibre	Lin oléagineux	Maïs fourrage		
<b>Temps</b>	29h/ha		62h/ha		6h/ha	8h/ha	8h/ha		

Tableau 6 : Temps passé par hectare par type de culture pour un cycle cultural (source : *Assolement et Stratégie – Chambre de l'Agriculture de la Picardie, 2011*)

⇒ On peut donc envisager que les exploitants agricoles passent pour un cycle de culture complet environ 7,5h/ha.



## 3-2 Environnement naturel

### 3-2.1 Contexte climatique

Le climat de la Picardie dépend de la circulation atmosphérique, qui affecte une bonne partie de l'Europe du Nord-Ouest. Le climat de la Picardie, **tempéré et océanique**, subit également l'influence de la latitude. Cette région au relief modéré commence à subir les effets dus à l'éloignement de la mer : hiver plus froid, été plus chaud, orages plus fréquents que sur le littoral.

Le climat de la région de la vallée de l'Oise est **de type atlantique humide et frais**, aux vents de secteur Sud-Ouest dominants, et avec une forte nébulosité et un régime pluvieux régulier.

Les données présentées ci-après sont issues de la station de Beauvais, localisée à 23 km au Sud-Ouest du site.

#### Température

La température moyenne annuelle est de 9,9 °C.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
T°C min.	0,3	0,6	2,1	4,1	7,3	10,2	12,1	11,8	9,8	7	3,1	1,1	5,8
T°C max.	5,4	6,8	9,9	13,3	17,2	20,4	22,7	22,7	19,8	15,2	9,3	6,2	14,1
T°C moy.	2,9	3,7	6	8,7	12,3	15,3	17,4	17,3	14,8	11,1	6,2	3,7	9,9

Tableau 7 : Moyennes mensuelles des températures de Beauvais (C°) – Statistiques de 1961 - 1990

#### Pluviométrie

La pluviométrie est de 657 mm en moyenne par an contre 770 mm/an, au niveau national. Cependant la fréquence des pluies est élevée. En moyenne, le nombre de jours avec des précipitations supérieures à 1 mm est de 116 jours, soit un jour sur trois.

Il neige environ 17 jours par an contre 14 jours pour la moyenne nationale. Le brouillard est également présent 54 jours par an soit très nettement supérieur à la moyenne nationale qui en compte 40 par an.

Janv.	Fev.	Mars.	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
57	46,4	54,2	46,6	58,5	57	50,1	51,4	51,5	60,5	63	60,4	656,8

Tableau 8 : Moyennes mensuelles des précipitations de Beauvais (en mm) – Statistiques mensuelles 1961-1990

#### Orage

Le secteur de Beauvais compte environ 18 jours par an avec de l'orage contre 22 jours par an pour la moyenne nationale.

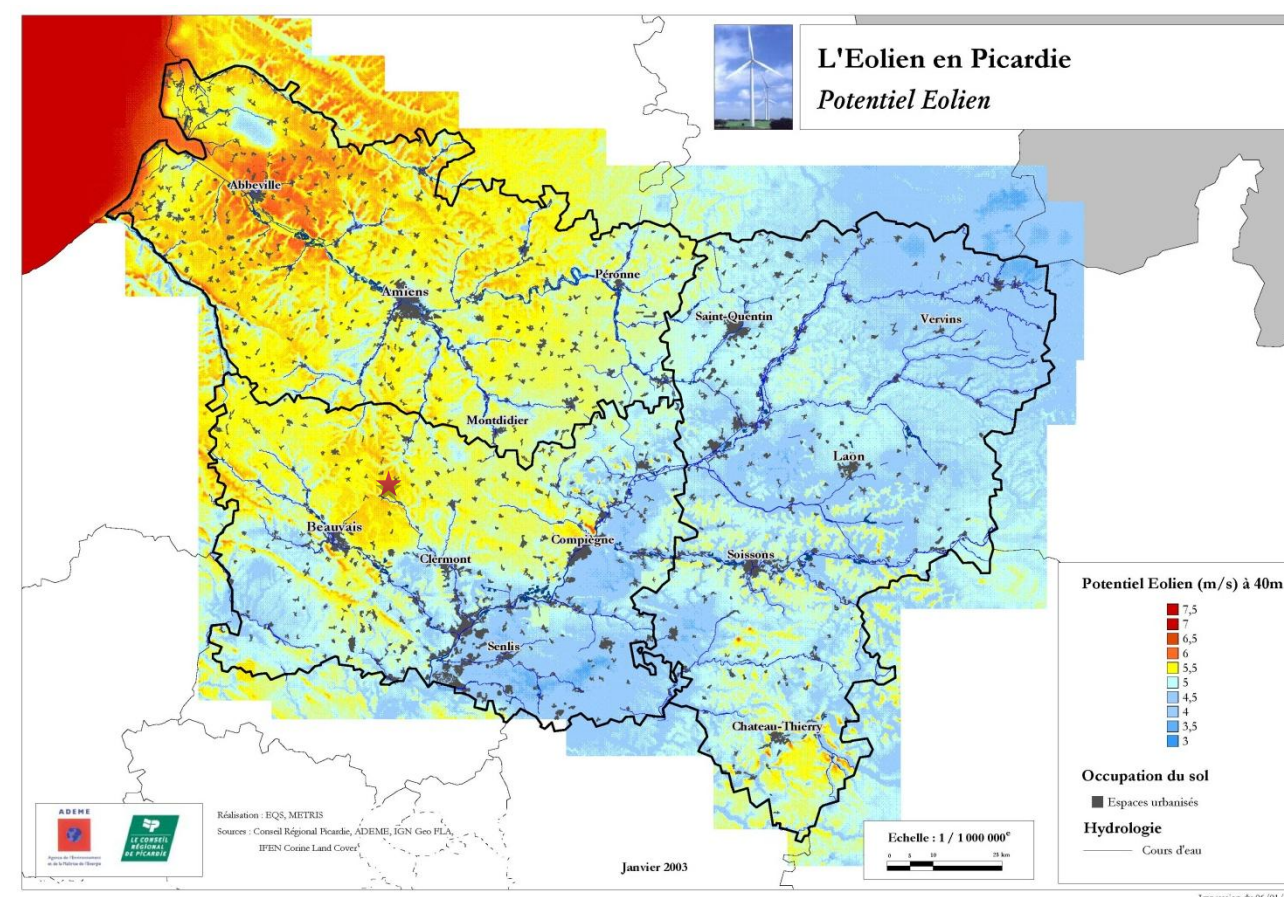
#### Ensoleillement

La durée d'insolation totale annuelle est voisine de 1650 heures par an. Elle est inférieure à la moyenne nationale qui compte 1973 h/an.

**Société « Parc éolien NORDEX LVI SAS » – Projet du parc « Les Hauts Bouleaux » (60)**  
Dossier de demande d'autorisation Unique

### Analyse des vents

D'après l'Atlas Régional Eolien de la Picardie, le site d'étude intègre une zone fortement ventée. Les vitesses de vent sont estimées, à 40 m d'altitude, entre 5,5 m/s et 6 m/s.



Carte 5 : Gisement éolien de la Picardie, à 40 m d'altitude – Légende : Etoile rouge / Localisation du site (Source : Atlas Régional Eolien, 2003)

Toutefois, le gisement éolien identifié a été réalisé à l'échelle régionale.

Afin de confirmer et d'affiner le potentiel éolien à l'échelle du secteur d'étude, la société Nordex a installé une station anémométrique sur le territoire de Noyers-Saint-Martin du 5 janvier 2004 au 6 septembre 2006 et a effectué une campagne de mesures.

Ce mât de mesure, d'une hauteur totale de 50 m, est équipé de trois anémomètres à 30 m, 40 m et 50 m, d'une girouette, 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.

Secteur spatial	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Fréquence (%)	10,9	9,4	5,3	3,8	3,4	4,8	9,4	14,4	14,4	9,3	6,7	8,1
Vitesse moyenne (m/s)	5,9	6,0	5,1	5,0	5,0	5,8	7,0	7,7	6,9	6,4	6,0	5,7
Energie (%)	8,3	8,2	2,8	2,0	1,7	3,5	12,5	23,8	17,2	9,3	5,4	5,4

Tableau 9 : Répartition des vents à 50 m (source : Nordex, 2012)



Le tableau de la répartition des vents nous indique que deux directions de vent ressortent préférentiellement :

- une composante Sud-Ouest, et Ouest (N180 à N 240) pour un peu moins de 38% du temps. Cette direction est également celle qui donne les vitesses de vent les plus importantes ;
- une composante Nord / Nord-Nord-Est pour un peu plus de 21% du temps, essentiellement l'hiver.

Ces données sont en cohérences avec celles de la station de Beauvais-Tillé.

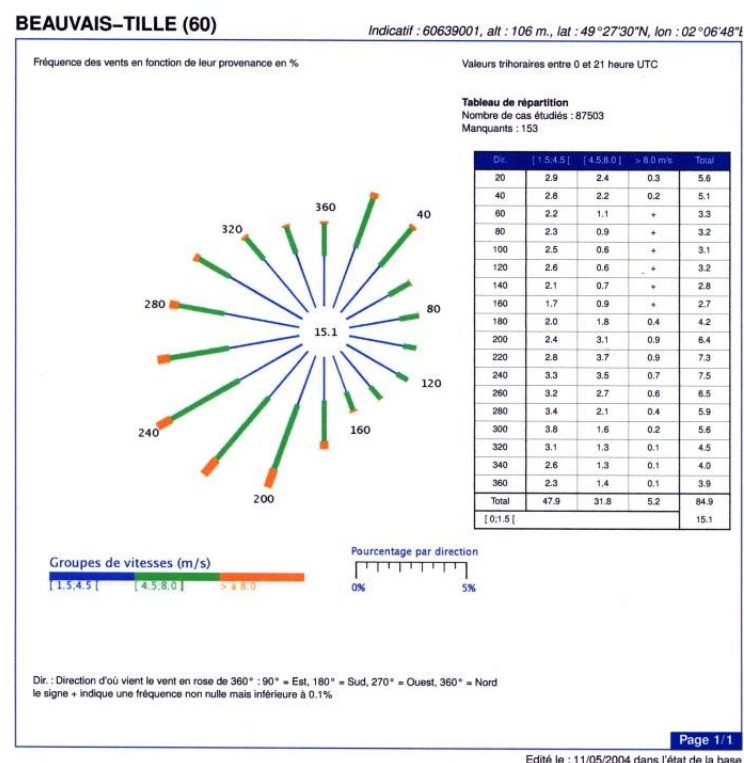


Figure 2 : Rose directionnelle des vents (source : Météo France)

⇒ La rose des vents obtenue à partir des données récoltées met en évidence une direction dominante des vents provenant du secteur Ouest-Sud-Ouest / Sud-Ouest avec une petite composante Nord-Est.

### 3-2.2 Risques naturels

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

Le droit à cette information, institué en France par la loi du 22 juillet 1987 et inscrit à présent dans le Code de l'Environnement, a conduit à la rédaction dans l'Oise d'un Dossier départemental des risques majeurs (DDRM) en 2001. En novembre 2007, il a fait l'objet à nouveau d'une révision. C'est sur ce rapport que nous nous appuyons pour notre analyse.

⇒ Notons que l'arrêté du 19 janvier 2007 fixant la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs, indique que les territoires des communes de NOYERS-SAINT-MARTIN, THIEUX, BUCAMPS, SAINT-ANDRE-FARIVILLERS et CAMPREMY ne sont concernées par aucun Plan de prévention aux risques naturels ou technologiques.

#### Arrêté de catastrophes naturelles

Les communes intégrant le périmètre de l'étude de dangers ont fait l'objet d'arrêtés de catastrophe naturelle (source : www.prim.net) pour cause de :

Commune	Nature de la catastrophe naturelle	Date de l'arrêté
NOYERS-SAINT-MARTIN	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
	Inondations et coulées de boue	14/08/2009
THIEUX	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
BUCAMPS	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
CAMPREMY	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
SAINT-ANDRE-FARIVILLERS	Inondations et coulées de boue	02/10/1985
	Inondations et coulées de boue	28/09/1993
	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999

Tableau 10 : Inventaire des arrêtés de catastrophe naturelle sur le périmètre de l'étude de dangers (source : prim.net, 2014)

#### Inondation

##### Définition

Une inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement (ou apparaître) et l'homme qui s'installe dans la zone inondable pour y implanter toutes sortes de constructions, d'équipements et d'activités.

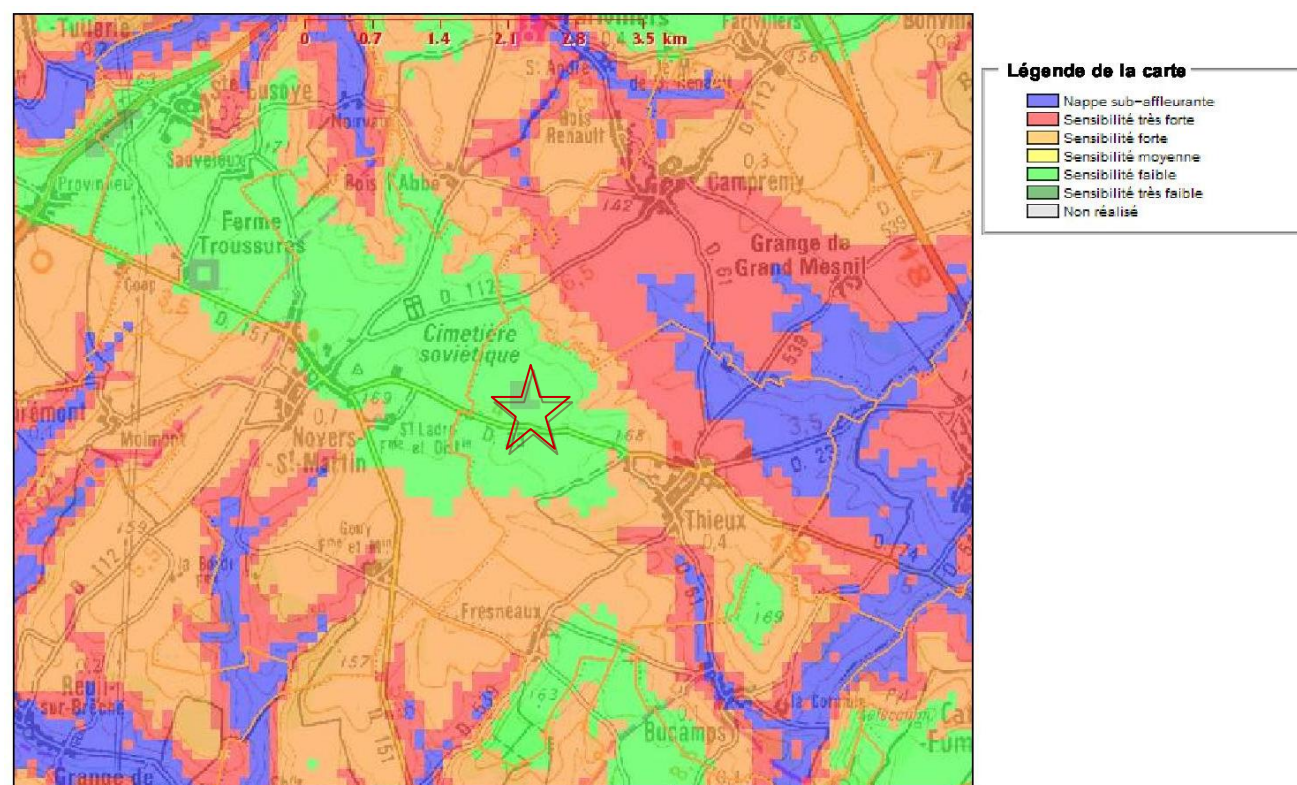
On distingue trois types d'inondations :

- la montée lente des eaux en région de plaine 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

Aucun Plan de prévention aux risques d'inondation (PPRI) n'est inventorié sur les territoires communaux du périmètre d'étude de dangers.



Carte 6 : Sensibilité du périmètre d'étude de dangers face aux phénomènes d'inondations par remontée de nappe – Légende : Etoile rouge / Localisation du site (source : <http://www.inondationsnappes.fr>, 2014)

⇒ Les territoires de Noyers-Saint-Martin, de Thieux, de Bucamps, de Saint-Andre-Farivillers et de Campremy ne sont concernés ni par un PPRI, ni par un Atlas des zones inondables même si ces derniers font l'objet de quelques arrêtés de catastrophe naturelle. Toutefois, la position sommitale du projet rend ce dernier peu sensible aux phénomènes d'inondation.

Mouvements de terrain

Définition

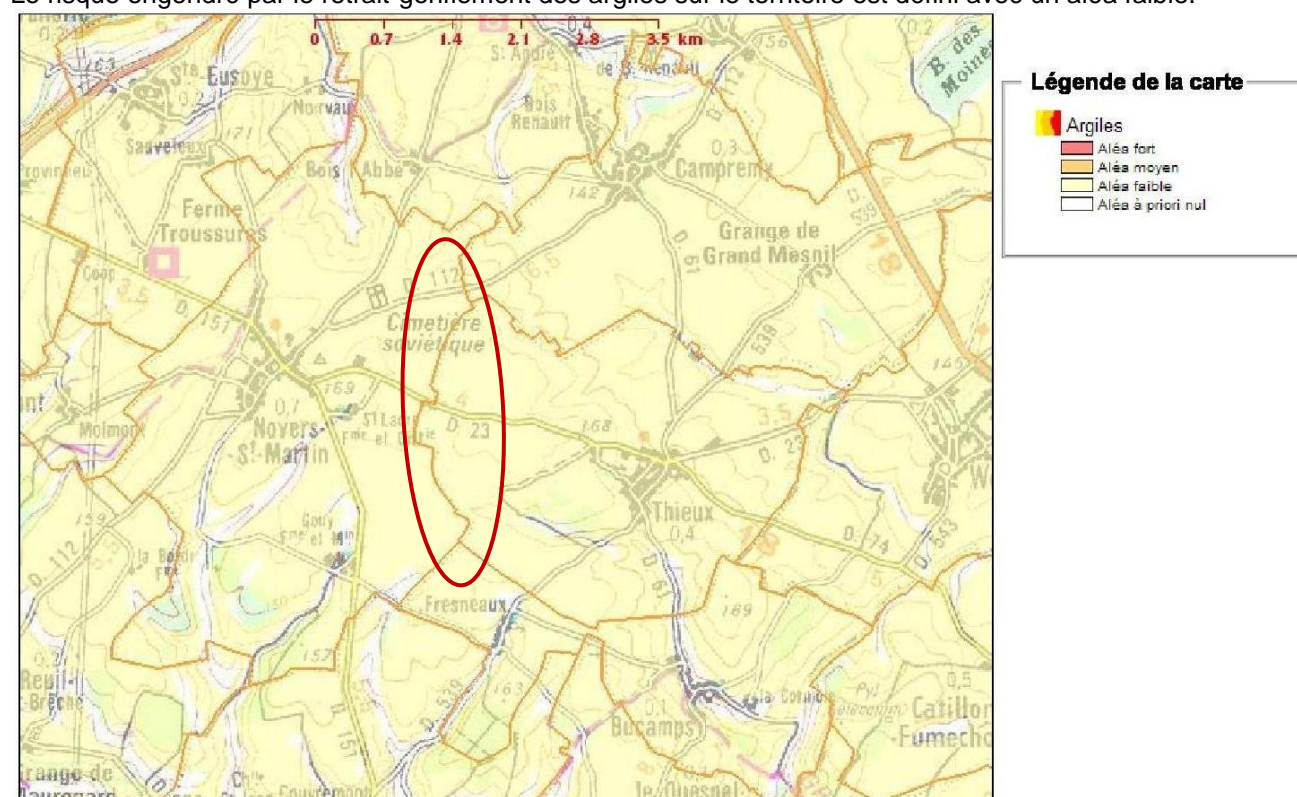
Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Les volumes en jeu sont compris entre quelques mètres cubes et quelques millions de mètres cubes. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres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

Sur le territoire d'étude

L'inventaire de l'ensemble des cavités souterraines a été réalisé. Les autres territoires intégrant le périmètre d'étude ne présentent pas de cavité.

D'après le Dossier départemental des risques majeurs, ce risque couvre l'ensemble du territoire à l'exception de quelques communes.

Le risque engendré par le retrait-gonflement des argiles sur le territoire est défini avec un aléa faible.



Carte 7 : Aléa retrait-gonflement des argiles sur le site d'étude – Légende : Cercle rouge / Localisation du site (source : [www.argiles.fr](http://www.argiles.fr))

⇒ Les territoires intégrant le périmètre d'étude de dangers ne sont pas soumis à un risque de mouvement de terrain excepté pour Bucamps dont le risque est lié principalement à la présence d'un ancien site d'extraction minérale. Ce point sera confirmé ou infirmé par la réalisation de sondages lors de la phase de travaux.  
⇒ L'aléa retrait et gonflement des argiles est, quant à lui, un risque faible sur le périmètre d'étude de dangers.

Risque sismique

Définition

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

Le séisme est le risque naturel majeur qui cause le plus de dégâts.

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (source : [www.planseisme.fr](http://www.planseisme.fr)).

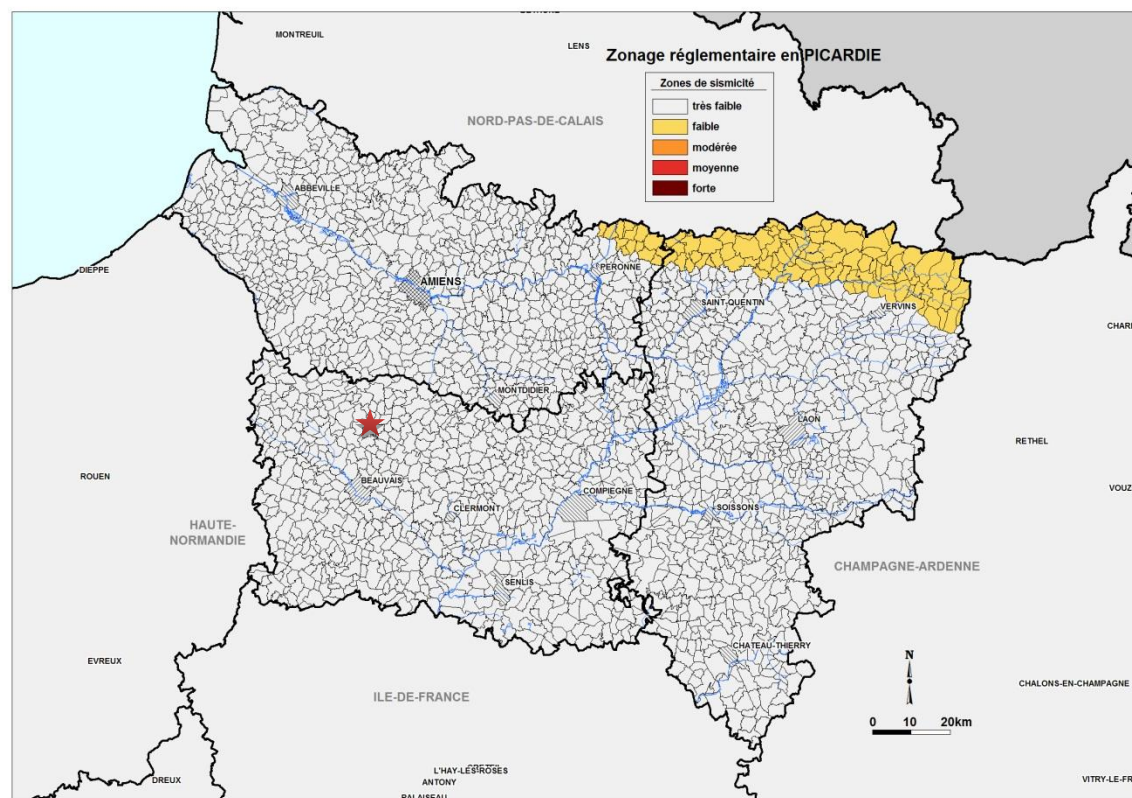
Sur les territoires d'étude



L'actuel zonage sismique classe le département de l'Oise en zone de sismicité 1.

La zone de sismicité 1 n'est pas soumise à des prescriptions parasismiques particulières pour les bâtiments à risque normal, l'aléa sismique étant qualifié de très faible.

⇒ Les territoires du périmètre d'étude de dangers sont classés en zone sismique 1 ; c'est-à-dire à très faible probabilité d'occurrence.



Carte 8 : Zonages sismiques en Picardie - Légende : Etoile / Localisation du site (source : planseisme.fr)

## Feux de forêt

### Définition

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

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

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

### Sur les territoires d'étude

Le département de l'Oise est particulièrement exposé aux feux de végétation. On en distingue deux types : les feux d'herbes sèches et les feux de plaine (blé coupé ou sur pied). Globalement, les communes concernées par le risque feux de forêt sont celles bordant un bois ou une forêt.

**Société « Parc éolien NORDEX LVI SAS » – Projet du parc « Les Hauts Bouleaux » (60)**  
**Dossier de demande d'autorisation Unique**

⇒ Les territoires intégrant le périmètre d'étude de dangers ne jouxtent pas des espaces boisés. Le risque feu de forêt est donc nul.

## Tempête

### Définition de la tempête

L'atmosphère est un mélange de gaz et de vapeur d'eau, répartie 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** ; 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 les territoires d'étude

Ce risque n'est pas évoqué dans le Dossier départemental des risques majeurs. Toutefois, ce risque est plus élevé sur les zones littorales car elles sont plus proches en général des perturbations venant de l'Atlantique. Le passage d'une tempête crée une surcote océanique dangereuse pour les populations et les biens.

⇒ Les territoires intégrant le périmètre d'étude de dangers présentent un aléa tempête qualifié de faible. Les éoliennes N100 de classe III sont adaptées au caractère du vent du site.

## Foudre

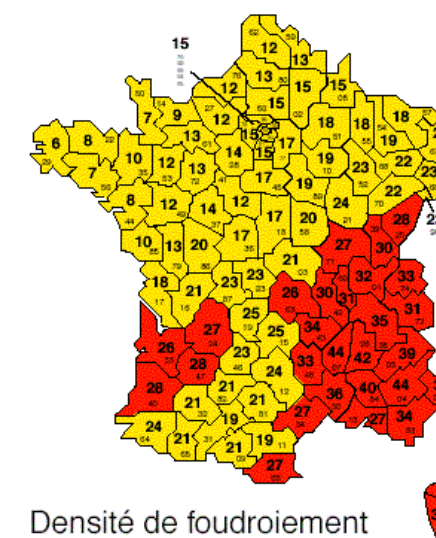
### Définition

Pour définir l'activité orageuse d'un secteur, il est fait référence à la densité de foudroiement qui correspond au nombre d'impact foudre par an et par km<sup>2</sup> dans une région.

### Sur le terrain d'études

Le risque tempête est qualifié de nul dans le Dossier départemental des risques majeurs.

Le climat global du département est peu orageux avec une densité de foudroiement (15 impacts/km<sup>2</sup>) inférieure à la moyenne nationale (20 impacts/km<sup>2</sup>).



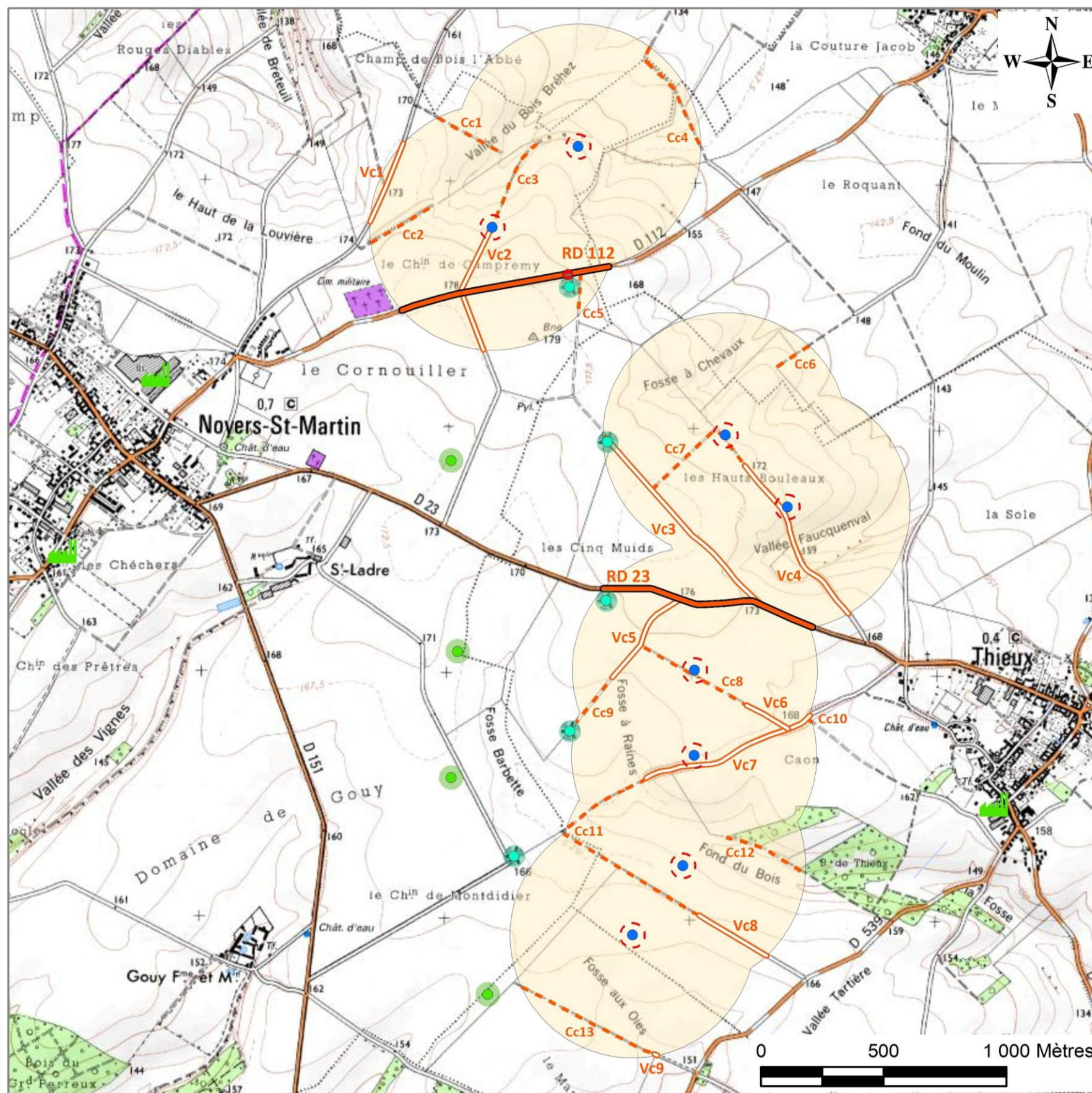
Carte 9 : Densité de foudroiement en France métropolitaine - Légende : Etoile / Localisation du site (source : Météo France)

Densité de foudroiement



## Synthèse des enjeux

Echelle : 1 / 22 000



Carte 10 : Synthèse des enjeux dans le périmètre d'étude de dangers



## 3-3 Environnement matériel

### 3-3.1 Voies de communication

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

#### Infrastructure aérienne

L'aéroport le plus proche est celui de Beauvais, à environ 19 km au sud-ouest du site.

La Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) indique que « les territoires des communes concernées ne sont grevées par aucune servitude de dégagement ou radioélectrique civile ».

Toutefois, elle attire notre attention sur les points suivants :

- Une partie de projet se situe à une distance inférieure à 15 km du VOR de Montdidier (N493309 E0022922) servant de base à l'exécution de procédures d'approche aux instruments de l'aéroport de Beauvais-Tillé ;
- Des contraintes de circulation aérienne limiteront l'altitude en bout de pale à 1000 pieds (304,8 m NGF) sur l'ensemble du projet à l'extérieur de cette zone de 15 km.

L'Armée de l'Air nous signale que « le site s'inscrit dans le volume de sécurité AMSR de la Base Aérienne 110 de Creil. Ce volume a pour vocation d'assurer une marge de franchissement réglementaire de 300 mètres au-dessus de tout obstacle et de permettre le guidage et la surveillance radar en toutes conditions jusqu'à l'altitude publiée. L'altitude sommitale des aérogénérateurs, pales à la verticale, est donc limitée à 309 mètres NGF. »

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

Le domaine routier est confié au Conseil général de l'Oise. Pour mémoire, même si le périmètre d'étude de dangers ne recoupe pas ces infrastructures routières, il est noté à proximité du site les voies de circulation suivantes :

- Route départementale 1001 (RD 1001), distante de 3,25 km de l'éolienne E8. Aucune donnée n'est disponible à proximité du site. Le premier comptage se situe à plusieurs kilomètres au Sud de l'autoroute A 16 avec un nombre moyen de véhicules par jours de 6 881.
- Route départementale 916 (RD 916), éloignée de 3,85 km de l'éolienne E2. Sont inventoriés en moyenne 6 014 véhicules par jour ;
- Route départementale 539 (RD 539), éloignée de 550 m de l'éolienne E6. Aucune donnée n'est disponible sur cette route.

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

- Route départementale 112 (RD 112) ;
- Route départementale 23 (RD 23) ;
- Des voies communales, notées Vc sur la carte ;
- Des chemins communaux, identifiés Cc sur la carte.

Numéro de l'éolienne	Distance à la R.D.	Distance à la Vc	Distance au Cc
E1	666 m de RD 23	147 m de Vc4	15 m de Cc7

E2	397 m de RD 23	19 m de Vc4	243 m de Cc7
E3	270 m de RD 23	254 m de Vc5	15 m de Cc8
E4	616 m de RD 23	36 m de Vc7	217 m de Cc11
E5	1067 m de RD 23	206 m de Vc8	126 m de Cc11
E6	1378 m de RD 23	288 m de Vc8	220 m de Cc11
E7	232 m de RD 112	25 m de Vc2	15 m de Cc3
E8	500 m de RD 112	501 m de Vc2	151 m de Cc3
Postes de livraison	10 m de RD 23	420 m de Vc2	43 m de Cc5

#### Définition du trafic

Le trafic routier en 2009 supporté par les routes départementales est le suivant (source : CG 60, 2012) :

- La RD 112 comptabilise en moyenne 534 véhicules par jour ;
- La RD 23 comptabilise en moyenne 1 431 véhicules par jour.

Aucune donnée relative aux chemins ruraux (ou communaux) et aux voies communales n'est disponible. Toutefois, d'après les communes, le trafic est estimé inférieur à 200 véhicules/jour.

Pour les chemins de randonnées, aucune donnée n'est disponible. La circulaire du 10 mai 2010 établit de compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne. Or, à notre connaissance, le nombre d'individus empruntant ces chemins est très nettement inférieur à cette tranche (plutôt de l'ordre de dix personnes par jour, maximum).

#### 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. D'après le Dossier départemental des risques majeurs, les territoires intégrant le périmètre d'étude de dangers ne sont pas soumis aux risques TMD (routier, ferroviaire, voie navigable ou canalisation).

### 3-3.2 Réseaux publics et privés

Une ligne électrique haute tension de 20kV traverse la zone de l'étude de danger. Elle passe à 190 mètres au nord de l'éolienne E3

Un parc éolien « Le Cornouiller », développé par la société Parc éolien Nordex LVI, intègre pour partie le périmètre de dangers du parc proposé (3 des 5 aérogénérateurs, les plus au Nord).

### 3-3.3 Patrimoine historique et culturel

#### Monument historique

Aucun monument historique inscrit ou classé n'est présent dans le périmètre de la zone d'étude de dangers.

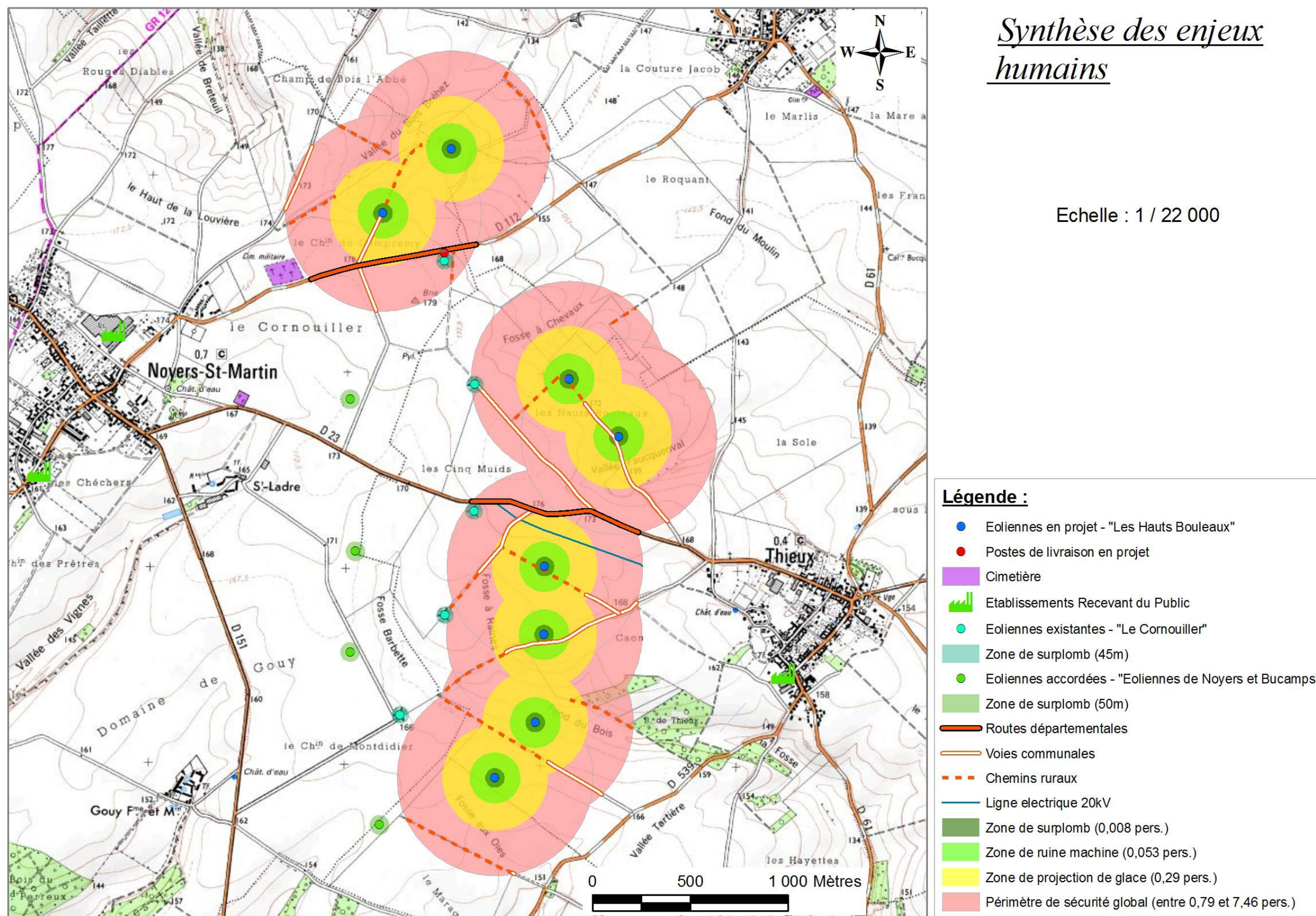
#### Archéologie

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.



## Synthèse des enjeux humains

Echelle : 1 / 22 000



Carte 11 : Synthèse des enjeux humains dans le périmètre de l'étude de dangers



## 3-4 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.

### 3-4.1 Les enjeux humains

#### *Relatifs aux établissements recevant du public (ERP)*

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

#### *Relatifs aux terrains non bâtis*

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

	Zone de surplomb	Zone de ruine	Zone de projection de glace	Intégralité du périmètre
<b>Superficie (ha)</b>	0,7996	5,309	22,90	78,54
<b>Nombre d'individus</b>	0,007996	0,05309	0,2290	0,7854

*Tableau 11 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non urbanisés pour une éolienne*

La superficie est calculée à partir du logiciel de SIG Mapinfo.

#### *Relatifs aux infrastructures routières*

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, les voies de circulation qui sont prises en considération sont celles empruntées par un nombre significatif de personnes qui ne sont pas déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installations. C'est pourquoi aucun calcul n'est réalisé pour les voies communales et chemins communaux.

Les infrastructures routières identifiées ne présentant pas de bouchon, la formule suivante sera appliquée : 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour. Ainsi, dans le tableau suivant est présenté le nombre d'individu par zone :

Route départementale	Distance dans le périmètre	Nombre de véhicules / jour	Nombre d'individu
<b>RD 112 (E7)</b>	0,866 km	534	1.85
<b>RD 112 (E8)</b>	0.208 km	534	0.44
<b>RD 023 (E3)</b>	0.892 km	1 431	5.10
<b>RD 023 (E2)</b>	0.425 km	1431	2.43

*Tableau 12 : Définition de l'enjeu humain relatif aux infrastructures routières.*

#### *Relatifs aux chemins de randonnées*

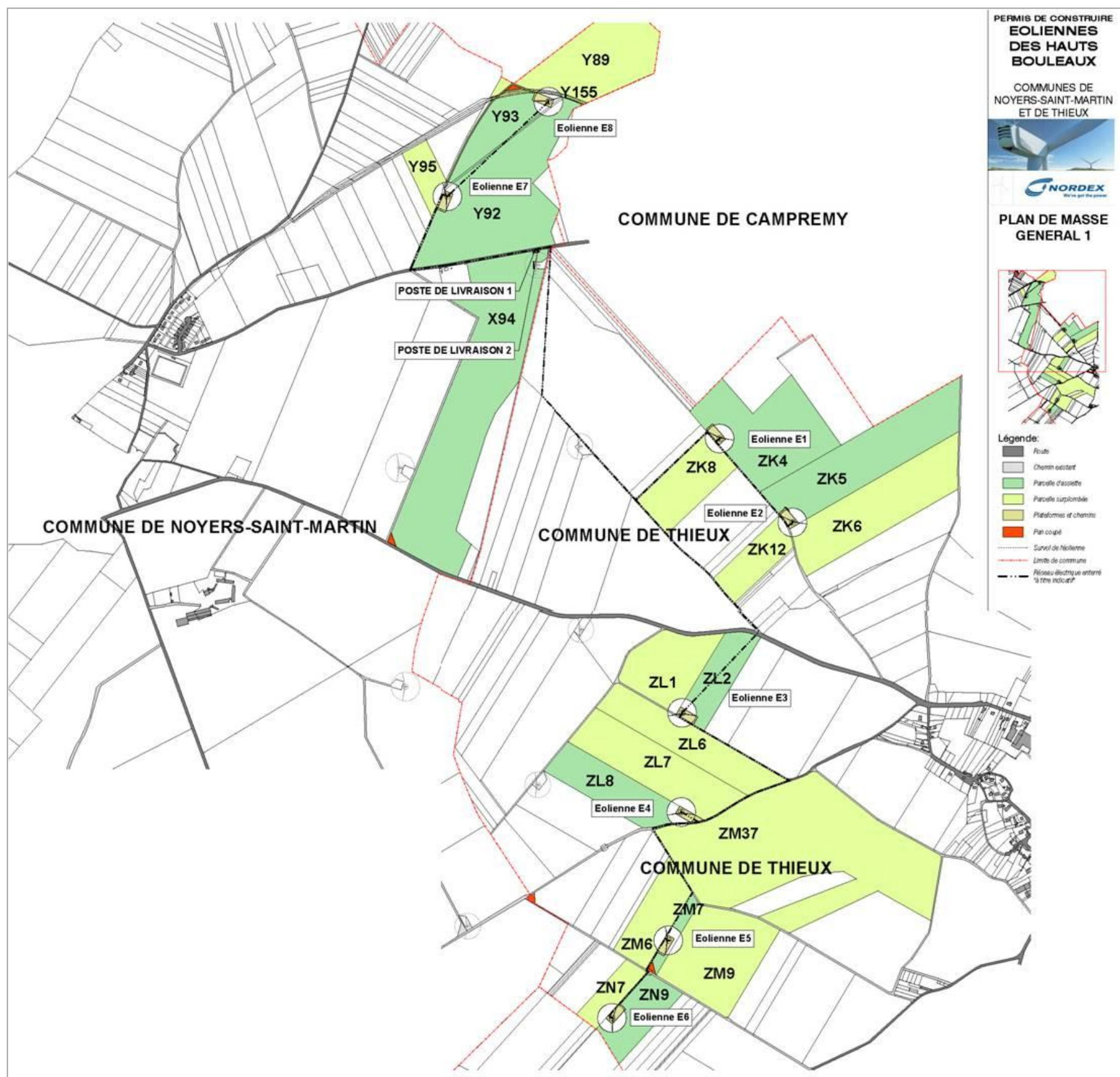
Pour les chemins de promenade ou de randonnée, la circulaire du 10 mai 2010 nous indique de compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne. Or, malgré l'absence de données actuelles, nous pouvons confirmer, de par la connaissance du site, que la fréquentation est plutôt en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

### 3-4.2 Enjeux matériels

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

- Les infrastructures routières ;
- Les chemins de randonnée ;
- Le parc éolien de « Le Cornouiller ».





Carte 12 : Plan détaillé de l'installation, partie nord (source : Nordex, 2014)

## 4 CARACTERISTIQUES 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 dangers 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 à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique § 4.3.1) :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;
- Un réseau de chemins d'accès ;
- Eventuellement 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 composé de 4 tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique ;
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - ✓ le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - ✓ le 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.

#### Emprise

Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens :

- **La surface de chantier** est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes ;
- **La fondation de l'éolienne** est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol ;
- **La zone de surplomb** ou de survol correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât ;
- **La plateforme** correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.

#### Chemins d'accès

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

#### 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.

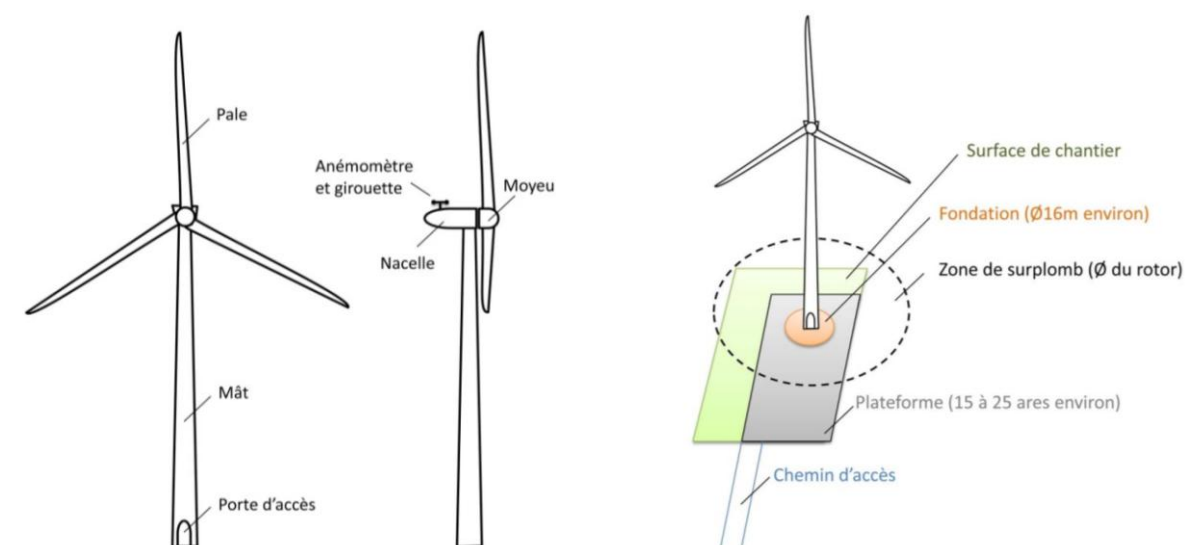


Figure 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) et emprises au sol d'une éolienne (à droite) - (source : Guide technique (INERIS/SER/FEE, 2012))



## 4-1.2 Activité de l'installation

L'activité principale du parc « Les Hauts Bouleaux » est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur de moyeu de 80 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

## 4-1.3 Composition de l'installation

Le parc « Les Hauts Bouleaux » est composé de 8 aérogénérateurs et de deux postes de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 80 mètres (soit une hauteur de mât de 80 m au sens de la réglementation ICPE) et un diamètre de rotor de 100 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 130 mètres.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison dans le système de coordonnées RGF Lambert 93. Ces données sont données à titre indicatif puisque les plans architecturaux de la demande de Permis de Construire font foi.

Eolienne	Coordonnées RGF Lambert 93		Altitude (NGF - m)	
	Longitude Est	Latitude Nord	Au sol	Bout de pale
1	649098	6939602	170	300
2	649353	6939308	169	299
3	648973	6938644	172	302
4	648971	6938296	170	300
5	648925	6937847	161	291
6	648719	6937564	165	295
7	648498	6940778	170	300
8	648148	6940449	160	290
Postes de livraison	648455	6940245	175	177.5

Tableau 13: Coordonnées géographiques du parc éolien

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

## 4-2 Fonctionnement de l'installation

### 4-2.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par 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 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 5 et 20 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 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur de 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 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 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

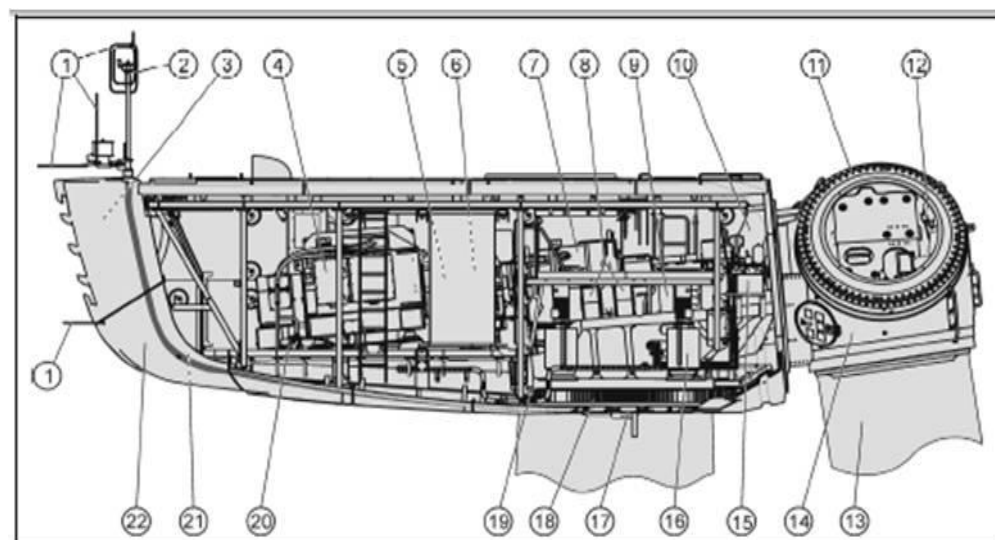


Fig. : 2 Dessin de vue d'ensemble nacelle

1. Parafoudre
2. Capteurs anémométriques
3. Échangeur thermique
4. Génératrice
5. Coupleur
6. Frein de rotor
7. Multiplicateur
8. Appui du multiplicateur
9. Arbre du rotor
10. Palier de rotor
11. Roulement d'orientation de pale
12. Entraînement d'orientation de pale
13. Pale de rotor
14. Moyeu du rotor
15. Agrégat hydraulique
16. Moteur d'orientation
17. Freins d'orientation
18. Roulement de système d'orientation
19. Châssis machine
20. Pompe à eau de refroidissement
21. Écoutille pour la grue de bord
22. Cabine de la nacelle

Figure 4 : Ecorché simplifié de l'intérieur de la nacelle NORDEX N 100 (source : Nordex)

Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
<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, 22 m de diamètre à leur base et se resserre jusqu'à 6,7 m de diamètre représentant environ 600 m<sup>3</sup>.</li> <li>▪ <u>Profondeur</u> : en standard, 3 m.</li> </ul>
<b>Mât</b>	Supporter la nacelle et le rotor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En acier,</li> <li>▪ Hauteur de 80 m.</li> <li>▪ Composé de 4 pièces.</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 pâles,</li> <li>▪ <u>Le multiplicateur</u>, à engrenage cylindrique à 3 trains planétaires, 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>▪ 3 par machine,</li> <li>▪ Longueur : 50 m</li> <li>▪ Poids : 11,9 t</li> <li>▪ Constitué d'un seul bloc de plastique armé à fibre de verre (résine époxyde).</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>▪ 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 14 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs 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.

### 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 averti les personnels d'exploitation et de maintenance en cas d'ouverture d'une porte d'accès à une éolienne.

### Balisage des éoliennes

Le balisage des éoliennes est défini par l'arrêté du 13 Novembre 2009 et du 7 Décembre 2010. Les éoliennes N100 sont conformes à cet arrêté.

La couleur des éoliennes est une nuance RAL 7035. Toutes les éoliennes constituant le parc éolien, d'une hauteur inférieure à 150 m hors tout (130 m), sont dotées d'un balisage lumineux d'obstacle au niveau de la nacelle.

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

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

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

### Balisage lumineux de jour

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

### Balisage lumineux de nuit

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

Le passage du balisage lumineux de jour au balisage de nuit est assuré par un détecteur crépusculaire. Le jour est caractérisé par une luminance de fond supérieure à 500 cd/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 balisage actif lors du crépuscule est le balisage de jour, le balisage de nuit est activé lorsque la luminance de fond est inférieure à 50 cd/m<sup>2</sup>.

## Protection contre le risque incendie

### Système de lutte incendie

L'éolienne N100 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.5-4c Contrôle à distance).

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.

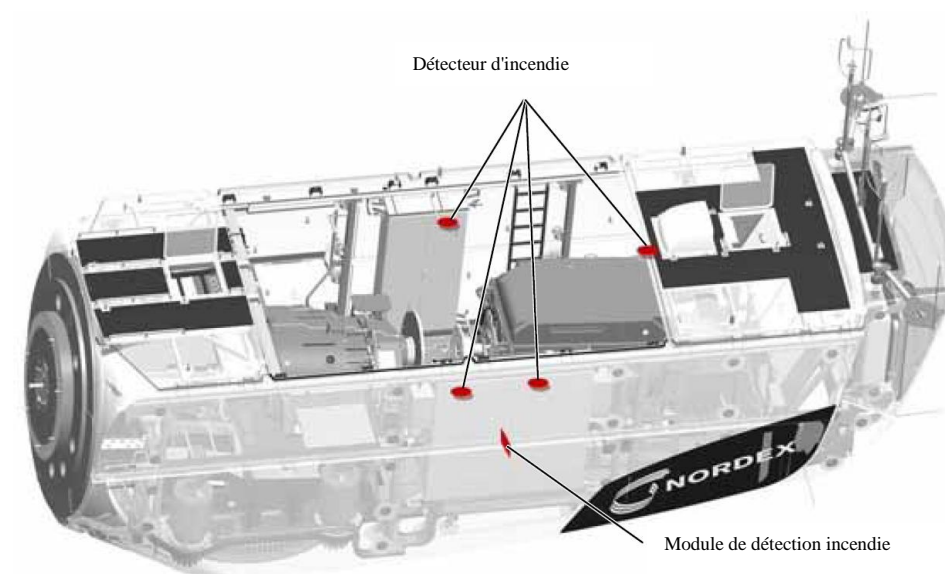


Figure 5 : Positionnement des détecteurs d'incendie dans la nacelle (source : Nordex, 2012)

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.

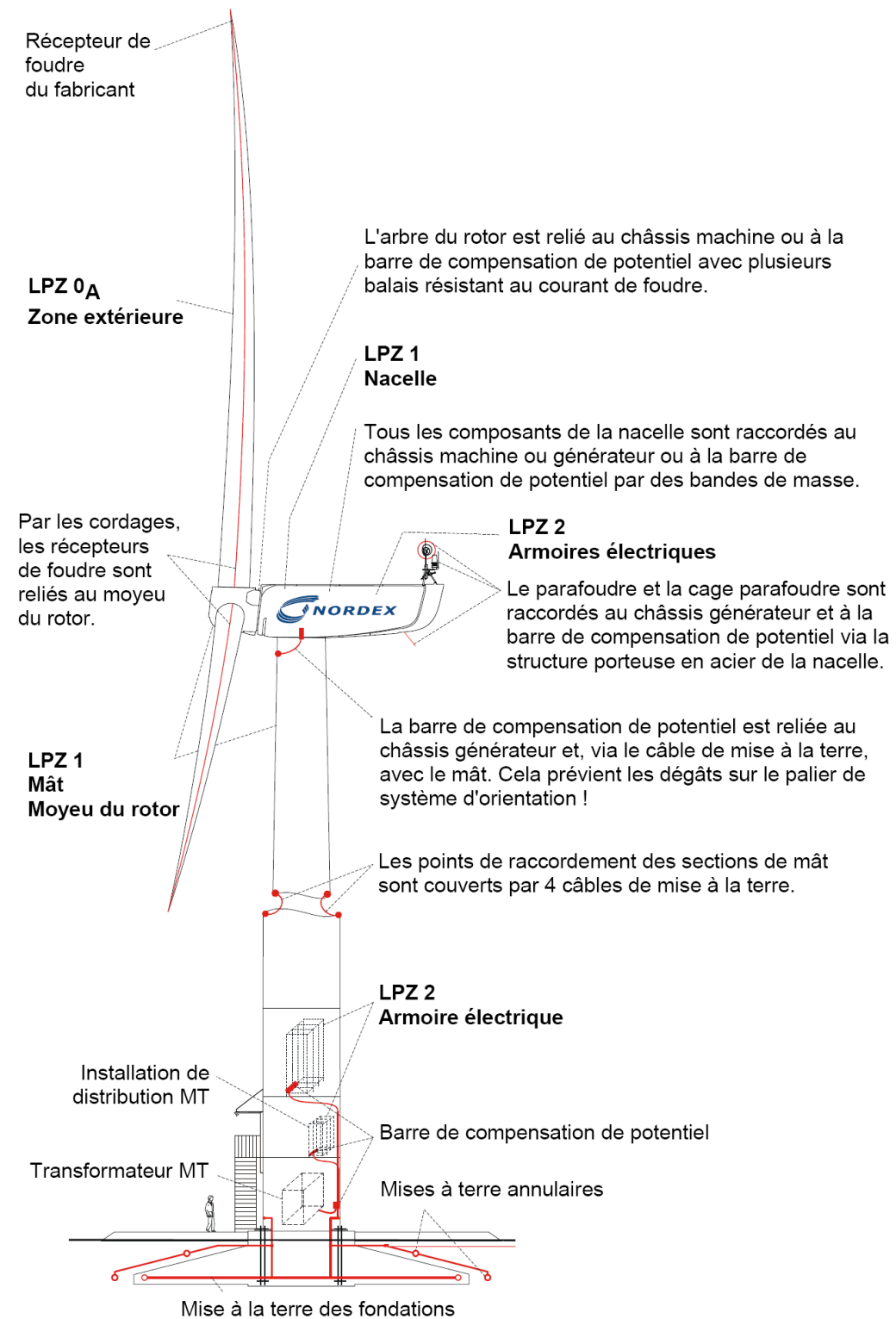


Figure 6 : Dessin de vue d'ensemble des dispositifs de protection parafoudre dans l'éolienne (source : NORDEX)

## 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 température. 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 30s, 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 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 de 630 L, 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.

### Conception des éoliennes

#### Certification de la machine

Les aérogénérateurs, N100, 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 » 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 » 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 oeuvre 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.

La société « Parc éolien NORDEX LVI 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 N100, 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 58 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 Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes

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 du parc éolien est entièrement automatisé et contrôlé à distance 24h/24 depuis le centre de commande du parc éolien 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 N100 sont équipées d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance par accès sécurisé depuis un ordinateur équipé d'une connexion internet. 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.

Ces moyens techniques et cette surveillance 24h/24 permettent de garantir qu'en cas d'anomalie les secours pourront être prévenus dans un délai de 15 minutes.

## 4-2.4 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> <small>Position sur parc éolien Position on wind farm</small>	<b>NX</b>	<b>00000</b> <small>N° Série (affiché sur l'éolienne) Serial Nr. (mentioned on the WTG)</small>	Latitude <b>[N/S 00.000000]</b> Longitude <b>[E/W 00.000000]</b>
<b>ACCIDENT - URGENCE MÉDICALE</b> <b>ACCIDENT - MEDICAL EMERGENCY</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>Appeler ou faire appeler le <b>112</b> <i>Dial or ask someone to dial 112</i></li> <li>Préciser : <i>Precise :</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le lieu de l'accident: au moins nom et adresse du parc éolien et numéro de l'éolienne <i>The accident place: at least name and location of the wind farm and WTG identification number</i></li> <li>La nature de l'accident (chute de hauteur, électrisation...) <i>The type of accident (fall from height, electrical accident...)</i></li> <li>Le nombre de victimes <i>The number of injured persons</i></li> <li>L'état de la (des) victime(s) : saignement, conscience, nature et siège des lésions... <i>The status of the injured person(s): bleeding, awareness, kind of injuries, parts of body injured...</i></li> <li>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 <i>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</i></li> <li>S'il persiste un danger pour les équipes de secours <i>If there is still a danger for the emergency services</i></li> </ul> </li> <li>Suivre les instructions <i>Follow the instructions</i> <b>NE JAMAIS RACCROCHER AVANT LES SECOURS</b> <b>DO NOT HANG UP BEFORE THE OPERATOR TELLS YOU TO</b></li> <li>Si possible, organiser l'accueil des secours <i>If possible, prepare for the arrival of emergency services</i></li> </ol>			
<b>INCENDIE</b> <b>FIRE</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>Si possible, déconnecter l'éolienne du réseau électrique <i>If possible, disconnect the wind turbine from the grid</i></li> <li>Dans la mesure du possible, attaquer le feu. Sinon, évacuer l'éolienne. <i>If possible, fight the fire. Otherwise, evacuate the wind turbine.</i></li> <li>Appeler ou faire appeler le <b>112</b> <i>Dial or ask someone to dial 112</i></li> <li>Préciser le lieu de l'incident <i>Precise the incident place</i></li> <li>Suivre les instructions <i>Follow the instructions</i> <b>NE JAMAIS RACCROCHER AVANT LES SECOURS</b> <b>DO NOT HANG UP BEFORE THE OPERATOR TELLS YOU TO</b></li> <li>Si possible, organiser l'accueil des secours <i>If possible, prepare for the arrival of emergency services</i> <b>PERIMETRE DE SECURITE A ETABLIR AUTOUR DE L'EOLIE</b> <b>DANGER AREA TO BE DEFINED AROUND THE WIND TURBINE</b></li> </ol>			
<b>EXPLOITANT DU PARC ÉOLIEN / WIND FARM OPERATOR</b>			
[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]			
<p><b>NUMERO D'URGENCE NORDEX (24 / 7) - Urgence sur une éolienne Nordex</b> <b>NORDEX EMERGENCY NUMBER (24 / 7) - Emergency on or by Nordex wind turbines</b></p> <p style="text-align: right;"><b>+ 49 381 6663 3727</b></p>			



## 4-2.5 Opération de maintenance de l'installation

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

### Personnel qualifié et formation continue

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

- Electriciquement, 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.

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.

#### Curative

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

## 4-2.6 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 du parc des hauts bouleaux.

## 4-3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

### 4-3.1 Raccordement électrique

Sur la carte ci-dessous est présenté le schéma de tracé des câbles de liaison inter-éoliennes et des câbles de liaison jusqu'au poste de livraison.

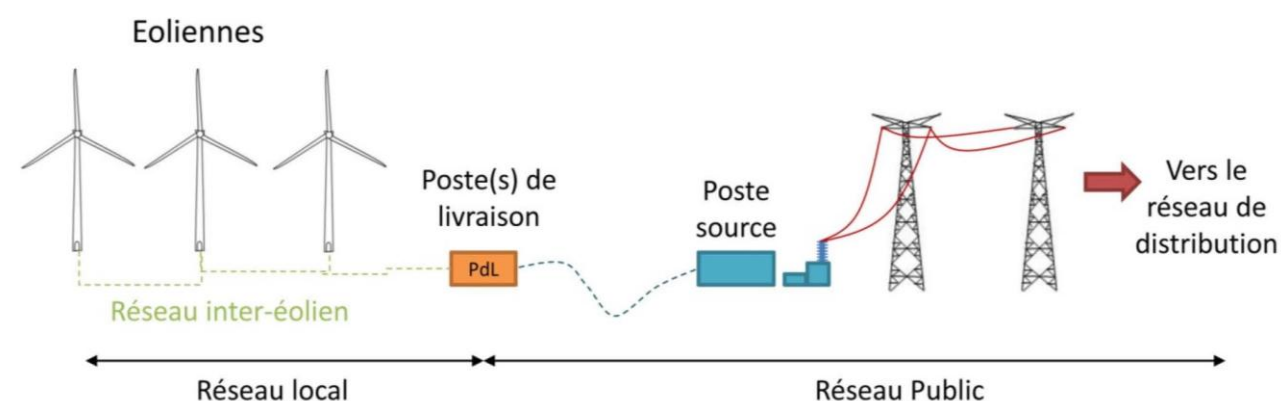


Figure 7 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE)

#### Réseau inter-éolien (ou réseau local)

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne.

Ces réseaux de raccordement électrique ou téléphonique (surveillance) entre les éoliennes et le poste de livraison seront enterrés sur toute leur longueur en longeant préférentiellement les pistes et chemins d'accès entre les éoliennes et le poste de livraison. La tension des câbles électriques est de 20 000 V.

Pour le raccordement inter-éolien, les caractéristiques des tranchées sont en moyenne une largeur de 45 cm et une profondeur de 1,00 m à 1,20 m, selon les cas. Lors du chantier de raccordement, au moins une voie de circulation devra être assurée sur les voies concernées (l'autre étant réservée à la sécurité du chantier). Les impacts directs de la mise en place de ces réseaux enterrés sur le site sont négligeables : les tranchées sont faites au droit des chemins d'accès puis sous les voies existantes dans les lieux présentant peu d'intérêt écologique, et à une profondeur empêchant toute interaction avec les engins agricoles.

Aucun apport ou retrait de matériaux du site n'est nécessaire. Ouverture de tranchées, mise en place de câbles et fermeture des tranchées seront opérés en continu, à l'avancement, sans aucune rotation d'engins de chantier. Les pistes seront restituées dans leur état initial, sans élargissement supplémentaire.

La fermeture de la tranchée dans l'axe des nouvelles pistes, de moindre compacité que le terrain en place, permettra avec le temps la régénération herbacée d'un andin central, sans gêne pour le passage éventuel d'une grue, de véhicules 4 x 4 ou encore d'engins agricoles.

### Poste de livraison

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

La localisation exacte des emplacements des postes de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

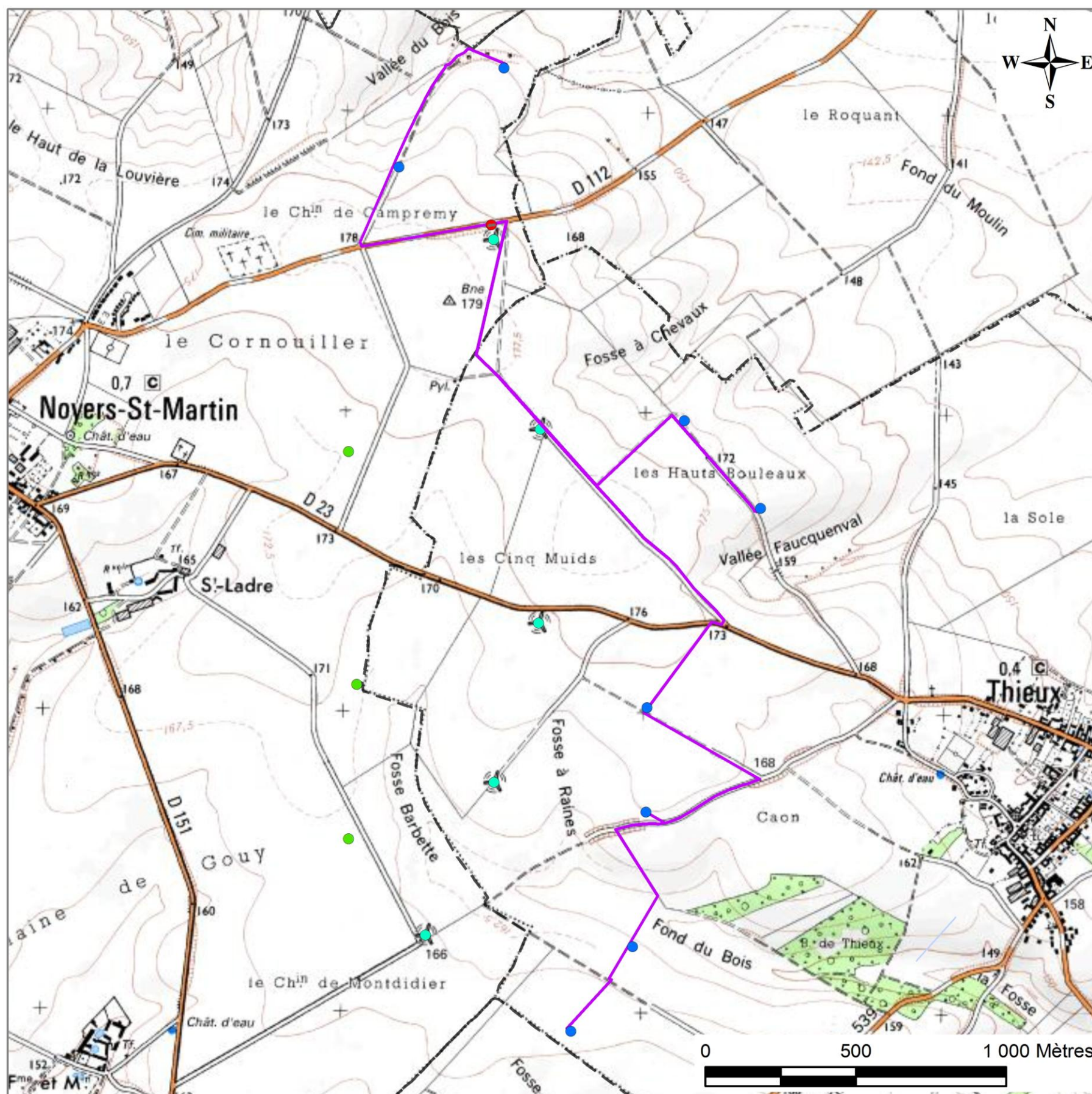
### Réseau électrique externe (ou réseau public)

Le réseau électrique externe relie le ou 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 ERDF-Electricité réseau distribution France). Il est lui aussi entièrement enterré.

## 4-3.2 Autres réseaux

Le parc « Les Hauts Bouleaux » 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.





## Réseaux électriques internes à l'installation

Echelle : 1 / 18 000

### Légende :

- Eoliennes en projet - "Les Hauts Bouleaux"
- Postes de livraison en projet
- Raccordement électrique souterrain interne au parc
- Eoliennes existantes - "Le Cornouiller"
- Eoliennes accordées - "Eoliennes de Noyers et Bucamps"
- Limite de territoire communal

Carte 12 : 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 du parc « Les Hauts Bouleaux » sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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

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

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

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 15 : Produits sortants de l'installation \(source : Nordex – 2014\)](#)

Référence	Fabricant	Type	Classification	Phrases R ou H	Phrases S ou P	Etiquetage	Quantité / aérogénérateur
Mobilgear XMP 320	ExxonMobil	Huile	Non classé dangereux				450- 550 L
Mobil SHC 629	ExxonMobil	Huile	Non classé dangereux				Orientation des pales : 3 x 11 L Orientation de la nacelle : 3/4 x 21 L
Mobil SHC Grease 460 WT	ExxonMobil	Graisse	Dangereux pour l'environnement	R52/53	S61		Rotor : ~ 30 kg Orientation des pales : 3 x 4.9 kg Orientation de la nacelle : 3.8 kg
Ceplattyn BL	Fuchs Lubritech	Graisse	Non classé dangereux				Orientation des pales : ~ 0.5 kg Orientation de la nacelle : ~ 0.5 kg
Shell Tellus Arctic 32	Shell	Huile hydraulique	Non classé dangereux				~ 25 L
Klüberplex BEM 41-132	Klüber Lubrication	Graisse	Non classé dangereux				~ 9.4 kg
Varidos FSK 45	Nalco	Liquide de refroidissement	Nocif en cas d'ingestion	R22	S24/25 S26 S28 S36/37/39 S45	Xn	~ 70 L pour le système de refroidissement de la génératrice ~ 40 L pour le système de refroidissement du convertisseur

Tableau 16 : Liste des principaux produits mis en œuvre dans chaque éolienne - les quantités figurant dans le tableau sont les quantités maximales présentes dans chaque aérogénérateur (source : Nordex, 2012)

Référence	Fabricant	Utilisation	Classification	Phrases R ou H	Phrases S ou P	Etiquetage
TEI-POL REINIGER VP-24	TEI-POL Chemie Karl TEIPEL	Nettoyant / dégraissant alcalin	Irritant pour les yeux et la peau	R36/38	S2 S24/25 S37 S46	Xi
NOW Bremsenreiniger (aérosol)	Nordwest Handel AG	Nettoyant	Extrêmement inflammable Irritant pour la peau Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges	R12 R38 R51/53 R67	S2 S3 S23 S29/56 S46 S51	Xi F+ N
HAKU 1025-900	Kluth	Nettoyant	Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion	R65	S23	Xn
WD-40 Aérosol	WD40 Company	Lubrifiant, protection anti-corrosion	Extrêmement inflammable L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau	R12 R66	S23 S24 S35 S46 S51	F+
MOLYKOTE(R) G-RAPID PLUS PASTE	Dow Corning	Lubrifiant	Non classé dangereux		S24/25 S51	
Sikaflex-252	SIKA	Produit chimique pour l'activité construction et industrie	Nocif : Peut entraîner une sensibilisation par inhalation	R42	S23 S45	Xn
Sikaflex-521	SIKA	Produit chimique pour l'activité construction et industrie	Non classé dangereux			
IgoLatex	SIKA		Non classé dangereux			
Loctite 243	Henkel	Colle	Sensibilisant Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau. Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.	R43 R52/53	S24 S37 S61	Xi
Loctite 577	Henkel		Sensibilisant Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau	R43	S24 S37 S51	Xi
MULTI-WAX SPRAY SD	Henkel	Revêtement de protection anticorrosion des surfaces métalliques	Extrêmement inflammable Dangereux pour l'environnement Extrêmement inflammable. Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique. L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau. L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges	R12 R51/53 R66 R67	S16 S23 S51 S61	F+ N

Tableau 17 : Liste des autres produits susceptibles d'être mis en œuvre sur l'installation (source : Nordex, 2014)



## 5-2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc « Les Hauts Bouleaux » 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 18 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)

### 5-2.1 Chute d'éléments de l'aérogénérateur

La chute d'éléments de l'aérogénérateur peut-être consécutive à deux évènements :

- Lors de la formation de glace sur les pales en période de gel ;
- Lors d'opération de maintenance.

Dans tous ces cas, les objets tombent dans une zone restreinte à la zone de survol des éoliennes.

### 5-2.2 Projection de pale / d'éléments de l'éolienne

Il s'agit là de la première cause d'incident : soit par la perte de tout ou partie d'une pale, occasionnée, soit par une faiblesse de la structure de la pale ou de sa fixation au moyeu, soit par une mise en survitesse de la machine (Source : Rapport des mines, 2006).

La survitesse, causée par une défaillance du système de sécurité par vent violent, amène rapidement des contraintes inacceptables au sein des pales et de leur fixation au moyeu. Les accidents de pales peuvent être limités à l'éjection d'un morceau de pale. Mais, du fait des contraintes et vibrations violentes qui en résulte, l'ensemble des pales et la nacelle peut se trouver déséquilibré et entraîner la ruine de la machine.

Des anomalies peuvent aussi toucher les éléments du dispositif pale-moyeu. Ainsi, la Société Enercon a expliqué les accidents de janvier et mars 1999 liés à deux de ses éoliennes par des tire-fond défectueux, non conformes à ses spécifications.

### 5-2.3 Effondrement de tout ou partie de l'éolienne

Toute structure peut s'effondrer. Bien que rares, des effondrements de tours éoliennes se sont déjà produites. L'effondrement total ou partiel du mât peut être causé par une survitesse du rotor entraînant une déformation de celui-ci qui vient frapper le mât et faucher l'éolienne. Un mauvais dimensionnement des fondations peut également entraîner l'effondrement de l'éolienne. Une étude géotechnique sera effectuée par une entreprise spécialisée au droit de chaque futur socle d'éolienne pour caractériser les dimensions des fondations de chaque éolienne.

L'entretien régulier des installations par le fabricant et / ou le concessionnaire est important.

### 5-2.4 Echauffement des pièces mécaniques

L'échauffement des parties mécaniques, par suite d'une défaillance des systèmes de lubrification ou de refroidissement, ou encore en raison d'une "survitesse" du rotor engendrant une vitesse de rotation inacceptable pour la génératrice ou le multiplicateur, peut encore conduire à des sinistres majeurs, voire à l'incendie de l'éolienne.

### 5-2.5 Court-circuit électrique

Un court-circuit est un contact entre deux conducteurs. Il entraîne le passage direct du courant "au plus court", d'un conducteur à l'autre au lieu de traverser le reste du circuit. Ainsi, ce défaut qui entraîne une augmentation de l'intensité du courant et une élévation potentiellement dangereuse de la température des conducteurs pouvant conduire dans certains cas à un incendie.

Pour éviter que le courant de court-circuit ne détruise le circuit d'alimentation, une protection est nécessaire : disjoncteur, fusible, limiteur de courant.

## 5-3 Réduction des potentiels de dangers à la source

Le choix de l'emplacement par rapport aux enjeux potentiels ainsi que le choix des caractéristiques de l'éolienne adaptée au site sont les principaux éléments de réduction des potentiels de danger à la source.

### 5-3.1 Principales actions préventives

#### Intégration dans le Schéma Régional Climat Air Energie (2012)

Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement et des politiques fixées par les lois Grenelle, la région Picardie a élaboré un Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE). L'un des volets de ce schéma très général est constitué par un Schéma Régional Eolien (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 2020.

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 **préserv**er 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), présentée page suivante.

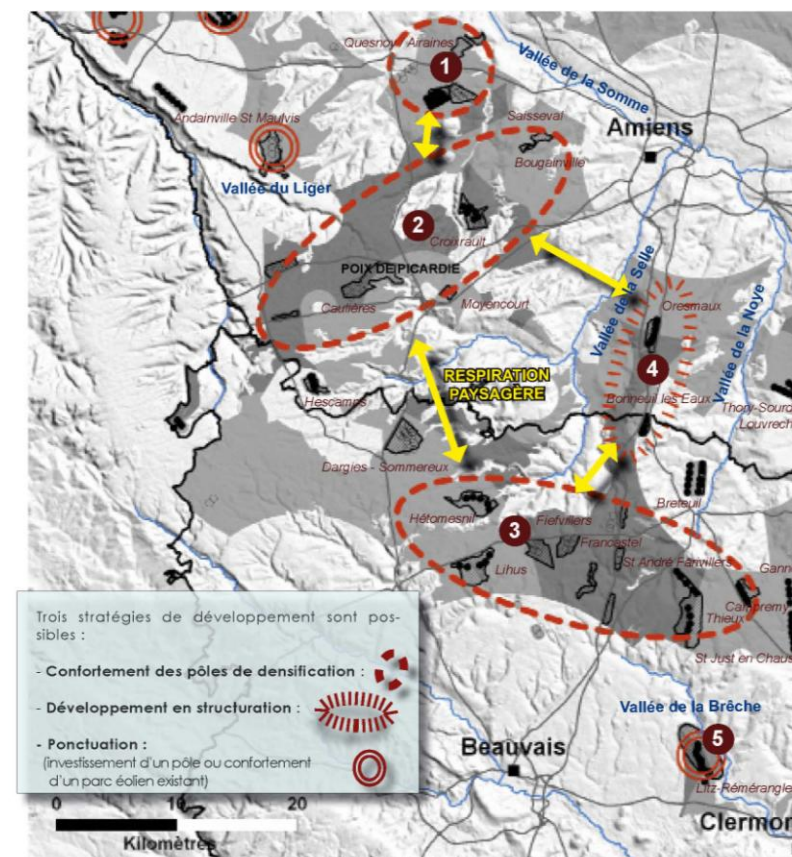
Le site envisagé pour l'implantation des éoliennes est inclus dans **le secteur A / Somme Sud-Ouest – Oise Ouest**, et plus particulièrement dans **le pôle 3 de densification**. Il appartient à une zone verte, c'est-à-dire favorable à l'éolien.

Ce Schéma Régional Eolien indique que la stratégie de ce pôle est que « *les éoliennes devront être implantées en cohérence avec les projets existants qu'elles viendront compléter (hauteur, rythme, type de machine ...)*. » Dans le pôle 3 dit du Plateau Picard, il est indiqué que les parcs existants pourront être densifiés au cas par cas.

L'enjeu est ici d'implanter un nouveau parc éolien de façon à densifier le pôle existant, et à le structurer. L'ensemble des éoliennes de ce pôle doit s'organiser dans une logique commune, afin que les différents parcs éoliens du pôle forment **un ensemble cohérent**.

Puissance totale des éoliennes accordées (dans et hors ZDE)	575 MW
Puissance encore disponible dans les ZDE accordées	169 MW
Eoliennes supplémentaires envisageables dans les pôles de densification, structuration ou ponctuation	80 MW
Total pour le secteur A	824 MW

Tableau 19 : Puissance disponible sur le secteur A (source : Schéma Régional Eolien)



Carte 13 : Stratégie envisagée sur le secteur A (source : Schéma Régional Eolien)

#### Intégration dans une Z.D.E. confirmant l'intérêt de la zone déjà identifiée dans le schéma régional

L'extension du parc éolien envisagé intègre la zone n°4 de la zone de développement de l'éolien de la Communauté de communes des vallées de la Brèche et de la Noye, approuvée par arrêté préfectoral en date du 13 mai 2011.

Ainsi, à l'échelle de l'intercommunalité, le secteur retenu ne présente pas de contrainte majeure, ni en terme paysager, ni en terme environnemental.

#### Etude itérative de limitation des impacts

Le site éolien « Les Hauts Bouleaux » a été identifié par le Maître d'Ouvrage dès 2001. En 2004, le parc éolien « Le Cornouiller » a été accordé par le Préfet de l'Oise et la mise en exploitation s'est faite en 2006. En 2013, le permis de construire du parc éolien « Eoliennes de Noyers et Bucamps » a été accordé par le Préfet de l'Oise, l'autorisation d'exploiter ayant été accordée en 2014.

Après cette première expérience, les élus ont souhaité à nouveau accueillir des éoliennes sur ce territoire. La législation évoluant, un dossier de ZDE a été mis en place. Afin de répondre au Schéma régional éolien et au pôle 3 de densification, la société Nordex a envisagé une troisième ligne d'éoliennes à l'est du parc éolien « Le Cornouiller » pour un nombre total de 17 éoliennes.

Les dimensions des éoliennes en projet correspondent à 5 mètres près à celles du parc existant et sont identiques à celles du parc autorisé.

Le site éolien présente des contraintes particulières, techniques (plafond aéronautique civile et militaire) et paysagères (intégration avec les autres parcs), limitant la hauteur des éoliennes. La nouvelle génération d'éoliennes N100 – 2,5 MW a conduit le Maître d'Ouvrage à réduire le nombre d'éoliennes en envisageant au



maximum huit éoliennes de 2,5 MW réparties sur deux lignes, tout en augmentant la puissance du parc projeté.

**La réalisation de l'étude d'impact et l'intégration des enjeux locaux ont enfin conduit à diversifier les variantes possibles.** Aussi les variantes ont-elles été travaillées avec des éoliennes N100, de 2,5 MW à 80 m au moyeu et 100 m de diamètre de rotor. Ce choix permettait de limiter le nombre des éoliennes tout en développant une puissance importante. Le facteur déterminant pour le choix final du modèle d'éolienne (N100) a été le vent, puisque ce modèle est celui qui, actuellement sur le marché, est le mieux adapté aux vitesses de vent rencontrées dans ce secteur de la Picardie.

De plus, cette machine permet de garder une cohérence paysagère avec les parcs environnants.

### 5-3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles

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

Pour l'essentiel, la directive 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'accidents rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans la partie 8 pour l'analyse détaillée des risques.

### 6-1 Inventaire des accidents et incidents en France

#### 6-1.1 Base de données

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc « Les Hauts Bouleaux ». 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 la presse locale ou de base 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. Néanmoins, une telle démarche pourra être entreprise en complément.

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France.

#### 6-1.2 Bilan accidentologie matériel

Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2012 (cf. tableau n°20). 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 présentées :

- 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. La principale cause de ces accidents est les tempêtes.

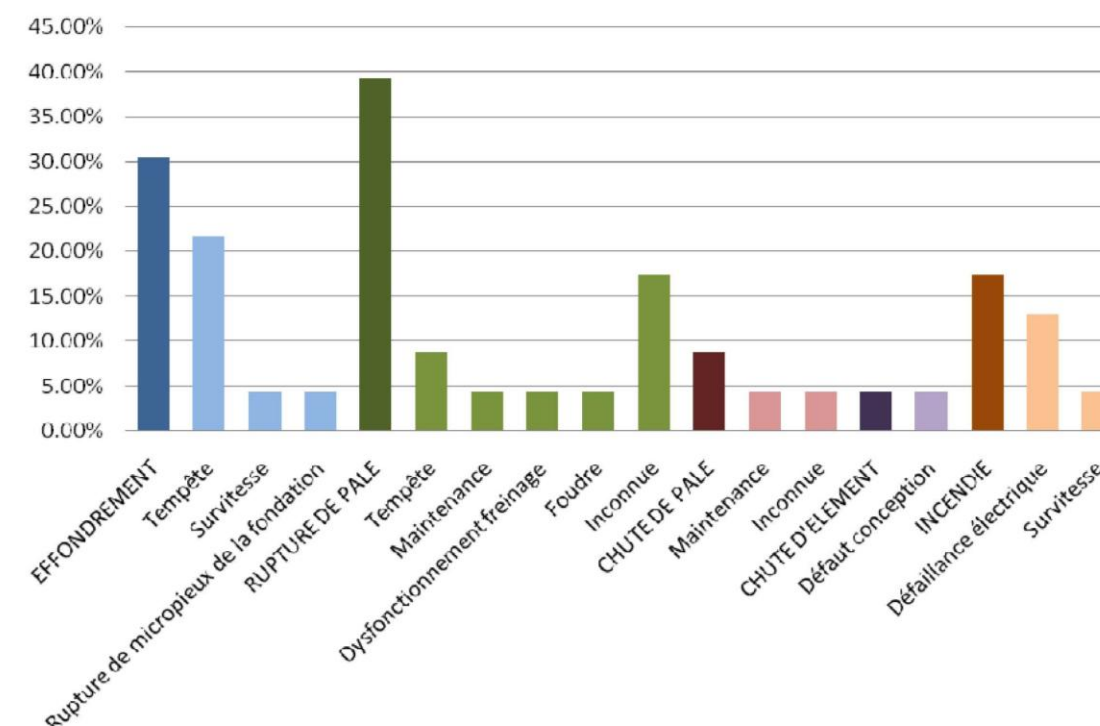


Figure 8 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2010 (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

Société « Parc éolien NORDEX LVI SAS » – Projet du parc « Les Hauts Bouleaux » (60)  
 Dossier de demande d'autorisation Unique

Date	Localisation	Incident
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

Tableau 20 : Liste des incidents intervenus en France (source : SER/FEE, 2012)

### 6-1.3 Bilan accidentologie humain

Le bilan de l'accidentologie humaine nous indique que depuis 11 ans environ :

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

Année	Nbr. Individu	Blessure	Cause
2002	1	Electrocution et brûlure	Contact avec le transformateur
2009	2	Brûlure	Explosion du convertisseur
2010	1	Décès	Crise cardiaque
2010	1	Blessure légère	Chute de 3 m dans la nacelle
2011	1	Décès	Ecrasement lors du levage d'éléments d'éolienne

Tableau 21 : 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. Le seul accident de personne recensé en France relève de la sécurité du travail dans des locaux où des appareils à haute tension sont en service.

## 6-2 Inventaire des accidents et incidents à l'international

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

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness wind information forum (CWIF). Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation par le groupe de travail, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et 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.



## 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 Nordex (source : Nordex, 2012). Des impacts de foudre sur les pales ont pu être recensés, mais aucun d'entre eux n'a occasionné une fragilisation de la pale ou la perte d'un fragment.

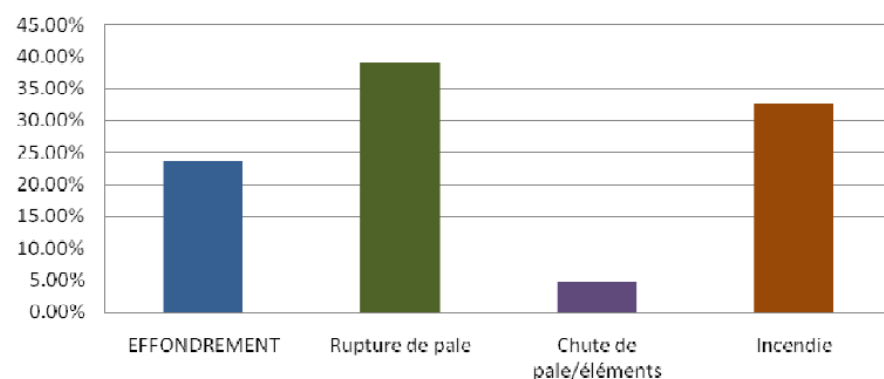


Tableau 22 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2010 (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

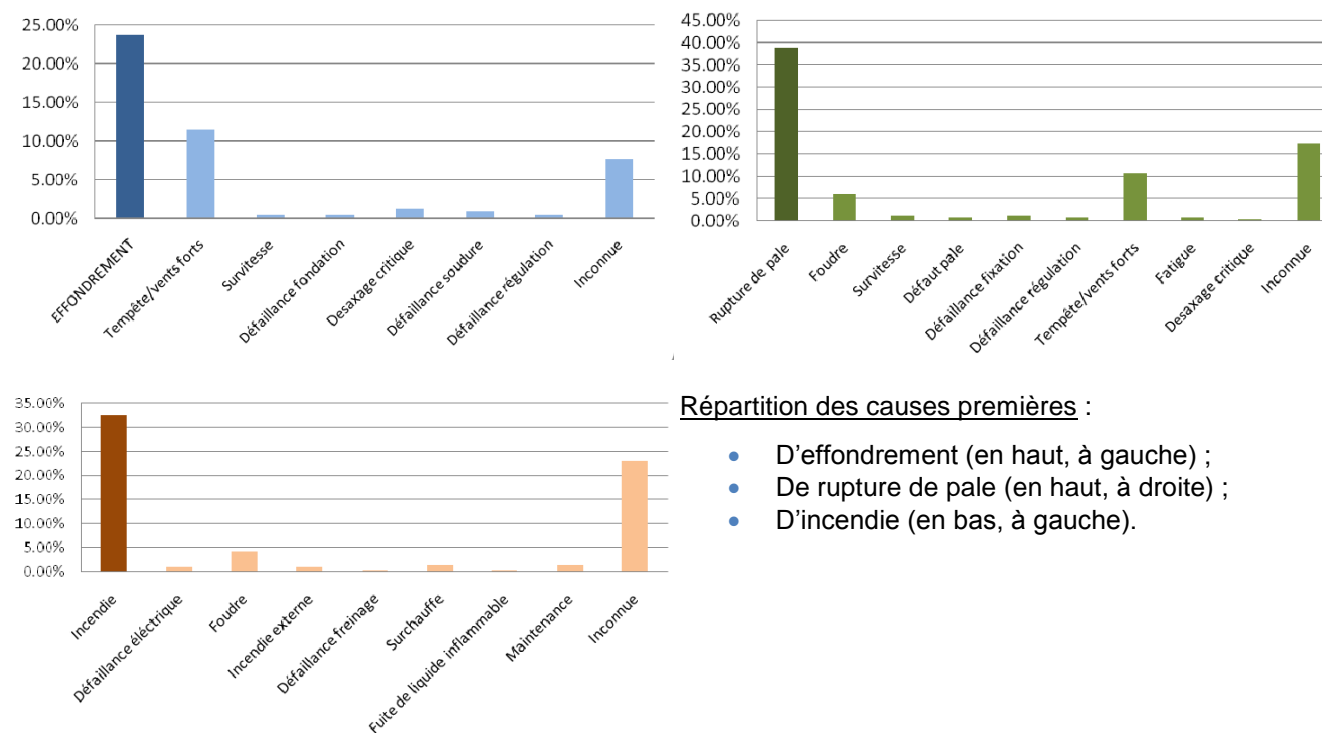


Tableau 23 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

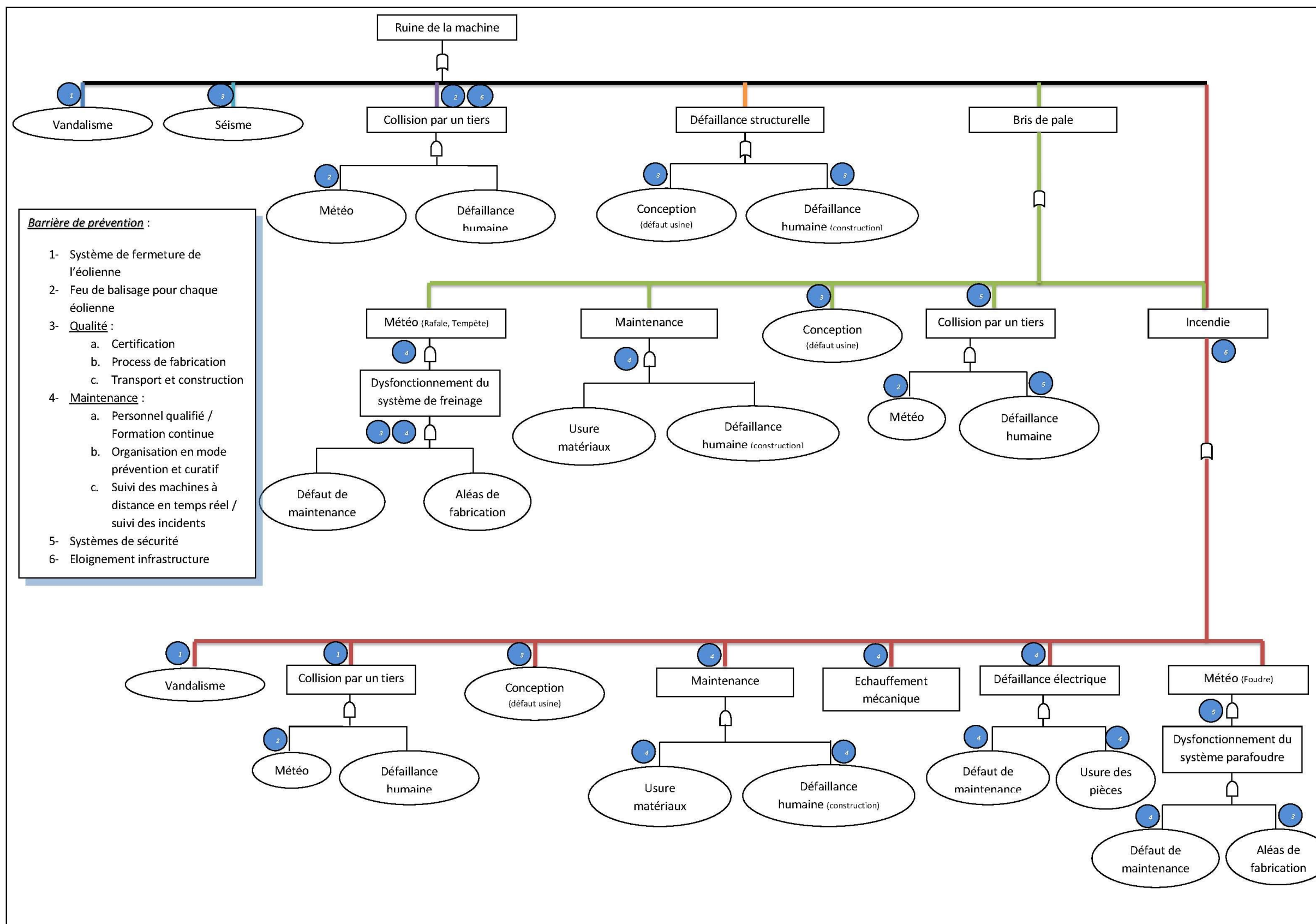


Figure 9 : Arbre de défaillance



## 6-4 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

### 6-4.1 Analyse de l'évolution des accidents en France

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

La figure ci-dessous 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.

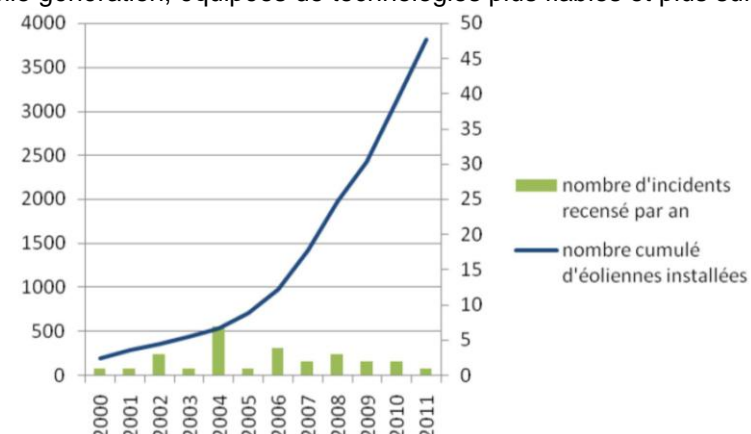


Figure 10 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

### 6-4.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

Comme le montre l'arbre de défaillance ci-contre, 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,
- Incendies.

## 6-5 Limite d'utilisation de l'accidentologie

L'analyse détaillée de l'accidentologie permet ainsi de dégager les grandes tendances. Toutefois, la liste détaillée est difficile à obtenir de par les différentes sources et n'est donc pas exhaustive.





# 7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'objectif de cette partie est de guider le lecteur dans la réalisation de sa propre analyse de risque. Les outils de l'analyse des risques sont nombreux (ex : AMDEC, APR, HAZOP, etc.). La présente étude propose l'utilisation de la méthode APR qui est souple d'utilisation, adaptée et plus facile à mettre en œuvre et à instruire dans le contexte des éoliennes.

## 7-1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accidents majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accidents 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'accidents sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accidents qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accidents 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 ;
- Événements 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.

### 7-3.1 Agressions externes liées aux activités humaines

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines. Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 m (distance à partir de laquelle l'activité considérée ne constitue plus un agresseur potentiel) seront recensées ici.

Remarque : Aucun aérodrome n'est présent dans un rayon de 2 km.

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes (en m)							
					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	147 Vc4	19 Vc4	254 Vc5	36 Vc7	206 Vc8	288 Vc8	25 Vc2	501 Vc2
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	480		460				400	

Tableau 24 : Agressions externes liées aux activités humaines (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)

### 7-3.2 Agression externe liées aux phénomènes naturels

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

Notons que l'arrêté du 19 janvier 2007 fixant la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs, indique que les territoires des communes de THIEUX et NOYERS-SAINT-MARTIN ne sont concernées par aucun Plan de prévention aux risques naturels ou technologiques.

Agression externe	Intensité
<b>Vents et tempête</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vitesse maximale sur 10 min sur 32 mois de mesures, à 50 m d'altitude : 21,1 m/s ;</li> <li>▪ Rafale maximale de 3s sur 32 mois de mesures, à 50 m d'altitude : 29,8 m/s ;</li> <li>▪ Absence de cyclone.</li> </ul>
<b>Foudre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>Densité de foudroiement</u> : 15 contre 22 en moyenne nationale</li> <li>▪ Respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)</li> </ul>
<b>Glissement de sols / affaissement miniers</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aléa faible à nul de retrait et gonflement des argiles ;</li> <li>▪ Cavité : absence de cavité sur Noyers-Saint-Martin.</li> </ul>

*Tableau 25 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)*

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (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 associés 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'événements 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°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
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

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	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°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	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 26 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Ce tableau présentant le résultat d'une analyse des risques peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.

## 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 ».

Les effets dominos susceptibles d'impacter d'autres ICPE sont décrits dans le tableau d'analyse des risques génériques présentés ci-avant (cf. tableau 27).

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

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

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, 2012). Or, sur la zone d'étude, aucune éolienne de l'extension du parc éolien de Noyers-Saint-Martin ne se trouve à moins de 100 m.

⇒ Aucun effet domino n'est donc à prévoir.

## 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 sur les éoliennes N100 ou à leurs abords.

Un principe clé du processus d'élaboration d'une étude de dangers est qu'elle doit être proportionnelle au niveau de risques engendrés par les éoliennes sur leur environnement. Dans ce cadre, il est proposé de conduire une description simple des mesures de sécurité mises en œuvre sur l'installation et des critères de défaillance. En particulier, il n'est pas demandé de conduire les analyses poussées demandées aux installations classées soumises à autorisation avec servitudes (AS).

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, les aspects relatifs aux fonctions de sécurité qui seront détaillés sont donc les 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** : cette colonne vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple ;
- **Mesures de maîtrise des risques** : cette colonne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne devront être présentés (détection + traitement de l'information + action). Il n'est pas demandé de décrire dans



le détail la marque ou le fonctionnement de l'équipement considéré, simplement de mentionner leur existence ;

- **Description** : cette colonne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires, pour permettre à l'inspection de comprendre leur fonctionnement ;
- **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) : Il s'agit ici de reporter les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Pour rappel, la réglementation demande qu'a minima un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse soient réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Cette information, si elle est connue au moment de la réalisation de l'étude de dangers, pourra être indiquée pour chacune des fonctions de sécurité. 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) : Il s'agit ici de fournir la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'a minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

**Remarque 1** : Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme « 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.

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection du givre et de mise à l'arrêt de la machine Procédure adéquate de redémarrage		
Description	Système de détection redondant du givre (par exemple : analyse des données de fonctionnement de l'éolienne + système de mesure des oscillations et des vibrations) permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt immédiate de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	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.		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	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).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de t° pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	A préciser si possible		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

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

Fonction de sécurité		Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.			
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. 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.			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde			
Efficacité	100 %			
Tests	/			
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.			

Fonction de sécurité		Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.			
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	NA			
Efficacité	100 %			
Tests	/			
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.			

Fonction de sécurité		Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours			
Description	DéTECTEURS d'incendie qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs, l'alarme et le lancement du système d'extinction automatique 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.			
Efficacité	100 %			
Tests	/			
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.			



Fonction de sécurité		Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité		Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution		
Description		<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de prévenir les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. 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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de contenir et arrêter la propagation de la pollution ;</li> <li>- d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ;</li> <li>- de récupérer les déchets absorbés.</li> </ul> <p>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.</p>		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse		Dépendant du débit de fuite		
Efficacité		100 %		
Tests		/		
Maintenance		Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

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

Fonction de sécurité		Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité		Procédure maintenance		
Description		Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse		NA		
Efficacité		100 %		
Tests		A préciser si possible		
Maintenance		NA		

Fonction de sécurité		Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité		Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite		
Description		L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse		< 1 min		
Efficacité		100 %. NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.		
Tests		A préciser si possible		
Maintenance		A préciser si possible		

Tableau 27 : 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 (APR), quatre catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité.

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques).	<p>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 m de hauteur, la valeur seuil est 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.</p> <p>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.</p>
Incendie du poste de livraison ou du transformateur.	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton des postes de livraison. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 Août 2011 impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200).
Chute et projection de glace dans les cas particuliers ou les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C.	<p>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.</p> <p>Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.</p>
Infiltration d'huile dans le sol.	<p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent mineurs.</p> <p>Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques. Toutefois, il devra être identifié et cité en conclusion de l'étude.</p>

*Tableau 28 : 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'accidents. 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.

#### 8-1.1 Cinétique

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

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

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

#### 8-1.2 Intensité

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

On constate que les scénarios retenus au terme de l'analyse préliminaire des risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de 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, et décroît en fonction de la distance (par exemple un incendie ou une explosion). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

Dans le cas des 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 des effets très importants ;
- 1% d'exposition : seuil des effets importants.

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

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

Tableau 29 : Degré d'exposition

#### 8-1.3 Gravité

Les niveaux de gravité à retenir dans une étude de dangers sont décrits dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005. Ils 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
« Désastreuse »	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
« Importante »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieuse »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« Modérée »	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 30 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)

## 8-1.4 Probabilité

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

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> Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
<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 31 : 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 ne 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 qu'un événement redouté central (défaillance), ne 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 (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 de 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 de l'étude 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.



## 8-2 Caractérisation des scénarios retenus

L'ensemble des enjeux humains définis dans les tableaux ci-après, dans les différents scénarios, ont été définis à la page 23 (§3-4) conformément à la circulaire du 10 mai 2010.

### 8-2.1 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, soit 130 m dans le cas des éoliennes du parc « Les Hauts Bouleaux ».

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 permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc « Les Hauts Bouleaux ». R est la longueur de pale (R= 50 m), H la hauteur du mat (H= 80), L la largeur du mat (L= 4,04 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB= 2,4 m).

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
$Z_I = (H \times L) + (3 \times R \times LB / 2)$	$Z_E = \pi \times (H + R)^2$	$d = (Z_I / Z_E) \times 100$	
503	53 093	0,95 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 32 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de l'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 10 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Au plus 1 personne exposée → « Important » ;
- Aucune personne exposée → « Sérieux » ;
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « 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 (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,05	Modérée
E2	0,05	Modérée
E3	0,05	Modérée
E4	0,05	Modérée
E5	0,05	Modérée
E6	0,05	Modérée
E7	0,05	Modérée
E8	0,05	Modérée

Tableau 33 : Evaluation de la gravité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne

#### 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 34 : 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 ».

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

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

<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.

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

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

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

### Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Les Hauts Bouleaux », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Importante	Acceptable
E2	Importante	Acceptable
E3	Importante	Acceptable
E4	Importante	Acceptable
E5	Importante	Acceptable
E6	Importante	Acceptable
E7	Importante	Acceptable
E8	Importante	Acceptable

Tableau 35 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « effondrement de l'éolienne »

⇒ Ainsi, pour le parc « Les Hauts Bouleaux », le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

## 8-2.2 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 concerné par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

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

### Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mat de l'éolienne. Pour le parc « Les Hauts Bouleaux », la zone d'effet a donc un rayon de 50 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

### Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc « Les Hauts Bouleaux ».  $Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  est la zone d'effet,  $R$  est la longueur de pale ( $R=50$  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 $D/2$ = 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
$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
1	7 854	0,013 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 36 : 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 :



Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,008	Modérée
E2	0,008	Modérée
E3	0,008	Modérée
E4	0,008	Modérée
E5	0,008	Modérée
E6	0,008	Modérée
E7	0,008	Modérée
E8	0,008	Modérée

Tableau 37 : Evaluation de la gravité dans le scenario « chute de glace »

### Probabilité

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

### Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Les Hauts Bouleaux », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 1/D = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable

Tableau 38 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « chute de glace »

⇒ Ainsi, pour le parc « Les Hauts Bouleaux », 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.

## 8-2.3 Chute d'éléments de l'éolienne

### Zone d'effet

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.

### Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc « Les Hauts Bouleaux ».  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_i$  la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $R$  la longueur de pale ( $R=50$ ) et  $LB$  la largeur de la base de la pale ( $LB=2,4$  m).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 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
$Z_i = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_i/Z_E) \times 100$	
60	7 854	0,76 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 39 : Evaluation de l'intensité dans le scenario 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 :

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,008	Modérée
E2	0,008	Modérée

E3	0,008	Modérée
E4	0,008	Modérée
E5	0,008	Modérée
E6	0,008	Modérée
E7	0,008	Modérée
E8	0,008	Modérée

Tableau 40 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

### Probabilité

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

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

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Evènement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

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

### Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Les Hauts Bouleaux », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2$ = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable

Tableau 41 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

⇒ Ainsi, pour le parc « Les Hauts Bouleaux », le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

## 8-2.4 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 (Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010 et H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005).

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 chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc « Les Hauts Bouleaux ».  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_I$  la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $R$  la longueur de pale ( $R = 50$  m) et  $LB$  la largeur de la base de la pale ( $LB = 2,4$  m).

Projection de pale ou de fragment de pale Zone de 500 m autour de chaque éolienne			
Zone d'impact en $m^2$	Zone d'effet du phénomène étudié en $m^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times 500^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
60	786482	0,0076 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 42 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

### Gravité

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

Projection de pale ou de fragment de pale Zone de 500 m autour de chaque éolienne			
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)		Gravité
	Champ	Route départementale	
E1	0,7	sans objet	Modérée
E2	0,7	2.43	Sérieuse
E3	0,7	5.1	Sérieuse
E4	0,7	sans objet	Modérée
E5	0,7	sans objet	Modérée
E6	0,7	sans objet	Modérée
E7	0,7	1.85	Sérieuse
E8	0,7	0.44	Modérée

Tableau 43 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

### Probabilité

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

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

Tableau 44 : 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 x 10<sup>-4</sup> 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 ».

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 ;

**Société « Parc éolien NORDEX LVI SAS » – Projet du parc « Les Hauts Bouleaux » (60)**  
Dossier de demande d'autorisation Unique

- 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 du parc « Les Hauts Bouleaux », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de pale ou de fragment de pale Zone de 500 m autour de chaque éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Sérieuse	Acceptable
E3	Sérieuse	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Sérieuse	Acceptable
E8	Sérieuse	Acceptable

Tableau 45 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

⇒ Ainsi, pour le parc « Les Hauts Bouleaux », le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

## 8-2.5 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 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 :

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

Dans le cas du présent projet, cette distance est égale à 270 m ( $1,5 \times [80+100]$ )

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures. 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 du parc « Les Hauts Bouleaux ». d est le degré d'exposition, Z<sub>i</sub> la zone d'impact, Z<sub>E</sub> la zone d'effet, R la longueur de pale (R= 50 m), H la hauteur au moyeu (H= 80 m), 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
Z <sub>i</sub> = SG	Z <sub>E</sub> = π x 1,5 x (H+2 x R) <sup>2</sup>	d = (Z <sub>i</sub> /Z <sub>E</sub> ) x 100	
1	152 681	0,00065 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 46 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de morceaux 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 ».

Il a été observé dans la littérature disponible qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

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 morceaux de glace		
Dans un rayon RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,29	Modérée
E2	0,29	Modérée
E3	0,29 + 0,24 = 0,53	Modérée
E4	0,29	Modérée
E5	0,29	Modérée
E6	0,29	Modérée
E7	0,29 + 0,51 = 0,8	Modérée
E8	0,29	Modérée

Tableau 47 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de morceaux de glace »

Il a fallu prendre en compte les personnes permanentes issues de la présence de portions de routes départementales dans la zone de projection de morceaux de glace pour les éoliennes E3 et E7 (0.24 personnes pour E3 et 0.51 pour E7)

### 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 proposée pour cet événement.**

### Acceptabilité

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « sérieux ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 10 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Les Hauts Bouleaux », 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	Modérée	oui	Acceptable
E2	Modérée	oui	Acceptable
E3	Modérée	oui	Acceptable
E4	Modérée	oui	Acceptable
E5	Modérée	oui	Acceptable
E6	Modérée	oui	Acceptable
E7	Modérée	oui	Acceptable
E8	Modérée	oui	Acceptable

Tableau 48 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de morceaux de glace »

⇒ Ainsi, pour le parc « Les Hauts Bouleaux », le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes

## 8-3 Synthèse de l'étude détaillée des risques

### 8-3.1 Tableau de synthèse des scénarios étudiés

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Le tableau regroupe 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	Rapide	Exposition modérée	D	<u>Modérée</u> E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	C	<u>Modérée</u> E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A	<u>Modérée</u> E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8
Projection	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	<u>Sérieuse</u> E2, E3, E7 <u>Modérée</u> E1, E4, E5, E6, E8
Projection de glace	1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	<u>Modérée</u> E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8

Tableau 49 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc

### 8-3.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

L'objet de cette analyse de risques se résume à l'étude des phénomènes dangereux concernant le projet de parc « Les Hauts Bouleaux » :

- Chute d'éléments des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8 (scénario 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) ;
- Chute de glace des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8 (scénario 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16) ;
- Effondrement des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8 (scénario 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24) ;
- Projection de glace des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8 (scénario 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32) ;

- Projection de pale des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8 (scénario 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40).

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 et reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-contre sera utilisée.

Conséquence	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

Figure 11 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

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

### 8-3.3 Cartographie des risques

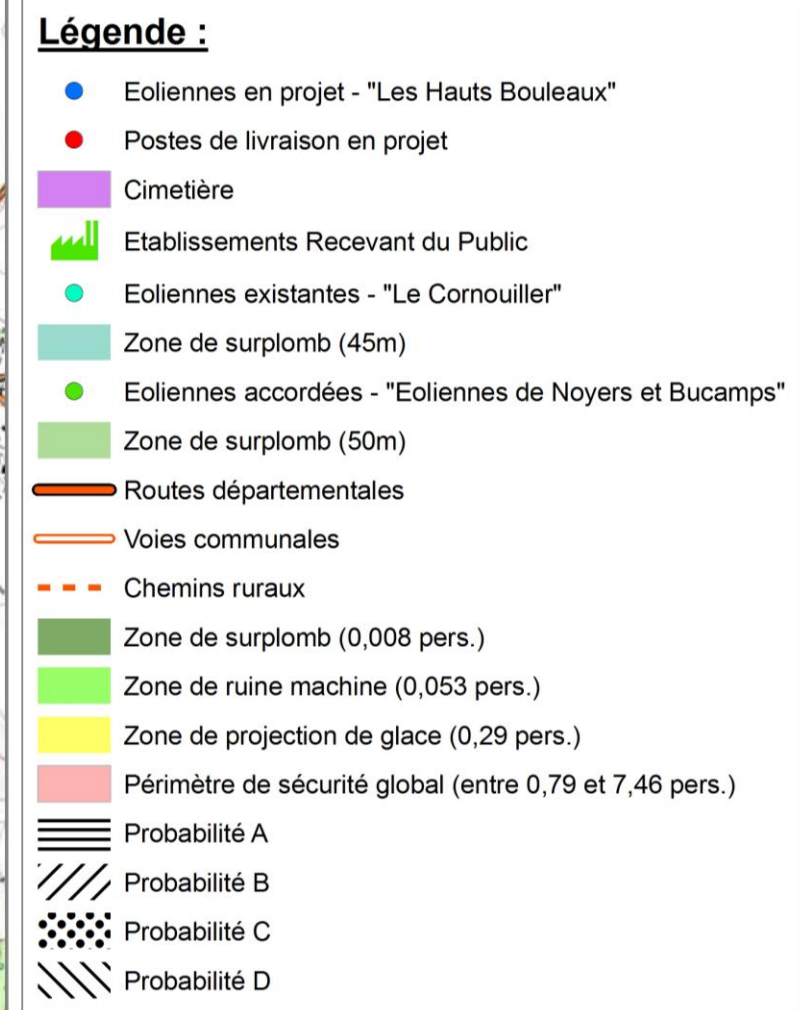
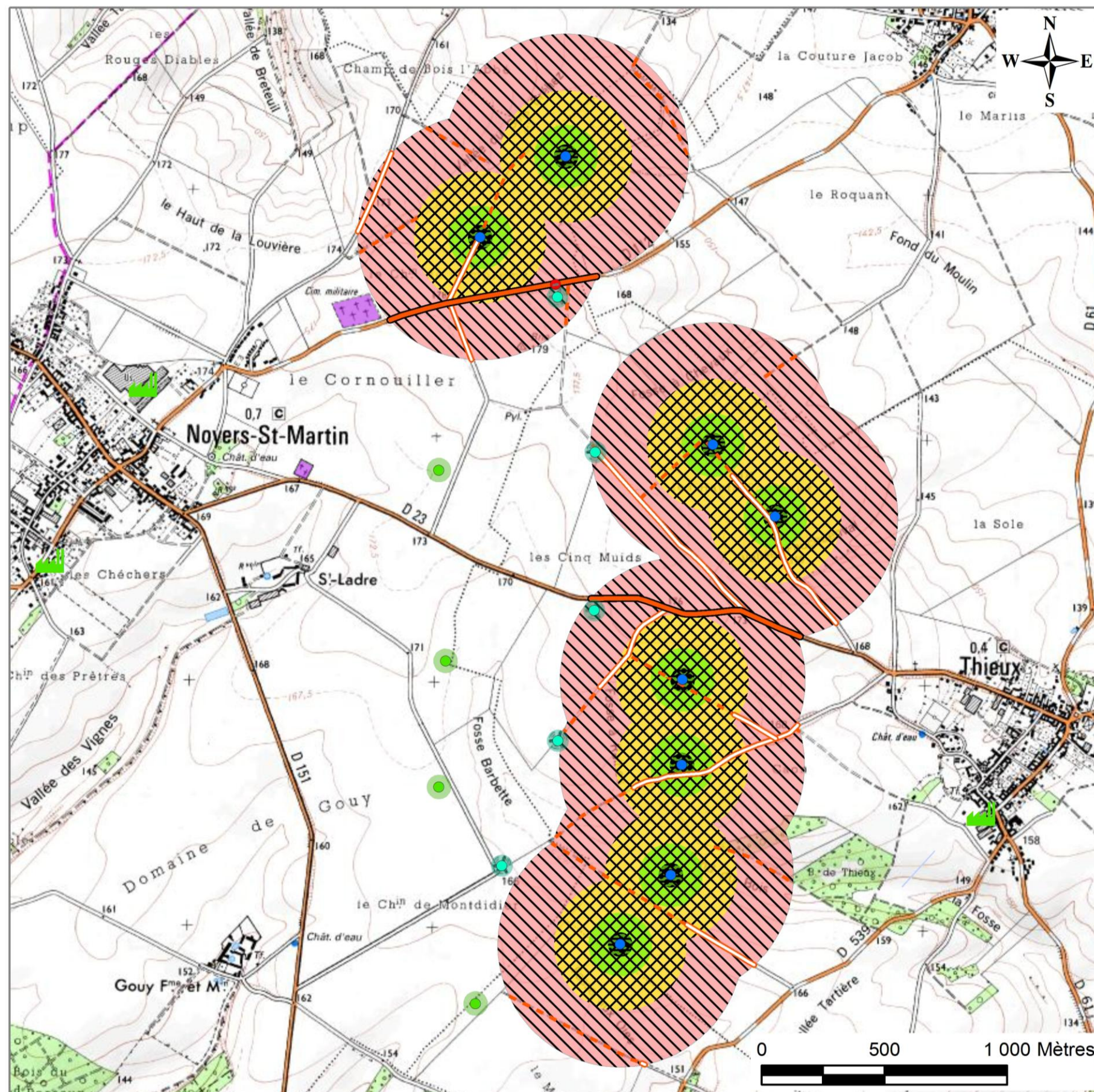
Une carte de synthèse des risques est présentée. Elle fait apparaître, pour les scénarios les plus critiques :

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



# Synthèse des risques

Echelle : 1 / 22 000



Carte 14 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers



## 9 CONCLUSION

**Les principaux accidents majeurs identifiés** pour le parc « Les Hauts Bouleaux » sont ceux retenus par le guide de l'étude de danger réalisé par l'INERIS/SER/FEE 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 défini à 0,008 personnes, ce qui représente une gravité modérée. Seuls sont présents des champs.

Dans la zone d'effondrement de la machine (dite également zone de ruine), l'enjeu humain est évalué à 0,053 personnes. Sont présents des champs mais également des infrastructures routières tels que des voies communales ou des chemins ruraux. Toutefois, 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 défini à 0,29 personnes. Sont également présents des champs mais également des infrastructures routières telles que des voies communales ou des chemins ruraux. Toutefois, en l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain est inférieur à une personne.

Enfin, sur le reste de la zone, l'enjeu humain reste modéré puisqu'il s'agit, pour l'essentiel, de champs pour lequel il est estimé 0,79 personnes. Toutefois, le passage d'infrastructure structurante (routes départementales) élève localement le nombre de personnes pouvant être impactées. Toutefois, l'enjeu humain reste inférieur à 10 personnes.

Cette zone est concernée par le bris de pale pour lequel la probabilité de réalisation est de D « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité ».

**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 de vérification :
  - ✓ Planning de maintenance préventive ;
  - ✓ Maintenance des installations électriques ;
  - ✓ Vérifications électrique, incendie, annuelle par un organisme agréé.

- Un personnel formé ;

**Société « Parc éolien NORDEX LVI SAS » – Projet du parc « Les Hauts Bouleaux » (60)**  
**Dossier de demande d'autorisation Unique**

- Des machines certifiées ;

L'ensemble des scénarios étudiés est 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.**



# 10 ANNEXES

## 10-1 Certification machine Nordex N 100

**TÜV NORD**

### Type Certificate

**Registration-No.**  
44 220 12487041-TC-IEC, Rev. 0

**Name and address of customer**      **NORDEX Energy GmbH**  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
GERMANY

**Wind Turbine**      **N100 NR50 (50 Hz + 60 Hz)**

with the characteristic data given in the "Design Assessment" and the attached "Annex to Design Assessment" referenced below (without LM48.8) has been assessed by TÜV NORD concerning the design, testing and manufacture.

**Assessed according to**      **IEC II A (NCV), IEC SA (CCV)**

The Type Certification is based on the indicated documents as follows:

<b>44 220 11788326-1-D-IEC, Rev. 1</b>	Design Evaluation Conformity Statement of the Wind Turbine NORDEX N100 NCV (50 Hz + 60 Hz), TÜV NORD, dated 2011-12-16.
<b>44 220 11788326-2-D-IEC, Rev. 0</b>	Design Evaluation Conformity Statement of the Wind Turbine NORDEX N100 CCV (50 Hz + 60 Hz), TÜV NORD, dated 2011-12-16.
<b>44 220 12487041-M-IEC, Rev. 0</b>	Manufacturing Conformity Statement for the Wind Turbine NORDEX N100 Gamma, TÜV NORD, dated 2012-04-03.
<b>44 220 12487041-T-IEC, Rev. 0</b>	Type Test Conformity Statement for the Wind Turbine NORDEX N100 Gamma, TÜV NORD, dated 2012-04-03.
<b>8108487041-20, Rev.1</b>	Final Evaluation Report NORDEX N100 Gamma, TÜV NORD, dated 2012-04-03.

**Normative references:**      **Certification scheme:**  
IEC 61400-22 "Wind turbines – Part 22: Conformity testing and certification", First edition, 2010-05  
in combination with  
IEC 61400-1, Wind Turbine Generator Systems Part 1: Safety Requirements, Third Edition, 2005-08 and Amendment 1, 2010-10

CNC

BAS1 - 10

**TÜV NORD**

Type Certificate  
Registration-No. 44 220 12487041-TC-IEC, Rev. 0

Any change in the design has to be approved by TÜV NORD. Without approval the Type Certificate loses its validity.

**This Type Certificate is valid until: 2017-04-03.**

Please also pay attention to the information stated overleaf

**TÜV NORD CERT GmbH**  
Certification Body for  
Wind Turbines  
Dipl.-Ing. Christian Hejring

Essen, 04<sup>th</sup> April 2012

**DAkkS**  
Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-ZE-12007-01-02  
Langemarckstraße 20 • 45141 Essen • email: windenergy@tuv-nord.de

Page 2 of 2

BAS1 - 10



## 10-2 Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques

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

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

La numérotation des scénarios 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).

### 10-2.1 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.

### 10-2.2 Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)

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

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

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

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

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

- Concernant le défaut de conception et fabrication : Contrôle qualité

**Société « Parc éolien NORDEX LVI SAS » – Projet du parc « Les Hauts Bouleaux » (60)**

**Dossier de demande d'autorisation Unique**

- 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.

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

### 10-2.3 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.

## 10-2.4 Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)

Les scénarii 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.

## 10-2.5 Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)

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 au 2.2 de la présente partie C (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.

**Société « Parc éolien NORDEX LVI SAS » – Projet du parc « Les Hauts Bouleaux » (60)**

**Dossier de demande d'autorisation Unique**

## 10-2.6 Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10)

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

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



## 10-3 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.

## 10-4 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.

**Evénement 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.

**Evénement 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



## 10-5 Bibliographie et références utilisées

- Etude de dangers « Eoliennes de Noyers et Bucamps », ATER ENVIRONNEMENT, 2012, révision 2013
- 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 securite, INERIS, 2005 ;
- Arrêté du 26 aout 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003 ;
- Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil General du Val-de-Marne ;
- Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- Alpine test site Gutsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al. ;
- Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000 ;
- Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil General des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004 ;
- Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kroning J. - DEWI, avril 2003 ;
- Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005 ;
- Chambre de l'Agriculture de la Picardie (2011) – Assolement et Stratégie ;
- DDRM de l'Oise (2007) – Dossier Départemental des Risques Majeurs ;

- INERIS/SER/FEE (Mars 2012) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens.

### Sites internet consultés :

- [www.argiles.fr](http://www.argiles.fr);
- [www.asn.fr](http://www.asn.fr) ;
- [www.cartes-topographiques.fr](http://www.cartes-topographiques.fr) ;
- [www.inondationsnappes.fr](http://www.inondationsnappes.fr) ;
- [www.picardie.ecologie.fr](http://www.picardie.ecologie.fr)
- [www.planseisme.fr](http://www.planseisme.fr)
- [www.prim.net](http://www.prim.net) ;
- [www.nordex-online.fr](http://www.nordex-online.fr) ;
- [www.statistiques-locales.insee.fr](http://www.statistiques-locales.insee.fr) ;
- [www.valsdesaintonge.org](http://www.valsdesaintonge.org).

## 10-6 Table des illustrations

### 10-6.1 Liste des figures

Figure 1 : Répartition par constructeur de la puissance éolienne installée en France au 31 septembre 2010 (source : SER/FEE, 2010)	9
Figure 2 : Rose directionnelle des vents (source : Météo France)	17
Figure 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) et emprises au sol d'une éolienne (à droite) - (source : Guide technique (INERIS/SER/FEE, 2012))	25
Figure 4 : Ecorché simplifié de l'intérieur de la nacelle NORDEX N 100 (source : Nordex, 2012)	27
Figure 5 : Positionnement des détecteurs d'incendie dans la nacelle (source : Nordex, 2012)	28
Figure 6 : Dessin de vue d'ensemble des dispositifs de protection parafoudre dans l'éolienne (source : NORDEX, 2012)	29
Figure 7 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, Mars 2012)	32
Figure 8 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2010 (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	42
Figure 9 : Arbre de défaillance	45
Figure 10 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	46
Figure 11 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	64

### 10-6.2 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 éolien NORDEX LVI SAS » (source : Nordex, 2012)	7
Tableau 3 : Référence de signataire pouvant engager la société (source : Nordex, 2012)	7
Tableau 4 : Différents stades d'avancement des parcs éoliens Nordex en Picardie (source : Nordex, 2012)	9
Tableau 5 : Identification des parcelles cadastrales (source : Nordex, 2012)	11
Tableau 6 : Temps passé par hectare par type de culture pour un cycle cultural (source : Assolement et Stratégie – Chambre de l'Agriculture de la Picardie, 2011)	15
Tableau 7 : Moyennes mensuelles des températures de Beauvais (C°) – Statistiques de 1961 - 1990	16
Tableau 8 : Moyennes mensuelles des précipitations de Beauvais (en mm) – Statistiques mensuelles 1961-1990	16
Tableau 9 : Répartition des vents à 50 m (source : Nordex, 2012)	16
Tableau 10 : Inventaire des arrêtés de catastrophe naturelle sur le périmètre de l'étude de dangers (source : prim.net, 2012)	17
Tableau 11 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures <b>Erreur ! Signet non défini.</b>	
Tableau 12 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non urbanisés pour une éolienne	23
Tableau 13 : Définition de l'enjeu humain relatif aux infrastructures routières.	23
Tableau 14 : Coordonnées géographiques du parc éolien	26
Tableau 15 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012.	27
Tableau 18 : Produits sortants de l'installation (source : Nordex – 2012)	36
Tableau 16 : Liste des principaux produits mis en œuvre dans chaque éolienne - les quantités figurant dans le tableau sont les quantités maximales présentes dans chaque aérogénérateur (source : Nordex, 2012)	37
Tableau 17 : Liste des autres produits susceptibles d'être mis en œuvre sur l'installation (source : Nordex, 2012)	37
Tableau 19 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)	38
Tableau 20 : Puissance disponible sur le secteur A (source : Schéma Régional Eolien, en cours d'élaboration)	39
Tableau 21 : Liste des incidents intervenus en France (source : SER/FEE, 2012)	43
Tableau 22 : Liste des accidents humains inventoriés	43
Tableau 23 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2010 (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	44
Tableau 24 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	44

#### Société « Parc éolien NORDEX LVI SAS » – Projet du parc « Les Hauts Bouleaux » (60)

#### Dossier de demande d'autorisation Unique

Tableau 25 : Agressions externes liées aux activités humaines (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	48
Tableau 26 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	49
Tableau 27 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	51
Tableau 28 : Ensemble des fonctions de sécurité (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	54
Tableau 29 : Scenarios exclus (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	55
Tableau 30 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	56
Tableau 31 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)	57
Tableau 32 : Grille de criticité du scenario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)	57
Tableau 33 : Evaluation de l'intensité dans le scenario de l'effondrement de l'éolienne	58
Tableau 34 : Evaluation de la gravité dans le scenario de l'effondrement de l'éolienne	58
Tableau 35 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	58
Tableau 36 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « effondrement de l'éolienne »	59
Tableau 37 : Evaluation de l'intensité dans le scenario de chute de glace	59
Tableau 38 : Evaluation de la gravité dans le scenario « chute de glace »	60
Tableau 39 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « chute de glace »	60
Tableau 40 : Evaluation de l'intensité dans le scenario de chute de glace	60
Tableau 41 : Evaluation de la gravité dans le scenario « chute d'éléments de l'éolienne »	61
Tableau 42 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « chute d'éléments de l'éolienne »	61
Tableau 43 : Evaluation de l'intensité dans le scenario « projection de pale ou de fragment de pale »	61
Tableau 44 : Evaluation de la gravité dans le scenario « projection de pale ou de fragment de pale »	62
Tableau 45 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	62
Tableau 46 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « projection de pale ou de fragment de pale »	62
Tableau 47 : Evaluation de l'intensité dans le scenario « projection de morceaux de glace »	63
Tableau 48 : Evaluation de la gravité dans le scenario « projection de morceaux de glace »	63
Tableau 49 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « projection de morceaux de glace »	63
Tableau 50 : Synthèse des scenarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc	64

### 10-6.3 Liste des cartes

Carte 1 : Localisation des parcs éoliens de la société Nordex France en Picardie (source : Nordex, 2014)	9
Carte 2 : Localisation géographique du parc « Les Hauts Bouleaux »	10
Carte 3 : Définition du périmètre d'étude de dangers	12
Carte 4 : Distance du parc éolien « Les Hauts Bouleaux » aux premières habitations (source : Nordex, 2014)	13
Carte 5 : Gisement éolien de la Picardie, à 40 m d'altitude – Légende : Etoile rouge / Localisation du site (Source : Atlas Régional Eolien, 2003)	16
Carte 6 : Sensibilité du périmètre d'étude de dangers face aux phénomènes d'inondations par remontée de nappe – Légende : Etoile rouge / Localisation du site (source : <a href="http://www.inondationsnappes.fr">http://www.inondationsnappes.fr</a> , 2014)	18
Carte 7 : Aléa retrait-gonflement des argiles sur le site d'étude – Légende : Cercle rouge / Localisation du site (source : <a href="http://www.argiles.fr">www.argiles.fr</a> )	18
Carte 8 : Zones sismiques en Picardie - Légende : Etoile / Localisation du site (source : <a href="http://planseisme.fr">planseisme.fr</a> )	19
Carte 9 : Densité de foudroiement en France métropolitaine - Légende : Etoile / Localisation du site (source : Météo France)	19
Carte 10 : Synthèse des enjeux dans le périmètre d'étude de dangers	20
Carte 11 : Synthèse des enjeux humains dans le périmètre de l'étude de dangers	22
Carte 12 : Plan détaillé de l'installation, partie nord (source : Nordex 2014)	24
Carte 13 : Réseaux électriques internes à l'installation	34
Carte 14 : Stratégie envisagée sur le secteur A (source : Schéma Régional Eolien)	39
Carte 15 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers	65



## 10-7 Coordonnées géographiques indicatives

Les coordonnées sont données à titre indicatif, les plans du dossier de permis de construire faisant foi.

Eolienne	Lambert 93		Coordonnées WGS 84		Altitude (NGF en m)	
	Longitude Est	Latitude Nord	Longitude Est	Latitude Nord	Au sol	Bout de pale
1	649098.59	6939602.06	2°17'48.67"	49°33'13.15"	170	300
2	649353.30	6939308.26	2°18'1.47"	49°33'3.72"	169	299
3	648973.78	6938644.35	2°17'42.89"	49°32'42.13"	172	302
4	648971.03	6938296.67	2°17'42.91"	49°32'30.88"	170	300
5	648925.91	6937847.80	2°17'40.86"	49°32'16.35"	161	291
6	648 719.94	6 937 564.81	2° 17' 30,8"	49° 32' 07,1"	165	295
7	648 148.43	6 940 449.27	2° 17' 01,0"	49° 33' 40,3"	170	300
8	648 498.13	6 940 778.55	2° 17' 18,3"	49° 33' 51,0"	160	290
<b>Postes de livraison</b>	648 455.91	6 940 245.75	2° 17' 16,4"	49° 33' 44,1"	175	177.5

## 10-8 Approbation de construction et de l'exploitation des ouvrages de transport et de distribution d'électricité (art. L323-11 code de l'énergie)

Le pétitionnaire s'engage à respecter les dispositions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les ouvrages électriques.

### 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*)

<b>Sous accotement</b>	<b>0.65m</b>
<b>Sous chaussée</b>	<b>0.85 m</b>
<b>Terrain Agricole</b>	<b>1.20</b>

Tableau a : 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 tableau ci-dessous résume les longueurs et les sections de câbles qui seront utilisées :

Désignation	Longueur en mètres
<b>3x95<sup>2</sup></b>	4150
<b>3x150<sup>2</sup></b>	900
<b>3x240<sup>2</sup></b>	2150

Tableau b : longueur du réseau

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 sein 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 / Verificateur	Commentaires
		0	14/03/11	CEL/FVA	Création
Tranchées pour le passage des câbles haute tension 20kV et de la fibre optique					

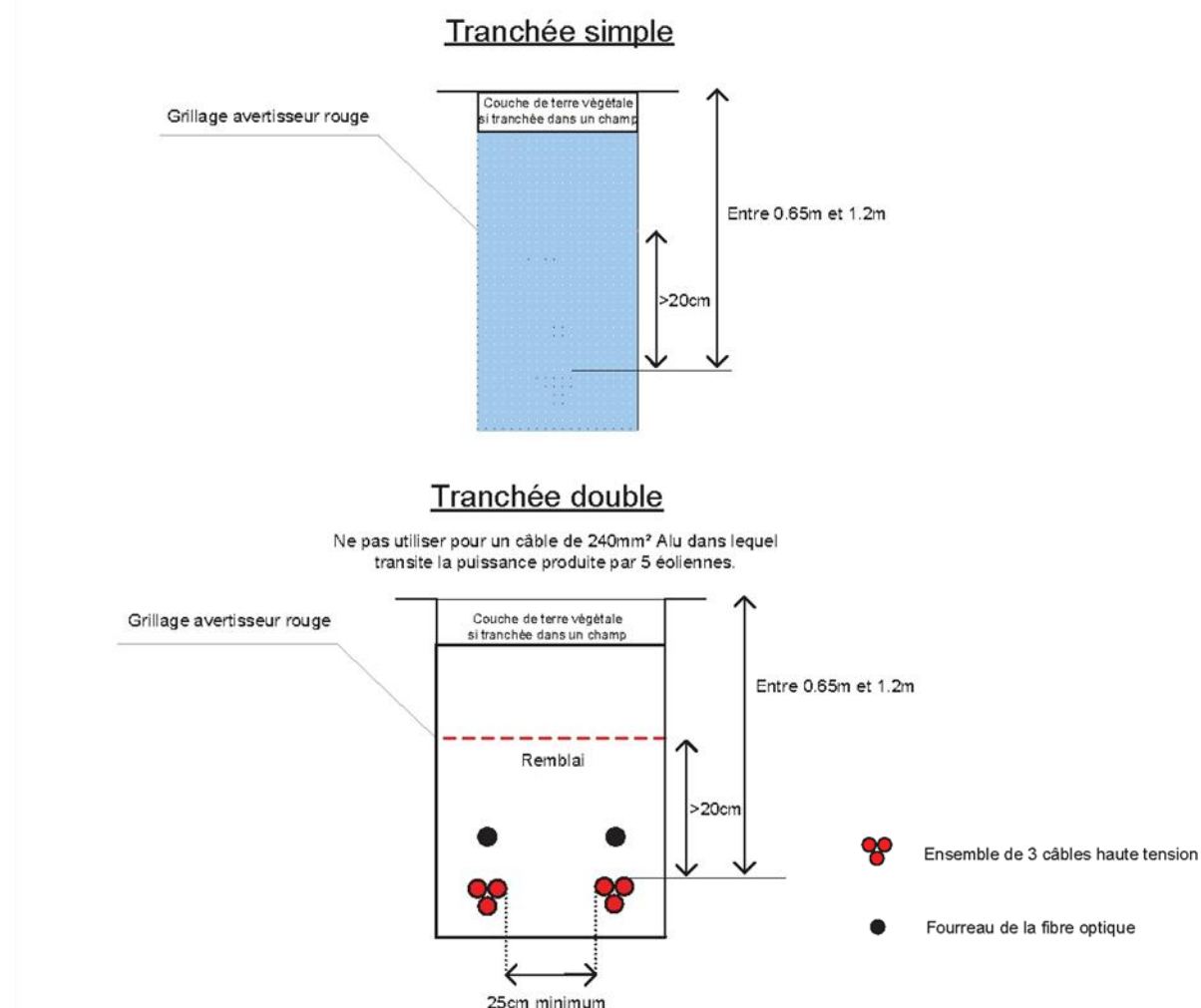


Figure a : coupes-types de tranchées

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> (voir schéma unifilaire).
- 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 5 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

Le poste de livraison est un bâti préfabriqué de 20m<sup>2</sup> répondant aux spécifications suivantes :

- guide technique EDF B81, normes NF C13-100, C13-200 et C15-100, la fabrication est réalisée suivant un système qualité certifié AFAQ ISO9002. Les postes de livraison sont placés de manière à optimiser le raccordement au réseau électrique en direction du poste source. Ils comprennent : 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. Le poste de livraison est compris dans un local préfabriqué de 8 m x 2,48 m, soit une emprise au sol de 20 m<sup>2</sup>

## Nature des sols

Le site d'étude est localisé vers le centre du Bassin Parisien, présentant des roches (ou faciès) relativement récentes datant du Crétacé supérieur, et repose essentiellement sur des dépôts crayeux.

Le site est par ailleurs sur l'axe d'un anticlinal orienté Nord-Ouest / Sud-Est, point haut du paysage.

Les sols du plateau picard sont constitués essentiellement de limon. Il s'agit de sols riches et fertiles sur lequel se développe une agriculture céréalière intensive « open-field ».

Aucun cours d'eau ne traverse la zone d'implantation du projet. Le plus proche est la rivière de la Brèche à 3,2 km au Sud du projet.

## Démarche 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.

## Plans et schémas électriques de l'ouvrage

### *Plan de situation au 1/15 000*

Voir **annexe 5 de la lettre de demande (1-LDD.pdf)**.

Le choix d'un plan au 1/25 000 a été fait car il est plus adapté à la dimension du projet.

### *Plans au 1/1000 des ouvrages électriques du projet*

Voir plans DAE

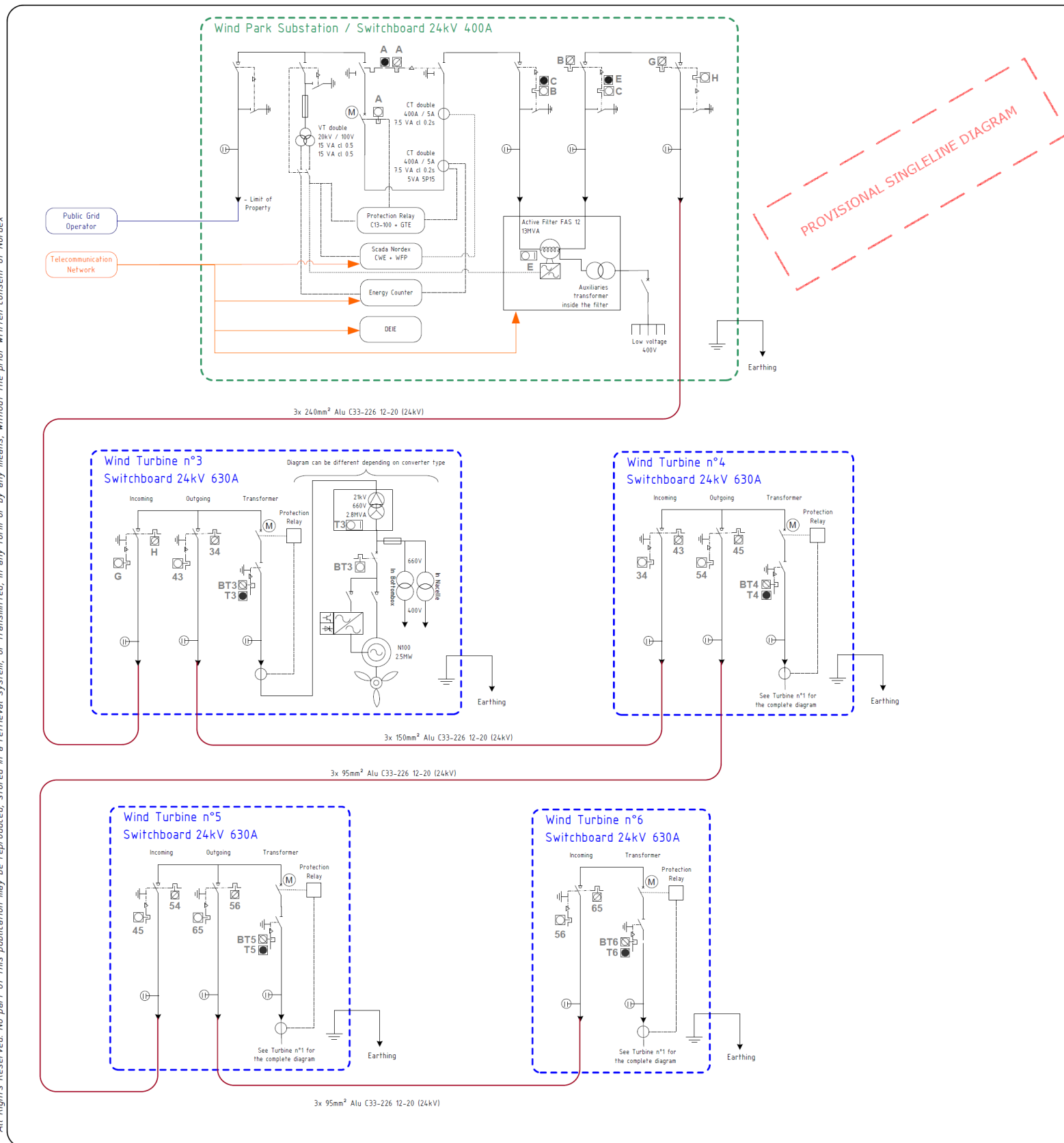
### *Schémas électriques unifilaires de l'ouvrage*

Voir les pages suivantes, Figures b et c, Schéma électrique unifilaire du réseau inter-éolien

## Date prévisionnelle des travaux

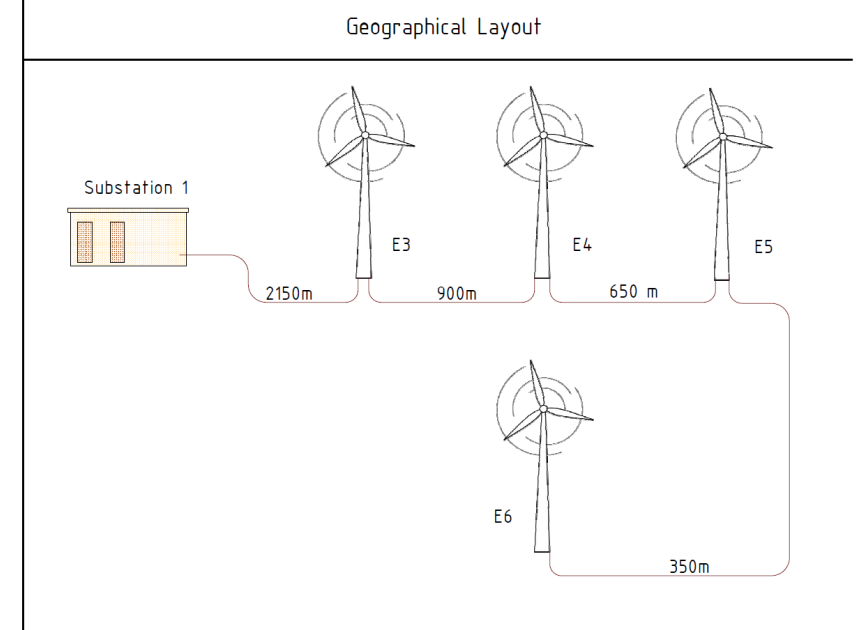
La date prévisionnelle des travaux de construction des ouvrages de transport et de distribution de l'électricité est 2017.

All Rights Reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, without the prior written consent of Nordex



Revision	Date	Modification	Name
0	12-sept-14	Creation	DMO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

- General Information
- Maximal Power Output: 10 MW
  - Contractual Voltage: 20kV
  - Reactive Power Setpoint:  $\tan\phi \in [0,0.1]$
  - Grid Operator: ERDF
  - Grid Operator Substation:
  - GTE protection at the Substation: H5
  - The cable lengths are approximative. This is the distance between the centers of the wind turbines regardless of the ground topology or the length necessary for the penetration in the wind turbine. Easement Reference: Plans PC



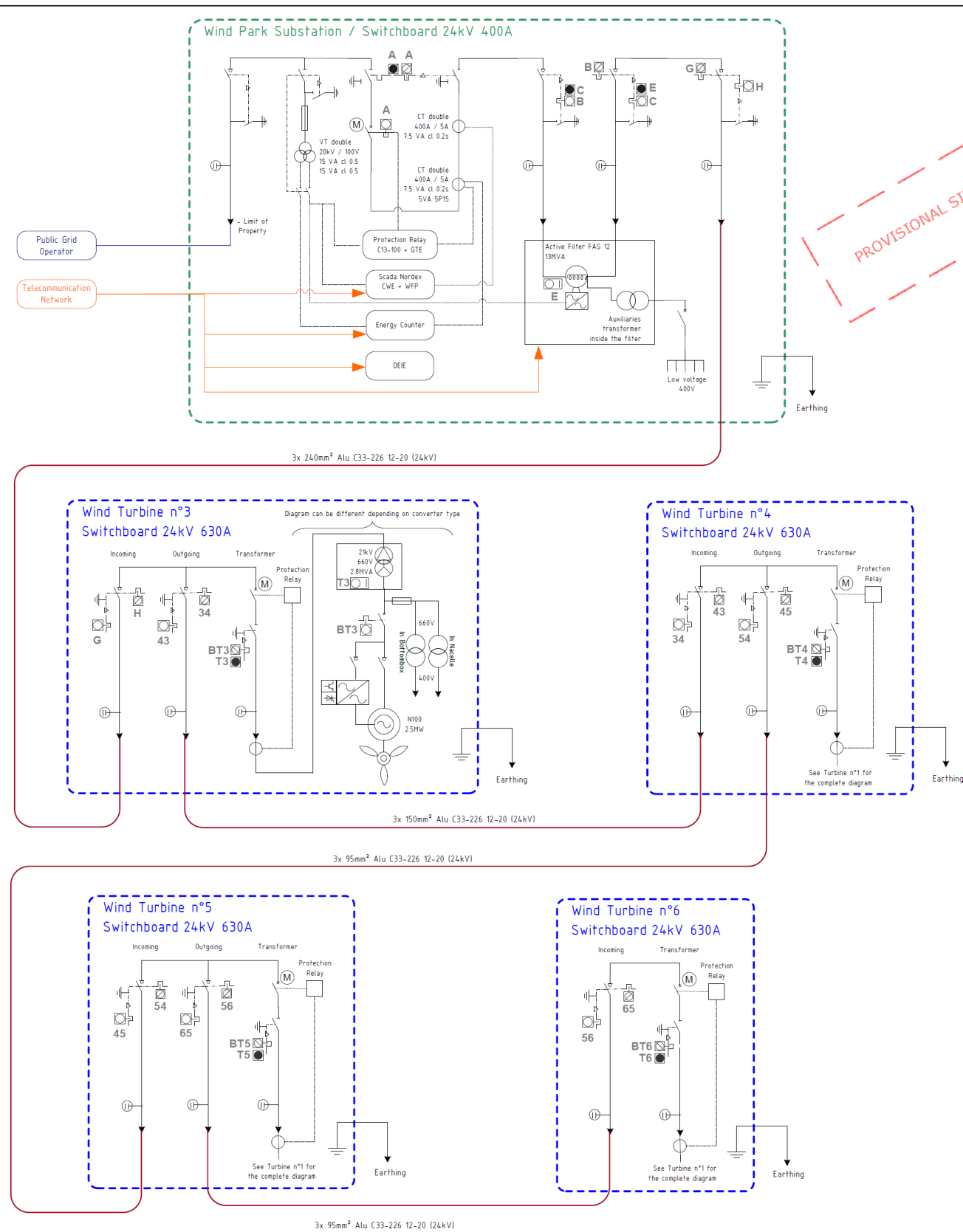
NFR-NDX-01

Single Line Diagram  
 Wind Park Les Haut Bouleaux 1  
 60 Noyers-St-Martin  
 4 x N100 TR5

Figure b: Schéma électrique unifilaire du réseau inter-éolien (éoliennes 3, 4, 5,6 et PDL 2)



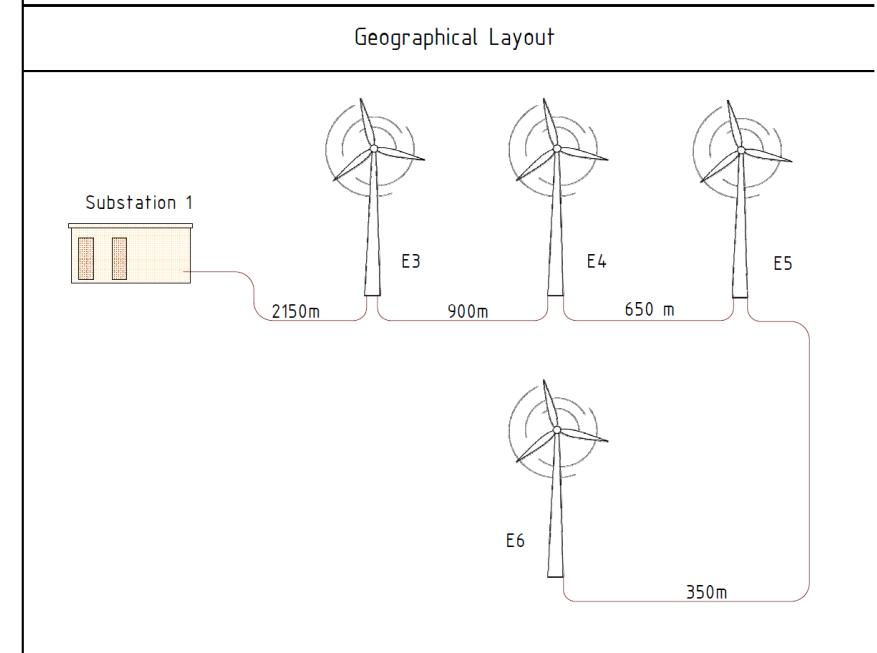
All Rights Reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, without the prior written consent of Nordex



PROVISIONAL SINGLELINE DIAGRAM

Revision	Date	Modification	Name
0	12-sept-14	Creation	DMO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

General Information	
•	Maximal Power Output: 10 MW
•	Contractual Voltage: 20kV
•	Reactive Power Setpoint: $\tan\phi \in [0;0.1]$
•	Grid Operator: ERDF
•	Grid Operator Substation:
•	GTE protection at the Substation: H5
•	The cable lengths are approximative. This is the distance between the centers of the wind turbines regardless of the grouping topology or the length necessary for the penetration in the wind turbine. Easement Reference: Plans PC



NFR-NDX-01	<b>Single Line Diagram</b> <b>Wind Park Les Haut Bouleaux 1</b> 60 Noyers-St-Martin 4 x N100 TR5

Figure c : Schéma électrique unifilaire du réseau inter-éolien (éoliennes 1, 2, 7, 8 et PDL)

